

죽순의 영양성분 및 죽순의 식이섬유가 장내미생물에 미치는 영향

박은진¹ · 전덕영^{2*}

¹제주대학교 공과대학 식품생명공학과, ²전남대학교 생활과학대학 식품영양학과

The Nutritional Composition of Bamboo Shoots and the Effects of its Fiber on Intestinal Microorganisms

Eun-Jin Park¹, Deok-Young Jhon^{2*}

¹Department of Food Bioengineering, Jeju National University

²Department of Food Science and Human Nutrition, Chonnam National University

Abstract

This study evaluated the composition two popular species of edible bamboo shoots in Korea (*Phyllostachyspubescens* and *Sinoarundinarianigra*) and the effect of their abundant dietary fiber on intestinal microorganisms in healthy young women. The ranges of total moisture, crude protein, crude lipid, crude ash, and dietary fiber content were 87.190.8, 2.943.5, 0.150.39, 0.411.05, and 4.206.15% (wet weight basis), respectively. Moisture and crude ash content increased after heat treatment; however, crude protein, crude lipid, and dietary fiber content were reduced after heating. The major minerals found in bamboo shoots were potassium, phosphorous, sulfur, magnesium, and calcium. In addition, glucose and fructose were abundant free sugars, while asparagine and tyrosine were the most abundant free amino acids. Approximately 70% of the total free fatty acids found in bamboo shoots were linoleic acid and linolenic acid. The ascorbic acid content was 6.60~17.56 mg/100 g (wet weight basis), and one phenolic compound, p-hydroxy benzoic acid, was 0.10.2% (wet weight basis) and detected by HPLC analysis. The intake of bamboo shoots for seven days significantly increased viable cell counts of *Lactobacillus* spp. and reduced viable cell counts of *Bacteriodes* spp. in feces ($p < 0.05$). In our data, bamboo shoots may be useful in the food industry as high dietary fiber ingredients.

Key Words: Bamboo, bamboo shoots, component analysis, dietary fiber, intestinal microorganism

1. 서 론

대나무는 아열대성 식물이며 Gramineae 과(family)에 속하는 화분과 식물로 지구상에 60~90속, 1,100~1,500 여 종이 존재하고 있으며, 면적은 2천 2백만 ha에 달한다. 우리나라의 대나무 분포 면적의 대부분은 호남과 영남이 차지하고 있다. 대나무는 동남아시아에서 경제와 문화에 있어서 큰 의미를 가진다. 특히 정원수로 재배하거나 건물과 가구의 재료로도 사용되며, 또한 식재료로서도 사용되는 등 광범위하게 이용되고 있다. 전 세계에 자생하는 대나무 종류 중 인간이 섭취할 수 있는 것은 약 3,000여 종(species)이라고 알려져 있지만, 실제 섭취하고 있는 것은 *Phyllostachys*, *Sinoarundinaria*, *Bambusa*, 그리고 *Dendrocalamus* 등 몇 가지 속(genus)에 불과하다.

Cusack(1999)은 전 세계적으로 매년 2백만 톤 이상의 죽순이 소비된다고 보고하였으며, 이 중 약 3만 톤의 죽순은

한국에서 재배되는 주요 품종인 *Phyllostachys*속이다. 일반적으로 죽순은 대나무의 지하경(地下莖)에서 돌아나는 어리고 연한 싹을 지칭한다(Kleinhenz 등 2000). 죽순의 식용부위인 줄기와 벽을 이루는 조직은 세포 분화와 생장이 빠르게 일어나며 그 주위를 유관속초(bundle sheath)라 불리는 다량의 후벽섬유조직이 보고하고 있다(Farrelly 1984). 죽순은 4월 초순부터 6월에 수확하며, 땅 위로 올라온 순을 채취한다(Kleinhenz 등 2000). 일부 죽순 품종은 하루에 1미터 이상 자란다. 죽순은 일반적으로 수확 후 실온에서 보관하면 2~3 일 내에 목질화가 되어 딱딱해진다(Zhang 등 2000; Luo 등 2002; Wang 2002). 죽순은 보관기간이 짧으며, 실온(20~25°C)에서 하루 정도 보관이 가능하다. 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)으로 포장하여 0°C 이하의 저온에 보관하면 저장기간이 28일 이상으로 연장된다는 보고가 있다(Kleinhenz 등 2000).

*Corresponding author: Deok-Young Jhon, Professor, Department of Food Science and Human Nutrition, Chonnam National University, Korea
Tel: 82-62-530-1335 Fax: 82-62-530-1339 E-mail: djjhon@chonnam.ac.kr

죽순은 부패가 빠르고 수확기간이 한정되어 있다는 특성 때문에 통조림과 염장법으로 저장, 이용되어 왔으며, 이와 같은 이유로 나물 등의 요리로만 섭취가 가능하여 그 이용 범위가 매우 한정되어 있는 실정이다. 또한 가열하지 않은 생 죽순은 쓴 맛을 가졌으며 소화가 어렵다. 따라서 죽순은 섭취하기 전에 껍질을 제거하고 1시간 정도 데치는 과정이 필요하다. 죽순은 염장과 냉동 시 조직에 큰 변화가 없어 오랜 시간 동안 저장이 가능하지만, 냉동저장은 비용이 많이 소요되기 때문에 죽순의 저장은 주로 염장법이 선호된다. 그러나 물과 함께 가열하고 염장하여 저장하는 과정에서 영양소 손실이 발생할 우려가 있다. 채취기간이 짧고 부패가 쉽다는 특성 때문에 죽순은 식재료로 이용 빈도가 낮으며, 따라서 죽순에 관한 연구 또한 제한적이었다. 현재까지 생 죽순과 열처리한 죽순에 함유된 다양한 영양성분에 관한 연구도 미흡한 실정이다.

