

# 신선초 녹즙섭취가 흡연자의 지질 수준 및 혈장 항산화 비타민 영양상태에 미치는 영향

김정신\* · 김혜영\* · 박유경\* · 김태석\*\* · 강명희\*<sup>§</sup>

한남대학교 이과대학 식품영양학과,\* (주)풀무원 기술연구소 생물공학연구팀\*\*

## The Effects of Green Vegetable Juice (*Angelica Keiskei*) Supplementation on Plasma Lipids and Antioxidant Status in Smokers

Kim, Jung-Shin\* · Kim, Hye-Young\* · Park, Yoo Kyoung\*  
Kim, Tae Seok\*\* · Kang, Myung-Hee\*<sup>§</sup>

Department of Food and Nutrition,\* Hannam University, Daejeon 306-791, Korea,  
Biotechnology Team, Pulmuone Co., Ltd.,\*\* Seodaemun P.O.Box 146, Seoul 120-600, Korea

### ABSTRACT

It has been suggested that green juice supplementation may have some health promoting benefits. We evaluated the effects of green juice (*Angelica keiskei*) consumption on parameters of lipid profiles and plasma antioxidant status in healthy male smokers. Fifty-four smokers were supplemented with 300 ml of green juice for 6 weeks while maintaining their normal diet. Blood samples were collected on week 0 and week 6 in order to evaluate plasma lipid profiles (total cholesterol, triglyceride, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol), plasma antioxidant vitamin levels (ascorbic acid,  $\alpha$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol,  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene, cryptoxanthin and lycopene), the degree of LDL oxidation and GOT, GPT levels for liver function. Plasma ascorbic acid level remained at the same level. However,  $\alpha$ -tocopherol and  $\gamma$ -tocopherol normalized by total cholesterol ( $p < 0.05$ ) and  $\beta$ -carotene ( $p < 0.001$ ) level were all significantly increased after green juice supplementation. Plasma cholesterol was reduced for 12%, LDL-cholesterol was reduced for 9.3% after green juice consumption, while plasma triglyceride and HDL-cholesterol was not changed. Oxidized LDL assessed by conjugated diene (CD), was decreased ( $p < 0.0001$ ) after green juice consumption. These results further support a role for green juice supplementation in the improvement of lipid status, prevention of lipid peroxidation, and thereby reducing risk factors of numerous diseases associated with elevated oxidative stress in smokers. (*Korean J Nutrition* 36(9): 933~941, 2003)

**KEY WORDS** : *angelica keiskei*, green juice, smokers, antioxidant vitamins, oxidized LDL.

### 서론

흡연은 암을 포함한 만성질환에 영향을 끼치는 가장 강력한 위험요인으로 알려져 있다. 담배연기는 연기 그 자체로 혈관 내에 강력한 산화제로 작용하여 심혈관계에 악영향을 미치고 혈액 내 지질과 지단백의 농도에 변화를 가져오며, 궁극적으로는 세포 내 DNA에 손상을 입혀 암을 유발할 수 있다.<sup>1,2)</sup> 흡연으로 인해 활성산소종 (reactive oxygen species, ROS) 농도가 증가되어 체내의 항산화계의 방어

한계를 넘어서면 oxidative stress 현상이 일어난다. 과도한 산화반응은 혈장 내 vitamin C, E, coenzyme Q 10,  $\beta$ -carotene 등의 항산화 비타민을 소모시키고, 지질의 과산화와 DNA 손상을 유도하여 노화 및 암을 비롯한 여러 질병의 발병 및 진행에 매우 큰 영향을 준다고 보고되고 있다.<sup>3)</sup> 특히, 세포막에 있는 다중불포화 지방산이 free radical의 연쇄반응에 의해 쉽게 산화되고 이러한 지질의 과산화는 세포의 노화를 촉진하는 동시에 유해물질을 생성시키고, 염증반응이나 fatty stroke 등을 일으켜 심혈관질환의 원인이 될 수 있다.<sup>4)</sup>

이러한 위험요인을 지닌 흡연자들의 지질양상 개선과 항산화 체계를 강화하여 oxidative stress로 인한 질환 발병률을 줄이려는 노력이 최근 국내외에서 계속되고 있다.<sup>5)</sup>

접수일 : 2003년 9월 4일

채택일 : 2003년 11월 14일

<sup>§</sup>To whom correspondence should be addressed.

흡연자에게 항산화 비타민을 공급하였던 몇 개의 연구를 살펴보면 비타민 E, 비타민 C,  $\beta$ -carotene을 각각 경구 투여하거나, 혼합하여 투여하였을 때, 적혈구 catalase, glutathione peroxidase, glutathione reductase 활성증가와<sup>6)</sup> 지질과산화 수준 및 혈소판 수의 감소가 보고되었다.<sup>7)</sup> 반면, 대규모의 CARET과 ATBC 연구를 통해 흡연자에게  $\beta$ -carotene의 장기간 투여는 적어도 폐암에 있어서는 그 위험을 예방하는데 큰 효과가 없었을 뿐 아니라, 오히려 폐암의 위험을 높일 수 있다고 보고된 바 있다.<sup>8,9)</sup> 이에 따라 최근 많은 연구자들이 vitamin C, vitamin E 및  $\beta$ -carotene와 같은 정제된 항산화 영양소보다는 이 같은 영양소들을 많이 함유한 야채나 과일 섭취를 권장하고 있으며, 이는 항산화 영양소 외에 야채나 과일에 함유된 flavonoids 등의 phytochemical이 효과적으로 항산화 작용을 하기 때문일 것이다. 유럽에서도 이미 채소나 과일의 풍부한 섭취가 암 예방과 밀접한 관계가 있음이 많은 역학조사를 통해 밝혀졌는데, 꽃양배추, 브로콜리와 같은 십자화과 야채 또는 토마토, 양파 및 도정하지 않은 곡류를 보충한 intervention 연구에서 DNA 손상 억제 효과를 얻었음이 보고되고 있다.<sup>10,11)</sup> 국내에서의 연구로는 최근 흡연자에게 포도주스를 8주간 보충시켰을 때 comet assay로 본 임파구 DNA 손상 및 혈장 free radical 수준이 감소될 뿐 아니라<sup>12,13)</sup> 혈장 TC 및 HDL-C수준이 개선되었다는 보고가 있다.<sup>14)</sup> 흡연자에게 비타민 E나 비타민 C,  $\beta$ -carotene, 홍삼을 4주 동안 투여했을 때 8-OHdG로 측정된 DNA의 산화적 손상이 감소되고, 혈장 지질과산화 정도가 감소되었다는 연구도 보고되었다.<sup>15)</sup>

