Journal of Korean Association
of Cancer Prevention
1999; 4(3): 136-142

녹즙추출물의 항산화 및 항암효과에 대한 연구

식품의약품안전청 식품평가부, [1]연세대학교 의과대학 소아과학교실, [2]연세대학교 식품영양학과

정소영 · 조현상[1] · 류정우[1] · 윤 선[2]

Antioxidant Nutrients and Related Biological Activities of Green Yellow Vegetable Juices

So-Yong Chung, Hyun Sang Cho[1], Jeong Woo Ryu[1] and Sun Yoon[2]

Department of Food Evaluation, Korea Food and Drug Administration
[1]Department of Pediatrics, College of Medicine, Yonsei University
[2]Department of Food and Nutrition, Yonsei University

The human diet contains a great variety of carcinogens as well as many natural anti-carcinogens (cancer-preventive substances). Many antioxiant nutrients in food have been identified as anticarcinogens. Numerous epidemiological data have shown that intake of green yellow vegetables which were rich in vitamin C, β-carotene and vitamin E reduced risk of cancer. The interest of green juice made of green yellow vegetables is rapidly increasing in Korea. However, the study on it has not been extensively studied. The objectives of this study were to investigate biological activities such as antioxidant effect, cancer cell growth inhibitory effect of methanol fraction obtained from green juices (*Angelica keiskei*, kale, carrot) and their antioxidant vitamin contents. Antioxidant effect was determined by the peroxide value (POV), which measures the oxidation of linoleic acid during storage. The POV of control increased up to 156 meq/kg on the 7 days, but the POV of linoleic acid in *Angelica keiskei,* kale and carrot's methanolic extracts was 9.1, 4.7 and 37.8 meq/kg, respectively. From these results, methanolic extracts from green juice showed significantly stronger antioxidant activity than the control ($p < 0.05$). Especially, kale juice's methanolic extracts had stronger antioxidant activity than the others. The inhibitory effect of methanolic extracts on the growth of cancer cells, neuro 2a, was significantly higher than the control. The growth rates of cancer cells in the medium containing green juice extracts was significantly inhibited as the extract concentration increased. When the extracts of kale juice were added to more than 0.25 mg/mL or extracts of other juices were added to more than 1 mg/mL, the growth of cancer cells was inhibited by 100%. Consequently, the extract of kale juice was shown to provide the greatest functional properties among the vegetables tested. The extract of kale juice contained vitamin E and vitamin C significantly higher than the other extracts.

Key Words: Green yellow vegetable juice, Green juice extract, Antioxidant nutrients, Antioxidant effect, Growth inhibition effect

책임저자 : 정소영, ㉾ 122-704, 서울시 은평구 녹번동 5번지, 식품의약품안전청 식품평가부
Tel: 02-380-1672, Fax: 02-382-4892, E-mail: Sychung@kfda.go.kr

서 론

우리나라는 1980년대 중반이후 암이 사망원인 1위[1]로 밝혀지면서 암의 원인과 예방에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 우리가 섭취하는 식품에는 암을 예방하는 기능을 가진 식품과 발암성 물질을 함유하는 식품이 있는데, 많은 역학조사[2~9]결과 비타민 C, β-carotene, 비타민 E 등이 많이 함유된 녹황색 야채의 섭취는 암을 예방하는 기능을 갖는다고 밝혀지면서 녹황색 채소에 대한 관심이 증가하고 있다.

