

천수국(*Tagetes erecta*)꽃잎에서 분리한 루테인의 항산화활성에 관한 연구

문 성 규

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《...새로운 약초자원을 적극 찾아내고 그에 대한 연구사업을 강화하여 효능이 높은 고려약을 많이 만들어내도록 하여야 하겠습니다.》(《김정일선집》 증보판 제6권 156페이지)

루테인은 식물에서 합성되어 인체의 눈 특히는 망막부위와 피부에 침착되는 카로티노이드의 한 종류로서 일정한 정도의 항산화활성을 가지고 눈에서의 로화를 방지함으로써 백내장, 녹내장, 나이관련눈질환을 비롯한 여러가지 눈병예방에 아주 효과적이라는것이 알려져있다.[2]

우리는 이로부터 천수국꽃잎으로부터 분리한 루테인의 *in vitro* 항산화활성 측정결과에 대하여 논의하였다.

지금까지 이와 관련된 연구자료는 발표된것이 없다.

재료 및 방법

실험재료로는 룡남산주변에서 채취한 천수국꽃잎으로부터 선행연구의 방법[4]으로 분리정제한 순도가 $(97 \pm 2)\%$ 되는 루테인을, 활성산소소거활성의 대조구로는 지용성항산화제인 비타민 E(《CICA》)를 리용하였다.

시약으로는 디페닐피크릴히드라질(DPPH, 《WAKO》), 피로갈롤(PR, 《Chemapol》), H_2O_2 (분석순), $FeSO_4$ (분석순), 티오바르비투르산(TBA, 《SIGMA》)을 리용하였으며 기타 실험에 리용한 시약들은 모두 분석순이었다.

실험기구로는 광전비색계(《HIRAMA PHOTOMETER MODELL 4C》), 항온수욕조를 리용하였다.

안정유리라디칼소거활성은 DPPH법[6], 초산소음이온(O_2^-)소거활성은 PR법[5], 기름질과산화억제활성은 TBA법[3], 히드록시라디칼소거활성측정은 이미 알려진 방법[1]으로 진행하였다.

결과 및 논의

루테인의 안정유리라디칼(DPPH·)소거활성 DPPH소거활성은 항산화제의 H제공능력을 평가하는 지표로서 항산화제의 항산화능력을 평가하는 중요한 지표의 하나이다.

루테인과 비타민 E의 DPPH·소거활성을 측정한 결과는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 두 시료의 농도가 증가함에 따라 DPPH소거활성이 다같이 선형적으로 높아졌으며 이 실험자료들로부터 회귀방정식을 작성한 결과 루테인에서는 $y = 1.7x - 13.6$ ($IC_{50} = 37.4 \mu\text{g/mL}$), 비타민 E에서는 $y = 11.9x - 46.1$ ($IC_{50} = 8.1 \mu\text{g/mL}$) 이였으며 루테인의 DPPH·소거활성은 비타민 E에 비해 약 4.6배 낮았다.

루테인의 히드록시라디칼($\cdot\text{OH}$)소거활성 $\cdot\text{OH}$ 는 활성산소들 가운데서 산화력이 가장 세고 산소독성을 일으킬수 있는 가능성이 제일 크다. 그러므로 $\cdot\text{OH}$ 소거활성도 항산화제의 항산화능력을 평가하는 중요한 지표로 된다.

루테인과 비타민 E의 $\cdot\text{OH}$ 소거활성을 측정한 결과는 그림 2와 같다.

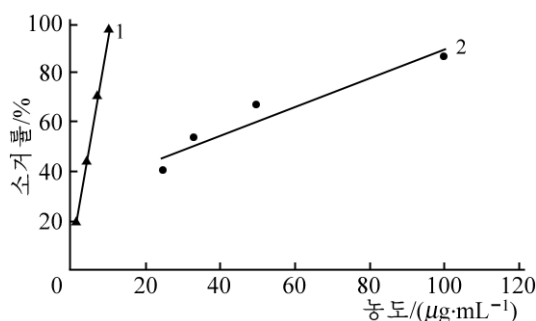


그림 2. 루테인과 비타민 E의 $\cdot\text{OH}$ 소거활성
1-비타민 E, 2-루테인

전자전달과정에 O_2 의 1전자환원으로 생긴 O_2^- 에 의해 다른 활성산소들이 생기므로 O_2^- 소거활성은 항산화제의 항산화능력을 평가하는 가장 중요한 지표로 된다.

