

## 녹차와 실크 펩타이드 및 캡슐 소재 함유 조성물이 여대생들의 복용 기간별 체지방 및 혈청 지질 성상 변화에 미치는 영향

이성희<sup>†</sup> · 조병남 · 홍이진 · 이민숙 · 주상섭\* · 김동명 · 진동규\*\* · 노숙령\*\*\*

(주)아미노젠 중앙연구소, \*서울대학교 약학대학  
\*\*효산의료재단, \*\*\*중앙대학교 생활과학대학

### Effects of Green Tea, Cocoon Hydrolysates and Capsulated Components Mixture on Body Fat and Serum Lipid Composition in College Women in Terms of Supplemented Periods

Sung Hee Lee<sup>†</sup>, Byung Nam Cho, I Jin Hong, Min Sook Lee, Sang Sup Jew\*,  
Dong Myung Kim, Dong Kyu Jin\*\* and Sook Nyung Rho\*\*\*

Aminogen Co., Ltd., Cancer Research Institute, College of Medicine,  
Seoul National University, Seoul 110-799, Korea

\*Dept. of Pharmacy, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

\*\*Anyang Hospital, Gyeonggi-do 430-015, Korea

\*\*\*Dept. of Food Science and Technology, Chung Ang University, Gyeonggi-do 456-756, Korea

#### Abstract

This study is to investigate effects of green tea and capsulated components mixture on body fat and serum lipid composition and fat distribution in college women students in terms of supplemented periods. During 3 months of this research, 34 college women students (average age 20.3 yr) were selected as subjects. Nutrient intake was investigated by questionnaire and 24-hr recall method. Anthropometric assessments of the subjects were investigated by SBIA method (Segmental Bioimpedance Assay, Inbody 3.0). The results were as follows: mean body height was 162.5 cm and mean body weight and mean BMI (Body Mass Index, kg/m<sup>2</sup>) were 57.9 kg and 21.9, respectively. Status of carbohydrate intake decreased significantly ( $p < 0.05$ ) and dietary fiber intake increased significantly ( $p < 0.001$ ) after supplementation. WHR (waist-hip ratio) decreased significantly ( $p < 0.05$ ) and body fat and percent body fat decreased significantly after supplementation ( $p < 0.05$ ). Total cholesterol and triglyceride decreased significantly after supplementation ( $p < 0.001$ ). Above results of this study show that green tea, silk peptide and dietary fiber supplementation-added routine diet improves body fat distribution, total cholesterol, triglyceride. Especially, declination of abdominal fat and WHR was notable, since that means diminution of risk factors for obesity and chronic degenerative diseases.

**Key words:** green tea, cocoon hydrolysates, capsulated components, body fat, serum lipid

#### 서 론

비만이란 신체에 지방조직이 과잉 축적된 상태로, 정상인의 표준체중보다 20~25% 이상 초과하거나 체질량지수(body mass index: BMI, kg/m<sup>2</sup>)가 27 이상일 때를 말한다(1). 비만의 원인으로서는 유전, 과다한 열량 섭취, 잘못된 식습관, 운동 부족, 스트레스 및 내분비 장애 등을 들 수 있고 이로 인해 발생하는 질병은 이미 미국을 비롯한 서구에서는 보편화된 영양문제로 다루어지고 있으며 근래에 우리나라에서도 산업화에 따른 경제발전으로 식생활이 개선되고 생활양식이 편리하여짐에 따라서 비만증 환자가 점차 늘고 있다(2,3). 통계

에 따르면 국내에서는 아직 비만인 발생률이 정확하게 밝혀져 있지 않으나 10% 내외로 예상되고 있고(4) 구미 선진국에서는 남자의 약 20%와 여자의 30% 이상이 비만인 것으로 추정되고 있는 실정이다(5). 이러한 비만인 증가 문제의 심각성은 많은 연구결과 보고되었듯이 비만한 사람에게서 여러 질병상태에 의한 유병률 및 사망률이 높다는 사실에 있는 반면(6) 체중 감량에 의해 유병률 및 사망률이 감소된다는 사실이 보고되었는데 Framingham(7)의 연구 결과 10% 체중 감소했을 때 혈중 포도당을 2.5 mg/dL, 혈중 콜레스테롤을 11.3 mg/dL, 수축기 혈압을 6.6 mmHg, 혈중 노산을 0.33 mg/dL 감소시키며 이는 관동맥질환의 발병율을 약 20% 감

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: caulee@aminogen.co.kr  
Phone: 82-2-743-6788. Fax: 82-2-741-8769

소시키는 효과가 있으리라고 보고한 바 있다. 최근식이 섬유소로 알려진 비소화성 다당류가 생리적 또는 영양적 측면에서 중요하게 인식되면서 체중 감량에 많이 이용되고 있는데 식이섬유소는 팽창하는 성질로 인해 정장작용과 연동 운동을 촉진하여 변비나 대장암 등의 예방에 도움이 된다고 하며 (8-10), cholesterol의 흡수를 저해시켜 비만, 고지혈증, 동맥경화 등을 예방할 수 있는 물질로 작용할 수 있다고 한다(11,12).

녹차(*Camellia sinensis*, 차나무과) 잎 내의 catechin류는 (+)catechin(C), (-)epicatechin(EC), (-)epicatechin gallate (ECG), (-)epigallocatechin(EGC), (-)epigallocatechin gallate (EGCG) 등이 있는데(13) 카테킨 화합물 중 가장 관심을 모으는 물질은 EGCG로서 가장 강력한 효능을 지닌 것으로 평가되고 있으며 이는 항산화제로 널리 이용되는 비타민 E보다 25배, 비타민 C보다 100배 더 효능이 있다고 한다(14). 이러한 항산화 효과 이외에 녹차의 체중 조절 및 에너지 소비 증가 효과가 입증된 바 있는데 녹차 추출물을 섭취한 결과 일일 에너지 소비량(EE)과 지방 산화가 증가되었다고 하며(15) 녹차의 EGCG 성분에 의한 비만 억제 효과도 보고된 바 있다(16).