앞서 언급한 목질화 되는 속도가 빠른 죽순의 특징으로부터 죽순에 식이섬유 함량이 높을 것으로 추측할 수 있으며, 실제 양배추와 시금치, 그리고 죽순과 성장방식이 비슷한 아스파라거스보다 높은 식이섬유 함량을 가진 것으로 보고되었다(KNS, 2010). 식이섬유는 위장관에서 비소화성 물질로 장내 존재하는 유용한 미생물의 증식을 촉진하는 prebiotics이며(Walker 등 2011), 내당능과 혈당 지질수준 개선효과가 있다(Park & Jhon, 2009). 또한 식이섬유는 변비의 예방 및 치료에 적합하고 대장 내에서 물, 이온과 결합하여 변을 연하게 하고 부피를 크게 하며, 장관 통과시간을 단축시킴으로써 과민성 장질환의 증상들을 감소시키는 효과가 있다(Gibson & Roberfroid 1995; Martinez 등 2013). 죽순에서 분리한 식이섬유를 3주 동안 투여한 쥐 분변의 스테로이드 조성을 분석한 결과 직장암 위험인자인 lithocholic acid와 deoxycholic acid의 비율이 유의적으로 감소한 결과를 보고한 연구가 있다(Shimizu 등 1996). 또한 맹종죽의 죽순 표피 자체 또는 dichloromethane 추출물이 *Staphylococcus aureus*에 대하여 항균작용이 있음이 보고되었다(Tanaka 등 2011).

담양은 우리나라에서 죽순이 가장 많이 자생하고 있는 지역 중 하나이며, 생활용품의 재료로 사용되는 대나무뿐만 아니라 식용을 위한 죽순이 생산되고 있다. 담양에서 가장 많이 생산되는 품종은 맹종죽(죽순대, *Phyllostachys pubescens*), 분죽(숨대, *Sinoarundinaria nigra*), 그리고 왕죽(왕대, *Phyllostachys bambusoides*)이다. 열거한 순서대로 수확이 이루어지는데, 맹종죽은 4월 말부터 수확하고, 분죽은 5월 중순경부터, 그리고 왕죽은 6월 말까지 수확이 가능하다. 전체적인 죽순의 크기와 두께, 그리고 조직의 치밀도 역시 맹종죽, 분죽, 그리고 왕죽 순이다. 죽순은 저장성이 낮으며, 시중에서 생죽순을 품종별로 구하기 어렵다는 이유 때문에 이에 대한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 담양에 자생하는 맹종죽과 분죽의 열처리 전과 후의 일반성분과 식이섬유 함량, 그리고 페놀성 화합물 등의 함량을 분석

하여 죽순을 이용한 연구의 기초자료로 이용하고자 하였다. 또한 건강한 여대생 8명을 대상으로 죽순 동결건조 분말을 카스테라 등의 식품에 첨가하여 조리한 후 아침식사와 간식 등으로 섭취하게 하여(360g/일, 건조물 기준)(Park & Jhon 2009) 죽순의 식이 섬유가 인체 장내 미생물 조성에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 죽순 시료 준비

본 실험에 사용된 죽순은 두 가지 품종으로 맹종죽(*Phyllostachys pubescens*, P)과 분죽(*Sinoarundinaria nigra*, S)이다. 죽순은 재배가 시작되는 4월 말부터 6월 초까지 수확하였으며, 연구자가 재배기간 동안 매일 직접 담양의 죽순 재배지에 가서 수확 즉시 농가에서 껍질을 벗기지 않고 그대로 1시간 삶은 후(B) 1시간 이내에 실험실로 가져와서(생 죽순의 경우 껍질을 벗긴 후 그대로, R) 진공 포장하여 -70°C에서 급속 냉각하였다. 수확기간 내내 수집한 죽순은 품종별로 동결건조한 후 분쇄기(FM-691C, HANOL, Korea)로 마쇄하여 모든 시료를 잘 혼합한 후 100 mesh 체를 통과한 분말을 취하여 분석용 시료로 사용하였다. 모든 시료의 분석은 3회 반복하여 그 평균값을 구하였다.

2. 죽순 분석 방법

1) 일반성분 분석

죽순의 일반성분은 동결건조된 시료를 사용하여 AOAC (AOAC 2000)에 제시된 방법을 따라 분석하였다. 총 수분함량은 동결 건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 단백질은 Kjeldahl법, 그리고 조회분은 회화법을 이용하여 분석하였다.

2) 총 식이섬유 함량 분석

식이섬유는 AOAC법(AOAC 2000)을 이용하여 다음과 같이 분석하였다. 동결 건조한 분말시료 1g과 0.05 M(pH 8.2) MES-Tris buffer 40 mL를 600 mL 비이커에 넣고 마그네틱 교반기(Corning, NY, USA)를 이용하여 5분간 혼합하였다. 잘 혼합된 시료에 0.1 mL의 α -amylase를 첨가하고 알루미늄 호일로 덮은 후 100°C의 항온수조에서 15분간 교반하면서 반응시켰다. 실온에서 30분간 방냉 후 0.1 mL protease(50 mg/mL 0.05 M MES-Tris buffer)를 넣고 60°C 진탕항온수조에서 30분간 반응시켰다. 이후 5 mL의 0.561 N HCl과 0.1 mL의 amyloglucosidase를 넣고 60°C 진탕항온수조에 30분간 반응시켰다. 효소 반응을 정지시키기 위하여 60°C의 95% 에탄올을 225 mL 넣은 후 실온에서 방냉하여 식이섬유를 침전시켰다. 항량이 된 crucible(2G3, IWAKI, USA)에 filtering aid로 0.5 g의 celite를 넣고 흡입여과한 후 15 mL의 78% 에탄올, 95% 에탄올, 아세톤 순서로 세척하여 105°C 상압 건조법으로 무게를 측정하였다. 총 식이섬유 함량은 다

음과 같이 계산한다. 총 식이섬유 함량 (%)=[(W2-W1)/SW]×100이며, 이때 W1은 항량 crucible의 무게, W2는 분석 후 항량 crucible의 무게, 그리고 SW는 분석에 사용된 시료 무게이다.

