

Rooibos Tea (*Aspalathus linearis*) 에탄올 추출물의 항산화 효과 및 식품에 대한 응용

하해춘 · 김희숙 · 류병호
경성대학교 식품생명공학과

Antioxidative Effects of Ethanol Extract Obtained from Rooibos Tea (*Aspalathus linearis*) and It's Application of Food

Hea-Choon Ha, Hee Sook Kim and Byung-Ho Ryu

Dept. Food Science and Biotechnology, Kyungsung University, Pusan 608-736, Korea

Abstract

This study was designed the antioxidative effect of the ethanol extract obtained Rooibos tea (*Aspalathus linearis*) on various kinds of oil, and examined the synergistic effect of Rooibos tea extract by addition of citric acid to the antioxidative activity and also investigate to antioxidation effect of the extract in food production and storage periods. The antioxidative activity of 0.2mg of Rooibos tea extract was showed similar to same doses of α -tocopherol, BHA and BHT in linoleic acid-ethanol system. The antioxidative effect of the mixture with 0.1% Rooibos tea extract on lard was more effective than that of the mixture with same doses of α -tocopherol, BHA and BHT. The antioxidative effect of Rooibos tea extract was showed slightly effects on lard or soybean oil. Antioxidative effects of Rooibos tea extract in addition of citric acid as synergist showed more effective in linoleic acid - ethanol system, but did not showed in the other oils. In the application of Rooibos tea extract to food production and storage period, the antioxidative effect was more effective in biscuit, preparation added lard mixed with 0.1% Rooibos tea extract.

Key words : Rooibos tea, *Aspalathus linearis*, antioxidative activity.

서 론

유지는 3대 식품의 하나로 빵, 케이크, 비스킷, 파자류 등을 만들 때 사용되며, 또한 식품 제조시 가공식품의 조직을 부드럽게 형성하는데 사용되고 있다. 또한 쇼트닝은 부드러운 조직이 필요한 케이크나 비스킷류에 10%~30%까지 사용하고 있으므로 유지 첨가 식품의 안정성 및 보존에 중요한 인자로 작용하고 있다. 유지의 산화에 의한 산패는 free radical chain reaction에 의한 자동산화와 lipoxygenase 등에 의한 효소적 산화로 일어나는 일중항산소(singlet oxygen, 1O_2)에 의한 산화 그리고 비교적 높은 온도(140°C~200°C)로 가열된 유지에서 가속된 자동산화와 가열반

응이 복합적으로 일어나는 가열산화(thermal oxidation)로 구분할 수 있다¹⁾. 유지는 산소성분의 흡수, 가수분해에 의한 유리지방산의 생성, 유지의 산화에 의한 과산화물의 생성으로 식품에 불쾌취와 식품의 변질을 유발하는 것으로 알려져 있다^{2,3)}.

특히 유지는 노화 및 성인병 발병의 주된 원인의 하나로 free radical은 최근 많은 연구자들에 의하여 주목을 받고 있다. 지질의 산패에 의하여 생성되는 superoxide radical($O_2 \cdot$), 과산화수소(H_2O_2), hydroxy radical($\cdot OH$), hydroperoxy radical($\cdot OOH$), 이산화질소(NO_2), 일산화질소($NO \cdot$), 일중항산소(1O_2), 지질 과산화물($LOOH$), 오존(O_3) 등의 free radical들이 생체내의 조직을 손상시키고 질병, 발암,

* Corresponding author : Byung-Ho Ryu

노화 등에 관여하므로 free radical의 제거에 대한 연구가 많이 진행되고 있으며^{4~7)} 대부분의 항산화제는 이들 산화 기작을 여러 경로에서 차단하거나 지연시키는 작용을 하고 있다^{8~11)}.

현재 사용되고 있는 합성 항산화제는 phenol계 항산화제인 BHA, BHT 등이 많이 사용되고 있으나 이들 합성 항산화제는 항산화력은 우수하지만 많은 양을 사람이 섭취할 경우에 생체효소 및 지방의 변화로 병, 암이 유발된다고 보고되고 있다¹²⁾. 따라서 인체에 무해한 천연 항산화제에 관한 연구가 절실히 요구된다.

천연 항산화제로서 유지가 많이 함유된 종실인 콩 및 깨 등에 항산화물질이 풍부하며¹³⁾, 식물속에 폭넓게 분포되어 있는 carotenoid는 hydroperoxy radical과 반응하여 자동산화에 의한 연쇄반응을 차단함으로써 산패를 억제하며¹⁴⁾, 식물색소인 anthocyanin도 항산화 활성이 밝혀져 있다¹⁵⁾. 그리고 한방약으로 사용되는 영지¹⁶⁾, 생강, 강황, 방기, 백작약, 석곡, 소목 등도 상당한 항산화 효과가 있다고 알려져 있다¹⁷⁾. 그 외에도 칩뿌리¹⁸⁾, 더덕¹⁹⁾과 같은 각종 식용 식물이나, 미역, 다시마, 파래 등의 해조류²⁰⁾, 그리고 오징어 먹줄과 같은 해산물²¹⁾ 등에서도 항산화 효과가 보고되고 있다.