인간의 노화현상이나 암발생은 생체내에서 산화되는 생리기능에 스트레스를 가하는 현상인 oxidative stress를 유발하는 자유기(free radical)에 기인하는 것으로 알려져 있다.[10,11] 자유기는 비공유전자쌍을 갖는 반응성 화학물질로서 모든 세포구성 성분과 강하게 반응하려는 경향으로 인해 여러 세포와 조직에 손상을 가하고 계속적인 DNA의 손상은 돌연변이를 일으켜 암, 노화 등을 유발할 수 있다.[12~15]

Ames[16]의 연구에 의하면 인간의 세포는 매일 산화적 손상을 받는데 인체 각 세포의 DNA는 하루에 약 10,000번의 산화적 공격을 받는다. 이로인한 손상은 일부 회복되지만 회복되지 않은 손상이 축적되어 노화, 암, 심장병 등의 질병을 일으키게 된다.[17,18]

지난 20년간 인간을 대상으로한 역학조사와 동물연구로부터 우리가 섭취하는 식품중에는 암의 발생을 억제하는 역할을 하는 항산화 영양성분을 함유하고 있는 것이 입증되었다. 항산화 영양성분으로는 β-carotene, 비타민 E, 비타민 C 등의 비타민과 Se, Cu, Mn, Zn 등의 미량원소와 총 phenol이 알려져 있는데,[11,18~27] 이들 미량성분의 항암효과는 항산화능력에 기인한다고 하였다.[10,28] 또한 많은 연구에서 암에 의한 사망률은 β-carotene과 항산화계 비타민 섭취량과 반비례관계가 있음이 판명되어,[29] 최근 미국의 국립암연구소(National Cancer Institute)에서도 암을 예방하는 식품으로 녹황색 채소, 과일, 콩을 추천하고 있다. 녹황색 채소에 많이 함유된 β-carotene, 비타민 C, 비타민 E 등은 체내에서 생성된 자유기 제거(free radical scavenger) 역할을 하는데, 자유기가 발암과정에 중요한 역할을 하는 것을 감안할 때 녹황색 채소의 항암효과는 이러한 항산화기능에 의할 것으로 생각되어,[10,20] 최근 국내외에서 녹황색 채소의 발암억제효과에 대한 연구가 이루어지고 있다.[30~32]

따라서 본 논문에서는 최근에 음용인구가 증가하고 있는 신선초, 케일, 당근등 녹황색 채소로 제조한 녹즙의 항산화 및 항암효과에 대해 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1) 재료 및 시료제조

(1) 녹즙제조

본 실험에 사용한 녹즙재료 중 신선초(*Angelica Keiskei* Koidz)와 당근, 케일은 제주도에서 재배된 것을 구하여 사용하였다. 구입한 녹즙재료는 흐르는 물에 수차례 깨끗이 세척한 후 녹즙기(엔젤라이프, Korea)를 이용하여 착즙하였다.

(2) 녹즙추출물 제조

3가지 녹즙시료 각 200 g을 원심분리(3,500 rpm, 10 min)후 상등액을 여과지로 여과하여 수용성 획분을 얻고 잔사에 methanol 200 ml을 가하여 shaking incubator (25°C, 250 rpm)에서 5시간 동안 진탕추출한 후 상기조작으로 메탄올 가용성 획분을 얻었다. 추출물의 고형분함량은 추출물 일정량을 취하여 105°C에서 2시간 건조시켜 증발잔사의 양을 측정하여 구하였다.

2) 항산화능의 측정

Hayase등의 방법[33~35]에 따라 과산화물가를 측정하여 항산화능을 측정하였다. 즉 250 mL 삼각 플라스크에 linoleic acid 1 g을 ethanol 20 mL에 녹인 후 0.2 M 인산완충용액(pH 7.0) 25 mL를 가하고 메탄올 가용성획분의 녹즙을 일정량 linoleic acid-ethanol 용액에 혼합하였다. 45°C incubator에서 3일 및 7일간 저장한 다음 반응용액을 분액깔대기에 옮겨 chloroform 25 mL을 첨가 후 진탕시켜 하층부만 분취하였다. 이 분취액에 acetic acid, glacial 25 mL와 KI 과포화용액 1 mL를 가한 후 암소에서 5분간 방치시킨 후 증류수 50 mL를 가하고 나서 0.01 N 차아황산나트륨용액으로 적정하여 다음 식에 의해 과산화물가를 산출하였다.

$$\text{Peroxide value (meq/kg)} = \frac{S \times f}{\text{Linoleic acid 채취량(g)}} \times 10$$

S: 0.01 N 차아황산나트륨용액의 소비 mL
f: 0.01 N 차아황산나트륨용액의 factor

3) 암세포 증식억제 효과 측정

(1) 시료조제

신선초, 케일, 당근 메탄올 추출물을 45°C에서 진공농축시켜 메탄올을 완전히 제거시킨 후 동결건조시켜서 항암성 시험 시료로 사용하였다.