3) 무기질 분석

무기질은 동결 건조된 분말 시료 0.3 g과 진한 질산 5 mL를 50 mL 테프론 용기에 넣고 150°C 자력식 가열교반기 (MSH-MP6, 대한과학, Korea)에서 6시간 가열하여 분해된 시료를 방냉한 후 탈이온수로 희석하여 분석용 시료로 사용하였다. 분석은 ICP-AES(Optical Emission Spectrometer, Optima 4300 DV, Perkin Elmer, Wellesley, MA, USA)를 이용하였으며, 염장 죽순은 20가지, 일반죽순은 31가지 무기질을 분석하였다. 분석조건은 Radio Frequency generator, 40 MHz free-running solid RF; Radio Frequency power, 1300W; Argon gas flow rate, [Nebulizer gas flow rate (0.8 M/min), Auxiliary as flow rate(0.2 L/min)], Plasma gas flow rate(15 L/min); torch, quartz torch, alumina injector(2.0 mmID); Optical system, Dual SCD(Segmented-array Charged-coupled device Detector)이었다.

4) 유리당 분석

유리당은 다음과 같이 측정하였다. 분말 시료 6 mg을 1 mL HPLC용 water에 넣어 1시간 동안 vortexing 후, 0.45 μm syringe filter로 여과된 시료 1.0~1.5 μg을 HPLC에 주입하였다. 분석에는 CarboPac PA1 column(4.5×250 mm, Dionex, Sunnyvale, CA, USA)이 장착된 Bio-LC EX-600 (Dionex, Sunnyvale, USA)를 사용하였다.

5) 아미노산 분석

아미노산은 phenylisothiocyanate(PITC)를 사용하여 아미노산을 precolumn 유도체화 시킨 후 분석하는 Waters Associates PICO-TAGTM방법(Bidlingmeyer 등 1984)을 이용하여 분석하였다. 총 아미노산은 시료 10.0 mg을 취하여 가수분해하고 PITC로 유도체화 시킨 시료 1.6 mL 중에서 10 μL를 취하여 HPLC(Waters 510, Waters Inc., USA)에 주입하였다. 유리 아미노산은 시료 10.2 mg을 증류수 0.4 mL에 용해한 후 10,000×g에서 10분 동안 원심분리 하여 얻은 상등액에서 10 μL를 취하여 HPLC에 주입하였다. 19가지의 총 아미노산과 21가지의 유리 아미노산 함량을 분석하였으며, 세부적인 분석 조건은 Instrument, Waters 510; Column, Waters Pico-tag column; Mobile phase, 140 mM sodium acetate+6% acetonitrile; Detector, Waters 996 photodiode array detector (PDA), 254 nm; Injection volume, 10 μL이었다.

6) 지방산 조성 분석

지방산은 분말시료로부터 Folch법(1957)에 따라 지방산 메

틸 에스터(fatty acids methyl esters, FAMES) 추출법으로 추출하여 분석하였다. 추출된 시료 중 0.2 g을 취하여 5 mL의 0.5 N NaOH in MeOH을 가하여 5분간 수욕 상에서 가수분해 시킨 후 14% BF₃-MeOH 5 mL를 넣고 2분간 다시 가열하였다. 반응이 끝난 시료의 지방산 분획은 heptane 5 mL로 추출하여 Gas chromatography(GC, HP-5890, Hewlett Packard, USA)로 분석하였다. GC의 분석조건은 HP-FFAP column, 0.32 mm i.d.×25 m×0.25 μm; injector temperature, 230°C; detector temperature, 250°C; carrier gas, H₂; flow rate, 1.5 mL/min; split ratio, 1:30이었다.

7) Ascorbic acid와 페놀성 화합물의 분석

Ascorbic acid와 페놀성 화합물의 분석을 위하여 분말시료 0.3 g을 99.9% 메탄올(Merck, USA) 100 mL과 혼합하여 30분간 vortexing한 후 14,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 이 중 상등액을 0.45 μm syringe filter로 여과하여 HPLC (LC-900, Jasco International Co., Ltd, Japan)로 분석하였다. 분석의 세부조건은 Column, μ-BondapakTM C17(i.d. 3.9×300 mm); Detector, UV-975(Jasco International, Japan); Detection wavelength, 254 nm; Mobile phase, 13% MeOH, 1% HAc(gradient elution); Flow rate, 1.0 mL/min; Chart speed, 2 mm/min)이었다. 표준시료는 0.1 mg/mL 농도로 99.9% 메탄올에 잘 녹인 후 0.45 μm syringe filter로 여과하고 그 중 10 μL를 주입하여 standard curve를 얻었다.