요즘 커피 대용으로 즐겨 찾고 있는 녹차는 성인병의 예방과 치료에 효과가 있다고 알려져 이에 대한 많은 연구가 있다^{22,23)}. 특히 녹차의 각종, 유지에 대한 항산화 작용 및 혈압 상승억제 작용, 혈중 콜레스테롤 농도 저하 작용과 같은 약리 활성은 잘 알려져 있으며 대표적으로 epigallocatechin gallate, epigallocatechin, epicatechin gallate, epicatechin, galocatechin 등이 있다^{24~26)}.

현재 우리 나라에 수입되어 시판되고 있는 남아프리카산 차인 Rooibos tea는 콩과식물의 일종으로 학명은 *Aspalathus linealis*이며, 남아프리카 케이프 타운 북쪽 세다르바크 산맥일대에서만 생육, 성장하는 식물이다. Rooibos tea는 카페인이 전혀 함유되어 있지 않으나, 녹차와 비슷한 polyphenol 화합물이 들어 있으며, superoxide dismutase 유사물질을 다량 함유하여 생리활성이 우수하고, 피부질환에 대한 치료 효과를 가진다고 하여 음용으로 즐겨 마시고 있다^{27~29)}.

본 연구는 Rooibos tea 에탄올 추출물의 각종 유지에 대한 항산화성을 검토하였고, 이를 식품에 첨가하여 Rooibos tea 추출물의 식품의 가공 및 보존 과정에서 항산화력에 대하여 실험한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에 사용된 Rooibos tea 잎은 두한 무역(서울)으로부터 구입하였고, 녹차 잎은 부산 부전시장의 차류 도매상에서 작설차로 구입하였다.

2. Rooibos tea 에탄올 추출물의 제조

원료 100g을 2 l의 삼각 플라스크에 넣고 99% 에탄올 1000ml를 가한 후 환류 냉각기를 부착하여 80°C에서 3시간동안 추출하였다. 이 추출을 같은 방법으로 3회 반복하고 여과한 후 감압 농축하고 동결 건조하여 추출물을 제조하였다. 별도로 본 실험과 항산화력을 비교하기 위하여 녹차도 동일한 방법으로 추출하였다.

3. Rooibos tea 에탄올 추출물의 항산화 활성 측정

항산화 활성 측정 실험은 thiocyanate method로 실험하였다³¹⁾. 0.26ml linoleic acid, 20ml 99% 에탄올, 20ml 50mM 인산 완충액(pH6.8)을 혼합한 용액에 Rooibos tea 및 녹차 에탄올 추출물을 일정량 첨가하고, 증류수로 50ml로 한 다음 완전 밀봉한 후 37°C에서 보존하면서 경시적 변화를 측정하였다. 또 대조실험으로는 BHA, BHT 및 α -tocopherol을 각각 첨가한 것을 측정하였다. 또 상승효과를 알아보기 위하여 Rooibos tea 에탄올 추출물에 상승제인 구연산을 첨가하여 비교실험 하였다.

4. 각종 유지에 대한 Rooibos tea 에탄올 추출물의 peroxide value(POV)의 측정

각종 유지에 대한 항산화 활성 실험을 위하여 lard, 시판 corn oil 및 대두유에 대한 항산화성을 검토하였다. 각 유지 50g에 유화제 0.2%를 첨가하고 Rooibos tea 에탄올 추출물 0.1%를 첨가하여 97°C에서 보관하면서 자동산화시켜 그 경시적 변화를 과산화물가로 측정하였다. POV 측정은 식품 공전에 따라 실시하였다³²⁾. 이때 대조군으로서 α -tocopherol, BHA 및 BHT를 사용하였고, 유지에 대해 0.1%를 첨가하였다. 구연산의 상승효과 실험은 유지에 대하여 Rooibos tea 에탄올 추출물 0.1%와 구연산 0.05%를 동시 첨가한 시료에 대하여 실험하였다. 별도로 대조군의 실험도 같은 방법으로 실시하였다.

5. Rooibos tea 에탄올 추출물 첨가한 비스킷 제조 및 항산화 활성 측정

비스킷을 만들기 위하여 밀가루 400g, 설탕 200g,

돈지 200g, 소금 3g, 물 40ml 및 유화제 400mg(돈지에 대해서 0.2%)을 혼합한 후 여기에 Rooibos tea 에탄올 추출물 및 녹차 에탄올 추출물을 각각 0.1%씩 첨가하여 밀가루 반죽을 만들고, 180°C에서 10분간 구운 제품을 50°C에서 보관하면서 과산화물가를 측정하였다. POV 측정은 Bligh와 Dyer법³³⁾으로 측정하였다.