최근 들어 항산화 성분이 풍부한 식품 중 하나인 녹즙의 항산화 기능들이 일부 밝혀지면서 녹즙의 음용이 증가하고 있다. 녹즙은 가열하지 않는 신선한 생야채를 마쇄하여 흡수하기 쉽도록 제조된 즙으로 카로티노이드와 비타민, 무기질을 많이 함유하고 있고,<sup>16)</sup> 그 외에도 flavonoids 등 phytochemical을 풍부하게 포함하고 있다.<sup>17-20)</sup> 녹즙의 주재료로는 케일, 신선초 (명일엽), 셀러리, 돌미나리, 당근, 토마토, 오이, 사과 등의 녹황색 채소 및 과일이 널리 사용되고 있으나 녹즙의 생리적 효능에 대한 과학적인 연구는 충분하지 않다. 그 동안의 녹즙 연구로는 각 채소들의 비타민 함량 등 영양소 함량에 대한 연구,<sup>16)</sup> *in vitro* 상에서 세포돌연변이 유발억제효과,<sup>21,22)</sup> DNA 손상 보호효과,<sup>23)</sup> 암세포생장 저해효과<sup>24)</sup> 및 아질산염 소거능<sup>25)</sup> 등이 보고되고 있다. 녹즙에 관한 동물실험 연구로는 케일 녹즙 섭취 후 혈청 지질 개선효과 연구,<sup>26)</sup> 사염화탄소 투여 흰쥐의 GOT, GPT 수치 감소효과,<sup>27)</sup> 명일엽 녹즙의 및 지질대사 개선효과에

관한 연구가 보고되었다.<sup>28,29)</sup> 인체를 대상으로 한 생리활성 효과에 관한 연구로는 녹즙의 섭취가 혈청 지질 양상에 미치는 영향에 관한 보고가 있을 뿐,<sup>30)</sup> 녹즙의 섭취가 인체 항산화 영양상태 및 지질상태 개선 효과에 미치는 영향에 관한 연구는 보고된 바 없다. 따라서 본 연구는 산화 스트레스가 비교적 높은 흡연자에게 신선초 (*Angelica keiskei*) 녹즙을 투여하는 영양중재 연구를 통해 신선초 녹즙의 지질상태 개선효과 및 항산화 효과를 알아보려는 목적으로 시도되었다. 신선초 녹즙에는 항산화 영양소 외에도 flavonoids 등의 phytochemical이 풍부하게 포함되어 있으므로,<sup>19)</sup> 흡연자에게 신선초 녹즙을 공급하여 항산화 영양상태와 혈청 지질양상을 관찰하고 지질과산화 정도와 간 기능의 변화를 보는 연구는 흡연자의 심혈관질환 예방에 중요한 기초자료가 될 것이다.

## 연구방법

### 1. 조사대상 설문조사 및 신체계측조사

본 연구는 대전에 위치하고 있는 H 대학교 교직원 및 인근 연구단지 H 연구소 연구원 중 23~57세의 흡연 남성을 대상으로 실시되었으며, 2001년 12월부터 2002년 2월까지 8주간에 걸쳐 수행되었다. 조사된 설문지를 분석하여 대상자로 선정되었던 83명 중 만성질환이 있는 사람 12명과 중도 포기한 사람 17명을 제외한 후 54명의 흡연자를 본 연구의 대상으로 최종 선정하였다. 설문지에 포함된 내용은 나이, 건강상태와 같은 일반사항, 운동습관, 흡연과 알코올 섭취 정도, 비타민 영양제 복용에 관한 것 등이었다. 운동습관은 규칙적으로 운동을 하고 있는 사람에 한하여 한 번 운동할 때의 운동시간은 얼마나 되는지 조사하여 1일 운동시간으로 환산하였다. 본 연구에서 사용한 음주량 단위는 현재 시판되고 있는 주종의 다양성을 고려하여 통일된 국제단위인 1 drink (100% alcohol 1/2 ounce, 약 14 g)/day를 사용하였으며, 이를 우리나라 술로 환산하면 소주 1컵 (55 cc), 맥주 2홉들이 1병 (350 cc), 막걸리 2홉에 해당되는 양이다. 신체계측조사로는 신장, 체중, BMI, WHR, 체지방량 및 혈압을 측정하거나 계산하였다.

### 2. 식이섭취 조사

식이섭취 조사는 녹즙 섭취를 시작하기 전과 6주간의 섭취 후에 24시간 회상법을 이용하여 1대 1면담법으로 실시하였다. 면담은 사전에 훈련받은 영양사에 의해 실시되었으며, 대상자들의 섭취 분량을 회상하는데 도움을 주기 위해 food model 및 사진으로 보는 음식의 눈 대증량<sup>31)</sup>을 제시

하여 섭취한 모든 음식의 종류와 섭취량이 최대한 정확하게 조사하도록 하였다. 조사 결과는 한국영양학회 부설 영양정보센터에서 제작한 CAN program 2.0 version을 이용하여 1일 영양소 섭취량으로 환산하였다.

대상자의 최근 한달 동안 flavonoid 섭취량을 알아보기 위해 식품섭취빈도 조사를 수행하였으며, 흡연 대상자 54명에게 반정량적 식품섭취빈도 조사지를 분배하여 자가 작성하도록 지도하였다. 대상자의 1일 평균 flavonoid 섭취량은 조사대상자별로 각 식품의 1회 섭취량과 섭취빈도 값을 곱하여 개인의 1일 평균 식품 섭취량을 계산한 다음, 식품별 flavonoid 함량 database를 이용하여 계산하였다. 반정량적 식품섭취빈도 조사지 및 식품의 flavonoid 함량 database는 선행연구<sup>32)</sup>에서 개발된 것을 사용하였다. 녹즙 섭취 전과 6주간 섭취 후 두 번에 걸친 채혈 일에 24시간 회상법에 의한 식이섭취조사, 식품섭취빈도 조사 및 신체 계측조사가 동일하게 수행되었다.

### 3. 신선초 녹즙의 공급

대상자들에게 총 6주 동안 하루에 2병 (총 300 ml)의 신선초 (명일엽) 녹즙을 매일 섭취하도록 하였으며, 실험기간 동안 일상적인 식습관이나 생활습관을 유지하도록 지도하였다. 녹즙은 매일 아침 신선한 상태로 각 조사대상자 앞으로 배달되었으며 하루 중 두 번에 나누어 2병을 빠짐없이 섭취하도록 지도하였다. 녹즙을 섭취하는 동안 섭취일지를 기록하게 하여 매일 녹즙을 섭취할 수 있도록 하였고, 격주로 전화 통화하여 녹즙의 섭취를 확인하였다.

대상자에게 제공된 신선초 녹즙의 항산화 비타민 함량은 과학기술분석센터에 의뢰하여  $\alpha$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene은 HPLC 방법, vitamin C는 2, 4-dinitrophenylhydrazine (DNP) 방법으로 분석하였다.<sup>33,34)</sup>

신선초 녹즙의 비타민 C는 30.62 mg/100 ml,  $\beta$ -carotene은 1.34 mg/100 g,  $\alpha$ -tocopherol 및  $\gamma$ -tocopherol은 각각 0.34 mg/100 g과 0.02 mg/100 g이었다.

### 4. 채 혈

혈액 분석을 위하여 녹즙 섭취 전과 6주 섭취 후 아침 공복상태에서 2번에 걸쳐서 채혈하였다. 실험 대상자로부터 채혈한 혈액은 10 ml heparinated sterile tube (Vacutainer Becton Dickinson Co.)에 담아 실험실에 가져온 후, 1000 rpm에서 15분간 원심 분리하여 상층의 PRP (platelet-rich plasma)를 취한 뒤 다시 3000 rpm에서 30분간 원심 분리하여 상층의 PDP (platelet-deficient plasma)를 모아 혈장과 혈구를 분리하였다. 적혈구는 iso-osmotic phosphate buffered saline (pH 7.4)을 첨가하

여 3000 rpm에서 10분간 원심 분리를 세 번 반복한 뒤 buffer와 1 : 1로 희석하여 erythrocyte suspension으로 만들었다. 비타민 C 분석용 혈장을 제외한 혈장과 적혈구는 분석 항목별로 분주한 후 분석 전 까지 -80°C 냉동고에 보관하였다.