(2) 암세포배양

ATCC로부터 분양받은 신경암세포주(neuroblastoma cell line) neuro 2a를 이등[36]의 방법에 따라 10% fetal calf serum (FCS)가 함유된 Minimal Essential Medium (MEM)(Gibsco, U.S.A.)배지를 사용하여 37°C, CO_2 incubator(5% CO_2 공급)에서 배양한 후 암세포가 10^4 ~ 10^5 cells/ml 정도로 증식되면 phosphate buffered saline (PBS)로 세척한 후 0.05% trypsin-EDTA로 세포를 분리시켜 계대 배양하였다.

(3) 녹즙추출물의 암세포 증식억제 효과 측정

8 mL의 배지가 들어있는 35 mm petri dish에 각각 3×10^4의 암세포를 분주한 후 동결건조시킨 신선초, 케일, 당근 메탄올추출물을 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 녹인 후 각각 0.1 mg/mL, 0.25 mg/mL, 1 mg/mL, 2 mg/mL 농도로 첨가, 37°C에 배양하면서 72시간 후에 세포수를 측정하여 대조군과 비교하였다. 대조군은 DMSO만을 1 mg/ml 첨가한 배지로 암세포 배양을 하였다.

Fig. 1. Chromatogram of β-carotene by HPLC for standard (A) and sample (B).

4) 녹즙추출물의 항산화비타민함량

(1) β-carotene 분석

① 시험용액의 조제: 각각의 녹즙시료에 함유된 β-carotene은 식품공전[37]의 방법에 따라 추출하여 HPLC 시험용액으로 하였다.

② HPLC 작동조건: 유등[38]의 방법에 따라 HPLC는 autosampler (AS1000)가 장착된 Spectra system (Spectraphysics, U.S.A)을 이용하여 UV 3000 detector로 측정하였다 측정조건은 Table 1과 같고, β-carotene 표준용액과 시료중 β-carotene을 분리한 대표적인 크로마토그램은 Fig. 1과 같다. 검량선에 의해 시험용액 중의 β-carotene (S)을 구하고 다음 식에 따라 검체 100 g 중의 β-carotene량(μg)을 산출하였다.

$$\beta\text{-carotene량}(\mu g/100\ g) = S \times V \times 100$$

S: 시험용액중의 β-carotene농도(μg/ml)
V: 시험용액의 전량(ml)

(2) 비타민 E 정량

① 시료용액의 조제: β-carotene 분석을 위해 조제한 시료용액을 사용하였다.

Table 1. Operating parameters of HPLC for determination of β-carotene in each green juice

Column:	μ-Bondapak C_{18} (3.9×150 mm, Waters)
Mobile phase:	Acetonitril : Methanol : Acetone (40 : 40 : 20, v/v/v)
Flow rate:	1.2 ml/min
Injection volume:	20 μl
Detector:	UV 450 nm

Table 2. Operating parameters of HPLC for determination of vitamin E in each green juice

Column:	μ-Porasil (3.9×150 mm, Waters)
Mobile phase:	Hexane : Isopropanol : Acetic acid (99 : 0.5 : 0.5, v/v)
Flow rate:	0.8 ml/min
Injection volume:	20 μl
Detector:	Fluorescence (EX λ: 298 nm, EM λ: 325 nm)

