

포도씨추출물을 첨가한 포도씨유의 산화 안정성

장성호¹ · 이준수¹ · 최원석²

¹충북대학교 식품생명공학과

²한국교통대학교 식품공학과

Oxidative Stability of Grape Seed Oil by Addition of Grape Seed Extract

Sungho Jang¹, Junsoo Lee¹, and Won-Seok Choi²

¹Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University

²Department of Food Science and Technology, Korea National University of Transportation

ABSTRACT Grape seed extract (GSE) was added to grape seed oil to improve the oxidative stability of the grape seed oil during storage. To measure the oxidative stability of grape seed oil, peroxide value, acid value, and conjugated diene value were measured, and changes in browning, vitamin E, fatty acid composition, and polyphenol content of oil were examined. In the case of grape seed oil with GSE, peroxide value, acid value, and conjugated diene value were lower than those of grape seed oil. The magnitude of increase in absorbance of grape seed oil with GSE was less than that of additive-free grape seed oil, whereas the magnitude of decrease in vitamin E isomers in grape seed oil with GSE was less than that of grape seed oil with no additive. Changes in fatty acid composition were also similar. However, polyphenol contents showed the greatest reduction in grape seed oil containing GSE. GSE contributes to the oxidation stability of grape seed oil, but the antioxidant capacity of GSE was lower than that of butylated hydroxytoluene.

Key words: grape seed oil, grape seed extract, oxidative stability, antioxidant capacity, BHT

서 론

포도는 생산량이 전 세계적으로 매년 6,900만 톤 이상 되고 가장 광범위하게 재배되는 과일 중의 하나로 오래전부터 포도주와 주스 가공에 이용되어 왔고, 더불어 대략 13,000~14,000천 톤 이상의 포도주박이 포도주 생산에서 발생하고 있다. 포도씨는 과육 무게의 약 5%이고, 포도주박의 38~52%(건물기준)를 차지한다(1-4). 아쉽게도 이들 포도주박의 활용은 아직까지 그리 활발하지 않으며, 이러한 이유로 인해 포도주 및 포도주스 생산에서 이들 폐기물의 활용은 1970년대 초기부터 현재까지 커다란 관심사로 대두되고 있다.

포도씨는 환경 및 종에 따라 다르지만 약 10~20% 정도의 지방을 함유하고 있으며, 포도씨에서 추출한 포도씨유는 일반적으로 포화지방산이 낮은 반면 linoleic acid를 포함 85% 이상의 불포화지방산을 포함하고 있다(3,5). 또한 토크페롤 및 카테킨류와 같은 항산화 성분뿐만 아니라 식이섬유, oligomer, proanthocyanidin 등과 같은 다양한 기능성 물

질을 함유하고 있어 포도씨추출물은 식품뿐만 아니라 의약, aromatherapy 등에서 활용도가 급속히 높아지고 있다(4, 6-8).

포도씨추출물의 생체효능에 관한 연구들을 살펴보면 당뇨병 개선, 동맥경화 억제, 항비만 효과, tyrosinase 저해 활성, 항산화 활성 등의 생리활성을 지닌 것으로 보고되고 있으며, 그 밖에 여러 가지 연구가 진행되고 있다(4,9-11).

포도씨유는 앞서 언급했듯이 높은 불포화지방산 함유율로 말미암아 항산화 성분을 포함하고 있음에도 불구하고 산패에 대한 위험성 또한 내포하고 있다. 따라서 본 연구에서는 포도씨유에 항산화 성분을 함유한 포도추출물을 첨가하여 가속실험(50°C) 조건에서 90일 동안의 저장 동안 포도씨추출물 함유 포도씨유의 산화 안정성을 측정하고, 색도, 비타민 E, 지방산 조성 및 폴리페놀 함량 변화를 조사해 보았다.