6. Rooibos tea로부터 조 catechin의 추출 및 그 항산화성 실험

Rooibos tea로부터 조 catechin을 추출한 방법은 Fig. 1과 같았다. 즉, Rooibos tea 300g에 물을 넣어 reflux하여 추출한 후 동결건조시키고 다시 뜨거운 물 300ml에 녹였다. 동량의 클로로포름으로 추출한 후, 그 물층을 ethyl acetate로 3회 추출하고, 이를 농축한 후 동결 건조하여 얻은 분말을 조 catechin으로 하였다²³⁾.

조 catechin의 항산화성 실험은 thiocyanate method에 따라 측정하였다³¹⁾. 조 catechin은 각각 1mg과 0.2mg을 첨가하였고, 대조군으로서 BHA를 0.2mg을 첨가한 후 37°C에서 6일간 보관하여 항산화 활성을 측정하였다. 유기산과의 상승효과 실험은 20 μg 조 catechin 추출물에 구연산, 사과산 및 주석산을 각각 20 μg을 첨가²⁵⁾한 후 37°C에서 4일간 보관한 후 동일한 방법으로 항산화 활성을 측정하였다.

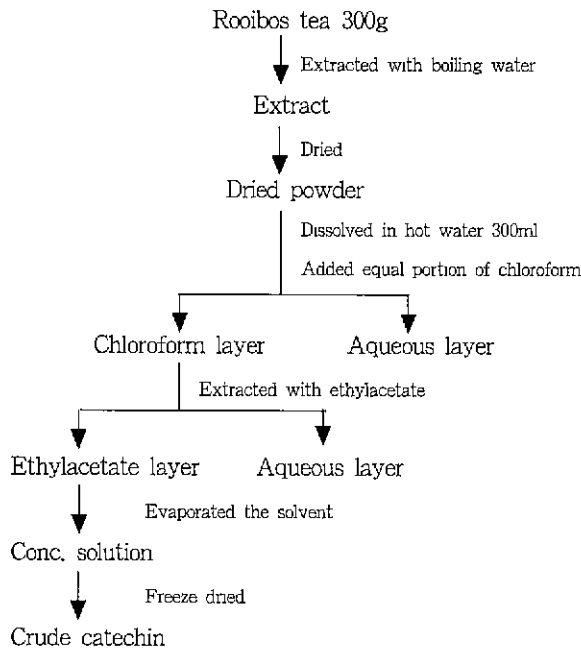


Fig. 1. Scheme of extraction of crude catechin obtained from Rooibos tea.

결과 및 고찰

1. 각종 유지에 대한 Rooibos tea 에탄올 추출물의 항산화 효과

먼저 Rooibos tea 에탄올 추출물의 linoleic acid의 자동산화에 대한 항산화효과를 thiocyanate method 방법으로 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 37°C에서 6일 동안 저장한 후 Rooibos tea 에탄올 추출물 0.2mg을 첨가하여 실험한 결과 동량의 α-tocopherol, BHA 및 BHT보다는 다소 약하였으나 Rooibos tea 에탄올 추출물 0.5mg을 첨가할 경우는 항산화 억제 효과가 있었다. 한편 Rooibos tea 에탄올 추출물 0.5mg을 첨가한 것은 녹차 에탄올 추출물 1mg을 첨가한 것과 동등한 항산화력을 보였다.

돈지에 대한 Rooibos tea 에탄올 추출물의 항산화 효과를 측정하기 위하여 97°C에서 6일 동안 저장하면서 과산화물가를 측정한 결과는 Fig. 3과 같았다. 돈지에 Rooibos tea 에탄올 추출물을 0.1% 첨가하였을 때 그 항산화력은 같은 농도의 BHA, BHT 및 α-tocopherol을 각각 0.1% 첨가하여 비교 실험한 결과 보다 더 높은 항산화력을 나타내었다. 또 녹차 에탄올 추출물과 비교할 때 초기에는 녹차 추출물의 항산화력이 강하지만 시간의 경과에 따라 Rooibos tea 추출물의 항산화력이 강하게 나타났다. 따라서 각각 0.1%를 첨가한 경우 항산화력의 강도는 Rooibos tea>녹차>α-

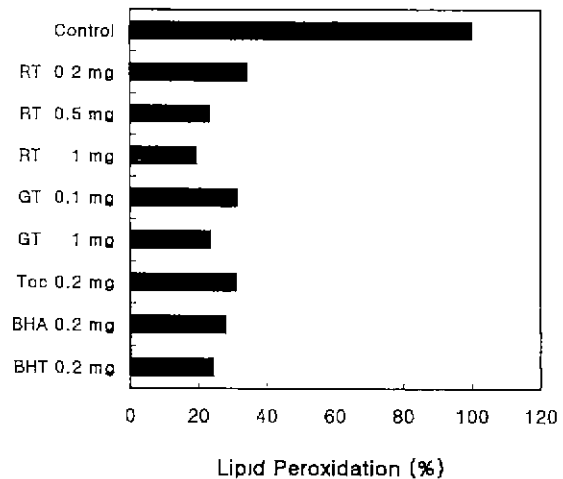


Fig. 2. Antioxidative activity of Rooibos tea extract(RT), green tea extract(GT) and α-tocopherol(Toc), BHA, BHT for 6 days at 37°C. Control was considered to have 100% lipid peroxidation, with other values being reported as a percentage peroxidation in relation to the control.