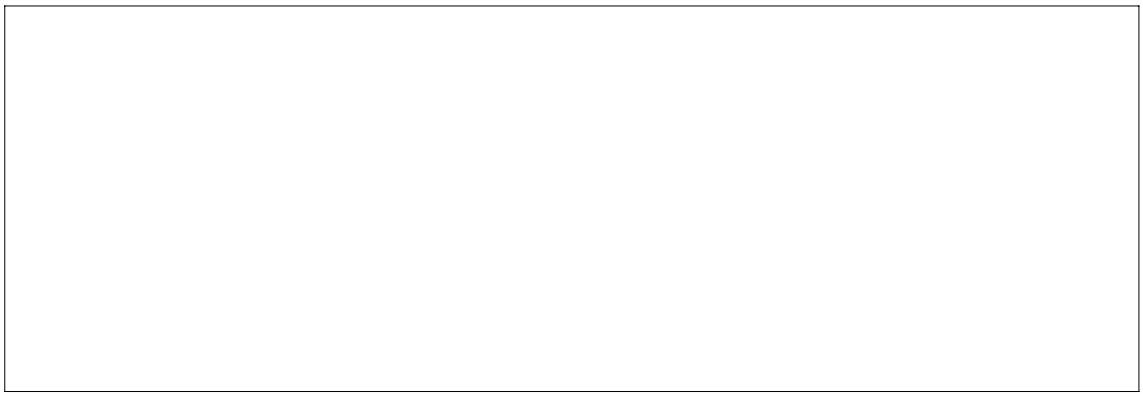

Fig. 2. Chromatogram of α,β,ɣ,δ-tocopherol by HPLC for standard (A) and sample (B). 1;α-tocopherol, 2;β-tocopherol, 3;ɣ-tocopherol, 4;δ-tocopherol

Fig. 3. Antioxidant effect of methanolic extracts of three green juices on the oxidation of linoleic acid after 7 day storage at 45°C.

② HPLC 작동조건: 식품공전[37]의 방법에 따라 HPLC는 autosampler가 장착된 Spectrasystem을 이용하여 형광 detector (FL2000)로 측정하였다. 측정조건은 Table 2와 같고, 비타민 E (α,β,ɣ,δ- tocopherol) 표준용액과 시료중 비타민 E를 분리한 대표적인 크로마토그램은 Fig. 2와 같다.

검량선에 의해 시험용액 중의 α,β,ɣ,δ량(μg/ ml)을 각각 구하고 다음 식에 따라 검체 100 g 중의 α,β,ɣ,δ량(mg)으로 각각 산출하였다.

$$\alpha,\beta,\gamma,\delta\text{량(mg/100 g)} = S \times V \times \frac{1}{10}$$

S: 시험용액중의 α,β,ɣ,δ량(μg/ml)
V: 시험용액의 전량(ml)

(3) 비타민 C 정량

식품공전[37]방법에 의해 2,4- dinitrophenylhydrazine (DNP)법으로 측정하였다.

결과 및 고찰

1) 녹즙추출물의 항산화능 효과

아질산염 소거능이 뛰어난 녹즙의 메탄올 가용성 획분을 linoleic acid에 각각 1,000 ppm 첨가한 후 45°C incubator에 저장하면서 3일과 7일 후에 과산화물가를 측정하여 대조군과 비교한 결과는 Fig. 3과 같다.

3일 후의 과산화물가 측정결과 대조군이 6.97 meq/kg, 신선초 녹즙추출물이 4.93 meq/kg, 케일 녹즙추출물이 2.57 meq/kg, 당근 녹즙추출물이 3.83 meq/kg으로 케일 녹즙추출물의 항산화 효과가 유의적으로 인정되었으며 7일 후에 POV 측정결과 대조군이 156 meq/kg으로 증가되었으나 신선초, 케일, 당근 녹즙추출물을 첨가한 경우 각각 9.1 meq/kg, 4.7 meq/kg, 37.8 meq/kg으로 3가지 녹즙추출물 모두 대조군에 비해 항산화능이 유의적으로 높았다. 특히 케일 녹즙추출물이 가장 효과가 좋았고 신선초 녹즙, 당근 녹즙 순이었다. 이는 이들 녹즙추출물에는 항산화 효과가 있는 비타민 C, 비타민 E, β-carotene 함량이 높기 때문인 것으로 여겨진다.