재료 및 방법

재료 및 시약

포도씨유는 Campbell Early 포도씨(*Vitis labruscana* B.)를 수세하여 건조 후 100 mesh에서 마쇄한 다음, shaking incubator(Vision Scientific Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 hexane으로 24시간 동안 상온에서 추출한 후 감압회

Received 6 August 2015; Accepted 31 August 2015

Corresponding author: Won-Seok Choi, Department of Food Science and Technology, Korea National University of Transportation, Chungbuk 27909, Korea

E-mail: choiws@ut.ac.kr, Phone: +82-43-820-5249

전농축기(EYELA, Tokyo, Japan)를 사용, 용매를 제거하여 포도씨유를 얻었다. 포도씨유를 50 mL씩 분주하여 빛을 차단한 50°C 오븐에 90일 동안 저장하였다. α -, γ -tocopherol, tocotrienol은 Merck Ltd.(Darmstadt, Germany)에서 구입하여 사용하였으며, fatty acid methyl ester mix는 Supelco(Bellefonte, PA, USA) 제품을 구입, 사용하였다. Butylated hydroxytoluene(BHT), gallic acid, Folin-Ciocalteu reagent는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였으며, HPLC 용매는 J. T. Baker(Phillipsburg, NJ, USA) 제품을 사용하였다. 그 밖에 사용된 추출용매 및 시약은 analytical 및 HPLC 등급을 사용하였다.

탈지 포도씨추출물 제조

Campbell Early 포도씨 100 g에 hexane 2 L를 넣어 24 시간 진탕하여 탈지하였다. 탈지된 포도씨 50 g에 methanol 500 mL를 첨가한 다음 상온에서 24시간 동안 추출하였다. 추출 후 여과지(No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 고형분을 분리한 다음, 감압회전농축기(EYELA)를 사용, 40°C 이하에서 감압 농축하여 용매를 제거 후 0.2 μ m filter를 사용하여 멸균한 뒤 사용하였다. 멸균된 탈지 포도씨추출물은 200 ppm 농도로 포도씨유에 첨가하였다.

산가, 과산화물가, 공액이중결합가 분석

산가(acid value)는 AOCS Official Method Cd 3d-63의 방법으로, 과산화물가(peroxide value)는 Cd 8-53의 방법으로, 공액이중결합가(conjugated diene value)는 Tl 64의 방법으로 측정하였다(12-14).

갈색화 분석

포도씨유의 갈색화 정도는 5.0%(oil/chloroform, w/v) 용액 상태로 분광광도계(UV-900, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 사용하여 420 nm에서 측정하였다(15).

비타민 E 분석

시료(약 1 g)를 50 mL 플라스크에 넣은 후 0.01% BHT를 포함한 hexane으로 정용한 다음 20 μ L를 HPLC에 넣어 분석하였다(16). HPLC 장치로 Solvent Delivery Pump M930 (Young-Lin Inc., Anyang, Korea), 형광검출기(LC 305, Thermo Separation Products Inc., San Jose, CA, USA)를 사용하였으며, 분석칼럼으로 LiChrosphere Diol 100 column(250 \times 4 mm i.d., 5 μ m, Merck Ltd.)을, 기록계는 JASCO 807-IT(Jasco International Co., Tokyo, Japan)를 이용하였다. 형광검출기 파장은 excitation 파장의 경우 290 nm, emission 파장은 320 nm로 하였으며, 이동상의 경우 1.2% isopropanol을 함유한 n-hexane을 사용하였고 유속은 1.0 mL/min으로 하였다.

지방산 조성 분석

지방산 조성 분석은 Parcerisa 등(17)의 방법을 사용하였다. 시료 0.2 g을 환류냉각기가 달린 실린더에 넣고 methanolic sodium methoxide(0.5 M) 3 mL를 첨가한 다음 100°C에서 10분간 흔들면서 반응시켰다. 이어서 완전히 식힌 후 14% methanolic boron trichloride 2 mL를 첨가한 다음 다시 100°C에서 10분 흔들 후 식혀서 다른 시험관에 옮겨 5 mL의 hexane을 넣어 섞은 다음, 0.6% NaCl 5 mL와 혼합하여 흔들어 반응시켰다. 상층액 2 mL를 또 다른 시험관에 옮긴 후 5 mL의 hexane을 첨가하여 최종 GC 분석 시료로 사용하였다. GC(Acme 6000 GC, Young-Lin Inc.)를 사용하여 분석하였으며, HP-INNOWax High Performance Capillary Column(30 m \times 0.25 mm \times 0.2 μ m, Agilent, Palo Alto, CA, USA)과 flame ionization detector를 사용하였다. Injector 온도는 200°C, 검출기 온도는 250°C, 오븐온도는 180°C에서 2분간 온도를 유지한 후 분당 1°C로 200°C까지 상승시킨 다음 10분간 유지시키고, 다시 분당 3°C로 215°C까지 상승시켰다. 이동상은 N₂ gas(99.999%)를, 유속은 1.0 mL/min, 주입량은 1 μ L로 하였다. 지방산 조성은 peak 면적의 상대적 비(%)로 나타내었다.