누에고치의 가수분해물인 실크 펩타이드는 18종의 amino acids와 peptide로 이루어져 있으며, 특히 serine, glycine, alanine 등은 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추어 주는 작용을 하며, 항산화 효과 및 면역 관련 작용을 한다고 한다(17). 또한, 이러한 실크 펩타이드는 발열반응과 활동량을 증가시키고 섭취량을 감소시켜 체중과 체지방량 감소의 역할 및 비만과 연관이 있는 leptin의 농도를 증가시키는 작용을 하는 것으로 알려져 있다(18-20). 이러한 실크 아미노산과 펩타이드의 상호작용에 의하여 체내에 존재하는 노폐물을 배출시키면서 체지방을 분해하는 작용이 촉진되어 체중 감소에 도움이 되는 것으로 알려져 있다(21,22).

비타민 C는 생체의 세포 내의 중요한 물질대사에 관여하고 있으며 세포간의 결합조직 특히 collagen의 생성과 유지에 필수적이므로 피부에 영향을 미치는데 proline의 hydroxylation반응에 관여함으로써 collagen을 구성하는 hydroxyproline을 생성한다고 하며(23) 또한 암예방 및 치유에 있어서의 중요성에 대해서도 많은 연구들이 진행되었다(24). 그러나 비타민 C는 매우 불안정한 물질로 가역적 산화-환원 시스템에 의해 식품 중에서 쉽게 산화되어 dehydroascorbic acid (DHAA)가 되며 DHAA에서 더욱 산화되면 이는 diketogulonic acid(DKG)로 비가역적으로 분해되어 비타민 C로서의 활성을 완전히 잃게 된다(25).

대표적인 장내 혐기성균으로는 *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Bifidobacteria*, *Lactobacilli*, *Streptococci* 등이 있는데 이들 중 *Lactobacilli*와 *Bifidobacteria* 등의 유산균은 우리 몸에 필요한 영양분, 비타민, 아미노산, 단백질 등의 합성, 면역강화, 소화촉진 등의 유익한 작용을 하고 장내세균을 안정화시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(26). 유산균은 정상인의 장내에서 초산과 젖산 등의 유기산을 생성하여 장내부패세균의 성

장을 억제할 뿐 아니라 설사, 변비 등의 장 질환을 예방 치료하는 효과가 있는 것으로 알려져 유산균 발효유의 소비는 날로 증가하는 추세이나(27,28) 위산에 대한 내산성이 낮아 위액과 담즙에 의해 불활성화되는 것이 문제시되면서 유산균을 캡슐화시킨 발효유가 많이 이용되고 있다. 캡슐 발효유뿐만 아니라 최근 건강식품이나 일반 식품에 캡슐 공법이 다양한 형태로 응용되고 있는데 캡슐은 식품산업에서 변하기 쉬운 성분의 변성과 손실방지 또는 특수한 풍미나 맛으로부터 식품을 보호해 주는 기능을 한다(29).

따라서 본 연구에서는 산화, 변성되기 쉬운 비타민 C와 유산균을 캡슐화하여 비타민 C의 활성을 유지시키는 물론 유산균에 보호막을 씌움으로써 불활성화를 방지하고자 하였으며 녹차잎과 캡슐화한 비타민 C, 유산균 및 실크 펩타이드, 다시마, 차전자피, 알로에 등의 섭취가 체지방 감소 및 체중 감량에 미치는 효과를 확인하고자 여대생 34명을 대상으로 4주간 복용시키면서 체조성 및 혈액 성분 변화를 측정하였다.

## 재료 및 방법

풍부한식이 섬유소를 함유하고 있는 차전자피, 다시마, 알로에, 글루코만난 추출물과 체지방 분해와 신체 balance 유지에 도움을 주는 실크 펩타이드, 녹차잎 및 정장 기능에 도움을 주는 유산균과 항산화 기능이 있는 비타민 C가 첨가된식이 섬유소 보충용 식품은 식품공전상의 기준에 맞추어 예비실험을 통해 배합비율을 조정하였으며(30), 그 성분 배합비율은 Table 1과 같다. 이 중 녹차, 실크 펩타이드, 유산균 및 비타민 C는 다음과 같은 방법으로 가공하였다.

### 누에고치 유래 실크 펩타이드 제조 방법

정선된 누에고치 10 g에 5% (w/v) 농도의  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  수용액 500 mL을 처리하여 1시간 동안 가열하고 여과지로 여과하여 용해된 sericin을 제거하였다. 잔사를 열수를 이용하여 수차례 세척함으로써 잔여 sericin과  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 을 제거하였다. 이로써 sericin이 제거되어 피브로인만 남아있는 피브로인 건

Table 1. Formula for supplementation

Ingredients	Level (%)
Psyllium husk	10.8
Refined konyac flour (from <i>Amorphophallus konjac</i> )	7.0
Aloe powder	13.2
Kelp powder	24.0
Polydextrose powder	14.2
Qualicel	7.0
Microcrystalline cellulose	7.0
Garcinia cambogia	0.5
Silk peptide	5.0
Green tea leaves powder	3.0
Vitamin C	3.0
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3.0
Brewers yeast powder	0.5
Flavor etc.	1.8

사를 얻었다. 이 피브로인 전사는 산 가수분해물 공정 과정에 의하여 제조하였다(31). 즉, 피브로인 전사에 2 N HCl 용액을 전사 중량의 80배 용량으로 첨가하여 100°C에서 4시간 동안 가열하면서 피브로인을 가수분해하였다. 제조된 가수분해물은 진한 암갈색을 나타내었고, 여기에 2 N NaOH를 첨가하며 중화시켜 pH 7.4가 되도록 하였다. 중화된 가수분해물에는 활성탄을 전체 용액 용량의 6%가 되도록 첨가하여, 60분 동안 교반함으로써 각종 비용해 물질 및 이취 등을 제거한 후 여과하여 투명한 액상의 분자량이 500~1000인 가수분해물 용액을 투석막을 사용하여 증류수로 1일 동안 투석하여 염을 제거하였으며, 이후 염이 제거된 가수분해물 용액을 동결 건조하여 분말로 사용하였다.