### 5. 혈장 지질농도 및 GOT, GPT 수준 분석

냉동고에 보관된 혈장을 꺼내서 kit 시약 (인화제약)을 이용한 효소반응을 통해 반응시킨 후에 Photometric Auto analyzer를 이용하여 혈장 지질 성분인 total cholesterol, HDL-cholesterol 및 triglyceride 함량을 분석하였고, LDL-cholesterol은 Friedwald<sup>35)</sup>식을 이용하여 계산하였다. 간 기능을 나타내는 혈장 GOT (glutamic oxaloacetic transaminase)와 GPT (glutamic pyruvic transaminase) 수준은 kit 시약 (인화제약)을 이용한 효소반응을 통해 반응시킨 후에 Photometric Auto Analyzer를 이용하여 분석하였다.

### 6. Conjugated diene (CD) 분석

CD형성은 지질의 과산화 현상으로 생기는 첫 물질이므로<sup>36)</sup> LDL 산화정도를 보기 위해 혈장 CD 수준을 분석하였다. 혈장(1 mg/ml EDTA)에 trisodium citrate buffer (pH 5.05, 5 N HCl, 50000 IU/L heparin)를 넣어 LDL을 침전시키고 Na-phosphate buffer (pH 7.4, 0.9% NaCl)로 녹였다. 다음으로는 chloroform : methanol (2 : 1) 3 ml를 첨가하고 증류수를 1 ml 넣은 후 지용성 부분만 취하여 rotary evaporator로 증발시켰다. 이것을 cyclohexane 1 ml로 녹인 후 234 nm에서 spectrophotometer로 분석하였다.<sup>37)</sup>

### 7. 혈장 항산화 비타민 측정

대상자들의 혈장 ascorbic acid는 2, 4-dinitrophenylhydrazine method<sup>38)</sup>에 의해 UV/VIS spectrometer로 분석하였다. 혈장을 metaphosphoric acid로 처리하여 단백질을 침전시키고 ascorbic acid를 안정화시켰다. Ascorbic acid는 copper-sulfate로 처리하면 dehydroascorbic acid로 산화된 뒤 diketogluconic acid로 가수분해된다. 이를 2, 4-dinitrophenylhydrazine으로 처리하면 안정한 적갈색물의 osazone이 형성되는데 이것을 520 nm에서 측정하여 혈장 ascorbic acid의 농도를 분석하였다.

혈장  $\alpha$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol 및 carotenoids는 ethanol로 단백질을 제거하고 n-hexane으로 지방을 추출한 후 rotary evaporator로 hexane을 증발시키고, mobile phase (methanol : dichloromethane=85 : 15)에 녹여

HPLC로 측정하였고<sup>39)</sup> HPLC 분석 조건은 Table 1에 제시하였다.

8. 자료의 처리

모든 자료는 SPSS-PC+ 통계 package (version 10.0)를 사용하여 처리하였다. 각 항목에 따라 백분율과 평균값 ± 표준오차 (SE)를 구하였고, 녹즙 섭취 전과 6주 섭취 후의 평균 차이에 대한 유의성은 Paired t-test를 통해 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 조사대상자의 일반 특성

조사 대상자의 일반 특성을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 본 연구 대상자는 모두 남자흡연자로서 대상자의 나이는 23~57세 범주에 있었으며 평균 나이는 40세이었다.

Table 1. HPLC apparatus and conditions

Column	Merck, LiChrospher 100 RP-18 (5 μm)
Pump	Shimadzu LC-10AT
Flow rate	0.8 ml/min
Detector	Shimadzu SPD-10A
Wavelength	tocopherols-295 nm, carotenoids-450 nm
Integrator	Shimadzu C-R6A Chromatopac
Mobile phase	metanol: Dichloromethane = 85 : 15 (v/v)

Table 2. General characteristics of the subjects

Variables	0 weeks (n=54)	6 weeks (n=54)
Age (years)	39.7 ± 1.2 <sup>1)</sup> (23-57)	
Height (cm)	174.0 ± 0.7	
Weight (kg)	71.7 ± 1.2	71.7 ± 1.2 <sup>NS</sup>
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.5 ± 0.4	24.5 ± 0.4 <sup>NS</sup>
Waist-hip ratio (WHR)	0.87 ± 0.01	0.87 ± 0.01 <sup>NS</sup>
SBP <sup>2)</sup> (mmHg)	126.1 ± 2.1	123.3 ± 2.0 <sup>NS</sup>
DBP <sup>3)</sup> (mmHg)	81.9 ± 1.7	80.3 ± 1.5 <sup>NS</sup>
Smoking Habits		
Cigarettes/day	15.3 ± 0.8	
Smoking years	15.4 ± 1.2	
Pack-years <sup>4)</sup>	12.1 ± 1.2	
Drinking Habits		
No. of drinker (n (%))	52 (96%)	
Drinks <sup>5)</sup> /day	1.7 ± 0.2	
Exercise habits (amount of exercise)		
< 30 min/day (n (%))	43 (79.6%)	
≥ 30 min/day (n (%))	11 (20.4%)	

1) All values are means ± SE, 2) SBP: systolic blood pressure, 3) DBP: diastolic blood pressure, 4) Pack-years: (Cigarettes smoked/day × years smoked)/20, 5) One drink is a dose of alcoholic beverage that delivers half ounce of pure alcohol (1drink: 8 - 12 oz of beer 1oz of hard liquor)

연구 대상자의 흡연습관을 살펴보면 흡연력은 15.4 ± 1.2년이고, 이를 하루에 한 갑 피우는 것을 기준으로 한 흡연 pack years로 보면 12.1 ± 1.2년이었으며 하루 평균 15.3 ± 0.8개의 담배를 피우는 것으로 나타났다. 대상자 중 96%가 음주를 하고 있었으며 대상자의 음주량은 1.7 ± 0.2 drink/day이었다. 운동습관을 보면 하루에 30분 미만의 운동을 하는 사람은 79.6%인 43명, 30분 이상 운동하는 사람은 20.4%인 11명이었다. 녹즙섭취 전과 비교하였을 때 6주간의 녹즙 섭취 후 조사 대상자의 체중, BMI, WHR, 수축기 혈압 및 이완기 혈압 등은 유의적인 차이를 보이지 않았다 (Table 2).