총 폴리페놀 함량 분석

총 페놀 함량은 Folin-Denis 방법을 변형하여 사용하였는데, 추출액 100 μ L에 2% Na₂CO₃ 용액(2 mL)을 첨가한 후 3분이 지난 다음 50% FC reagent(100 μ L)를 첨가하였다. 30분간 방치한 후 분광광도계(UV-900, Shimadzu)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 0.1% gallic acid를 사용하였다(18).

통계분석

모든 실험은 3반복 이상 시행하였으며, 통계처리는 SPSS 통계 package(Ver. 12.0.1, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다. ANOVA 검정과 Duncan's multiple range test를 이용하여 실험군의 평균값 간에 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 유의성 검정을 하였다.

결과 및 고찰

저장 중 산화 안정성

50°C의 가속조건에서 포도씨유와 200 ppm 농도의 포도씨추출물 및 BHT를 포함한 포도씨유의 산패정도를 90일 동안 측정하였다.

과산화물가는 지질산화의 초기단계에서 발생하는 peroxide와 hydroperoxide의 농도를 측정하여 기름과 지방의 산패정도를 측정하는 가장 일반적인 방법 중의 하나이다(19). 포도씨유의 과산화물가는 30~45일 사이에 급격히 증가하여 45일에 55.03 meq/kg 값을 나타내었다(Fig. 1). 반면에 포도씨추출물을 함유한 포도씨유의 경우 이보다 낮게

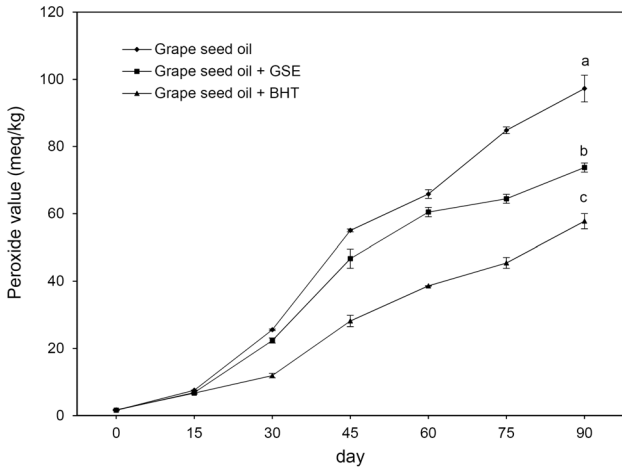


Fig. 1. Changes in peroxide value (POV) of grape seed oil, grape seed oil with grape seed extract (GSE), and grape seed oil with BHT during storage at 50°C for 90 days. Means with the different letters (a-c) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

측정되었으며, 저장기간 45일에서의 과산화물가는 46.70 meq/kg으로 포도씨추출물 첨가가 포도씨유의 산패를 억제하는 것으로 나타났다. 포도씨추출물에 의한 산패억제 효과는 저장기간이 경과할수록 더욱 두드러져 저장기간 90일에서의 무첨가 포도씨유 과산화물가는 97.25 meq/kg이었으나, 포도씨추출물을 첨가한 포도씨유의 경우 73.74 meq/kg으로 유의적으로 일등히 낮게 나타났다($P<0.05$). 한편 대표적 합성항산화제인 BHT를 첨가한 포도씨유의 과산화물가는 포도씨추출물 첨가 포도씨유보다도 유의적으로 낮은 57.79 meq/kg으로 측정되어($P<0.05$) 포도씨추출물의 항산화 효과는 BHT보다는 미약한 것으로 조사되었다.

산가와 공액이중결합가에서도 과산화물가 결과와 동일한 경향을 나타내 저장기간 30~45일 사이에 급격한 변화가 나타났으며, 저장기간 90일에서 산가의 경우 무첨가 포도씨유, 포도씨추출물 첨가 포도씨유, BHT 첨가 포도씨유가 각각 98.88 mg KOH/100 g, 64.94 mg KOH/100 g, 47.60 mg KOH/100 g으로 조사되었으며(Fig. 2), 공액이중결합가는 각각 6.32%, 4.77%, 3.31%로 측정되었다(Fig. 3).