**녹차 분체 제조 방법**

엄선된 녹차잎을 잘게 세절한 후 80°C 이상의 열풍 건조기에서 수분함량 6.0% 이하로 건조하였다. 세절 건조된 녹차잎은 다시 기류식분쇄기(Theme Mill, Hyunjun Powtech. Co., Ltd.)에 넣어 분쇄하였다.

**유산균 장용 미세캡슐 제조 방법**

유동층공정기기(Fluid Bed Processor, Glatt, German)에 평균 150 µm particle size의 유산균 분말(*Lactobacillus acidophilus*,  $1 \times 10^8$  CFU/g 이상, Medigen Co. Ltd., Korea) 2,900 g을 채우고, 28 mL/min의 속도로 2,000 mL의 장용성 피복제(*Coccus lactis* 분비정제물 1.0~3.0%(v/v), Food Grade, Sejeon Co. Ltd., Korea)를 분무하면서 20 g/min의 속도로 혼합하였다. 이 혼합물을 40°C에서 16시간 동안 진공 건조시킨 후 221~355 µm의 미세캡슐을 수득하였다. 생성된 장용의 미세캡슐은 피복 공정 동안 캡슐입자는 파쇄 및 결합이 거의 없었으며 장용의 피복제가 균일하게 피복되도록 제조하였다(32).

**비타민 C 미세캡슐 제조 방법**

비타민 C 미세캡슐은 위의 방법(32)을 수정하여 제조하였으며 유동층공정기기(Fluid Bed Processor, Glatt, German)

에 150~165 µm particle size의 비타민-C 결정분말(L-ascorbic acid, BP/USP Grade, Herbei welcome Pharm., China) 2,100 g을 채우고, 25 mL/min의 속도로 2,000 mL의 Hydroxypropylmethylcellulose(HPMC 1.0~3.0%(v/v), Food Grade, Korea)를 분무하면서 20 g/min의 속도로 혼합하였다. 이 혼합물을 40°C에서 16시간 동안 진공 건조시킨 후 221~355 µm의 미세캡슐을 수득하였다. 생성된 미세캡슐은 피복 공정 동안 캡슐입자는 파쇄 및 결합이 거의 없었으며 피복제가 균일하게 피복되도록 제조하였다.

**기타 제조 방법**

그 외의 식이 섬유소 보충용 식품에 사용되는 원료는 수분, 성상, 중금속, 대장균 검사 등의 규격에 적합한지 검사한 후 적합한 원료만을 엄선하여 Table 1과 같이 원료를 칭량하여 배합하였으며, 각 원료들은 균일하게 혼합한 후 300 mg 타정으로 제조하였다.

**각 소재별 분석 방법**

녹차와 실크 펩타이드의 입도 분포는 입도분석기(Master-sizer, Malvern, UK)로 분석하였으며(Fig. 1), 두 가지 모두 particle size의 범위는 약 0.1~100 µm였으며, 평균 particle size는 모두 50 µm로 분체 가공하였다. 입자 크기 및 유형은 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM PSM-75, Aspx Instrument Co. Ltd., USA)으로 분석하였으며, 그 결과는 Fig. 2와 같다. 캡슐화된 유산균과 비타민 C 형태 역시 주사전자현미경(SEM PSM-75, Aspx Instrument Co. Ltd., USA)으로 미세캡슐의 입도분포 및 그 형태를 관찰하였으며, 그 결과는 Fig. 3과 같다.

**연구조사 대상자 및 기간**

정상식을 하는 여대생 34명을 대상으로 효산의료재단 안양병원에서 실시하였으며 1일 2.7 g의 식이 섬유소를 보충하기 위하여 본 연구에서 개발된 제품 300 mg(supplementation)을 1회에 15정씩 아침, 저녁 2회 공복에 200 mL의 물과 함께 보충시켰으며, 조사기간은 2002년 8월부터 2002년

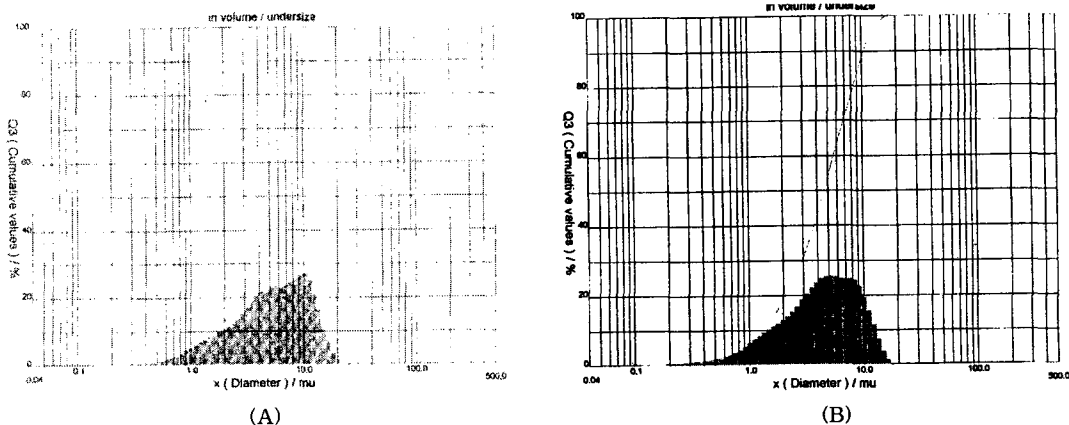


Fig 1. The distribution of particle size green tea (A) and cocoon hydrolysates (B).