2. 신선소 녹즙섭취 전후의 영양소 섭취량의 비교

녹즙섭취를 하는 동안 식이 섭취에 변화가 있는지를 알아보기 위해 24시간 회상법 및 식품섭취 빈도조사법으로 대상자들의 영양소 섭취 실태를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 연구 대상자의 실험 시작 전과 후의 모든 영양소 섭취량은 유의적인 차이를 보이지 않았으며 특히 본 연구의 주요 관심이 되는 영양소인 비타민 A, C, E 및 carotene 섭취량, 그리고 flavonoid 섭취량은 실험 시작 전에 비해,

Table 3. Daily intakes of nutrients and cholesterol before and after *Angelica keiskei* supplemented for 6 weeks

Nutrients	0 week	6 weeks	p-value
	Amount	Amount	
Energy (kcal)	1733 ± 65 <sup>1)</sup>	1926 ± 136	NS <sup>2)</sup>
Protein (g)	82 ± 3.6	97 ± 10.4	NS
Fat (g)	47 ± 3.1	59 ± 6.4	NS
Carbohydrate (g)	264 ± 9.9	245 ± 10.3	NS
Fiber (g)	7.3 ± 0.4	8.8 ± 2.3	NS
Calcium (mg)	621 ± 35	642 ± 76	NS
Iron (mg)	15.4 ± 0.7	19.5 ± 3.1	NS
Sodium (g)	4.6 ± 0.2	7.5 ± 2.5	NS
Potassium (g)	2.7 ± 0.1	3.1 ± 0.4	NS
Vitamin A			
Retinol (μg R.E.)	103 ± 18.8	92 ± 15.4	NS
β-carotene (mg)	3.6 ± 0.3	4.2 ± 0.4	NS
		(8.2 ± 0.4) <sup>†</sup>	0.000
		105 ± 13	NS
Vitamin C (mg)	114 ± 12	(197 ± 13) <sup>†</sup>	0.000
Vitamin E (mg α-TE)	12.0 ± 1.1	13.2 ± 1.1	NS
		(14.2 ± 1.1) <sup>†</sup>	NS
Folate (μg)	239.5 ± 15.4	248.8 ± 23.1	NS
Flavonoids (mg)	62.4 ± 4.0	68.2 ± 4.0	NS
Cholesterol (mg)	236 ± 23	240 ± 29	NS

1) All values are means ± SE, 2) Not significant by paired t-test before and after green juice supplementation, †: Dietary intake includes the amount of nutrients contained in 300ml of *Angelica keiskei* juice: vitamin C 92 mg, β-carotene 4.02 mg, α-tocopherol 1.02 mg, γ-tocopherol 0.06 mg

6주 동안의 녹즙 섭취 후에도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 이는 하루 300 ml의 녹즙 섭취량을 고려하지 않은 수치이며, 녹즙에 함유되어 있는 비타민 C, E 및 carotene의 양을 감안하여 더해준 후에 녹즙 섭취 전과 후를 비교해 보면, 섭취 후에 비타민 E 섭취량은 차이가 없었으나 비타민 C와  $\beta$ -carotene의 섭취량은 유의적인 차이를 보였다.

본 연구 결과, 녹즙을 제외한 식사의 내용 특히 항산화 영양소 및 flavonoid 섭취량이 실험기간 내내 변화를 보이지 않았는데, 이와 같은 결과는 대상자들의 녹즙 섭취 전·후의 혈장 항산화 영양상태 변화는 녹즙 외의 식품 섭취 변화로부터 기인한 것이 아닌 녹즙의 단일효과라는 것을 말해주는 좋은 증거가 된다.

**3. 녹즙섭취 후 혈장 내 항산화 비타 농도의 변화**

흡연을 하게 되면 니코틴이나 일산화탄소 같은 tobacco alkaloids가 체내로 유입되는데 이들이 혈액으로부터 제거되어 호흡이나 소변으로 배설될 때 항산화 비타민이 요구된다. 따라서 흡연자들은 항산화 비타민의 대사속도가 증가하여 혈장 항산화 비타민의 수준이 저하되고,<sup>40)</sup> 담배연기로 인한 강한 산화 스트레스로 인해 다양한 질병에 노출되기 쉽다.<sup>41)</sup> 따라서 산화 스트레스에 노출되기 쉬운 흡연자에게 있어 항산화 비타민의 섭취는 중요하다. Zondervan 등<sup>42)</sup>의 연구 보고에 따르면 흡연자들의 항산화 비타민 농도는 비흡연자 보다 낮고, 섭취 또한 낮았다.

본 연구에서 흡연자에게 carotenoids와 vitamin C 농도가 풍부한 녹즙을 보충 섭취시킨 후, 항산화 비타민 농도가 개선되었는지 살펴본 결과는 Table 4와 같다. 흡연자들의 혈장 vitamin C 농도는 녹즙섭취 전 1.10 ± 0.06 mg/dL

(62.5 ± 3.4  $\mu$ mol/l)에서 녹즙섭취 후 0.99 ± 0.06mg/dL (56.2 ± 3.4  $\mu$ mol/l)로 모두 정상범위 (23  $\mu$ mol/l 이상)<sup>43)</sup>에 속하였으며, 녹즙 섭취 전후에 유의적인 차이가 없었다 (Table 4). 본 연구에서 흡연 대상자의 하루 비타민 C 평균 섭취량이 녹즙섭취 전 121 mg에서 섭취 후 189 mg으로 증가하였음에도 불구하고 (Table 3) 혈장 비타민 C 농도에 변화가 나타나지 않았던 것은 흡연으로 인해 체내 비타민 C의 요구량이 증가하였기 때문으로 생각된다. 이와 같은 결과는 우리나라 흡연자의 경우 비흡연자와 비타민 C의 섭취량은 같아도 혈장 비타민 C의 수준은 감소한다는 보고<sup>44)</sup>와 일치한다.

혈장  $\alpha$ -tocopherol 수준은 녹즙 섭취 전 2,157 ± 88.5  $\mu$ g/dl에서 녹즙섭취 후 2,156 ± 98.7  $\mu$ g/dl로,  $\gamma$ -tocopherol은 녹즙섭취 전 177.7 ± 10.9  $\mu$ g/dl에서 녹즙섭취 후 199.3 ± 13.0  $\mu$ g/dL로 각각 녹즙섭취 전·후에 유의적인 차이가 없었다 (Table 4). 체내 지용성 비타민은 지질과 함께 존재하기 때문에 혈중 지질함량에 영향을 받는다. 따라서 비타민 E 수준을 TC로 나누어 본 결과, 혈장 지질 농도를 고려한  $\alpha$ -tocopherol/TC은 녹즙섭취 전 12.3 ± 0.4  $\mu$ g/mg에서 녹즙섭취 후 13.8 ± 0.6  $\mu$ g/mg로 유의적인 증가를 보였으며  $\gamma$ -tocopherol/TC도 녹즙섭취 전인 1.0 ± 0.06  $\mu$ g/mg에서 녹즙섭취 후에 1.29 ± 0.09  $\mu$ g/mg로 유의적으로 증가하였다.

Singh 등<sup>45)</sup>은 심근경색과 당뇨 환자, 흡연자, 심혈관계 질환자의 혈청  $\beta$ -carotene농도가 낮게 나타나는 것이 산화적 손상의 영향이 정상인보다 크게 나타나는데 있다고 보고하였고, Buiatti 등<sup>46)</sup>의 연구에서는 혈장 carotenoid 수준은 섭취한 식품에 함유하고 있는 carotenoid 함량을 반영한다고 하였다. 본 연구에서 녹즙섭취 전·후의 혈장 carotenoid 수준의 변화를 보면, 녹즙섭취 전 (33.9 ± 3.0  $\mu$ g/dl)에 비해 녹즙섭취 후 (50.4 ± 5.1  $\mu$ g/dl)에  $\beta$ -carotene 농도가 유의적으로 증가하였으며  $\alpha$ -carotene, cryptoxanthin 및 lycopene 농도는 녹즙섭취 전에 비해 녹즙섭취 후에 변화를 보이지 않았다(Table 4). Muller 등<sup>47)</sup>의 보고에 따르면 당근과 시금치를 섭취한 건강한 대상자들의 혈장 carotenoids가 증가하였으며  $\alpha$ ,  $\beta$ -carotene이 풍부한 당근 섭취 후 혈장 내  $\alpha$ ,  $\beta$ -carotene 수준이 증가하고  $\beta$ -carotene 함량만 높은 시금치 섭취 후에는 혈장  $\beta$ -carotene 수준만 증가하였다. 본 연구에서는 녹즙섭취 후 흡연자의 혈장  $\beta$ -carotene 수준이 증가한 반면  $\alpha$ -carotene, cryptoxanthin 및 lycopene 농도는 변화가 없었는데 이는 녹즙에 다른 carotenoids 보다  $\beta$ -carotene이 풍부하기 때문이다. Lycopene의 경우는 일