Lee 등(20)은 마이크로웨이브를 이용하여 알코올로 추출한 포도씨추출물의 대두유에 대한 항산화작용을 실험한 결과 포도씨추출물이 대두유의 유도기간을 1.22배 연장시켰다고 보고하였으며, Jang과 Han(21)은 0.01%(w/v) 농도의 포도씨추출물이 미강유와 linoleic acid의 산화 억제에 효과가 있었다고 보고하였다.

저장 중 갈색도 변화

Fig. 4에 50°C에서 90일 저장한 후 포도씨유, 포도씨추출물 첨가 포도씨유, BHT 첨가 포도씨유의 갈색도 변화를 나타내었다.

기름에서 갈색도는 산패정도를 나타내는 시각적 표시이

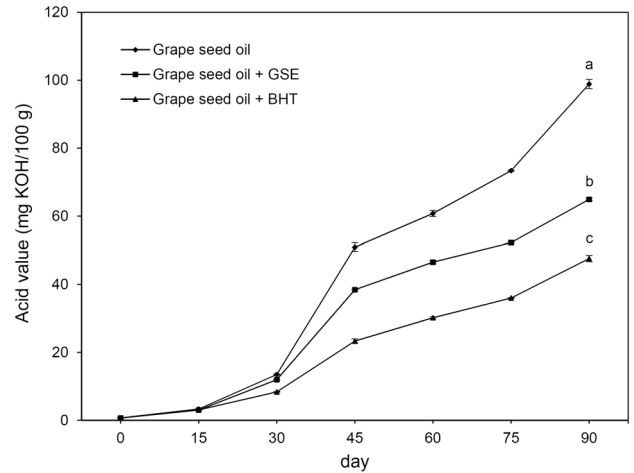


Fig. 2. Changes in acid value of grape seed oil, grape seed oil with grape seed extract (GSE), and grape seed oil with BHT during storage at 50°C for 90 days. Means with the different letters (a-c) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

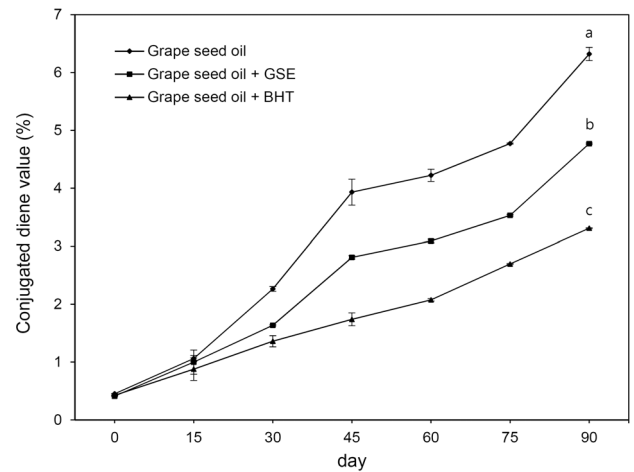


Fig. 3. Changes in conjugated diene value of grape seed oil, grape seed oil with grape seed extract (GSE), and grape seed oil with BHT during storage at 50°C for 90 days. Means with the different letters (a-c) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

며, 갈색도가 증가하는 것은 산화된 triacylglycerols 및 free fatty acid와 같은 비휘발성 분해물이 축적되기 때문이다(22).

Fig. 4에 나타난 바와 같이 90일 저장 후의 흡광도는 초기상태보다 모두 증가하였으며, 무첨가 포도씨유의 흡광도(0.412)가 포도씨추출물 첨가 포도씨유(0.401)보다 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). BHT 첨가 포도씨유 흡광도(0.400)의 경우 포도씨추출물 첨가 포도씨유와 유의적 차이가 없었으나 이는 BHT에 의한 흡광도 영향으로 사료되며, 초기상태(0일)와 비교한 흡광도 증가량(0.015)은 포도씨추출물 첨가 포도씨유 경우(0.037)보다 적게 나타나 BHT에 의한 흡광도 영향을 배제한다면 BHT 첨가 포도씨유가 저장