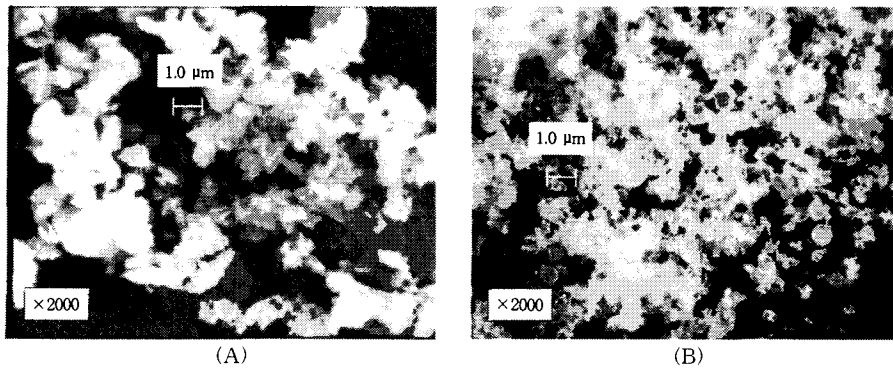


Fig 2. The scanning electron microscopy (SEM) of green tea (A) and cocoon hydrolysates (B).

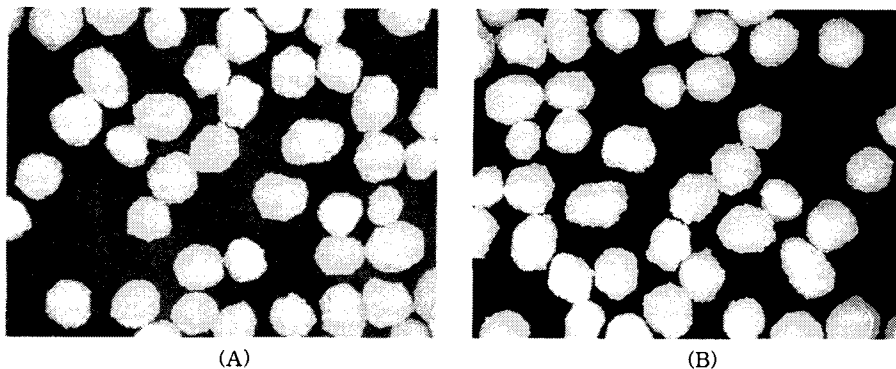


Fig 3. The scanning electron microscopy (SEM) of encapsulated *Lactobacillus acidophilus* (A) and ascorbic acid (B).

11월까지 3개월 간에 걸쳐 실시하였다. 또한 본 실험에 앞서 2002년 4월부터 2002년 6월까지 30명을 대상으로 예비실험을 실시한 후 실험상의 미비한 점을 보완하여 설문지를 수정·보완 후 본 조사를 실시하였으며 1주일에 한번씩 문진을 통해 관리하였다.

#### 설문 조사 및 신체조성 측정

조사 대상자의 일반 특성을 알아보기 위하여 식이 섬유소 보충 전에 조사를 실시하였다. 실험군의 신장, 체중, 나이를 기록하도록 하였고, 체중(kg)/신장(m)<sup>2</sup>의 공식을 적용하여 체격지수(BMI: body mass index)를 계산하였다(1).

#### 영양소 섭취 조사

조사 대상자의 영양소 섭취 상태, 체격지수 및 복부 비만율에 영향을 미치는 식이요인을 조사하기 위해 식이 섬유소 보충 전후에 24시간 회상법을 이용하여 3일간의 식이섭취 조사를 실시하였다. 예비실험을 통하여 사전에 목측량과 식사기록법에 대한 교육을 실시하였으며, 본인들이 직접 설문지를 기록하도록 하였다. 식이 섭취 조사는 음식명과 그에 포함된 식품 재료명과 섭취량을 기록하도록 하였다. 영양소 섭취실태는 조사된 자료를 기초로 하여 개인별 1일 식품 및 영양소 섭취량을 영양평가프로그램(Can-Pro, Computer Aided Nutritional Analysis Program for Professionals, 한국영양학회 부설 영양정보센터)으로 분석하여 산출하였다. 이를 한국인 영양권장량과 비교하여 개인별 영양권장량에 대한

섭취비율을 구하였다(33).

신체 조성 측정은 생체 내 전기저항을 이용하여 체구성 성분을 분석하는 In Body 3.0(Biospace Co., Korea)을 사용하여 실험군의 체중, BMI, 비만도, 근육량, 체지방량, 체지방율, WHR(waist hip ratio)을 식이 섬유소 보충 전후에 측정하였다.

#### 채혈 및 혈청 지질 분석

12시간 정도의 공복을 유지하게 한 후 정맥에서 5 mL을 채혈하였다. 혈액 내에서 serum을 분리하여 serum 내의 total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol을 분석하였다. Total cholesterol과 triglyceride는 효소법(enzymatic procedure)에 의하여 분석하였으며, HDL-cholesterol은 Mg-phosphotungstic acid 효소법에 의해 분석하였다. LDL-cholesterol은 Friedewald 계산식[total cholesterol - HDL-cholesterol(triglyceride/5)]에 의해 산출하였으며(34), LDL-HDL ratio는 LDL-cholesterol과 HDL-cholesterol의 비율을 산출하였다(35).

#### 통계 처리

모든 자료의 분석 결과와 실험 결과는 SAS package를 이용하여 평균값과 표준오차를 구하였으며, 식이 섬유소 보충 유무에 따른 영양소 섭취, 신체 조성, 체지방 변화 및 혈청 지질 성상에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 보충 전후의 측정치로부터 변화값을 구하고, 이 값으로 paired t-test를 실

시하였으며, 각 주별 변화값은 one-way ANOVA test에 의해 검증한 후 유의성이 있는 경우 Duncan's multiple range test를 실시하여  $\alpha=0.05$  수준에서 군간의 비교 검정을 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 일반적 특성

본 조사 대상자들은 여대생으로 평균 연령은 20.3세, 평균 신장은 162.5 cm, 평균 체중은 57.9 kg, BMI 평균은 21.9였다.

