

국내외기술정보

식품중의 항산화 성분과 그 역할

박 동 기

건국대학교 생화학과

1. 서 론

동맥경화증이나 발암을 비롯한 각종 성인병의 발병원인이 식생활과 깊은 관련이 있다고 하는 사실이 최근 역학조사를 통해서 밝혀졌다. 따라서 식품중에는 이들 질환을 유발시키거나 예방하는 성분이 존재하고 있다고 볼 수 있다. 한편, 생체내에서의 식품의 역할은 영양성, 기호성 뿐만 아니라 생체 조절면에서 다루어지고 있으며, 그 생체 조절기능을 갖는 식품성분을 검색하는 노력이 활발히 진행되고 있다. 그 최종적인 목적은 질병예방이나 건강유지로 이어지는 식품의 기능을 명확하게 밝힘으로써 식생활 양식에 대한 지침을 내려주는데 있다. 또한 이 분야의 연구가 활발하게 진행됨으로써 질병을 예방할 수 있는 식품의 개발도 기대된다.

Free radical에 의한 생체의 산화적 장애가 성인병의 발병으로 이어진다면 식품중의 항산화 성분을 잘 이용함으로써 성인병을 예방할 수 있다고 본다. 즉, 식품중에 함유된 항산화 성분을 식품내에서 뿐만 아니라 소화, 흡수 후에도 생체내에서 항산화성을 발휘함으로써 생체 산소장애를 억제하는데 기여할 것으로 기대된다.

따라서 본 란에서는 항산화의 기작과 식품중의 항산화 성분 및 그 역할에 대해 기술하고자 한다.

2. 항산화 기작

Radical 연쇄 지질 과산화 반응에 대한 항산화 기작은 초기 진행되는 반응(initiation reaction)에 관련된 활성산소를 제거하는 것과 성장반응인 연쇄 반응의 진행을 억제하는 과정으로 나눌 수 있다. 전자의 과정에서 항산화작용을 나타내는 것을 ① 예방적 항산화제(preventive antioxidant), 후자를 ② 연쇄 절단형 항산화제(chain-breaking antioxidant)라고 부른다(그림 1).

Initiation에 관련된 활성산소에는 $\cdot\text{OH}$, OOH , $\cdot\text{LO}$, LOO 등이 있으며, 이들을 scavenging하는 물질은 예방적 항산화제로 작용하게 된다. 이중 $\cdot\text{OH}$ 는 대부분의 물질과 재빨리 반응하기 때문에(반응속도정수; $10^8 - 10^9 \text{M}^{-1}\text{S}^{-1}$), $\cdot\text{OH}$ 를 생체내에서 선택적으로 제거시키기는 어렵다. 그러나 $\cdot\text{OH}$ 는 H_2O_2 를 통해서 O_2^- 로 부터 생성되기 때문에 O_2^- 나 H_2O_2 를 제거할 수 있는 능력을 갖는 것은 예방적 항산화제가 된다.

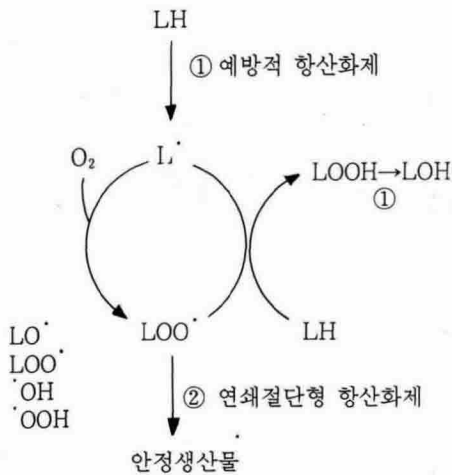
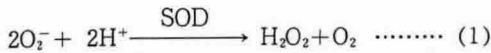
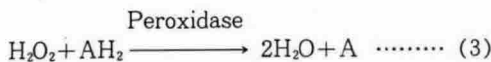
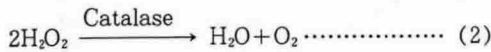


그림 1. 라디칼 연쇄 지질 과산화 반응에 대한 항산화제의 작용 메카니즘

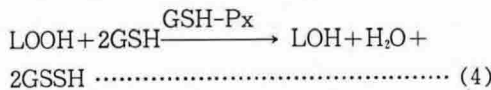
Superoxide dismutase(SOD)는 식(1)에 나타난 반응을 통해서 O₂⁻를 제거하는 항산화제이다.



SOD와 마찬가지로 H₂O₂의 제거작용(catalase, peroxidase) 역시 언급할 필요가 있다.

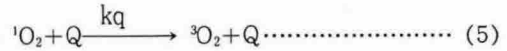


LOOH는 LO·, LOO·의 발생원이 되기 때문에 LOOH를 제거하는 것 역시 예방적 항산화제이다. 생체내에서는 glutathionperoxidase(GSH-Px)가 LOOH를 quenching 한다고 본다.