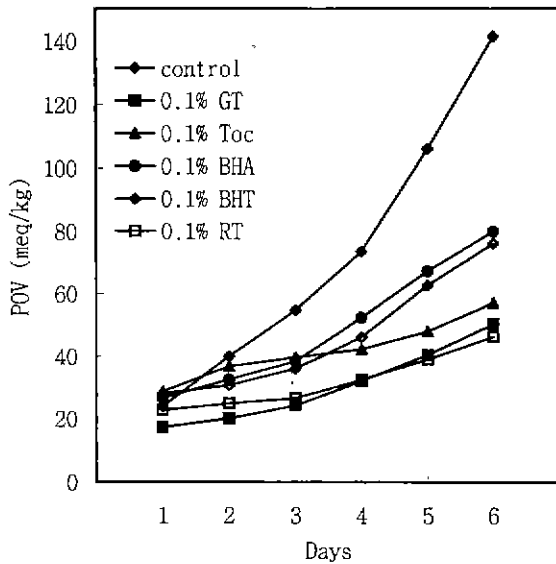


Fig. 3. Changes of peroxide values(POV) during the autoxidation of lard mixture with addition of Rooibos tea extract(RT), green tea extract(GT) and α -tocopherol(Toc), BHA, BHT as references for 6 days at 97°C.

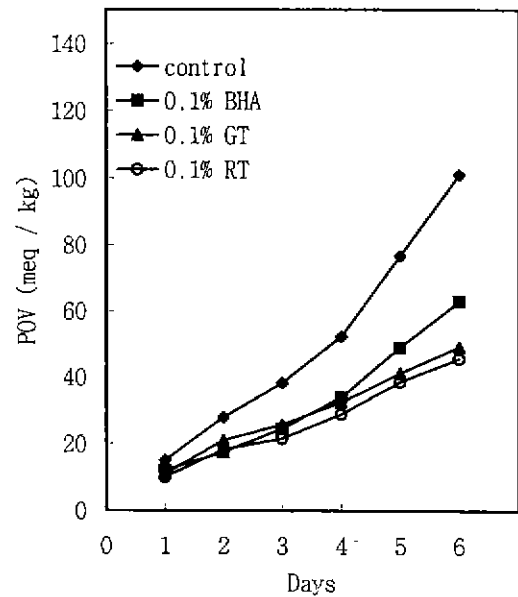


Fig. 4. Changes of peroxide values(POV) during the autoxidation of soybean oil mixture with addition of Rooibos tea extract(RT), green tea extract(GT) and BHA as references for 6 days at 97°C.

tocopherol>BHT>BHA 순으로 나타났다.

대두유에 대한 Rooibos tea 에탄올 추출물의 항산화 실험의 결과는 Fig. 4와 같았다. 대두유에 0.1% Rooibos tea 에탄올 추출물을 첨가한 실험군은 0.1% BHA를 첨가한 것보다 약간 높은 항산화력을 보였고, 0.1% 녹차 에탄올 추출물을 첨가한 것과 거의 유사한 항산화력을 보였다. 그리고 시간경과에 따른 항산화 효과는 1일에서 4일까지는 비슷한 경향이었으나 5일째부터 BHA에 비하여 Rooibos tea나 녹차의 에탄올 추출물이 항산화 효과가 우수한 것으로 나타났다.

2. 각종 유지에 대한 구연산과의 상승 효과

항산화제의 상승제로 알려져 있는 구연산을 첨가하여 Rooibos tea 에탄올 추출물에 대한 항산화활성 상승효과를 검토하였다. Linoleic acid 자동산화계에 대한 Rooibos tea 에탄올 추출물과 구연산의 상승작용에 대한 실험의 결과는 Fig. 5에 나타내었다. Rooibos tea 에탄올 추출물을 각각 50 μ g, 100 μ g 및 200 μ g을 단독 첨가하였을 때 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 우수하였다. 그러나 Rooibos tea 에탄올 추출물 50 μ g과 상승제인 구연산 20 μ g을 동시 첨가하여 비교 측정한 결과 Rooibos tea 에탄올 추출물 100 μ g을 단독 첨가한 것과 동등한 항산화력을 보이는 상승효과를 나타내었다.