조사 대상자들의 신체적 특성인 평균 신장과 체중은 한국인 성인의 기준치(33)인 여자 161 cm, 54 kg에 비하여 신장은 1.5 cm 정도 컸고, 체중은 3.9 kg 정도 많았으나, BMI 평균은 21.9로 정상범위에 속하였다.

#### 영양소 섭취 상태

조사 대상자들에게 평상시와 같은 정상 식이를 하도록 한 후 보충 전후에 따른 영양소 섭취 상태 결과는 알아보았다. Table 2과 같이 보충군의 경우 총열량은 보충 전·후에 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 당질은 보충 전보다 보충

**Table 2. Nutrient intake status before/after supplementation**

	Supplementation (n=34)		F-value
	Before	After	
Energy (kcal)	1435.4±316.5 <sup>1)</sup>	1352.7±245.5	1.66 <sup>NS3)</sup>
% of RDA	71.8 <sup>2)</sup>	67.6	
Carbohydrate (g)	227.5±74.5	197.5±39.8	3.49 <sup>4)</sup>
% energy	60.4	58.2	
Protein (g)	53.8±13.8	55.2±13.7	
% of RDA	97.8	100.4	1.02 <sup>N.S.</sup>
% energy	15.0	16.2	
Fat (g)	38.1±13.8	38.4±11.6	
% energy	24.6	25.6	1.43 <sup>N.S.</sup>
Dietary fiber (g)	3.5±1.5	6.3±2.7	3.24 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SE.

<sup>2)</sup>% RDA: Recommended Daily Allowance for Koreans, the 7<sup>th</sup> revision.

<sup>3)</sup>Not significant difference between two groups by paired t-test.

<sup>4)</sup>F-value is significant difference of before/after supplementation by paired t-test, at \*p<0.05, \*\*\*p<0.001.

**Table 3. The body compositions of the subjects during supplementation**

	Supplementation (n=34)					F-value
	0 week	1 week	2 week	3 week	4 week	
Weight (kg)	57.9±8.2 <sup>1)</sup>	57.9±6.1	57.4±8.1	56.5±6.0	55.4±7.9	0.48 <sup>NS4)</sup>
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	21.9±3.4	21.9±2.5	21.7±2.6	21.4±2.5	21.1±2.3	0.72 <sup>NS</sup>
Body fat (kg)	19.9±1.1 <sup>a</sup>	19.8±2.2 <sup>a</sup>	19.0±2.1 <sup>ab</sup>	18.3±1.9 <sup>ab</sup>	17.8±1.6 <sup>b</sup>	1.78 <sup>5)</sup>
Percent body fat (%)	39.5±1.6 <sup>a</sup>	39.4±1.8 <sup>a</sup>	38.6±1.7 <sup>ab</sup>	38.4±1.7 <sup>ab</sup>	37.5±1.4 <sup>b</sup>	1.88 <sup>*</sup>
WHR <sup>3)</sup>	0.83±0.03 <sup>a</sup>	0.83±0.02 <sup>a</sup>	0.82±0.02 <sup>ab</sup>	0.81±0.01 <sup>ab</sup>	0.80±0.02 <sup>b</sup>	2.50 <sup>*</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SE.

<sup>2)</sup>BMI: Body mass index = body weight (kg) / {height (m)}<sup>2</sup>.

<sup>3)</sup>WHR: Waist hip ratio.

<sup>4)</sup>Not significant difference of supplementation group by Duncan's multiple range test.

<sup>5)</sup>F-value is significant difference of supplementation group by Duncan's multiple range test, at \*p<0.05.

후에 유의적으로 감소하는 경향으로 나타났으며(p<0.05), 단 백질과 지방의 섭취는 보충 전후에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 일상 식이 중 섭취하는 식이 섬유소의 경우 보충 전에 비해 보충 후에 유의적으로 증가한 것으로 나타났 다(p<0.001).

#### 신체 계측 및 변화 양상

조사 대상자들의 식이 섬유소 보충 전후에 따른 신체 계측 치의 각 주별 변화 결과는 Table 3과 같다.

각 주별 체중 및 BMI의 변화는 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 주별 체중의 감소 경향이 나타났으며, 보충 전에 비하여 보충 후에 2.5 kg 정도 감소하는 것으로 나타났 다. 체 지방량 변화는 보충 전에 비해 보충 4주군에서 유의적인 감소가 나타나(p<0.05) 보충 전에 비해 보충 4주 후 2.0 kg 정도 감소하는 것으로 나타났으며, 체지방을 변화 역시 보충 전보다 보충 4주 후에 유의적인 감소 경향이 나타났다(p<0.05). 허리-엉덩이 둘레 비율(WHR)의 변화는 보충 전에 비해 보충 4주군에서 유의한 감소 경향이 나타났다(p<0.05). WHR의 정상 범위는 20대 여성의 경우 0.70~0.80으로 보충 전은 0.83으로 정상 범위를 벗어나 있었으나, 보충 4주 후 0.80으로 정상 범위 내로 진입하였다. 또한 보충 전후의 변화량을 Fig. 4와 같이 도식화한 결과를 보면 체지방량과 체지방율에서 유의적 변화가 나타났음을 알 수 있다(p<0.05).

따라서, 본 실험에서 녹차, 실크 펩타이드 및 캡슐화한 유산균과 비타민 C의 보충은 체지방을 낮추는 역할을 하였으며, 이에 따른 체중의 감소 효과 및 WHR의 감소 효과를 알 수 있었다. 또한 비만 중에서도 특히 복부 비만은 고혈압과 동맥경화 등의 만성 퇴행성 질환의 강력한 위험인자(36)로 알려져 있다. 남자의 경우 0.95 이상, 여자의 경우 0.8 이상이 면 비만으로 인한 건강 문제를 야기하는 것(37)으로 알려져 있는 허리-엉덩이 둘레 비율(WHR, waist hip ratio)은 보충 유무에 따라 유의적인 감소 결과를 나타내어 부분 비만의 해소에도 효과적인 것으로 사료된다.