3. 장내 미생물 분석

1) 실험식 제조 및 인체 대상 죽순식 공급

실험식은 Park & Jnon(2009)에서 사용한 방법과 같은 식사의 조성, 영양소 함량, 시료채취 및 보관방법 등으로 제공되었다. 방법을 간략하게 서술하면 다음과 같다. 실험은 전남대학교 식품영양학과에 재학 중인 20~22세의 건강한 여대생을 대상으로 하였다. 하루 섭취 열량은 대조식(식이섬유 섭취량을 6.1±0.2 g/day로 제한)의 경우 2013.1±67.0 kcal였으며, 죽순식(식이섬유 섭취량 28.3±0.7 g/day)은 1995.7±79.2 kcal 였다. 죽순분말은 동결건조 후에 식빵과 카스테라 등으로 제조한 후 아침식사와 간식으로 골고루 분배하여 식이에 대한 거부감 없이 섭취할 수 있도록 하였다. 동결건조 분말로 섭취한 죽순은 생죽순 중량으로 환산하였을 때 약 360 g을 섭취하는 것과 같다.

2) 분변시료 수집

미생물 배양을 위한 시료는 각각의 실험식사 6일째 되는 날 채취된 분변을 사용하였으며, 배변 후 10분 이내에 무균적으로 실험실로 옮겨 이용하였다. 3일 동안의 분변양을 측정하기 위해 실험식사 4일 아침식사 이후부터 7일 아침식사 전까지 배출된 분변을 30분 이내에 실험실로 옮겼다.

3) 분변 미생물 균총 조사

분변 시료는 배변 후 10분 이내에 무균적으로 실험실로 옮겨 분석하였다. 분변 0.1~0.2 g에 각각 멸균 혐기성 희석액 (0.45% KH₂PO₄, 0.6% Na₂HPO₄, 0.05% L-cysteine · HCl, 0.05% Tween 80, 0.1% Bacto agar)과 0.85% 멸균 생리식염수를 넣어 순차적으로 희석하고 각각의 선택배지와 비 선택 배지를 사용하여 배양하였다. 총 혐기성 미생물의 비선택배지로는 BL(Glucose-blood liver) agar와 EG agar를 사용하였고, 총 호기성 미생물은 plate count agar(Merck, USA)와 blood agar(Asan phrmaceutical, Korea)를 사용하였다. *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Escherichia coli*의 선택배지로는 각각 NBGT(Neomycin sulfate-brilliant green-taurocholate) agar, *Bifidobacterium*-selective(BBL, UK) agar, m-LBS(modified-Lactobacillus selective, Merck, USA) agar, PEES(Phenylethyl alcohol egg yolk suspension) agar, DHL (Deoxycholate-hydrogen sulfide-lactose, Merck, USA) agar를 사용하였다. 총 호기성 미생물과 *Escherichia coli*는 37°C에서 24시간 동안 호기적 조건에서 배양하였으며, 총 혐기성 미생물과 *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, 그리고 *Staphylococcus*속은 37°C에서 72시간 동안 혐기적 상태를 유지하면서 배양하였다. 혐기적 배양을 위해서는 Genbox Jar, Genbox anaerobic generator와 Anaerobic indicator (Biomerieux, France)를 이용하였다.

4) 통계처리

각 실험군의 결과는 평균과 표준오차로 나타내었다. 각 실험군의 평균의 차이는 일원배치분산 분석을 사용하여 확인하고 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의수준 p<0.05를 기준으로 사후검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 함량

실험에 사용된 두 가지 품종의 죽순의 일반성분(총 수분함

량, 조단백, 조지방, 조회분) 함량은 <Table 1>에 나타난 바와 같다. 생 죽순을 분석한 PR과 SR 시료의 경우에는 각각 89.7±0.32%와 90.8±0.79%의 수분함량을 나타내었으며, 삶은 죽순인 PB와 SB는 각각 87.1±1.31%와 88.9±0.63%로 분석되었다. 죽순의 총 수분함량을 분석한 다른 연구에서 죽순은 90.10~91.71%의 수분함량을 가지는 것으로 보고하여, 본 연구의 생죽순 결과와 유사한 수준임을 알 수 있었다(Cho 등 1976; Cheong 등 1989; Han 등 1993; Yoo 등 1999). 본 연구에서 생 죽순과 삶은 죽순의 수분함량 차이는 죽순을 삶는 과정에서 생긴 약간의 수분손실에 의한 것이라고 추측된다.

죽순의 조단백질 함량은 2.70~3.50%(w/w, wet basis) 범위였으며, 분죽(S)보다 맹종죽(P)이, 생 죽순보다 삶은 죽순의 단백질 함량이 높았다. 조지방은 0.15~0.39% 범위의 함량을, 조회분은 0.41~1.05% 범위의 함량을 가지는 것으로 분석되었다. 전체적으로 죽순은 삶은 후 조단백질 함량이 약 10~20% 증가하였고, 조회분 함량은 절반 정도의 수준으로 감소하였다. 이는 죽순을 데치고 세척하는 과정에서 무기질이 용출되었기 때문인 것으로 추측된다. 죽순의 일반성분을 분석한 다른 연구들에서도 단백질 함량이 2.27~4.37%, 조지방은 0.21~0.48%, 그리고 조회분은 0.34~0.40% 함량을 가진다고 보고하였다(Cho 등 1976; Cheong 등 1989; Han 등 1993; Ferreira 등 1998; Yoo 등 1999).