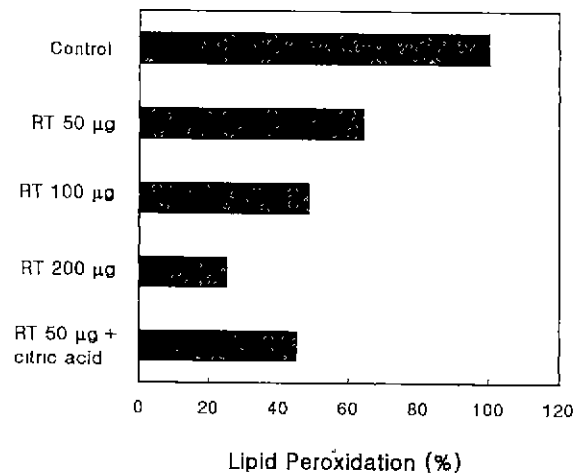


Fig. 5. Synergistic and antioxidative effects of Rooibos tea extract(RT) with citric acid. Antioxidative activity was measured by thiocyanate method after incubation for 6 days at 37°C.

돈지에 대한 구연산과 Rooibos tea 에탄올 추출물의 상승작용에 대한 실험의 결과는 Fig. 6에 나타내었다. 돈지에 대해 Rooibos tea 에탄올 추출물을 1% 단독 첨가한 것과 구연산 0.05%를 동시 첨가한 것은 별다른 상승효과를 보이지 않았다.

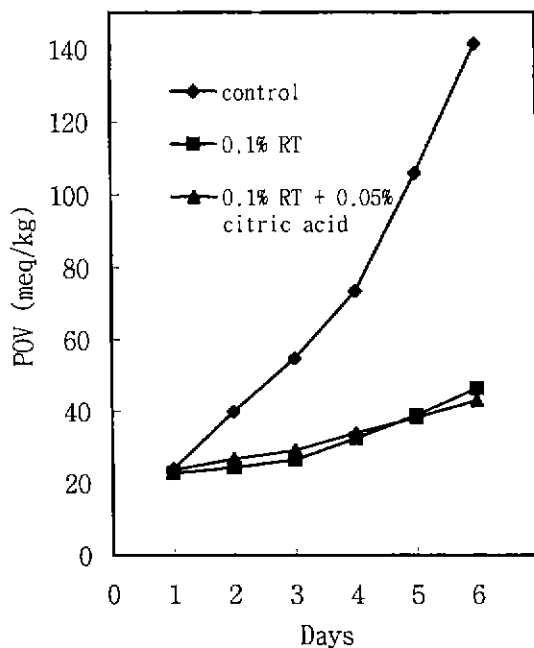


Fig. 6. Changes of peroxide values(POV) during the synergistic and antioxidative effects of lard mixture with addition of Rooibos tea extract(RT) and citric acid for 6 days at 97°C.

저장 4일부터는 대조군의 과산화물가가 높아졌으며 이때 0.1% Rooibos tea 에탄올 추출물과 0.1% 구연산 0.05%를 동시 첨가한 것은 6일째 3.5배 정도의 높은 산화 억제 효과가 있었다. 그러므로 Rooibos tea 에탄올 추출물을 식품으로 소재화 또는 식품 가공시 첨가물로 이용할 때 구연산의 첨가가 보다 강한 항산화성을 유지시킬 수 있을 것으로 예상된다.

대두유에 대한 Rooibos tea 에탄올 추출물과 구연산 첨가의 상승작용에 대한 실험결과는 Fig. 7에서 보는 바와 같이 Rooibos tea 에탄올 추출물 0.1%를 단독 첨가한 것과 상승제인 구연산 0.05%를 동시 첨가한 것의 과산화물가가 저장 5일간 거의 유사한 것으로 나타났으나 6일째부터는 구연산 첨가가 오히려 산화를 촉진시키는 것으로 나타났다.

구연산은 일반적으로 지질과산화물을 촉진하는 금속이온과 결합하여 산화를 저해하는 chelate 화합물로 특히 phenolic 항산화물질과 사이에 현저한 항산화적 상승효과를 보인다고 알려져 있으며 津田 등은 인젠마메(red bean)의 추출물이 phenolic 화합물의 일종인 anthocyanin성분을 많이 함유하기 때문에 구연산과 동시첨가한 경우 강한 항산화적 상승효과를 보였을 것이라고 추정하였다³³⁾.

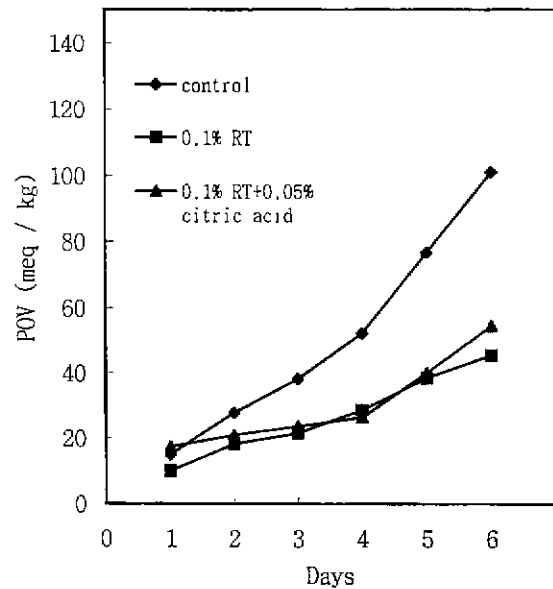


Fig. 7. Changes of peroxide values(POV) during the synergistic and antioxidative effects of soybean oil mixture with addition of Rooibos tea extract(RT) and citric acid for 6 days at 97°C.