루테인과 비타민 E의 O_2^- 소거활성을 측정한 결과는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 두 시료에서 다같이 농도가 증가함에 따라 O_2^- 소거활성이 높아졌으며 이 실험자료들로부터 회귀방정식을 작성한 결과 루테인에서는 $y = 8.1x + 3.9$ ($IC_{50} = 5.7 \mu\text{g/mL}$), 비타민 E에서는 $y = 51.7x - 35.6$ ($IC_{50} = 1.7 \mu\text{g/mL}$) 으로서 루테인이 비타민 E에 비해 O_2^- 소거활성이 약 3.4배 더 높았다.

루테인의 기름질과산화억제력을 과산화기름질은 활성산소에 의하여 생겨나는 과산화생성물의 하나로서 펜톤계에 의한 기름질과 산화모형계에 항산화제를 첨가할 때 기름질과산화억제력이 높을수록 항산화제의 활성산소소거능력

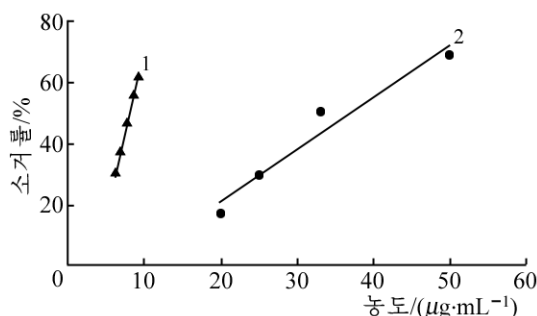


그림 1. 루테인과 비타민 E의 DPPH·소거활성
1-비타민 E, 2-루테인

그림 2에서 보는바와 같이 두 시료에서 다같이 시료의 농도가 높아짐에 따라 $\cdot\text{OH}$ 소거활성이 선형적으로 높아졌으며 이 실험자료들로부터 회귀방정식을 작성한 결과 루테인에서는 $y = 0.6x + 32.1$ ($IC_{50} = 29.8 \mu\text{g/mL}$), 비타민 E에서는 $y = 8.7x + 7.8$ ($IC_{50} = 4.9 \mu\text{g/mL}$) 로서 루테인이 비타민 E에 비해 $\cdot\text{OH}$ 소거활성이 약 6.1배 낮았다.

루테인의 초산소음이온라디칼(O_2^-)소거활성 사립체내막에서 ATP생성을 동반하는 숨쉬기사슬 전자전달과정에 O_2 의 1전자환원으로 생긴 O_2^- 에 의해 다른 활성산소들이 생기므로 O_2^- 소거활성은 항산화제의 항산화능력을 평가하는 가장 중요한 지표로 된다.

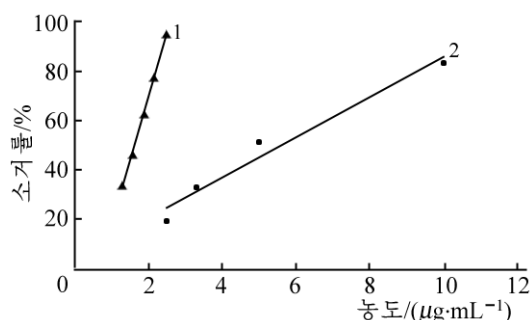


그림 3. 루테인과 비타민 E의 O_2^- 소거활성
1-비타민 E, 2-루테인

이나 과산화련쇄반응을 차단하는 능력이 그만큼 높다는것을 보여준다.

생체내에서 활성산소의 주요공격대상은 생체막의 기본구성성분인 불포화기름산인것만큼 기름질과산화억제물은 항산화제의 생체막보호능력을 예측할수 있는 지표로서 리용되고 있다.

루테인과 비타민 E의 기름질과산화억제물을 측정한 결과는 그림 4와 같다.

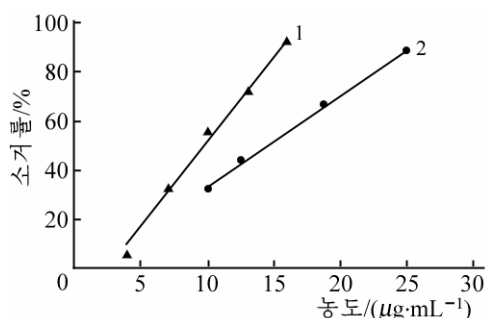


그림 4. 루테인과 비타민 E의
기름질과산화억제물
1-비타민 E, 2-루테인

그림 4에서 보는바와 같이 두 시료에서 다같이 시료의 농도가 증가함에 따라 기름질과산화억제물이 선형적으로 증가하였으며 회귀방정식을 구한 결과 루테인에서는 $y = 3.7x - 3.7$ ($IC_{50} = 14.5 \mu g/mL$), 비타민 E에서는 $y = 7.1x - 19.4$ ($IC_{50} = 9.8 \mu g/mL$)로서 루테인은 비타민 E에 비하여 기름질과산화억제물이 약 1.5배 낮았다.