문헌에 의하면 식물체들은 대부분 강력한 태양의 자외선에 의한 산화로부터 스스로를 보호하기 위하여, 또는 저장중의 유지를 자동산화로부터 보호하기 위하여 자체적으로 polyphenol 계통의 항산화제들을 세포내에 함유하고 있으며 이들은 세포내에서 호흡 등에 의하여 생성된 자유기인 superoxide, hydroxy radical, hydroperoxide들을 불활성화시켜 mitochondrial membrane 등 생체막 산화에 의한 세포기능의 파괴도 억제해주므로 인체에서 이런 식물체를 섭취시 항산화 작용에 의한 항암, 항위궤양 등의 다양한 생리적 효과를 보인다고 한다.[39]

한편 우리가 일상적으로 섭취하고 있는 식용식물에는 비타민, 무기질, 폴리페놀류 등 건강유지에 중요한 광합성 대사산물이 포함되어 있으며 이러한 대사산물이 발암과 노화를 예방한다는 기능성 연구가 보고되어[40] 최근 국내산 약용식물 추출물의 항산화효과에 대한 검색이 많이 이루어지고 있다.[24]

식물에 함유된 항산화성 유효성분의 추출은 메탄올, 헥산, 물 등 여러 가지 용매를 이용하고 있으며,[41~44] 김[39]은 대두를 에탄올-물과 메탄올-물 용매로 추출하여 대두 추출물의 항산화 효과를 측정해 본 결과 메탄올 추출물이 전반적으로 항산화효과가 높은 것으로 나타나 항산화 성분의 추출에는 가장좋은 용매로 생각된다고 하였다. 본 연구에서도 메탄올추출물의 항산화 효과가 높은 것을 알 수 있었다.

2) 녹즙 추출물의 암세포 증식억제효과

3가지 녹즙 메탄올 추출물을 농도별로 각각 첨가한 배양액에서 배양한 암세포의 증식억제효과는 Table 3과 같다 즉 처음 세포수 3×10^4 cells/ mL에서 72시간 배양시 대조군은 2×10^5으로 증식되었으나 케일 녹즙 추출물을 첨가한 배양액은 0.25 mg/mL 이상의 농도에서 완전히 증식이 억제되었고 신선초와 당근 녹즙추출물은 0.25 mg/mL 첨가시 세포수가 반이하로 감소하였고 1.0 mg/mL이상 첨가시 증식이 완전히 억제되었다. 또한 DMSO만 1.0 mg/mL 첨가한 배지는 72시간 후 암세포수가 1.0×10^4 cells/mL로 용매에 의한 독성은 없는 것으로 여겨진다. 본 실험에서 케일 녹즙 100 g으로부터 메탄올추출물의 동결건조물이 약 0.1 g 얻어졌으므로 암세포증식억제효과 실험에서 배지 1 mL당 첨가량인 0.1 mg, 0.25 mg, 1.0 mg, 2.5 mg은 각각 녹즙 0.1 g, 0.25 g, 1.0 g, 2.5 g에 상응하는 양이다. 손등[45]은 마늘분말을 ethanol 및 석유에테르로 추출한 후 추출물이 농도별로 함유된 배지에 암세포를 2×10^4 cells/mL이 되도록 첨가한 후 37°C에서 배양하면서 세포수를 측정한 결과 대조군은 72시간 배양시 10^6 cell/mL로 증가되었고 에탄올추출물을 첨가한 경우 암세포 증식억제효과는 농도가 증가할수록 증식률은 감소하였다고 하였다. 특히 6 μg/mL과 10 μg/mL 첨가군은 48시간 배양 후에는 해당시간의 대조군보다 96% 이상의 증식억제효과를 보였고 마늘 석유에텔추출물을 농도별로 첨가한 군도 농도가 증가할수록 세포의 증식률은 현저히 감소하였으며 세포의 사멸효과도 나타내었다고 하였다.