한편 일중항산소(¹O₂)에 의해 LOOH 생성반응이 일어나는 경우도 있기 때문에 일중항산소 제거제(Q)는 예방적 항산화제로서 기능을 한다. 일중항산소와 지질과의 반응속도 정수는 10⁹M⁻¹S⁻¹ 정도이기 때문에 제거속도정수 kq는 그 이상이 되

어야 한다.



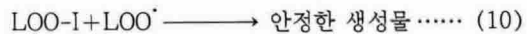
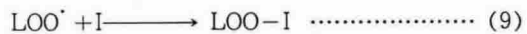
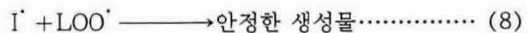
또한 LOOH는 생리활성 지질인 eicosanoid로서 효소적으로도 생성된다(Lipoxygenase). 효소반응에 의한 LOOH 생성이 연쇄반응의 시발이 된다고 보고있다.



따라서 lipoxygenase 저해물질도 예방적 항산화제로서 작용할 가능성이 높다.

또한·OH나 LO·, LOO· 등의 활성산소 발생에는 전이금속이온이 중요한 작용을 한다. 특히, 생체내에서는 철이온이나 구리이온이 중요하다. 생체내에서 이들 금속이온들은 유리상태로 존재하지 않고 transferrin이나 cellulosplamin 등의 단백질과 결합함으로써 활성산소가 발생되지 않도록 한다.

연쇄 절단형 항산화제(IH)의 작용은 라디칼 연쇄반응을 일으키는 peroxy radical(LOO·)에 수소를 제공하던가 부가함으로써 안정한 라디칼 내지는 안정 생성물이 됨으로써 연쇄반응을 절단하게 된다.



연쇄 절단형 항산화제의 항산화 활성은 peroxy radical(LOO·)과의 반응성이 보다 높고, 반응생성물이 보다 안정할수록 뛰어난 항산화제이다.

3. 식품 중의 항산화 성분과 그 역할

식품중에는 수 많은 항산화성분이 들어있으며, 이들은 체내에서도 항산화작용을 발휘할 가능성이 높다(표 1). 그러나 생체내 항산화 작용에 관한 연구가 진행되고 있는 것은 비타민 E, C 등 극히 한정적이다.²⁾ 이들은 생체내에서 흡수율이나 저해부

위에서의 분포량등이 불분명하기 때문에 생체내 항산화작용을 평가하기가 힘들다.

- ① 비타민 E는 미량이지만 식품속에 널리 존재하기 때문에 결핍증이 일어나기 힘든 비타민이다. 아몬드등 견과류에 특히 많이 들어 있으며 황록색 야채중에도 많다. 식물종자속에는

표 1. 식품중의 주된 항산화 물질

비타민 E	견과류, 황록색 야채, 과일
비타민 C	야채, 과일
Carotenoids	홍록색 야채, 남조류
Flavonoids	flavonol류, 양파
Isoflavonoids	대두
Catechin	녹차
커피산유도체, 클로로겐산	대두, 커피콩
오리젠올	쌀겨
Sesamol	참깨
멜라노이딘	
아미노산, 펩타이드	
향신료	
Phytinic acid	두류
Glutathion	시금치, 돼지고기

비타민 E 동족체로서 tocopherol 이외에도 α , β , γ -tocopherol 역시 다량으로 축적되어 있다. 비타민 E는 뛰어난 연쇄 절단형 항산화제일 뿐만 아니라, 최대 3개의 라디칼을 scavenging 할 수 있다. 비타민 E에는 1O_2 을 제거하는 작용도 있다.

표 2. 사람의 혈장중 평균 carotenoid의 함량³⁾과 1O_2 의 제거능력⁴⁾

	남 (μM)	여 (μM)	1O_2 제거능 (제거속도상수 $10^6 M^{-1} S^{-1}$)
β -carotene	0.34	0.68	14
α - "	0.11	0.18	19
licopen	0.35	0.46	31
β -cryptovanthin	0.34	0.61	6
zeaxanthin	0.61	0.68	10
canthaxanthin	0.05	0.05	21
비타민 A	2.74	2.38	-
비타민 E	230	23.8	3

② 비타민 C는 야채나 과일중에 많이 들어 있으며 사람은 생합성을 할 수 없기 때문에 식품을 통해서 섭취하지 않으면 안된다. 비타민 C는 생체내에서 중요한 수용성 항산화물질이다. Water phase에서 발생하는 라디칼을 제거함으로써 예방형 항산화제로서 작용한다. 사람 혈장을 수용성 라디칼 발생체와 접촉시켰을때 비타민 C는 가장 빨리 소실되고 그 뒤 과산화지질이 생성되게 된다. 이는 비타민 C가 갖는 생체내 항산화 활성이 혈장의 항산화 방어기구에 있어서 매우 중요하다는 것을 말해준다. 한편, 비타민 C는 lipid phase에서 진행중인 과산화 반응을 억제 할 수가 없다. 따라서 연쇄 절단형의 항산화제로서는 작용하지 않는다. 그러나 비타민 C는 막중의 비타민 E 라디칼을 재생 할 수가 있다. 만약, 생체내에서도 이 재생작용이 있다고 한다면 비타민 C는 비타민 E의 항산화 작용을 조절하고 있다고 볼 수 있다. 그러나 이와 같은 작용이 생체내에서 일어나고 있는지는 확실치 않다.