3. 비스킷 제조 과정 중 Rooibos tea 에탄올 추출물의 첨가 효과

Rooibos tea 에탄올 추출물이 각종 유지에 대한 항산화 효과가 있었으므로 식품에서의 항산화 안정성을 측정하고자 하였다. 따라서, 돈지를 이용하여 biscuit을 제조할 때 Rooibos tea 에탄올 추출물을 첨가하여 50°C에서 저장하면서 항산화성 효과를 검토하였고, 녹차 에탄올 추출물의 항산화력과 비교한 실험 결과는 Fig. 8과 같았다. Rooibos tea 에탄올 추출물의 첨가량은 돈지에 대하여 0.1%를 첨가한 결과 POV의 상승은 효과적으로 억제되었으며 녹차 에탄올 추출물 0.1% 첨가 역시 POV의 상승을 억제하였고 항산화력의 차이는 거의 찾아 볼 수 없었다. 그리고 저장 1일부터 20일째까지는 대조군에 비하여 별다른 항산화 효과를 나타내지 않았지만 20일째부터는 대조군은 과산화물질이 많이 생성된 반면 Rooibos tea나 녹차의 에탄올 추출물 첨가시 높은 항산화 효과를 나타내었고, 저장 35일째에서는 대조군에 비해 3배 정도의 높은 항산화 효과를 나타내었다. 이상의 결과로 Rooibos tea 에탄올 추출물은 녹차의 추출물과 같이 돈지로 제조된 biscuit에서도 강한 항산화 작용을 나타내고 그 보존성을 향상시키는 것을 알 수 있었다.

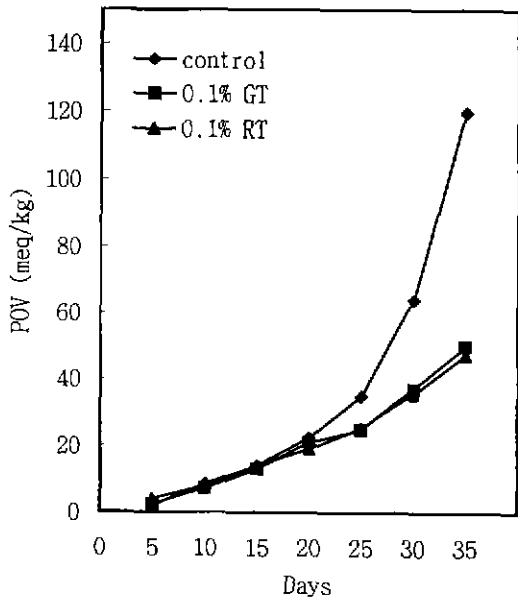


Fig. 8. Antioxidative activity of Rooibos tea extract(RT) when compared to green tea extract (GT) in biscuit during storage at 50°C.

4. 조 catechin의 항산화 효과

Rooibos tea에서 추출한 조 catechin의 linoleic acid 자동산화계에 대한 항산화 활성을 측정하기 위하여 조 catechin 추출물을 0.2mg 및 1mg을 첨가하여 실험한 결과는 Fig. 9와 같았다. 대조군으로서는 BHA 0.2mg을 첨가하여 사용하였다. 조 catechin 0.2mg 첨가한 시료는 동량의 BHA를 첨가한 시료와 비교 실험한 결과 비슷한 항산화 효과를 보였으며 1mg의 첨가

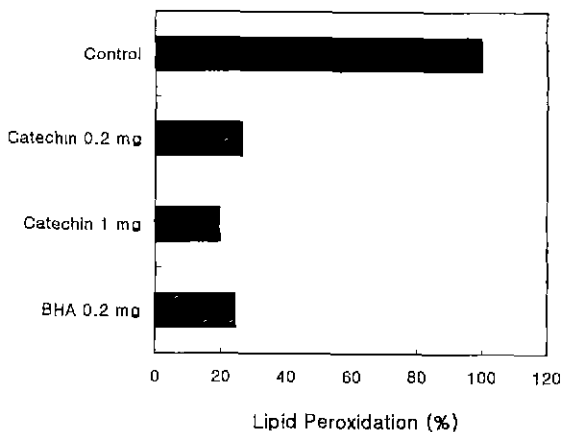


Fig. 9. Antioxidative activity of extracted crude catechin from Rooibos Tea. The activity was measured by thiocyanate method after incubation for 6 days at 37C.