#### 혈청 지질 성상

조사 대상자들의 식이 섬유소 보충에 따른 혈청 지질 성상의 변화는 Table 4와 같다. 일반적인 혈액학적 검사 지표인

Table 4. The blood compositions of the subjects during supplementation

	Supplementation (n=34)					F-value
	0 week	1 week	2 week	3 week	4 week	
Hb (g/dL)	13.4±0.5 <sup>1)</sup>	13.4±0.8	13.3±0.7	13.2±0.7	13.3±0.6	0.58 <sup>NS2)</sup>
BUN (mg/dL)	11.6±2.8	11.7±2.3	11.7±2.7	11.4±2.4	11.3±2.2	0.26 <sup>NS</sup>
GOT (unit)	18.0±4.3	18.1±3.1	17.9±3.7	18.7±2.5	18.5±2.6	0.55 <sup>NS</sup>
GPT (unit)	13.0±3.2	13.1±4.7	12.4±5.4	13.5±4.7	12.8±4.3	0.34 <sup>NS</sup>
TC (mg/dL)	178.1±6.5 <sup>a</sup>	175.7±5.4 <sup>ab</sup>	165.6±5.2 <sup>b</sup>	159.7±4.3 <sup>bc</sup>	152.3±3.9 <sup>c</sup>	5.87 <sup>***3)</sup>
TG (mg/dL)	101.9±8.0 <sup>a</sup>	100.5±7.2 <sup>a</sup>	90.5±7.2 <sup>a</sup>	67.0±6.4 <sup>b</sup>	63.3±5.9 <sup>b</sup>	9.79 <sup>***</sup>
LDL (mg/dL)	93.8±8.2	93.6±7.2	92.9±8.1	91.8±7.0	84.7±6.3	1.32 <sup>NS</sup>
HDL (mg/dL)	52.1±2.2	52.7±1.5	53.6±1.6	54.5±1.4	55.0±1.5	0.69 <sup>NS</sup>
LDL/HDL ratio	1.84±0.71	1.82±0.50	1.80±0.59	1.72±0.51	1.58±0.44	1.57 <sup>NS</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SE.

<sup>2)</sup>Not significant difference of supplementation group by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup>F-value is significant difference of supplementation group by Duncan's multiple range test, at \*\*\*p<0.001.

<sup>4)</sup>Hb: Hemoglobin, BUN: Blood urea nitrogen, GOT: Glutamic oxaloacetic transaminase GPT: Glutamic pyruvate transaminase, TC: Total cholesterol, TG: Triglyceride, LDL: Low density lipoprotein, HDL: High density lipoprotein.

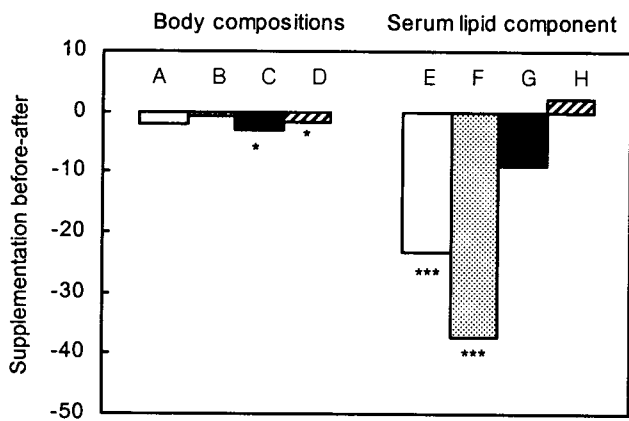


Fig. 4 The changes of body compositions and serum lipid component levels before/after supplementation.

A: Weight, B: BMI (body mass index), C: Body fat (kg), D: Percent body fat, E: Total cholesterol, F: TG (triglyceride), G: LDL (low density lipoprotein), H: HDL (high density lipoprotein). There is significant difference of before/after supplementation by paired t-test, at \*p<0.05, \*\*\*p<0.001.

GOT, GPT 및 BUN의 경우 보충 전·후에 따른 변화가 나타나지 않았으며, 철분 영양의 기본적인 지표인 헤모글로빈 역시 보충 전·후에 따른 변화가 나타나지 않았다. 보충 전·후에 따른 혈청 지질 변화를 살펴보면, 총 콜레스테롤과 중성지방은 보충 전에 비해 보충 3주와 보충 4주에서 유의적인 감소(p<0.001)가 나타나 Lee 등(22)의 실크 펩타이드 급여에 따른 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추어 주는 작용과 Park 등(20)의 db/db mouse에게 실크 펩타이드 급여가 leptin 농도를 증가시키는 작용을 하는 것으로 결과가 나타나 본 연구결과와 유사한 연구 결과가 나타났다. 이는 펩타이드의 상호작용에 의하여 체지방 분해 작용(22)이 촉진되어 혈청 지질을 개선한 것으로 알려져 있다(17). LDL-cholesterol, HDL-cholesterol과 LDL/HDL ratio는 보충 전·후에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았지만, LDL-cholesterol과 LDL/HDL ratio는 보충 전에 비해 약간 감소하는 경향이었으며, HDL-cholesterol은 약간 증가하는 경향이였다. 이것은 비타민 C의

항산화 효과로 인한 것으로 사료된다. Sayama 등(38)의 마우스에 녹차 투여 후의 항비만 효과에 관한 연구에서 마우스의 간, 신장, 뇌, 복강 내 지방조직에서 지질 농도와 leptin 농도, 체중을 측정한 결과, 체중 증가와 복강 내 지방 조직의 증가가 억제되었으며, 간에서의 총콜레스테롤 농도, 혈청과 간에서의 TG, 혈청의 지방산은 대조군보다 녹차를 섭취한 군에서 더 낮은 것으로 나타났다. 또한 Kim 등(39)의 연구 결과 total dietary fiber 섭취량이 증가할수록 HDL-cholesterol이 증가하였으며, Jeong(40)의 연구결과 쥐에게 콜레스테롤식이 급여시 식이 섬유소가 혈중 지질이 감소되는 것으로 나타나 본 연구의 total cholesterol이 유의적으로 감소한 결과와 같은 것으로 나타났다.