박등[46]은 마늘의 메탄올 추출물의 암세포 증식억제효과를 실험해본 결과 첨가농도 2%에서 Aflatoxin B_1과 MNNG에 대해 항돌연변이적 효과를 나타내었다고 하였다. 현등[47]은 전통약용식물의 메탄올 추출물의 항암효과에 대한 연구를 한 결과 50% 억제농도(IC_{50})가 230 μg/mL 이하인 경우 항암활성이 있는 것으로 볼 때 백령, 계피, 적복령, 호장근등 4종의 추출물이 항암작용이 있다고 하였다. 박등[30]은 녹황색 채소류의 돌연변이 유발억제 및 위암세포 성장저해효과를 측정하기 위

Table 3. Inhibitory effect of methanolic extracts obtained from each juice on the growth of cancer cells

Juice	Concentration (mg/ml)				
	0	0.1	0.25	1.0	2.0
Angelica keiskei	2×10^5*	6×10^3	3×10^2	0	0
Kale	2×10^5	2×10^3	0	0	0
Carrot	2×10^5	2×10^4	1×10^2	0	0

*, cells/ml

Table 4. The content of antioxidant vitamins of methanol soluble fractions obtained from three green juices

	Angelica keiskei	Kale	Carrot
Moisture (%)	99.4^{a}*	99.2^{a}	97.7^{b}
β-carotene (μg/100 g)	4725^{c}	40941^{b}	428444^{a}
α-tocopherol (mg/100 g)	11.8^{b}	30.7^{a}	6.95^{c}
Ascorbic acid (mg/100 g)	5.4^{b}	35.3^{a}	1.9^{c}

* In each row, different alphabets in superscript show statistically significant difference ($p<0.05$)

하여 채소를 동결건조시킨 후 메탄올로 추출하여 농축시킨 후 DMSO에 녹여 실험한 결과 케일, 배추, 양파 등은 80% 이상 돌연변이 저해효과가 있으며 들미나리 시료첨가군은 암세포의 성장을 완전히 억제했으며 브로컬리, 시금치 등도 위암세포의 성장을 유의성있게 저해하는 효과가 있었다고 하였다.

3) 녹즙추출물의 vitamin C, β-carotene, α-tocopherol함량

3가지 녹즙의 메탄올 추출물을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 케일녹즙의 메탄올추출물은 α- tocopherol, vitamin C가 유의적으로 높았다. 3가지 녹즙으로부터 얻은 메탄올추출물의 비타민 C는 원래 녹즙의 비타민 C 함량보다 낮으나 β-carotene과 α-tocopherol 함량은 훨씬 높은 것을 알 수 있었다.

케일녹즙추출물의 생리활성기능을 실험한 결과 아질산염소거능, 항산화능의 효과가 뚜렷하여 암세포 증식억제 효과도 있는데 이는 α-tocopherol과 vitamin C에 의한 환원력에 기인하는 것이라 생각된다.

본 연구결과 녹즙추출물의 암세포 증식억제효과는 신경암세포를 대상으로 효과가 있다고 생각되므로 앞으로 위암, 간암세포 등에 대한 연구도 이루어져야한다고 생각된다.

결 론

본 연구에서는 신선초, 케일, 당근녹즙 추출물의 항산화능 및 항암효과에 대하여 측정하였다. 연구결과 신선초, 케일, 당근녹즙의 메탄올 추출물이 항산화능과 항암성 실험결과 모두 대조군보다 유의적으로 효과가 있었다. 특히 케일 녹즙추출물은 항산화능, 항암성이 모두 뛰어났는데, 이 추출물들의 비타민 함량 분석결과 케일 녹즙추출물은 비타민 E와 비타민 C의 함량이 다른 녹즙추출물에 비해 유의적으로 높았다.