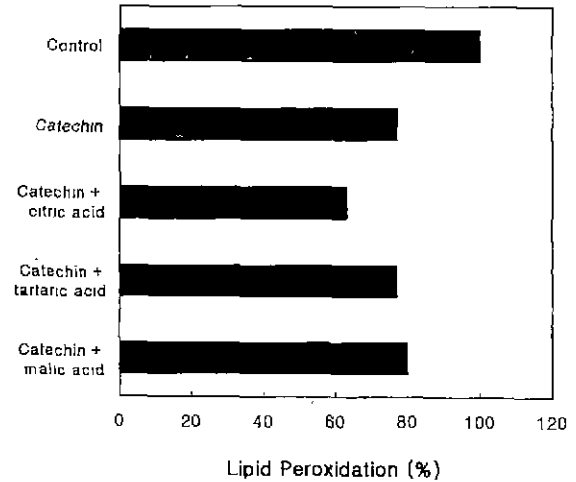


Fig. 10. Antioxidative action of extracted crude catechin(20 μg) from Rooibos tea with organic acids(20 μg) as synergists. Antioxidative activity was measured by thiocyanate method after incubation for 4 days at 37C.

시 활성을 나타내기는 하였으나 높은 비례는 보이지 않았다.

유기산들이 linoleic acid 자동산화계에 미치는 Rooibos tea의 조 catechin의 항산화 활성에 상승작용이 있는지 알아보기 위하여 malic acid, tartaric acid 및 citric acid를 함께 첨가한 실험결과는 Fig. 10과 같았다. 각종의 유기산은 증류수에 녹여서 각각 20 μg을 첨가하였고, 조 catechin 추출물은 에탄올에 녹여서 20 μg씩 첨가하였다. 유기산 중에 구연산만이 Rooibos tea의 조 catechin과 약간의 상승효과를 나타내었으나 그 효과는 아주 미약하였다.

요 약

본 실험은 Rooibos tea 에탄올 추출물의 각종 유지에 대한 항산화 효과를 검토하였고, 보다 강한 항산화 활성을 찾기 위하여 상승제로서 구연산을 첨가하여 식품 가공 및 보관기간에 대한 항산화 활성에 대하여 실험하였다.

Rooibos tea 에탄올 추출물은 linoleic acid - ethanol 계에 있어서는 0.2mg 첨가로 동량의 α-tocopherol, BHA 및 BHT와 비슷한 항산화력을 보였고, 동물성 유지인 lard에 대해서 Rooibos tea 에탄올 추출물 0.1% 첨가로 동량의 α-tocopherol, BHA 및 BHT 첨가보다 강한 항산화 효과를 나타내었으며 식물성 유지에 대해서는 약간의 항산화 활성을 나타내었다. 그

리고 상승제로 사용된 구연산의 첨가효과는 linoleic acid - ethanol계에서 상승효과가 있었고, 다른 유지에 대한 상승효과는 거의 없었다.

식품의 제조 과정 및 보관 단계에 있어서 든지를 이용한 비스킷 제조시 Rooibos tea 에탄올 추출물을 첨가하여 검토해 본 결과 높은 항산화 효과를 나타내었다.