2. 총 식이섬유 함량

죽순에 함유된 총 식이섬유 함량은 습 시료(건 시료) 중량 기준 PR, 5.28(51.271)%; PB, 6.15(47.66)%; SR, 4.20(45.65)%; SB, 5.85(52.71)%로 확인되었다. 죽순의 품종에 따라 식이섬유 함량에 차이가 있었으며, 맹종죽(P)이 분죽(S)보다 높은 함량을 나타내었다. 이는 일반적으로 식용하는 죽순의 품종이 분죽이며, 맹종죽은 조직이 단단하여 식용보다는 관상용에 더 적합하다는 사실과 연관 지을 수 있는 결과이다. 또한 삶는 과정 후에 나타난 식이섬유 함량의 증가(PB와 SB)는 수분함량의 감소에 기인한 것으로 추측한다. 죽순의 식이섬유 함량을 분석한 다른 연구자들은 품종과 가공정도에 따라

<Table 1> General compositions and total dietary fiber contents of bamboo shoots

Mean±SD

Composition	Content (wet weight basis)			
	PR ¹⁾	PB ²⁾	SR ³⁾	SB ⁴⁾
Moisture (%)	89.7±0.32	87.1±1.31	90.8±0.79	88.9±0.63
Crude protein (%)	2.94±0.53	3.50±0.85	2.70±0.02	3.11±0.13
Crude lipid (%)	0.15±0.01	0.39±0.21	0.23±0.10	0.29±0.09
Crude ash (%)	1.05±0.23	0.67±0.08	0.98±0.02	0.41±0.10
Vitamin A (R.E.)	0	0	0	0
Vitamin C (ug)	0	0	0	0
Vitamin E (mg)	0.4	0	0	0
Total dietary fiber (%)	5.28±0.30	6.15±0.13	4.20±0.21	5.85±0.22
(%, dry basis)	(51.27±2.91)	(47.66±1.00)	(45.65±2.28)	(52.71±1.98)

¹⁾PR: P. pubescens, raw; ²⁾PB: P. pubescens, boiled; ³⁾SR: S. nigra, raw; ⁴⁾SB: S nigra, boiled

다른 수치를 보고하였다. Muguchi 등(1998)은 54.9%에서 71.6%(건 시료 중량 기준) 범위의 식이섬유 함량을 보고하였고, Han 등(1993)은 62.5%의 함량(건 시료 중량 기준)을 보고하였다. 본 연구에서 분석한 죽순 시료는 45.65%에서 52.71% 범위의 식이섬유 함량을 나타내는 것으로 확인되어, 기존의 결과보다는 다소 낮은 수치이다. 이는 실험방법과 분석 대상이 된 죽순의 신선도 및 가공형태에 따른 차이라고 추측된다. 위에 제시된 결과들을 종합하여 볼 때 죽순에 함유된 총 식이섬유 함량이 같은 경채류에 속하는 아스파라거스(49%)와 양배추(24.7%)보다 더 높은 것을 알 수 있다. 따라서 죽순에 높은 비율로 함유된 식이섬유를 이용하는 가공 식품의 개발도 필요한 연구 분야라 생각된다. 본 연구에서는 생 죽순과 삶은 죽순에 함유된 식이섬유 함량을 분석하였지만, 기존에 보고된 엽장 죽순에 함유된 식이섬유는 건 시료 기준 62.27%로 높은 함유량을 보여준다(Park & Jhon 2006). 따라서 죽순의 식이섬유는 엽장을 한 후에도 섭취 및 이용이 가능하므로 계절에 관계없이 이용이 가능할 것으로 판단된다.

3. 무기질

분석한 무기질 함량에 대한 결과는 <Table 2>에 나타내었다. 분석 대상에 따라 함량의 차이는 있었지만, 전체적으로 살펴볼 때 K, P, S, Mg, 그리고 Ca 순서로 높은 함량을 보였다. 31가지 분석 대상 무기질 중에서 As, Be, Se, Li, Cd, Co, Cr, Pb, Hg, Ni, Ag, Ge, Mo, Ti, W, 그리고 Zr은 검출한계 이하로 분석되었다(결과 제시되지 않음). 본 연구에서 K이 죽순에 가장 많이 함유되어 있음을 확인 할 수 있었으며, 그 함량은 습 시료 중량 기준 100 g 당 102.09~347.31 mg 범위로 무(271.6~728.4 mg), 감자(245.5~545.6 mg), 당근(266.4~415.3 mg), 고구마(212.2~375.8 mg), 그리고 양파(114.2~177.1 mg)와 비슷하다. 가장 풍부한 K 다음으로는 P의 함유량이 높았으며, 그 함량은 38.79~74.55 mg으로 무(15.2~34.7 mg), 당근(31.4~54.3 mg), 고구마(21.5~41.9 mg), 양파(18.2~30.2 mg)보다 높고 감자(30.8~69.8 mg)와 비슷하다. S은 생 죽순과 삶은 죽순 모두에서 비슷한 함량으로 존재함을 알 수 있었다. Mg은 생 죽순에서, Ca은 삶은 죽순에

<Table 2> Mineral content of bamboo shoots

Mineral	Content (mg/100 g, wet weight basis)			
	PR ¹⁾	PB ²⁾	SR ³⁾	SB ⁴⁾
K	288.78	219.78	347.31	262.09
P	67.14	58.79	74.55	65.88
S	27.34	27.06	31.53	33.33
Mg	11.98	7.88	16.58	9.19
Ca	19.86	26.12	17.33	21.23
Si	3.52	3.11	4.45	1.90
Mn	0.96	0.83	0.46	0.35
Zn	0.85	0.52	0.80	0.69
Fe	0.37	0.42	0.39	0.29
Na	0.19	0.45	0.19	0.33
Al	0.14	0.30	0.12	0.25
Cu	0.12	0.14	0.16	0.14
Ba	0.07	0.16	0.07	0.02
Sr	0.05	0.23	0.05	0.14

¹⁾PR: P. pubescens, raw; ²⁾PB: P. pubescens, boiled; ³⁾SR: S. nigra, raw; ⁴⁾SB: S nigra, boiled

서 상대적으로 높은 함량을 나타내었다. Mg은 7.88~16.58 mg으로 무(5.313.0 mg)와 감자(1.03~2.30 mg)보다 많고, Ca은 다른 채소들과 비슷하거나 약간 높은 정도이다(Lee & Jang, 2000). 따라서 죽순에는 K, P, S, Mg, 그리고 Ca의 순서로 높은 함량을 나타내었으며, 이 함량은 다른 채소들과 비슷하거나 약간 높은 수준이다. 또한 As, Cd, Cr, Pb와 Hg 등과 같은 유해한 무기질은 발견되지 않았으며, 최근 그 독특한 기능이 보고된 Se, Ge 등의 무기질 역시 발견되지 않았다. 생 죽순과 삶은 죽순, 그리고 죽순 품종 사이에 유의적인 차이점은 발견되지 않았다.