한편, 비타민 C는 강력한 환원제이다.



이가 철이온과 H_2O_2 로부터 OH가 발생된다. 유리 철이온이 존재하는 경우 비타민 C는 산화촉진제로도 작용한다.

- ③ Carotenoids

녹황색 채소나 남조류에 많이 들어 있다. 사람에게 있어서는 일부가 비타민 A로 대사되지 않고 carotenoid로서 흡수되어 체내에 축적된다. 천연에는

600여종의 carotenoids가 존재하며, 흥미 있는 점은 식물에서 유래된 각종 carotenoids를 체내에 흡수 축적한다는 것이다.

이 항산화 비타민을 다량으로 함유하고 있는 녹색 채소의 섭취가 발암이나 허혈성 질환의 예방에 기여하고 있다는 역학적 data는 항산화성 비타민 공급원으로서 식물의 중요성을 시사해 준다.

음식물 중 O_2 의 quencher로서 중요한 성분중의 하나인 carotenoid는 tocopherol보다 20-100배나 높은 O_2 의 제거능력을 가지고 있다(표 2).

④ 식물중의 polyphenol류

식품중에서 각각 다른 식품 특유의 항산화성 물질이 존재하고 있는데, 그 대부분은 phenol성의 라디칼 scavenger이다⁵⁾. 이들은 식물 자신이 갖고 있는 산화 stress에 대한 방어기능을 하기위해 존재하는 것들이다. 이와 같은 식물들은 식품소재로서 이용했을 경우에 이들 항산화성 물질들은 생체 내에서 기능을 발휘할 것으로 기대된다. 특히 천연에는 4,000여종에 이르는 flavonoid가 항산화활성을 갖고 있다는 것은 잘 알려져 있다⁶⁾. 식물중의 flavonoid는 glucose나 rhamnos, galactose등의 당이 결합된 수용성 배당체 혹은 당을 갖지 않는 불용성 aglycon으로서 존재하고 있다⁸⁾. 생리작용으로서는 자외선으로부터 방어, phytoalexin으로서의 항균작용등이 알려져 있지만, 분명치 않은 점이 많다.

Flavonoids의 항산화작용으로서는 free radical scavenger로서의 작용이외에 chylate작용, O_2 , O_2^- , $\cdot OH$ 등의 제거작용등이 제안되고 있다⁹⁾. 하루 일인당 섭취량은 약 1g정도라고 계산되고 있지만, 배당체의 운명을 비롯해서 그의 소화흡수나 생체내 분포에 관한 연구는 많지 않으며, 현재로서 생체내 항산화 작용에 대해서는 분명치 않다. 기호식품으로서 섭취되고 있는 녹차속에 10-15% 정도 들어 있는 catechin은 flavan 3-ol의 구조를 갖고 있는 강력한 항산화 작용을 나타냄과 동시에 항종양

작용이나 콜레스테롤 저하 작용을 갖는 flavonoids이다.

4. 결 론

항산화성 물질은 화학적 혹은 물리화학적으로 활성을 갖는 물질이기 때문에 생체내에서 각종 생리 기능을 발현할 가능성이 높다. 그 기능을 잘 이용함으로써 질병 예방효과를 부여한 식품의 개발도 충분히 기대된다. 특히 동맥경화증이나 발암, 백내장등 성인병에 있어서 활성산소가 관여하고 있다는 사실이 밝혀지면서 식품에서 연유된 항산화물질을 유용하게 이용하여 이들 질병을 예방하자는 의견이 강력히 제안되고 있다.

참 고 문 헌

1. 寺尾純二：疾患予放と食品の抗酸化性. 最新医学, 45:1923-1727. (1990)
2. 大澤俊彦：食品中の抗酸化性成分と生理活性. 食品と容器, 28, 69-78 (1987)
3. 寺尾純二：油化学, 37, 878-884 (1988)
4. 寺尾純二：日本臨床, 46, 39-44 (1988)
5. 中谷延二：最近の天然抗酸化性物質の研究. 日本食品工業學會誌, 37, 569-576 (1990)
6. Larson, R. A. : The antioxidants of higher plants. Phytochemistry, 27, 969-978 (1988)
7. 岩科 司：植物におけるフラボノイド化合物の分布と特性. 食品と開發, 27, 9-44 (1992)
8. 高濱有明夫：フラボノイド. 活性酸素. 蛋白質核酸酵素(臨時増刊), 33, 2994-2999 (1988)
9. Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H. Katan, M. B. : Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. J. Agric. Food Chem., 40, 2379-2383 (1992)