따라서, 본 연구에서 녹차 및 실크 펩타이드와 산화, 변성되기 쉬운 비타민 C와 유산균을 캡슐화하여 비타민 C의 항산화 기능으로 혈청 지질 개선에 유의적이었으며, 정장 작용을 도움으로써 체중 감소에 효과적인 것으로 사료된다. 녹차 및 식이 섬유소의 보충은 체지방을 낮추는 역할을 하였으며, 이는 실크 펩타이드와 녹차 잎 내의 EGCG가 체중 조절에 효과적인 결과를 초래한 것으로 사료된다. 또한, 식이 섬유소의 포만감으로 인하여 체중 조절 기능도 효과적으로 작용하였을 뿐만 아니라, 여대생들의 철분 영양의 건강 지표인 헤모글로빈 수치에는 변화를 주지 않으면서 혈청 지질 대사에 관여하여 혈청 내 total cholesterol과 LDL-cholesterol 수준의 감소 효과를 알 수 있었다. 특히 신체의 부위 중 허리-엉덩이 둘레 비율의 효과적인 감소는 복부 지방을 감소시켜 부분 비만 관리 및 체지방 관련 위험을 감소시키는 결과가 나타났다.

## 요 약

본 연구에서는 산화, 변성되기 쉬운 비타민 C와 유산균을 캡슐화하여 비타민 C의 활성을 유지시킴은 물론 유산균에 보호막을 씌움으로써 불활성을 방지하고자 하였다. 녹차 잎과 캡슐화한 비타민 C, 유산균 및 실크 펩타이드, 다시마,

차전자피, 알로에 등의 섭취가 체지방 감소 및 체중 감량에 미치는 효과를 확인하고자 여대생 34명을 대상으로 2002년 8월부터 2002년 11월까지 3개월 동안 실시하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 실험군의 평균 연령은 20.3세, 평균신장은 162.5 cm, 평균 체중은 57.9 kg, BMI 평균은 21.9였다. 총열량 섭취량은 보충 전·후에 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 당질 섭취량은 보충 전보다 보충 후에 유의적으로 감소하는 경향으로 나타났으며( $p < 0.05$ ), 단백질과 지방의 섭취는 보충 전후에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 식이 섬유소 섭취의 경우 보충 전에 비해 보충 후에 유의적으로 증가한 것으로 나타났으며( $p < 0.001$ ). 각 주별 체중 및 BMI의 변화는 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 보충 전에 비하여 보충 후에 2.5 kg 정도 감소하는 것으로 나타났다. 체지방량 변화는 보충 전에 비해 보충 4주군에서 유의적인 감소가 나타나( $p < 0.05$ ) 보충 전에 비해 보충 4주 후 2.0 kg 정도 감소하는 것으로 나타났으며, 체지방율 변화 역시 보충 전보다 보충 4주 후에 유의적인 감소 경향이 나타나( $p < 0.05$ ) 보충 전에 비해 보충 후 1.9%의 체지방율 감소가 나타났다. 허리-엉덩이 둘레 비율(WHR)의 변화는 보충 전에 비해 보충 4주군에서 유의한 감소 경향이 나타났다( $p < 0.05$ ). 보충 전·후의 총콜레스테롤과 중성지방의 변화는 보충 후에 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며( $p < 0.001$ ), LDL-cholesterol, HDL-cholesterol 및 LDL/HDL ratio는 보충 전·후에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이상의 결과를 토대로 보면 본 연구에서 한달 동안 일상식이를 섭취하면서 녹차와 실크 펩타이드와 식이 섬유소의 보충은 체지방을 낮추는 역할을 하였으며, 총콜레스테롤과 중성 지방 수준의 감소 효과를 알 수 있었다. 또한 산화, 변성되기 쉬운 비타민 C와 유산균을 캡슐화하여 비타민 C의 항산화 기능으로 혈청 지질 개선에 유의적이었으며, 정장 작용을 도움으로써 체중 감소에 효과적인 것으로 사료된다. 특히 신체의 부위 중 복부의 지방을 감소시켜 복부 비만의 관리 및 체지방 관련 위험율을 감소시키는 결과가 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 (주)아미노젠 연구비에 의해 이루어진 연구이며 이에 깊이 감사드립니다.

### 문 헌

1. Kim YS. 1990. Classification and estimation of obesity. *Korean J Nutrition* 23: 337-340.
2. Moon HN, Hong SJ, Suh SJ. 1992. The prevalence of obesity in children and adolescents. *Korean J Nutrition* 25: 413-418.
3. Lim KS, Yoon YY, Kim CI, Kim KT, Kim CY, Mo SM, Choi GM. 1993. Eating behavior, obesity and serum lipid levels in children. *Korean J Nutrition* 26: 56-66.