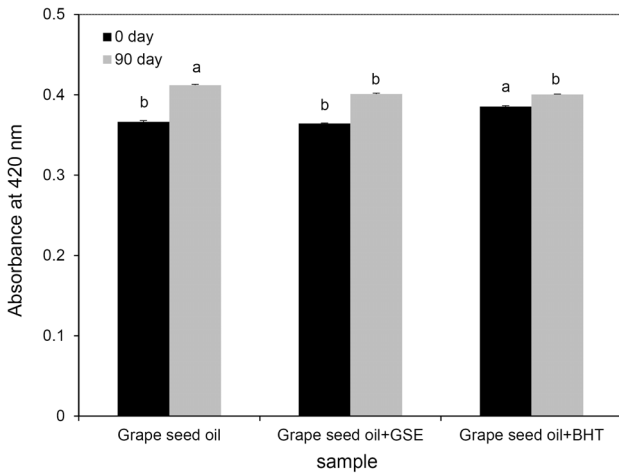


Fig. 4. Changes in absorbance (color) of grape seed oil, grape seed oil with grape seed extract (GSE), and grape seed oil with BHT during storage at 50°C for 90 days. Means with the different letters (a,b) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

기간 동안 가장 적은 흡광도 증가를 나타내었다.

저장 중 비타민 E 변화

저장기간 동안 포도씨유, 포도씨추출물 첨가 포도씨유, BHT 첨가 포도씨유의 비타민 E 변화를 이성체별로 Fig. 5에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 모든 시료에서 이성체 함량이 감소하였으며 감소량에 있어서는 차이를 보여주었다. 즉 무첨가 포도씨유와 비교하여 포도씨추출물 첨가 포도씨유에서는 비타민 E 이성체의 감소량이 유의적으로 적게 나타나($P<0.05$) 포도씨추출물이 저장 중 비타민 E 이성체의 파괴를 억제하는 것으로 추정되었다. 한편 BHT 첨가 포도씨유와 비교해서는 감소량이 상대적으로 크게 나타나, 앞선 실험에서와 동일하게 포도씨추출물의 항산화 활성은 BHT보다 낮은 것으로 조사되었다.

저장 중 지방산 조성 변화

기름에서 지방산 조성은 물리적 특성, 영양적 가치 및 안정성에 대한 지표이다(23). 포도씨유의 지방산 조성은 palmitic(16:0, 8.76%), stearic(18:0, 2.60%), oleic(18:1, 20.82%) 및 linoleic acid(18:2, 67.82%)로 분석되었다(Table 1). Linoleic acid를 제외하고 palmitic, stearic 및 oleic acid는 90일 저장 후 모든 시료에서 증가하였으며,