**Table 4.** Changes of plasma antioxidant vitamin levels in the subjects before and after *Angelica keiskei* supplementation

Variables	0 week	6 weeks
Vitamin C (mg/dL)	1.10 ± 0.06 <sup>1)</sup>	0.99 ± 0.06 <sup>NS2)</sup>
Tocopherols		
$\alpha$ -tocopherol ( $\mu$ g/dL)	2157 ± 89	2156 ± 99 <sup>NS</sup>
$\gamma$ -tocopherol ( $\mu$ g/dL)	178 ± 11	199 ± 13 <sup>NS</sup>
$\alpha$ -tocopherol/TC ( $\mu$ g/mg)	12.3 ± 0.4	13.8 ± 0.6*
$\gamma$ -tocopherol/TC ( $\mu$ g/mg)	1.00 ± 0.06	1.29 ± 0.09*
Carotenoids ( $\mu$ g/dL)		
$\alpha$ -carotene	8.07 ± 0.74	7.66 ± 0.88 <sup>NS</sup>
$\beta$ -carotene	33.9 ± 3.0	50.4 ± 5.1***
Cryptoxanthin	77.0 ± 5.7	78.0 ± 6.1 <sup>NS</sup>
Lycopene	13.1 ± 1.2	11.4 ± 0.9 <sup>NS</sup>

1) Mean ± SE, 2) Values at 6 weeks are not significantly different from values at 0 week by paired t-test, \*: p < 0.05, \*\*\*: p < 0.001 by paired t-test

반적으로 토마토 및 그 가공품에 많이 들어 있는 carotenoids이므로 녹즙섭취 후 흡연자의 혈장 lycopene 농도에 변화가 없었던 것으로 보이며, 토마토와 같은 lycopene 급원식품을 섭취하였을 때를 제외하고는 혈장 lycopene 수준은 크게 변화를 보이지 않는 것으로 보고되고 있다.<sup>47)</sup>

**4. 녹즙섭취 후 혈중 지질 양상의 변화**

녹즙 섭취 후 흡연자의 혈장 지질 수준은 Table 5와 같다. 혈장 중성지방 수준은 녹즙 섭취 전과 후에 차이를 보이지 않았으나, 혈장 총 콜레스테롤 (TC) 수준은 녹즙 섭취 전 175.6 ± 4.61 mg/dl에서 신선초 녹즙 섭취 후 155 ± 4.5 mg/dl로 12% 정도의 유의적인 감소를 보였다. 또한 혈장 LDL-콜레스테롤 (LDL-C) 수준도 녹즙 섭취 전 111.61 ± 4.89 mg/dl에서 녹즙섭취 후 99.63 ± 6.08 mg/dl로 11%의 유의적인 감소를 보였다. 그러나 흡연자의 HDL-콜레스테롤 (HDL-C) 수준은 녹즙 섭취 전과 후에 차이를 보이지 않았다.

권수미 등<sup>30)</sup>의 연구에서 고지혈증을 보이는 대상자에게 케일 녹즙을 보충시킨 후 혈중 지질양상에 미치는 영향을 살펴보았는데, 케일 녹즙 보충섭취 결과 총 콜레스테롤은 변화가 없었으나 HDL-C은 증가하고 LDL-C은 감소하였다. 또 포도주스를 흡연자에게 보충시켰을 때 혈중 TC 및 HDL-C수준이 증가했다는 보고도 있다.<sup>14)</sup> 그러나 Hininger 등<sup>48)</sup>은 흡연자에게 당근, 토마토, 시금치를 주었을 때 지질 수준에 변화가 없었다고 하였다. 현재까지 채소 및 과일의 섭취가 지질수준을 개선해주는지에 대한 것은 명확하지는 않다. 앞으로 이 부분에 대해서는 더 연구가 필요하다고 본다.

**5. 녹즙섭취 후 LDL산화 수준의 변화**

녹즙의 섭취가 흡연자의 혈장 내 LDL의 산화정도에 미치는 영향을 conjugated diene (CD) 방법으로 살펴 본 결과, 혈장 CD수준은 녹즙 섭취 전 90.72 ± 1.93 μmol/l에서 녹즙섭취 후 83.84 ± 1.52 μmol/l로 유의적으로 감소하였다(Fig. 1).

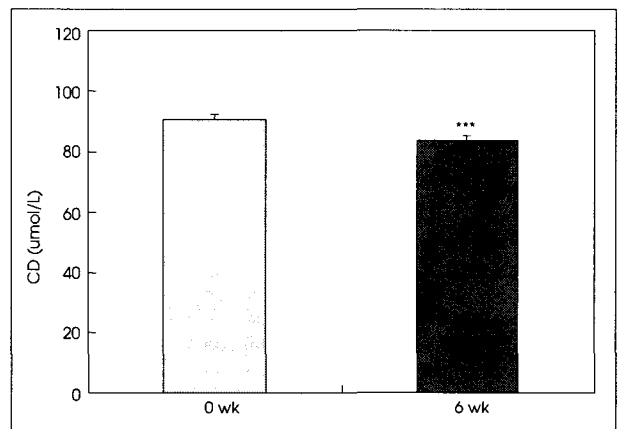
**Table 5.** Changes of plasma lipid profiles before and after *Angelica keiskei* supplementation

Variables	0 week	6 weeks
Triglyceride (mg/dl)	120.3 ± 7.9 <sup>1)</sup>	111.2 ± 7.9 <sup>NS</sup>
Total chol (mg/dl)	175.6 ± 4.6	155 ± 4.5 <sup>***</sup>
LDL-chol (mg/dl)	111.6 ± 4.9	99.6 ± 6.1 <sup>*</sup>
HDL-chol (mg/dl)	37.8 ± 1.2	37.7 ± 1.9 <sup>NS</sup>

1) Mean ± SE, 2) Values at 6 weeks are not significantly different from values at 0 week by paired t-test, \*: p < 0.05, \*\*\*: p < 0.001 by paired t-test

LDL의 산화는 동맥경화와 같은 심혈관질환의 발생에 있어서 중요한 인자로 작용한다. 흡연으로 인해 체내에 free radical이 많이 생성되면 세포막이나 내피세포조직에서 발견되는 다가불포화지방산의 과산화를 유도할 수 있다. 특히 LDL내에 있는 다가불포화지방산은 가장 산화되기 쉽기 때문에 LDL 지용성 부분의 과산화는 세포막과 내피세포 조직의 기능에 손상을 주어 동맥경화와 같은 심혈관 질환과 관련된 원인이 된다.<sup>49)</sup> LDL의 과산화 정도가 높았던 흡연자에게 β-carotene을 공급하였을 때 β-carotene은 pro-oxidant로 작용하여 LDL지질 과산화를 감소시키지 못하였다.<sup>50)</sup> 그러나 β-carotene 대신에 β-carotene이 풍부한 채소를 공급한 흡연자에게서는 LDL 지질과산화가 지연되는 것이 관찰되어<sup>51)</sup> 정제된 β-carotene 보다는 식품 내 함유되어 있는 β-carotene을 섭취하는 것이 더 바람직하다고 생각된다. 이 외에도 여러 종류의 flavonoid와 포도주에 함유된 phenol 화합물이 *in vitro* 또는 *ex vivo*에서 LDL 산화를 억제한다는 결과가 보고되었다.<sup>52)</sup> 본 연구에서도 녹즙의 보충으로 conjugated diene (CD)의 감소효과를 확인할 수 있었는데 이는 신선초 녹즙에 β-carotene이 풍부할 뿐 아니라 비타민 C 등 다른 항산화 비타민과 flavonoid 함량이 풍부한 것과 관련이 있는 것으로 생각된다.