4. 유리당

유리당 함량을 분석한 결과는 <Table 3>에 제시하였다. 본 연구에서 분석한 죽순은 2.62~5.05%의 유리당 함량을 가지는 것으로 확인되었으며, 함량은 fructose, glucose, galactose, sucrose 순으로 높았다. 생 죽순이 삶은 죽순에 비하여 높은 유리당 함량을 나타내었으며, 맹종죽(PR과 PN)이 분죽(SR과 SB)보다 높은 함량을 나타내었다.

<Table 3> Free sugar content of bamboo shoots

Mean±SD

Free sugar	Content (% , dry weight basis)			
	PR ¹⁾	PB ²⁾	SR ³⁾	SB ⁴⁾
Galactose	0.04±0.00	0.04±0.01	0.04±0.00	-
Glucose	2.04±0.21	1.01±0.03	1.92±0.33	0.77±0.02
Fructose	2.94±0.32	1.97±0.10	2.92±0.20	1.44±0.34
Sucrose	-	-	-	-
Total	5.05±0.75	3.20±0.47	4.90±0.36	2.62±0.13

¹⁾PR: P. pubescens, raw; ²⁾PB: P. pubescens, boiled; ³⁾SR: S. nigra, raw; ⁴⁾SB: S nigra, boiled

5. 아미노산

죽순의 총 아미노산과 유리 아미노산 조성 및 함량 분석 결과를 <Table 4와 5>에 각각 나타내었다. 총 아미노산은 PR 7.65%, PB 7.63%, SR 7.96%, 그리고 SB가 7.86%를 함유하고 있었다(데이터 제시하지 않음). 분석한 죽순 시료의 총 아미노산 함량 중 10% 이상을 차지하는 것으로는 PR 시료의 경우 glutamate(12.53%), aspartate(11.97%), 그리고 alanine(11.08%) 순이었으며, PB에서는 aspartate(12.01) 함량이 비교적 높고 다음으로 glycine(10.95%), glutamate(10.67%), alanine(10.5%)이 비슷한 비율로 존재함을 알 수 있다. 시료 SR에는 glycine(11.02%), glutamate(10.36%), 그리고 alanine(10.06%) 순으로 함량이 높은 것으로 분석되었다. 마지막으로 SB 시료에서는 glycine(12.79%)과 proline(10.86%)의 함량이 총 아미노산 중 10% 이상을 차지하는 아미노산이었다. 아미노산 중 glutamate와 aspartate는 PR, PB, SR 시료에서 비교적 높은 비율을 차지하는 아미노산으로 나타났는데, 이는 아마도 시료의 가수분해 과정 중에 각각 glutamine과 asparagine으로부터 전환되었을 것으로 생각된다. 유리 아미노산의 총 함량은 PR 5.65%, PB 3.51%, SR 3.00%, 그리고 SB 0.91%로 분석되었다(데이터 제시하지 않음).

총 아미노산의 경우에는 죽순을 삶기 전 후의 함량 차이가 거의 없었으나, 유리 아미노산은 시료를 삶기 전 후에 그 함량 차이가 나타났다. 삶은 과정 후에 죽순에 존재하는 유리 아미노산 함량은 약 50% 정도 감소함을 알 수 있었다. 유리 아미노산 조성은 소수의 아미노산이 높은 비율을 차지

하는 것으로 확인되었다. 시료 PR과 PB는 asparagine이 23.87%와 41.78%로 가장 많고, 다음으로 tyrosine이 각각 19.86%와 13.06%를 차지하였다. NR과 NB 시료에는 tyrosine이 각각 23.81%와 32.88%로 가장 많고 다음으로 asparagine이 각각 14.77%와 25.62%를 차지하였다. 모든 시료에서 asparagine과 tyrosine이 총 유리 아미노산의 40% 이상을 차지하는 것을 알 수 있다. 이 결과는 죽순에 tyrosine 함량이 높다고 보고한 Kozukue 등(1983), 그리고 tyrosine과 aspartate 함량이 높다고 보고한 Han 등(1993)의 연구 결과와 유사하지만, arginine, serine, alanine 등의 유리 아미노산 함량이 높다고 보고한 Yoo 등(1999)의 결과와는 다소 차이가 있었다. 특히 tryptophan은 유리 아미노산 함량보다 총 아미노산 함량이 더 낮게 분석되었다. 이는 아미노산 분석을 위한 산 가수분해 과정에서 tryptophan의 손실이 크기 때문인 것으로 판단된다(Hirs & Timasheff 1983).