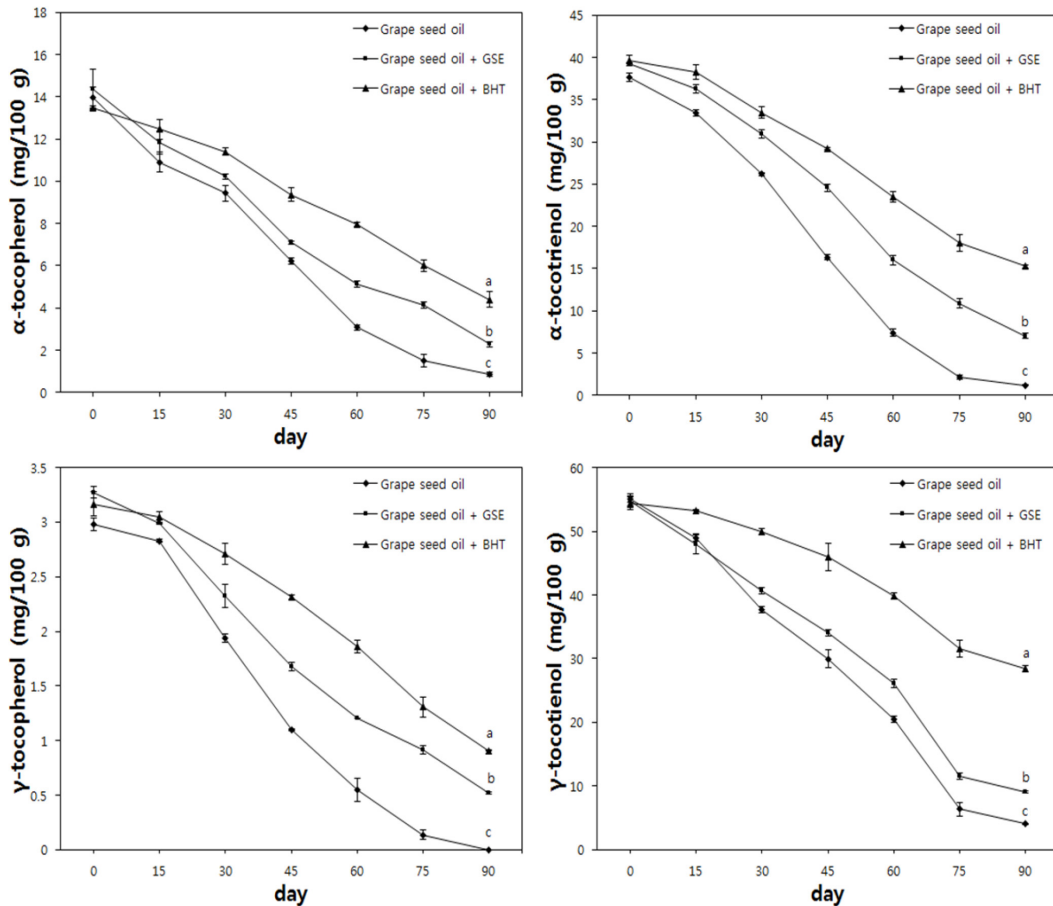


Fig. 5. Changes in vitamin E of grape seed oil, grape seed oil with grape seed extract (GSE), and grape seed oil with BHT during storage at 50°C for 90 days. Means with the different letters (a-c) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 1. Changes in fatty acid composition of grape seed oil, grape seed oil with grape seed extract (GSE), and grape seed oil with BHT during storage (%)¹⁾

Sample	Storage day	Palmitic acid (C16:0)	Stearic acid (C18:0)	Oleic acid (C18:1)	Linoleic acid (C18:2)
Grape seed oil	0	8.76±0.02	2.60±0.00	20.82±0.03	67.82±0.02
	90	11.23±0.03 ^{a2)}	3.29±0.04 ^a	24.93±0.01 ^a	60.47±0.07 ^c
Grape seed oil+GSE	0	8.75±0.01	2.59±0.01	20.83±0.02	67.83±0.03
	90	9.86±0.01 ^b	2.91±0.01 ^b	22.93±0.01 ^b	64.30±0.01 ^b
Grape seed oil+BHT	0	8.80±0.01	2.61±0.01	21.14±0.01	67.45±0.00
	90	9.39±0.01 ^c	2.79±0.01 ^c	22.31±0.01 ^c	65.51±0.00 ^a

¹⁾Relative content.

²⁾Value in a column (90 day) followed by the different letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

특히 무첨가 포도씨유에서 초기 대비 각각 28.20%, 26.54% 및 19.74% 증가하여 타 시료와 유의적 차이를 나타내었고 ($P<0.05$) 증가폭이 가장 컸다. Linoleic acid의 경우 저장 후 모든 시료에서 감소하였으며, 초기 대비 감소폭 또한 무첨가 포도씨유에서 유의적으로 ($P<0.05$) 가장 크게 나타났다(10.70%). 이는 기름이 산화되면서 포화지방산인 palmitic acid에 비해 불포화지방산인 linoleic acid의 산화속도가 더 빠르기 때문이며, Kim과 Choe(24) 및 Lee와 Lee(25)의 논문에서도 본 실험과 동일한 결과, 즉 산화가 진행되면서 palmitic, stearic, oleic acid가 상대적 함량이 증가한 반면에 linoleic acid의 상대적 함량이 감소하는 것을 보여주었다. 이번 실험에서도 포도씨추출물이 산화에 의한 지방산 조성 변화를 억제하는 것이 밝혀졌으며, 다만 그 효과는 역시 BHT보다 낮은 것으로 나타났다.