참고문헌

1. 金東勳 : 食品化學, 探求堂, 서울, p.540~608 (1995).
2. Matano, K.: Toxicity of oxidized and heated fats, *J. Japan. Oil Chem. Soc.*, 19, 197~203 (1970).
3. Yagi, K. : Lipid peroxides and human diseases, *Chem. Phys. Lipid*, 45, 337~351 (1987).
4. Slater, T. F. : Free-radical mechanism in tissue injury, *Biochem. J.*, 222, 1~15 (1984).
5. Wiseman, H. and Halliwell B. : Damage to DNA by reactive oxygen and nitrogen species: role in inflammatory disease and progression to cancer, *Biochem. J.*, 313, 17~29 (1996).
6. Fukuzawa, K., Matsuura, K., Tokumura, A., Suzuki, A. and Terao, J. : Kinetics and dynamics of singlet oxygen scavenging alpha-tocopherol in phospholipid model membranes, *Free Radic. Biol. Med.*, 22, 923~930 (1997).
7. Ames, B. N., Cathcart, R., Schwiers, E. and Hochstein, P. : Uric acid provides an antioxidant defence in humans against oxidant and radical caused aging and cancer, *Proc. Natl. Sci. USA*, 78, 6858~6862 (1981).
8. Ikeda, N. and Fukuzumi, K. : Synergistic antioxidant effect of nucleic acids and tocopherols, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 54, 360~366 (1977).
9. Yuki, E. and Ishikawa, Y. : Tocopherol contents of nine vegetable frying oils and their changes under simulated deep-fat frying conditions, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 53, 673~676 (1976).
10. Mohr, D., Umeda, Y., Redgrave, T. G., and Stocker, R. : Antioxidant defenses in rat intestine and mesenteric lymph, *Redox. Rep.*, 4, 79~87 (1999).
11. Fridovich, I. : Superoxide dismutase, *J. Biol. Chem.*, 264, 7761~7764 (1988).
12. Branen, A. L. : Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52, 59~63 (1975).
13. Burton, G. W. : Antioxidant action of carotenoids, *J. Nutr.*, 119, 109~111 (1989).
14. Tsuda T., Shiga, K., Ohshima, K., Kawakishi, S., and Osawa, T. : Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L., *Biochem. Pharmacol.*, 52, 1033~1039 (1996).
15. Rhee, K. S., Ziprin, Y. A. and Rhee, K. C. : Water-soluble antioxidant activity of oilseed protein derivatives in model lipid peroxidation systems of meat, *J. Food Sci.*, 44, 1132~1135 (1979).
16. 정동욱 : 영지의 항산화성 물질에 관한 연구, *한국식품과학회지*, 24, 497~503 (1992).
17. 임대관, 최응, 신동화 : 국내산 약용식물 추출물의 항산화 효과 검색과 용매 분획물 비교, *한국식품과학회지*, 28, 83~89 (1996).
18. 오만진, 이가순, 손화영, 김성렬 : 칩뿌리의 항산화성분, *한국식품과학회지*, 22, 793~798 (1990).
19. 맹영선, 박혜영 : 더덕 에탄올 추출물의 항산화 효과, *한국식품과학회지*, 23, 311~316 (1991).
20. 박재한, 강규찬, 박상봉, 이윤형, 이규순 : 식용해조류에서 항산화 물질의 분리, *한국식품과학회지*, 23, 256~261 (1991).
21. 조순영, 유명진, 장미화, 이수정, 성낙주, 이응호 : 수산 미이용자원 중에 존재하는 항산화 물질의 검색, *한국식품과학회지*, 26, 417~421 (1994).
22. 福興眞弓, 原 征彦, 村松敬一郎 : 茶葉 カテキソの構成成分である(-)エピガロカテキソガレートの血中コレステロール低下作用, *日本茶業・食糧學會誌*, 39, 495~500 (1986).
23. 岩田多子, 彩山貴代, 三輪里見, 川口一男, 小池五郎 : 成人女子の血漿脂質ならびに血中リポプロテインリパーゼ活性に及ぼす烏龍茶給与の影響, *日本茶業・食糧學會誌*, 44, 251~259 (1991).
24. 松崎妙子, 原 征彦 : 茶葉 カテキソ類の抗酸化作用について, *日本農藝化學會誌*, 59, 129~134 (1985).
25. Chisaka, T., Matsuda, H., Kubomura, Y., Mochizuki, M., Yamahara, J., and Fujimura, H. : The Effect of Crude Drugs on (-)-Epigallocatechin Gallate in Tea Leaves, *Chem. Pharm. Bull.*, 36, 227~233 (1988).
26. 木村善行, 奥田拓道, 毛利和子, 奥田拓男, 有地滋 : 過酸化脂質投與ラットの地質代謝障碍に及ぼす各種茶抽出物の影響, *日本茶業・食糧學會誌*, 37, 223~232 (1984).
27. Shido, Y. and Kator, K. : Effect of Rooibos Tea on Some Dermatological Diseases. In *Proceedings of the International Symposium on Tea Science: The Organizing Committee of ISTS: Shizuoka*, p.385~389 (1991).
28. Yoshikawa, T., Naito, T., Oyamada, H., Ueda, S., Tanigawa, T., Takemura, T., Sugino, S. and Kondo, M. : Scavenging effects of *Aspalathus linealis*(Rooibos tea) on active oxygen species, *Adv. Exp. Med. Biol.*, 264, 171~174 (1990).
29. Nakano, M., Nakashima, H. and Itoh, Y. : Anti-human

- immunodeficiency virus activity of oligosaccharides from rooibos tea (*Aspalathus linearis*) extracts *in vitro*, *Leukemia*, 11(Suppl), 128~130 (1997).
30. 満田久輝, 安本教傳, 岩見公和 : リノール酸の自動酸化に對するインソドル化合物の抗酸化作用. *營養と食糧*, 19, 210~217 (1966).
31. 보건복지부 : 식품공전, 남형문화사, 서울, p.567 (1995).
32. Bligh, E.G. and Dyer, W.J. : A rapid method of total lipid extraction and purification, *Can. J. Bio. Chem. Phys.*, 37, 911~916 (1959).
33. 津田孝範, 藤井正人, 渡邊美榮, 中莖秀夫, 大島克己, 大澤俊彦, 川岸舜朗 : インゲンマメ抽出物の抗酸化性と食品加工への應用, *日本食量營養學會誌*, 41, 475~480 (1994).
-

(2000년 2월 7일 접수)