또한 우리나라에서 수행되고 있는 지질과산화 관련 연구는 TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances)가 대부분인데 본 연구에서는 산화 LDL정도를 알아보는 방법으로 지용성 부분의 과산화 첫 개시물인 CD (conjugated Diene)를 측정하였다. TBARS나 MDA는 지질과산화를 유발시켜서 보는 간접적인 방법인데 비해 CD (conjugated diene) 방법은 지질과산화를 유도하지 않고 본래 LDL에 존재하는 지질과산화물의 수준을 볼 수 있는 보다



**Fig. 1.** Changes of CD concentration in LDL in the subjects before and after *Angelica keiskei* supplementation, mean ± SE. \*\*\*: p < 0.0001 by paired t-test.

직접적인 방법이다.<sup>37)</sup> 그러나 지질과산화의 개선정도를 보고자 할 때 CD만을 사용하는 것보다 TBARS를 함께 분석한다면 연구 결과에 더 큰 의미를 부여할 수 있을 것으로 본다. 이는 CD가 지질과산화 첫 개시물인데 반해, TBAR는 지질과산화의 최종산물인 malondialdehyde를 보는 방법이기 때문이다.

**6. 녹즙섭취 후 간기능 정도의 변화**

신선초는 예로부터 간장질환에 관한 민간요법으로 사용되어왔고, 정 등<sup>27)</sup>은 신선초 녹즙이 사염화 탄소를 투여한 흰쥐의 간 손상을 개선한다고 보고하였다. 본 연구에서 녹즙섭취 후 흡연자의 혈장 지질 및 지질과산화 상태가 개선된 것으로 보아 녹즙은 지질대사의 항상성을 조절하는 주요 기관인 간의 기능도 개선시킬 수 있음을 생각해 볼 수 있다. 이를 보고자 하여 녹즙섭취 전·후로 대상자의 혈장 GOT (glutamic oxaloacetic transaminase)와 GPT (glutamic pyruvic transaminase) 활성정도에 변화가 나타났는지 살펴보았다. GOT와 GPT는 간질환의 진단에 이용되는 지표로서 혈중 GOT와 GPT의 상승은 이들이 분포하고 있는 장기의 세포 변성 및 괴사를 반영하며 흡연군에서 이들 지표가 높다고 보고된 바 있다.<sup>53)</sup>

본 연구 대상자의 녹즙섭취 전후 혈장 GOT와 GPT의 수치는 모두 정상범위(35 U/l 이하)에 속하였으며, 신선초 녹즙 섭취 전 혈장 GOT수준은  $33.78 \pm 1.78$  U/l에서 녹즙섭취 후  $32.23 \pm 1.45$  U/l로 변화가 없었다. 그러나 혈장 GPT 수준은  $33.71 \pm 1.85$  U/l에서 녹즙 섭취 후  $28.68 \pm 1.59$  U/l로 유의적인 감소를 보였다 (Fig. 2). 즉, 6주간의 녹즙섭취가 흡연자의 GPT 값으로 본 간기능 개선에 좋은 효과가 있을 가능성을 볼 수 있었다. 그러나 녹즙섭취 전, 연구 대상자의 간 기능 수치가 모두 정상수치였으므로 이 결과에 임상적인 의미를 부여하기는 어렵다. 앞으로 체내 GOT와 GPT 값이 비정상적으로 높은 흡연자들을 대상으로 신선초 녹즙의 간 기능 개선효과에 대한 연구가 활발히 진행되어야한다고 본다.

**요약 및 결론**

본 연구에서는 흡연자에 대한 지질양상 및 항산화 상태의 개선을 위한 자료를 마련하고자 대전 지역에 남자 흡연자를 대상으로 최근 음용이 증가하고 있는 신선초 녹즙 보충 급여 효과를 조사하기 위해 신선초 녹즙을 2병 (300 ml) 씩 6주간 보충 섭취시켜 혈장 내 지질 및 항산화 영양소, 간 기능에 미치는 영향을 관찰하였다. 실험 결과, 흡연자의 녹

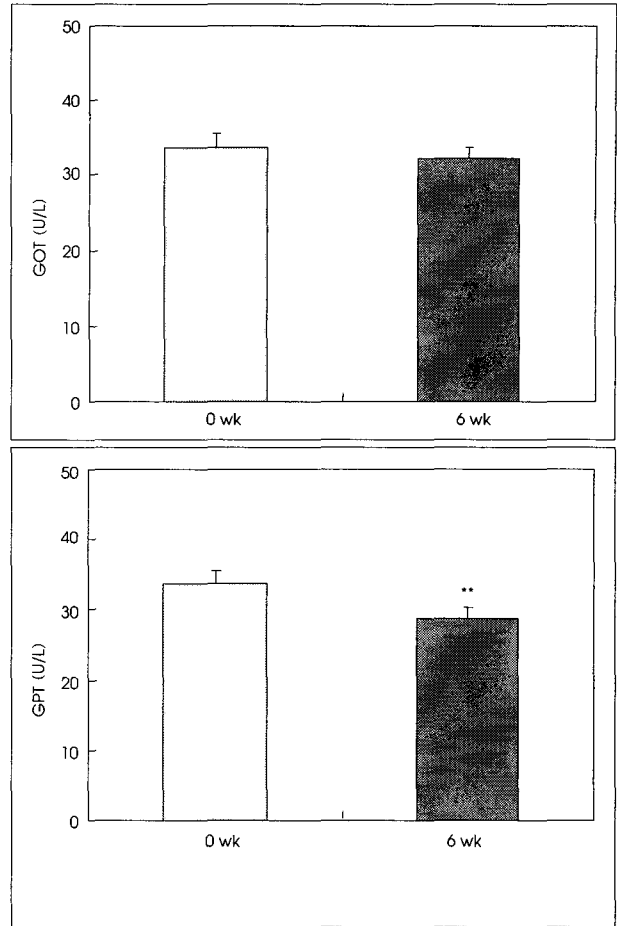


Fig. 2. Changes of GOT and GPT levels in the subjects before and after *Angelica keiskei* supplementation.