저장 중 총 폴리페놀 함량 변화

폴리페놀 화합물은 저장기간 동안 기름의 산패를 억제시키는 주요 화합물이다(4,20,21). Fig. 6에 저장기간 동안 포

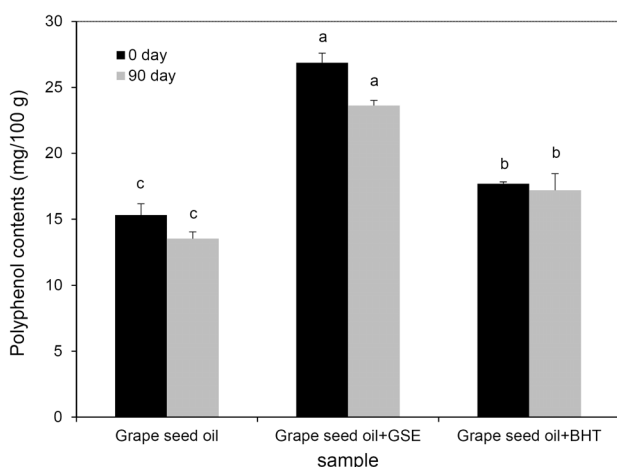


Fig. 6. Changes in total polyphenol contents of grape seed oil, grape seed oil with grape seed extract (GSE), and grape seed oil with BHT during storage at 50°C for 90 days. Means with the different letters (a-c) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

도씨유, 포도씨추출물 첨가 포도씨유, BHT 첨가 포도씨유의 폴리페놀 화합물 함량의 변화를 나타내었다. 포도씨추출물 첨가 포도씨유의 폴리페놀 화합물 함량이 저장초기(0일) 및 90일 저장 후에 유의적으로 ($P<0.05$) 가장 높게 나타났는데(각각 26.87 mg/100 g, 23.62 mg/100 g) 이는 포도씨추출물에 포함된 폴리페놀 함량에 기인한 것으로 사료되며, Han 등(26)은 포도씨 methanol 추출물의 총 폴리페놀 함량이 687.17 mg/g residue인 것으로 보고하였다. 한편 저장 초기(0일)와 90일 후의 폴리페놀 감소량은 BHT 첨가 포도씨유에서 가장 적었고(4.38%), 포도씨추출물 첨가 포도씨유에서 가장 크게(12.24%) 나타났다. 포도씨추출물 함유 포도씨유에서 저장 중 폴리페놀 감소가 큰 이유에 대해서는 좀 더 심도 있는 실험이 필요하리라 생각된다.

요 약

본 연구에서는 높은 불포화지방산 함유율로 말미암아 항산화 성분을 함유하고 있음에도 불구하고 산패에 대한 위험성을 내포하고 있는 포도씨유에 다량의 항산화 성분을 함유한 것으로 알려진 포도씨추출물을 첨가하여 포도씨추출물 함유 포도씨유의 90일 동안의 저장 중 산화 안정성을 측정하였고, 갈색화, 비타민 E, 지방산 조성 및 폴리페놀 함량 변화를 조사해 보았다. 포도씨추출물을 첨가한 포도씨유의 경우 무첨가 포도씨유보다 저장기간 동안 과산화물, 산가 및 공액이중결합가가 모두 낮아 포도씨추출물이 포도씨유의 산화 안정성에 기여하는 것으로 나타났다. 저장 중 흡광도 증가량 역시 포도씨추출물 첨가 포도씨유가 무첨가 포도씨유에서보다 적게 나타났고, 비타민 E 이성체의 감소량 또한 무첨가 포도씨유에서보다 포도씨추출물 첨가 포도씨유에서 적게 나타났으며, 지방산 조성 변화 역시 무첨가 포도씨유에서보다 포도씨추출물 첨가 포도씨유에서 적게 나타났다. 한편 저장 중 폴리페놀 함량 감소량은 포도씨추출물 함유 포도씨유에서 가장 크게 나타났다. 따라서 포도씨추출물은 저장 중 포도씨유의 산화 안정성에 기여하는 것으로 확인되었으며, 다만 그 능력은 합성항산화제인 butylated hydroxytoluene보다는 낮은 것으로 조사되었다.