참고 문헌

1) 질병예방 및 건강증진 전략개발연구. 한국보건사회연구원, 1992.
2) Pisani P, Berrino F, Macaluso M, Pastrorino U, Crosignani P, Baldasseron IA. Carrots, green vegetables, and lung cancer: a case-control study. *Int J Epidemiol* 1986; 15: 463-468.
3) Colditz GA, Branch LG, Lipnick RJ, Willett WC, Rosner B, Posner BM, Hennekens CH. Increased green and yellow vegetable and lowered cancer deaths in an elderly population. *Am J Clin nutr* 1985; 41: 32- 36.
4) Stahelin HB, Gey KF, Eichholzer M, Ludin E. β-carotene and cancer prevention: the basal study. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 265s-269s.
5) Ziegler RG, Mason TJ, Stemhagen A, Hoover R, Schoenberg JB, Gridely G, Virgo PW, Alterman R, Fraumeni JF. Carotenoid intake, vegetables, and the risk of lung cancer among white men in New Jersey. *Am J Epidemiol* 1986; 123: 1080-1093.
6) 이기열, 이양자, 박영심, 윤교희, 김병수. 한국인의 식이섭취와 암유발의 관계에 대한연구. 한국영양학회지 1985; 18(4): 301-311.
7) 염경진, 이양자, 이기열, 김병수, 노재경, 박계숙. 혈청 Retinoids, β-carotene 및 α-tocopherol과 암과의 관계. 대한암학회지 1992; 24(3): 343-351.
8) 이윤경, 염경진, 이경식, 박인서, 송시영, 이양자. 위암환자의 위점막내 Carotenoids와 α-tocopherol 농도에 관한 연구. 대한암학회지 1993; 27(3): 353-360.
9) 히라야마다케시. 채식건강 365일. 동풍문화사, 1992.
10) 박완수. 조직내 oxidative stress에 대한 식품성분의 역할. 식품기술 1993; 6(3): 15-29.
11) Macrae RG, Robinson RK, Sadler MJ. Encyclopedia of Food science Food technology and nutrition. Academic Press 1993; Vol 1: 607-620.
12) Shulz H. Regulation of fatty acid oxidation in heart. *J of Nutr* 1994; 124: 165-171.
13) Barry H, Murcia A, Chirico S, Okezie IA. Free radicals and antioxidants in food and in vivo: What they do and how they work. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1995; 35(1&2): 7-20.
14) 조성희. 지질과산화와 항산화 영양. 한국지질학회지 1993; 3(1): 23-32.
15) Shils M, Olson JA, Shike M. Modern nutrition in health and disease, 8th ed., Lee & Febiger, A Waverly Company 1994; p 214-277.
16) 윤형식, 권중호. 식품중의 질산염 및 아질산염에 관한 연구 (제 1 보). 대두발아과정중 질산염 및 아질산염의 질산환원효소의 활성에 관하여. 한국영양식량학회지 1981; 10(1): 39-45.
17) Ames BN. Dietary carcinogen and anticarcinogens. *Science* 1983; 221(9): 1256-1264.
18) Block G, Langseth L. Antioxidant vitamins and disease prevention. *Food Technology* 1994; 7: 80-84.
19) Byers T, Perry G. Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annu Rev Nutr* 1992; 12: 135-159.
20) Algeria BC. Cancer preventive foods and ingredients. *Food Technology* 1992; 4(1): 65-68.
21) Stahelin HB, Gey KF, Ludin E. β-carotene and cancer prevention. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 256.