6. 지방산 조성

죽순에 함유된 지질 중에 분석된 지방산의 함은 0.15~0.39%인데 그 중 지방산을 분석한 결과는 <Table 6>과 같다. 죽순의 지방산은 linoleic acid가 가장 높은 비율로 존재하고 있으며, 그 함량은 각각 46.9%(PR), 48.8%(PB), 49.3%(SR), 그리고 50.0%(SB)이다. 두 번째로 함량이 높은 아미노산은 linolenic acid가 차지하였고, 그 함량은 26.3%(PR), 21.1%(PB), 23.2%(SR), 그리고 20.1%(SB)이다. 세 번째로는 palmitic acid가 19.7%(PR), 21.4%(PB), 20.1%(SR), 그리고

<Table 4> Total amino acid composition of bamboo shoots

Mean±SD

Total amino acid	Composition (% dry matter basis)			
	PR ¹⁾	PB ²⁾	SR ³⁾	SB ⁴⁾
Cys	0.53±0.01	0.51±0.00	0.75±0.00	0.88±0.00
Asp	11.97±0.16	12.01±0.10	8.73±0.08	8.21±0.10
Glu	12.53±0.16	10.67±0.09	10.36±0.11	9.82±0.11
Ser	7.05±0.09	7.30±0.06	6.23±0.06	6.63±0.06
Gly	9.12±0.12	10.95±0.07	11.02±0.10	12.79±0.06
His	2.77±0.04	3.34±0.02	2.92±0.03	3.40±0.02
Arg	2.15±0.03	2.00±0.02	2.59±0.03	2.50±0.03
Thr	5.98±0.08	6.40±0.05	5.71±0.05	7.03±0.03
Ala	11.08±0.15	10.59±0.09	10.06±0.11	9.41±0.10
Pro	7.38±0.10	8.44±0.07	8.44±0.05	10.86±0.01
Tyr	4.33±0.06	1.93±0.02	5.86±0.06	2.61±0.01
Val	6.94±0.09	7.30±0.05	7.37±0.08	7.35±0.06
Met	1.15±0.01	1.32±0.01	1.40±0.02	1.20±0.01
Cys2	0.09±0.00	0.09±0.00	0.11±0.00	0.10±0.00
Ile	4.58±0.06	4.43±0.03	4.63±0.06	4.10±0.04
Leu	7.17±0.09	7.19±0.04	7.81±0.10	7.00±0.08
Phe	3.24±0.05	3.53±0.02	4.11±0.04	4.10±0.02
Trp	0.08±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00	0.04±0.00
Lys	1.92±0.03	2.02±0.02	1.94±0.03	1.78±0.04
Total	100	100	100	100

¹⁾PR: P. pubescens, raw; ²⁾PB: P. pubescens, boiled; ³⁾SR: S. nigra, raw; ⁴⁾SB: S nigra, boiled

<Table 5> Free amino acid composition of bamboo shoots

Mean±SD

Free amino acid	Composition (% dry matter basis)			
	PR ¹⁾	PB ²⁾	SR ³⁾	SB ⁴⁾
Cys	0.19±0.03	0.27±0.05	0.35±0.09	0.52±0.08
Asp	0.86±0.10	1.97±0.15	2.21±0.27	0.99±0.13
Glu	3.40±0.34	2.34±0.14	4.61±0.35	4.91±0.54
Asn	23.87±3.75	41.78±2.09	14.77±1.96	25.62±4.17
Ser	5.19±1.04	7.20±0.43	2.36±0.45	1.38±0.29
Gln	16.98±2.84	5.94±1.04	8.10±1.30	7.38±1.31
Gly	0.66±0.09	0.61±0.11	1.02±0.19	0.53±0.10
His	2.60±0.38	3.43±0.66	2.79±0.44	2.90±0.50
Arg	2.37±0.35	2.04±0.17	4.22±0.45	2.16±0.19
Thr	1.69±0.27	1.88±0.06	1.46±0.19	0.71±0.09
Ala	3.87±0.63	2.84±0.16	5.76±1.06	3.10±0.62
Pro	1.04±0.13	1.01±0.03	0.94±0.15	0.70±0.11
Tyr	19.86±10.49	13.06±2.77	26.81±11.09	32.88±6.26
Val	3.31±0.45	3.42±0.11	4.41±0.74	3.33±0.53
Met	1.31±0.14	1.08±0.03	1.94±0.26	0.99±0.11
Cys2	0.04±0.02	0.01±0.01	0.10±0.09	0.00±0.01
Ile	2.93±0.41	2.46±0.08	3.02±0.52	2.05±0.35
Leu	3.35±0.48	2.40±0.07	5.41±1.03	3.11±0.56
Phe	2.54±0.47	2.49±0.09	3.60±0.78	2.29±0.36
Trp	2.01±0.24	2.42±0.09	3.36±0.47	3.30±0.28
Lys	1.92±0.32	1.36±0.10	2.75±0.39	1.17±0.14
Total	100	100	100	100

¹⁾PR: *P. pubescens*, raw; ²⁾PB: *P. pubescens*, boiled; ³⁾SR: *S. nigra*, raw; ⁴⁾SB: *S. nigra*, boiled

<Table 6> Free fatty acid contents in bamboo shoots

Mean±SD

Fatty acid	Content (% based on total crude lipid)			
	PR ¹⁾	PB ²⁾	SR ³⁾	SB ⁴⁾
Myristic acid (C _{14:0})	0.30±0.00	0.52±0.01	0.20±0.00	0.21±0.01
Palmitic acid (C _{16:0})	19.71±1.03	21.50±0.97	20.10±0.06	20.27±0.03
Stearic acid (C _{18:0})	1.30±0.00	4.01±0.01	0.69±0.00	0.71±0.08
Oleic acid (C _{18:1})	2.80±0.02	2.51±0.03	3.87±0.13	5.10±0.09
Linoleic acid (C _{18:2})	46.88±1.32	48.83±0.98	49.31±0.05	50.52±0.03
Linolenic acid (C _{18:3})	26.31±0.06	21.11±0.02	23.22±0.06	20.10±0.11
Arachidic acid (C _{20:0})	0.50±0.00	1.42±0.00	0.41±0.00	0.39±0.00
Behenic acid (C _{22:0})	1.31±0.00	2.01±0.02	1.32±0.00	1.51±0.05
Lignoceric acid (C _{24:0})	0.90±0.00	1.22±0.00	0.91±0.01	1.18±0.00
Total	100	100	100	100