REFERENCES

1. Gazzola D, Vincenzi S, Gastaldon L, Tolin S, Pasini G, Curioni A. 2014. The proteins of the grape (*Vitis vinifera* L.) seed endosperm: Fractionation and identification of the major components. *Food Chem* 155: 132-139.
2. Davidov-Pardo G, McClements DJ. 2015. Nutraceutical delivery systems: Resveratrol encapsulation in grape seed oil nanoemulsions formed by spontaneous emulsification. *Food Chem* 167: 205-212.
3. Woo MJ, Seo JW, Byun SY. 2005. Extraction of resveratrol containing grape seed oil with supercritical carbon dioxide. *Korean J Biotechnol Bioeng* 20: 383-386.
4. Han J, Sung J, Kim DJ, Jeong HS, Lee J. 2008. Inhibitory effect of methanol extract and its fractions from grape seeds on mushroom tyrosinase. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1679-1683.
5. Matthäus B. 2008. Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight?. *Eur J Lipid Sci Technol* 110: 645-650.
6. Bourzeix M, Weyland D, Heredia N, Desfeux C. 1986. Study of catechins and procyanidins in grape clusters, wine, and other vine products. *Bull OIV* 59: 1171-1254.
7. Fernandes L, Casal S, Cruz R, Pereira JA, Ramalhosa E. 2013. Seed oils ten traditional Portuguese grape varieties with interesting chemical and antioxidant properties. *Food Res Int* 50: 161-166.
8. Matthäus B. 2002. Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *J Agric Food Chem* 50: 3444-3452.
9. Cho Y, Lee SM, Kim Y, Jeon G, Sung J, Jeong HS, Lee J. 2010. Defatted grape seed extracts suppress adipogenesis in 3T3-L1 preadipocytes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 927-931.
10. Moreno DA, Ilic N, Poulev A, Brasaemle DL, Fried SK, Raskin I. 2003. Inhibitory effects of grape seed extract on lipases. *Nutrition* 19: 876-879.
11. Bagchi D, Bagchi M, Stohs SJ, Das DK, Ray SD, Kuszynski CA, Joshi SS, Pruess HG. 2000. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology* 148: 187-197.
12. AOCS. 1993. *Official method and recommended practices of the American Oil Chemist Society*. 4th ed. AOCS, Champaign, IL, USA. Method Cd 3d-63, p 416-417.
13. AOCS. 1993. *Official method and recommended practices of the American Oil Chemist Society*. 4th ed. AOCS, Champaign, IL, USA. Method Cd 8-53, p 429-430.
14. AOCS. 1993. *Official method and recommended practices of the American Oil Chemist Society*. 4th ed. AOCS, Champaign, IL, USA. Method Ti la-64, p 306-307.
15. Yoshida H, Takagi S, Mitsuhashi S. 1999. Tocopherol distribution and oxidative stability of oils prepared from the hypocotyl of soybeans roasted in microwave oven. *J Am Oil Chem Soc* 76: 915-920.
16. Lee SM, Lee J. 2006. Tocopherol and tocotrienol contents of vegetable oils, margarines, butters, and peanut butters consumed in Korean diet. *Food Sci Biotechnol* 15: 183-188.
17. Parcerisa J, Richardson DG, Rafecas M, Codony R, Boatella J. 1998. Fatty acid, tocopherol and sterol content of some hazelut varieties (*Corylus avellana* L.) harvested in Oregon (USA). *J Chromatogr A* 805: 259-268.
18. Choi Y, Jeong HS, Lee J. 2007. Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. *Food Chem* 103: 130-138.
19. Yen GC, Shyu SL. 1989. Oxidative stability of sesame oil prepared from sesame seed with different roasting temperatures. *Food Chem* 31: 215-224.
20. Lee E, Kim JS, Kim HK, Kwon JH. 2011. Prediction of the optimum conditions for microwave-assisted extraction of the total phenolic content and antioxidative and nitrite-scavenging abilities of grape seed. *Korean J Food Preserv* 18: 546-551.
21. Jang JK, Han JY. 2002. The antioxidant ability of grape seed extracts. *Korean J Food Sci Technol* 34: 524-528.
22. Koehler PF, Odell GV. 1970. Factors affecting the formation of pyrazine compounds in sugar-amine reactions. *J Agric Food Chem* 18: 895-898.
23. Stanescu U, Iuoras R. 1991. Fatty acid composition of grapeseed oils. *Stud Cercet Biochim* 34: 33-39.
24. Kim K, Choe E. 2008. Effect of phosphatidylcholine and phosphatidylethanolamine from egg yolk on thermal oxidation of canola oil. *Korean J Food Sci Technol* 40: 611-620.
25. Lee YK, Lee HS. 1990. Effects of onion and ginger on the lipid peroxidation and fatty acid composition of mackerel during frozen storage. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 321-329.