4. Huh KB. 1990. Cause of obesity. *Korean J Nutrition* 23: 333-336.
5. Ebestein LH, Wing RR, Valoski A. 1995. Childhood obesity. *Pediatr Clin North Am* 32: 363-379.
6. Lee HK. 1990. Diseases related to obesity. *Korean J Nutrition* 23: 341-346.
7. Ashley FW Jr, Kannel WB. 1974. Relation of weight change to changes in atherogenic traits: The Framingham study. *J Chronic Dis* 27: 103-114.
8. Schneeman BO. 1987. Soluble vs insoluble fiber—different physiological responses. *Food Technol* 41: 81-82.
9. Englyst HN, Cummings JH. 1985. Digestion of polysaccharides of some cereal foods in human small intestine. *Am J Clin Nutr* 42: 778-787.
10. Muir JG, O'Dea K. 1992. Measurement of resistant starch: Factors affecting the amount of starch escaping digestion in vitro. *Am J Clin Nutr* 56: 123-127.
11. Castelli WP, Wilson PW, Levy D, Anderson K. 1990. Serum lipids and risk of coronary artery diseases. *Atheroscl Rev* 21: 222-229.
12. Van Itallile TB. 1978. Dietary fiber and obesity. *Am J Clin Nutr* 31: 123-128.
13. Park JS, Shin MK, Sohn HS, Park R. 2002. Green tea (-)EGCG induces the apoptotic death of lung cancer cells via activation of c-Jun N-terminal kinase 1 and activating protein-1. *Kor Nutr Soc* 35: 53-59.
14. Feyes AL, Nieminen R, Ahmad ND. 1997. Green tea constituent epigallocatechin-3-gallate and induction of apoptosis and cell cycle arrest in human carcinoma cells. *Journal of the National of the Cancer Institute* 89: 1881-1886.
15. Dulloo AG, Duret C, Rohrer D. 1999. Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-h energy expenditure and fat oxidation in humans. *Am J Clin Nutr* 70: 1040-1045.
16. Watanabe J, Kawabata J, Niki R. 1998. Isolation and identification of acetyl-CoA carboxylase inhibitors from green tea (*Camellia sinensis*). *Biosci Biotechnol Biochem* 62: 532-534.
17. Lee SH, Cho BN, Hyun CK, Jew SS. 2002. Physiological, functional characteristics of silk peptide: Antioxidant effect and immune function. *Food Science and Industry* 35: 57-62.
18. Havel PJ, Uriu-Hare JY, Lui T, Stanhope KL, Stern JS, Keen CL, Ahren B. 1998. Marked and rapid decreases of circulating leptin in streptozotocin diabetic rats: reversal by insulin. *Am J Physiol* 274: 1482-1491.
19. Ahren B, Mansson S, Gingerich RL, Havel PJ. 1997. Regulation of plasma leptin in mice: influence of age, high-fat diet, and fasting. *Am J Physiol* 273: 113-120.
20. Park KJ, Hong SY, Do MS, Hyun CK. 2002. Stimulation of insulin secretion by silk fibroin hydrolysate in streptozotocin: induced diabetic rats and db/db mice. *Kor J Pharmacogn* 33: 21-28.
21. Lee SH, Lee CJ, Choi YJ, Ko KH. 2001. Components and antitumor activities of silk amino acid. Abstract presented at 2001 Annual Meeting of the Korean Nutrition Society. p 85.
22. Lee SH, Lee CJ, Choi YJ. 2001. Antitumor activities and the lowering effect on the serum cholesterol level of natural silk hydrolysates. Abstract P8-58 presented at 67th Annual Meeting of the Korean Society of Food Science and Technology.
23. Gould BS, Woessner JF. 1957. Biosynthesis of collagen. The influence of ascorbic acid on the proline, hydroxyproline, glycine and collagen content of regenerating guinea pig skin. *J Biol Chem* 266: 289-300.

24. Cameron E, Pauling L. 1976. Supplemental ascorbate in the supportive treatment of cancer: prolongation of survival times in terminal human cancer. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 73: 3685-3689.
25. Kim HJ. 1989. Determination of total vitamin C by ion exclusion chromatography with electrochemical detection. *J Assoc Off Anal Chem* 72: 681-686.
26. Marteau P, Pochart P, Flourie B. 1990. Effect of chronic ingestion of a fermented dairy product containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* on metabolic activities of the colonic flora in humans. *Am J Chem Nutr* 52: 685-688.
27. Colombel JF, Cortot A, Neut C, Romond C. 1987. Yoghurt with *Bifidobacterium longum* reduces erythromycin induced gastrointestinal effect. *Lancet* 2: 43-48.
28. Clark PA, Martin JH. 1993. Selection of *Bifidobacteria* for use dietary adjuncts in cultured dairy food: Tolerance to simulated pH of human stomachs. *Cult Dairy Prod J* 11-14.
29. Lee KW, Kim CH, Baick SC. 1996. Utilization of milk fat for the measurement of micro encapsulation yield. *Bulletin of Dairy Food Research* 7: 9-10.
30. Korea Foods Industry Association. 2001. *Food Code*.
31. Kim MK, Lee KH, Lim HJ, Lee SJ, Lee SH, Min KS. 1996. Preparation protocols for the functional polypeptide materials from cocoon. *Korean Patent* 098,712.
32. Lee JK. 1997. Process for the preparation of yoghurt added capsulated lactic acid bacteria. *Korean Patent* 052,653.
33. The Korean Nutrition Society. 2000. *Recommended dietary allowances for Koreans*. 7th ed. Chungang Publisher, Seoul. p 24-25.
34. Friedewald WT, Levy RL, Fredrickson DS. 1972. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge, clinical chemistry. *Clini Chem* 18: 499-502.
35. Wallach J. 1998. *Interpretation of diagnostic test*. 6th ed. Little Brown and Company, Boston. p 477-485.
36. Lee YH, Lee HY, Noh SR, Ahn SJ, Lee BH. 1997. *Health and Nutrition*. Chungang university Publisher, Korea. p 95-109.
37. Polloick ML, Jacson AS. 1994. Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. *Med. Sci Sports Exerc* 16: 606-613.
38. Sayama K, Lin S, Zheng G, Oguni I. 2000. Effects of green tea on growth, food utilization and lipid metabolism in mice. *In Vivo* 14: 481-484.
39. Kim MJ, Lee SS. 1995. The effect of dietary fiber on the serum lipid level and bowel function in rats. *Korean J Nutrition* 28: 23-32.
40. Jeong KA. 1995. Effect of cereals on lipid concentration of liver and serum in the rats. *Korean J Nutrition* 28: 11-13.

(2003년 3월 28일 접수; 2003년 6월 2일 채택)