이상의 실험결과들로부터 루테인이 거의 모든 활성산소종들에 대한 소거활성이 있다는것을 알수 있으며 특히 초산소음이온라디칼(O_2^-)소거활성은 대표적인 지용성항산화제인 비타민 E보다도 더 높다

는것을 알수 있다.

일반적으로 폴리페놀분자에서 OH기를 구성하는 산소의 자유전자쌍은 벤질핵의 π 전자들과 공액되어 벤질핵쪽으로 치우치게 되며 그 결과 H를 쉽게 방출하여 활성산소소거작용을 나타낸다.

이로부터 벤질핵에 부가된 OH기의 수와 위치, OH기와 기타 치환기들의 호상배치관계는 폴리페놀류의 활성산소소거활성에 매우 큰 영향을 미친다. 뿐만아니라 폴리페놀류의 활성산소소거활성은 수소를 제공하고 라디칼화합물로 된 폴리페놀의 구조가 비교적 안정하여 반응성이 낮은 키논화합물로 전환되거나 $ROO\cdot$ 와 쉽게 반응하여 안정한 물질인 $ROOA$ 로 전환되는 분자구조적특성과도 련관되어있다.

이런 측면에서 보면 루테인이 활성산소소거활성을 가지게 되는것은 루테인의 분자구조와 관련되어있다고 볼수 있다.

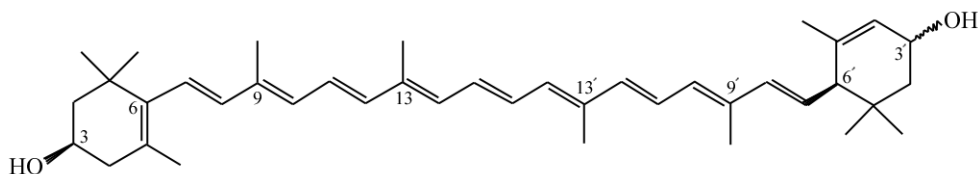


그림 5. 루테인의 분자구조

그림 5에서 볼수 있는바와 같이 루테인은 2개의 페놀기가 긴 공액2중결합을 다리로 결합되어있으므로 페놀기에서 전자쌍들이 심히 안쪽으로 쏠려 O-H사이 결합힘이 약해지면서 프로톤을 내주는 힘이 세지게 된다. 따라서 루테인의 페놀성OH기가 H를 쉽게 방출하여 반응성이 낮은 키논상태화합물을 형성한 다음 분자내수소결합에 의해 훨씬 안정화되는 것으로 추측할수 있다.

맺 는 말

1) 루테인의 DPPH, $\cdot\text{OH}$ 및 O_2^- 소거상수(IC₅₀)와 기름질과산화억제상수(IC₅₀)는 각각 37.4, 29.8, 5.7, 14.5 $\mu\text{g/mL}$ 이다.

2) 루테인은 비타민 E에 비해 DPPH, $\cdot\text{OH}$, 기름질과산화억제물이 각각 약 4.6, 6.1, 1.5 배 낮으며 O_2^- 소거활성은 약 3.4배 더 높다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 54, 11, 106, 주체97(2008).
- [2] M. A. Sandberg et al.; Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 51, 2, 1086, 2010.
- [3] J. A. Huege et al.; Methods in Enzymol., 52, 302, 1987.
- [4] K. Frederick; WO03/048284, 2002.
- [5] 张希琴; 化学世界, 42, 5, 261, 2001.
- [6] 戸高文介; 日本食品科学工学会誌, 46, 1, 34, 1999.

주체103(2014)년 12월 5일 원고접수

Anti-Oxidation Activities of Lutein Extracted from Floral Leaves of *Tagetes erecta*

Mun Song Gyu

Lutein extracted from floral leaves of *Tagetes erecta* showed the obvious scavenge and inhibition activities to the safe-free radical (DPPH \cdot), hydroxyradical($\cdot\text{OH}$), superoxide radical(O_2^-) and lipid peroxydation.

Its IC₅₀ to DPPH \cdot , $\cdot\text{OH}$, O_2^- and lipid peroxydation *in vitro* were 37.4, 29.8, 5.7, 14.5 $\mu\text{g/mL}$ respectively.

Key words: Lutein, anti-oxidation activity