즙섭취 전과 후에 녹즙을 제외한 항산화 영양소 섭취수준에는 변화가 없었다. 항산화 영양상태의 변화를 보면, 혈장 비타민 C는 녹즙섭취 전·후에 차이가 없었으나, 혈장  $\alpha$ -tocopherol/TC는 녹즙섭취 전  $12.3 \pm 0.4$   $\mu$ g/mg에서 녹즙섭취 후  $13.8 \pm 0.6$   $\mu$ g/mg로, 혈장  $\gamma$ -tocopherol/TC는 녹즙섭취 전  $1.0 \pm 0.06$   $\mu$ g/mg에서 녹즙섭취 후  $1.29 \pm 0.09$   $\mu$ g/mg로 증가하였다. 혈장  $\beta$ -carotene 수준도 녹즙섭취 전 ( $33.9 \pm 3.0$   $\mu$ g/dl)에 비해 녹즙섭취 후 ( $50.4 \pm 5.1$   $\mu$ g/dl)에 증가하였다. 혈장 TC 수준은 섭취 전  $175.6 \pm 4.61$  mg/dl에서 섭취 후  $155 \pm 4.5$  mg/dl로 12% 감소하였으며 혈장 LDL-콜레스테롤 (LDL-C) 수준도 녹즙 섭취 전  $111.61 \pm 4.89$  mg/dl에서 녹즙섭취 후  $99.63 \pm 6.08$  mg/dl로 11%의 유의적인 감소를 보였다. 그러나 혈장 TG와 HDL-C는 차이가 없었다. LDL의 산화생성물인 혈장 CD 수준은 녹즙 섭취 전  $90.72 \pm 1.93$   $\mu$ mol/l에서 녹즙섭취 후  $83.84 \pm 1.52$   $\mu$ mol/l로 감소하였다. 한편, 간 기능을 살펴본 결과 녹즙섭취 후에 혈장 GOT

수준은 변함이 없었으나, 혈장 GPT 수준은 녹즙 섭취 전  $33.71 \pm 1.85$  U/l에서 녹즙 섭취 후  $28.68 \pm 1.59$  U/l로 유의적인 감소를 보였다.

이상의 결과로 흡연자의 녹즙보충은 항산화 영양소 수준과 지질양상을 개선시켰고 지질과산화 개선 및 간 기능에 있어서 개선효과를 기대해 볼 수 있었다. 흡연자를 대상으로 녹즙을 섭취케 한 후 이와 같이 여러 지표의 개선효과를 관찰한 것으로부터 신선초 녹즙섭취가 흡연자의 산화적 손상과 관련된 질병을 예방하기 위한 좋은 방법 중 하나로 제시될 수 있을 것으로 사료된다. 녹즙섭취의 고지혈증 개선 및 간 기능 개선효과에 관하여는 추후에 각 항목의 고 위험자를 대상으로 하는 구체적인 연구가 요구된다.

#### Literature cited

- Mjos OD. Lipid effects of smoking. *Am Heart J* 115: 272-275, 1998
- McGill HC Jr. The cardiovascular pathology of smoking. *Am Heart J* 125: 250-257, 1998
- Diplock AT. Antioxidants and disease prevention. *Mol Aspects Med* 15(4): 293-376, 1994
- Handelman GJ, Packer L, Cross CE. Destruction of tocopherols, carotenoids, and retinol in human plasma by cigarette smoke. *Am J Clin Nutr* 63(4): 559-565, 1996
- Loft S, Poulsen HE. Cancer risk and oxidative DNA damage in men. *J Mol Med* 74(6): 297-312, 1996
- Brown KM, Morrice PC, Arthur JR, Duthie GG. Effects of vitamin E supplementation on erythrocyte antioxidant defence mechanism of smoking and non-smoking men. *Clin Sci (Lond)* 91(1): 107-111, 1996
- Brown KM, Morrice PC, Duthie GG. Vitamin E supplementation suppresses indexes of lipid peroxidation concentration remain unchanged. *Am J Clin Nutr* 60(3): 383-387, 1994
- Omenn GS, Goodman GE, Thornquist MD, Balmes J, Cullen MR, Glass A, Keogh JP, Meyskens FL Jr, Valanis B, Williams JH Jr, Barnhart S, Cherniack MG, Brodtkin CA, Hammar S. Risk factors for lung cancer and for intervention effects in CARET, the beta carotene and retinol efficacy trial. *J Natl Cancer Inst* 88(21): 1550-1559, 1996
- Albanes D, Heinonen OP, Taylor PR, Virtamo J, Edwards BK, Rautalahti M, Hartman AM, Palmgren J, Freedman LS, Haapakoski J, Barrett MJ, Pietinen P, Malila N, Tala E, Liippo K, Salomaa ER, Tangrea JA, Teppo L, Askin FB, Taskinen E, Erozan Y, Greenwald P, Huttunen JK.  $\alpha$ -Tocopherol and  $\beta$ -Carotene supplements and lung cancer incidence in the  $\alpha$ -Tocopherol,  $\beta$ -Carotene cancer prevention study: effects of base-line characteristics and study compliance. *J Natl Cancer Inst* 88(21): 1560-1570, 1996
- Riso P, Pinder A, Santangelo A, Porrini M. Does tomato consumption effectively increase the resistance of lymphocyte DNA to oxidative damage? *Am J Clin Nutr* 69: 712-712, 1999
- Pool-Zobel BL, Bub A, Muller H, Wollowski I, Rechkemmer G. Consumption of vegetables reduces genetic damage in humans: First results of a human intervention trial with carotenoid-rich Foods. *Carcinogenesis* 18(9): 1847-1850, 1997
- Kang M-H, Park EJ, Kim SM, Kim JS. Grape juice consumption protects DNA damage in human peripheral lymphocytes. *FASEB Meeting Experimental Biology 2002, New Orleans, Louisiana, USA, April 20-24, A996, 2002*
- Park YK, Kang M-H. Daily Grape juice consumption reduces plasma free radical level in healthy subjects. *FASEB Meeting Experimental Biology 2002, New Orleans, Louisiana, USA, April 20-24, A223, 2002*
- Kim JS, Jeon EJ, Kim HY, Park YK, Kang M-H. The effects of grape Juice supplementation on plasma lipid profiles, plasma antioxidant status in smokers. *Symposium of Korean Nutritional Society, April, (Abst.), 2002*
- Lee BM, Lee SK, Kim HS. Inhibition of Oxidative DNA Damage, 8-OHdG, and carbonyl contents in smokers treated with antioxidants (vitamin E, vitamin C, beta-carotene and red ginseng). *Cancer Lett* 23:132(1-2): 219-227, 1998
- Jung SY, Kim HY, Yoon S. Analysis of antioxidant nutrients in green yellow vegetable juice. *Korean J Food Sci Technol* 31(4): 880-886, 1999
- Kim OK, Kung SS, Park WB, Lee MH, Ham SS. The nutritional components of aerial whole plant and juice of *Angelica keiskei* Koidz *Korean J Food Sci Technol* 24(6): 592-596, 1992
- Park JC, Cho YS, Park SK, Park JR, Jeon SS, Ok KD, Choi JW. Isolation of Flavone-7-O- glycosides from the aerial Parts of *Angelica Keiskei* and anti-hyperlipidemic effect. *Korean J Pharmacogn* 26(4): 337-373, 1995
- Jeon SS, Park JC, Kim SH, Lee DY, Choi HM, Hwang EY. Changes in biologically active component of *Angelica keiskei* by Cooking Methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(1): 121-125, 1998
- Park WB, Kim DS. Changes of contents of  $\beta$ - carotene and vitamin C and antioxidative activities of juice of *Angelica keiskei* Koidz stored at different conditions. *Korean J Food Sci Technol* 27(3): 375-379, 1995
- Lee SM, Park KY, Lee SH. Antimutagenic effect and active compound analysis of kale juice in salmonella assay system. *Korean J Food Sci Technol* 26(5): 965-971, 1997
- Hahn KS, Jeong EH, Ham SS, Shim TH, Lee TS, Lee HK. Antimutagenicity of small water dropwort juice on the microbial mutagenicity induced by 2-Aminofluorene. *J Fd Hyg Safety* 8(4): 225-230, 1993
- Jeon EJ, Kim JS, Park YK, Kim TS, Kang M-H. Protective effect of yellow-green vegetables juices on DNA damage in chinese hamster lung cell using comet assay. *Korean J Nutr* 36(1): 24-31, 2003
- Okuyama T, Takata M, Takayasu J, Hasegawa T, Tokuda H, Nishino A, Nishino H, Iwashima A. Anti-tumor-promotion by principles obtained from *Angelica keiskei*. *Planta Med* 57(3): 242-246, 1991
- Chung SY, Kim NK, Yoon S. Nitrite scavenging effect of methanol fraction obtained from green yellow vegetable juices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(2): 342-347, 1999