22) Mascio PD, Murphy ME, Sies H. Antioxidant defense systems: the role of carotenoids, tocopherols, and thiols. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 194.
23) Block G. Vitamin C and cancer prevention. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 270.
24) 임대관, 최 웅, 신동화. 국내산 약용식물추출물의 항산화효과검색과 용매분획물의 비교. 한국식품과학회지 1996; 28(1): 83-89.
25) 小清水弘一. 植物成分と發癌抑制効果その1; 植物成分による發癌抑制とそのメカニズム. Health Digest 1992a; 7(4): 1-10.
26) Burton GW. Antioxidant action of carotenoids. *J of Nutrition* 1989; 119: 109.
27) Larson RA. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry* 1988; 27: 969.
28) Kromhout, D. Essential micronutrients in relation to carcinogenesis. *Am J Clin Nutr* 1987; 45: 1361-1367.
29) 김미경. 한국정상성인과 유방암환자의 항산화비타민류의 섭취수준과 혈청농도. 연세대학교 박사학위논문, 1995.
30) 박건영, 이경임, 이숙희. 녹황색 채소류의 돌연변이 유발억제 및 AZ-521 위암세포의 성장저해효과. 한국영양 식량학회지 1992; 21(2): 149-153.
31) 小清水弘一. 植物成分と發癌抑制効果その2; 植物成分のイニシエーション抑制. *Health Digest* 1992b; 7(5): 1-8.
32) 小清水弘一. 植物成分と發癌抑制効果その3; 植物成分のプロモション抑制. *Health Digest* 1992c; 7(6): 1- 10.
33) Hayase F, Kato H. Antioxidative components of sweet potatoes. *J Nutr Sci Vitaminol* 1988; 30: 37-40.
34) 카와키시 순로엮음, 기능성식품소재연구회 옮김. 식품중의 생체기능조절물질 연구법. 송현문화사, 1996.
35) 최홍식, 박경숙, 문갑순, 박건영. 지방질의 산화에 대한 된장 및 그 추출물의 항산화 특성. 한국영양식량학회지 1990; 19(2): 163-167.
36) 이병우, 유익제, 유무영, 황우익, 최춘언. 초산균체 추출물의 i*n vitro*계 암세포증식 억제효과. 한국식품과학회지 1995; 27(4): 445-448.
37) 식품공전. 보건복지부, 1995.
38) 유리나, 김정미, 한인섭, 김병삼, 이선희, 김미향, 조성희. 매운맛 선호도가 식품섭취유형, 혈중지질 및 항산화성 비타민 수준에 미치는 영향. 한국영양식량학회지 1996; 25(2): 338-345.
39) 김지영, 맹영선, 이기영, 이성택. 에탄올·물과 메탄올·물 혼합용매를 이용한 대두 추출물의 항산화 효과. 한국식품과학회지 1996; 12(4): 493-498.
40) 강윤한, 박용곤, 오상룡, 문광덕. 솔잎과 쑥 추출물의 기능성 검토. 한국식품과학회지 1995; 27(6): 978-984.
41) 김현구, 김영언, 도정룡, 이영철, 이부용. 국내산 생약추출물의 항산화 효과 및 생리활성. 한국식품과학회지 1995; 27(1): 80-85.
42) 이연재, 신동화, 장영상, 강우석. 붉나무 순차 용매 추출물의 항산화 효과 비교. 한국식품과학회지 1994; 25(6): 167-180.
43) 김성렬, 김지환, 김승경. 음양곽 추출물중의 항산화성분의 분리 및 성질. 한국식품과학회지 1992; 24(6): 535- 540.
44) 이연제, 신동화, 장영상, 신재익. 패모, 어성초, 쇠비름 및 들깨박 에탄올 추출물의 순차용매 분획별 항산화 효과. 한국식품과학회지 1993; 25(6): 683-688.
45) 손흥수, 황우익. 마늘중 지용성 성분의 암세포증식 억제효과 연구. 한국영양학회지 1990; 23(2): 135-147.
46) 박건영, 김소희, 서명자, 정해영. 마늘의 돌연변이유발억제 및 HT-29 결장암세포의 성장저해효과. 한국식품과학회지 1991; 23(3): 370-374.
47) 현진원, 임경화, 신진이, 성인국, 원용진, 김영식, 강상식, 장익우, 우원식, 백우현, 김형지, 우은란, 박호군, 박재강. 전통약용식물 및 각종 식물의 항암효과에 대한 연구. 생약학회지 1994; 25(2): 171-177.