- 26) Chung SY, Kim SH, Kim HS, Kang JS, Chung HS, Kim KJ, Kim HJ. Effects of water soluble extract of ganoderma lucidum, kale juice and sodium dextrothyroxine on hormone and lipid metabolism in hypercholesterolemic rats 1. concentrations of triiodothyronine, thyroxine, blood sugar and lipid composition in serum. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 19(5) : 381-389, 1990
- 27) Chung HK, Park PS, Huh NC, Kim SO, Kim KS, Lee MR. Inhibitory effect of *Angelica keiskei* Koidz green juice on the liver damage in CCl<sub>4</sub>-treated Rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(3) : 531-536, 1998
- 28) Park JC, Park SK, Cho YS, Chun SS, Park JR, Choi SH. Cholesterol lowering effect of *Angelica Keiskei*. *Symposium of Korean Soc Food Sci Nutr April, (Abst.)*, pp.69, 1996
- 29) Park JR, Park SK, Cho YS, Chun SS, Choi SH, Park JC. Effects of *Angelica keiskei* on lipid metabolism in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(2) : 308-313, 1997
- 30) Kwon SM, Yoon S, Kim SY, Park KS, Yeoh Lim Choi I, Lee YJ. Study on lipid lowering effect of green vegetable juice. *Symposium of Korean Nutritional Society, Oct, (Abst.)*, pp.84, 2000
- 31) Photo Collection of Estimated Food Weight. *Korean Dietetic Assoc*, 1999
- 32) Park YK, Kim YA, Park EJ, Kim JS, Kang MH. Estimated flavonoids intake in Korean adults using semiquantitative food-frequency questionnaire. *Korean J Nutr* 35(10) : 1081-1088, 2002
- 33) The ministry of health and welfare. Food Standard Code. Seoul, Korea, 1995
- 34) Kim MH, Kim MC, Park JS, Park EJ, Lee JO. Determination of antioxidants contents in various plants used as tea materials. *Korean J Food Sci Technol* 31(2) : 273-279, 1999
- 35) Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low density-lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18(6) : 499, 1972
- 36) Ahotupa M, Vasankari TJ. Baseline diene conjugation in LDL lipids: An indicator of circulating oxidized LDL. *Free Radic Biol Med* 27(11-12) : 1141-1150, 1999
- 37) Ahotupa M, Ruutu M, Mätylä E. Simple methods of quantifying oxidation products and antioxidant potential of low density lipoproteins. *Clin Biochem* 29(2) : 139-144, 1996
- 38) Pesce AJ, Kaplan LA. Methods in clinical chemistry. The C.V. Mosby Company, 1987
- 39) Genser D, Kang M-H, Vogelsang H, Elmadfa I. Status of lipid-soluble antioxidants and TRAP in patients with crohn's disease and healthy controls. *Eur J Clin Nutr* 53: 675-679, 1999
- 40) Kallner AB, Hartmann D, Hornig DH. On the requirements of ascorbic acid in man : Steady state turnover and body pool in smoker. *Am J Clin Nutr* 24: 1347-1355S, 1981
- 41) Eiserich JP, van der Vliet A, Handelman GJ, Halliwell B, Cross CE. Dietary antioxidants and cigarette smoked-induced biomolecular damage: A Complex interaction. *Am J Clin Nutr* 62(6 suppl) : 1490S-150S, 1995
- 42) Zondervan KT, Ocke MC, Smit HA, Seidell JC. Do dietary and supplementary intakes of antioxidants differ with smoking status. *Int J Epidemiol* 25(1) : 70-79, 1996
- 43) Schectman G, Byrd JC, Hoffmann R. Ascorbic acid requirements for smokers: Analysis of a Population Survey. *Am J Clin Nutr* 53(6) : 1466-1470, 1991
- 44) Park JA, Kang M-H. Vitamin C intakes and serum levels in smoking college students. *Korean J Nutr* 29(2) : 122-133, 1996
- 45) Singh RB, Niaz MA, Bishnoi I, Sharma JP, Gupta S, Rastogi SS, Singh R, Begum R, Chibo H, Shoumin Z. Diet, Antioxidant vitamins, oxidative stress and risk of coronary artery disease: The Peerzada Prospective Study. *Acta Cardiol* 49(5) : 453-467 1994
- 46) Buiatti E, Munoz N, Kato I, Vivas J, Muggli R, Plummer M, Benz M, Franceschi S, Oliver W. Determinants of plasma antioxidant vitamin levels in a population at high risk for stomach cancer. *Int J Cancer* 65(3) : 317-322, 1996
- 47) Muller H, Bub A, Watzl B, Rechkemmer G. Plasma concentrations of carotenoids in healthy volunteers after intervention with carotenoid-rich Food. *Eur J Nutr* 38(1) : 35-44, 1999
- 48) Hininger I, Chopra M, Thurnham DI, Laporte F, Richard MJ, Favier A, Roussel AM. Effect of increased fruit and vegetable intake on the susceptibility of lipoprotein to oxidation in smokers. *Eur J Clin Nutr* 51(9) : 601-606, 1997
- 49) Aruoma OI, Cuppett SL. Antioxidant methodology: in vivo and in vitro concepts. AOCS press, 1997
- 50) Zhang P, Omaye ST. Antioxidant and prooxidant roles for  $\beta$ -carotene,  $\alpha$ -tocopherol and ascorbic acid in human lung cells. *Toxicol in vitro* 15(1) : 13-21, 2001
- 51) Chopra M, O'Neill ME, Keogh N, Wortley G, Southon S, Thurnham DI. Influence of increased fruit and vegetable intake on plasma and lipoprotein carotenoid and LDL oxidation in smokers and nonsmokers. *Clin Chem* 46(11) : 1818-1829, 2000
- 52) Hayek T, Fuhrman B, Vaya J, Rosenblat M, Belinky P, Coleman R, Elis A, Aviram M. Reduced progression of atherosclerosis in apolipoprotein E deficient mice following consumption of red wine or its polyphenol quercetin or catechin, is associated with reduced susceptibility of LDL oxidation and aggregation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 17(1) : 2744-2752, 1997
- 53) Pessione F, Ramond MJ, Njapoum C, Duchatelle V, Degott C, Erlinger S, Rueff B, Valla DC, Degos F. Cigarette smoking and hepatic lesions in patients with chronic hepatitis C. *Hepatology* 34(1) : 121-125, 2001