¹⁾PR: *P. pubescens*, raw; ²⁾PB: *P. pubescens*, boiled; ³⁾SR: *S. nigra*, raw; ⁴⁾SB: *S. nigra*, boiled

20.3%(SB) 존재하는 것을 알 수 있다. 본 연구에서 분석 대상이 된 4개 시료의 주성분에는 palmitic acid, linoleic acid와 linolenic acid가 전체 지방산 조성의 90.0% 이상을 차지함을 알 수 있었고, 특히 필수 지방산인 linoleic acid와 linolenic acid가 지방의 지방산 조성 중 70.0% 정도를 차지하였다. 이 결과는 삶은 맹종죽의 지방산은 linoleic acid가 48.8%, linolenic acid가 23.0%, 그리고 palmitic acid가 24.5%를 차지한다는 Han 등(1993)의 연구 결과와 유사하다.

7. Ascorbic acid와 페놀성 화합물

Ascorbic acid는 인체 내에서 항암효과, 신장질환 예방, 비만, 당뇨 예방, 노화예방의 효과가 있는 것으로 알려져 있다 (Park 등 2005). 한편, *p*-hydroxybenzoic acid는 무 등에 들어있으며 혈당을 낮추어 당뇨병에 좋은 효과를 나타내고 상처 또는 폐질환에 의한 각혈, 혈변 등에 작용하여 지혈작용이 있는 것으로 알려져 있다(Horemans 등 2000). 현대인들이 식품을 선택하고 섭취할 때는 단순한 영양성분 이외에 다

<Table 7> Ascorbic acid and phenolic compounds of bamboo shoots

Compounds	Content (% , wet weight basis)			
	PR ¹⁾	PB ²⁾	SR ³⁾	SB ⁴⁾
Ascorbic acid	12.74	17.56	7.25	6.60
Protocatechuic acid	0	0	0	0
p-Hydroxy benzoic acid	0.1	0.1	0.2	0.1
Catechin	0	0	0	0
Caffeic acid	0	0	0	0
Chlorogenic acid	0	0	0	0
Syringic acid	0	0	0	0
p-Coumaric acid	0	0	0	0
Ferulic acid	0	0	0	0

¹⁾PR: P. pubescens, raw; ²⁾PB: P. pubescens, boiled; ³⁾SR: S. nigra, raw; ⁴⁾SB: S nigra, boiled

양한 인체 내 기능성을 나타내는 것을 선호한다. 따라서 죽순에서 ascorbic acid와 페놀성 화합물을 분석하고자 하였고, 그 결과는 <Table 7>에 나타내었다. 죽순 100 g 중의 ascorbic acid 함량은 12.74 mg(PR), 17.56 mg(PB), 7.25 mg(SR), 6.60 mg(SB)으로 감자(25.48 mg), 고구마(14.26 mg), 당근(2.61 mg), 배추(10.46 mg), 양배추(41.40 mg), 시금치(2.84 mg) 등의 야채류와 비교하였을 때 감자나 양배추보다는 낮지만, 당근과 시금치보다는 높은 수준임을 알 수 있다(Kye 등 1993). 페놀성 화합물은 8가지를 분석하였으나, 유일하게 미량 검출된 화합물이 p-hydroxybenzoic acid였으며, 그 함량은 각각 0.1 mg(PR, PB, SB)과 0.2 mg(SR) 정도였다. 그 외 7가지 성분은 검출되지 않았으며, 이는 시료의 동결건조 과정 중 산화되었을 가능성이 있을 것으로 판단되며, 본 연구에서 분석한 8가지 항목 이외의 페놀성 화합물의 존재에 대한 연구도 수행되어야 할 것으로 판단된다.

8. 장내미생물 조성

본 연구에서는 식이섬유 함량이 높은 죽순을 식이섬유만 정제한 형태가 아닌 식품자체로 공급함으로써 인간의 장내 미생물 균총 변화에 미치는 영향을 조사하였다. 대조식(control diet)와 죽순식(bamboo shoots diet) 후의 미생물 균총 변화는 <Table 8>에 제시하였다. 죽순식을 섭취하는 동안 총 혐기성 미생물과 Bifidobacterium속(genus) 수는 약간 증가하였으나, 대조식과 유의적인 차이는 없었다. Lactobacillus 속은 죽순식 섭취 후 유의적으로 증가하였고, Bacteroides 속은 유의적으로 감소하였다. Staphylococcus속, Escherichia coli, 그리고 총 호기성균은 식사 전과 후의 유의적인 차이가 없었다. Bifidobacterium속은 장내 미생물 균총을 정상화하고 설사성 질환을 치료하며(Marteau 등 2001), 변비를 개선하는 효과가 우수하다(Fukuda 등 2011). Lactobacillus속은 인간에게 유익한 유산균이고, 각종 발효 식품의 주된 균이며, 인간의 수명에 중요한 미생물로 알려져 있다. 또한 장내 유해균

<Table 8> Effects of supplementation of dietary fiber of bamboo shoots on the fecal microflora Mean±SD

	viable cell counts (Log CFU/g)	
	control diet	bamboo shoots diet
Total anaerobic bacteria	9.15±0.40	9.35±0.26
Total aerobic bacteria	7.67±0.55	7.75±0.31
Bifidobacterium spp.	8.73±0.27	9.00±0.33
Lactobacillus spp.	6.80±0.34* ¹⁾	7.28±0.30*
Bacteriodes spp.	8.76±0.37*	8.31±0.44*
Staphylococcus spp.	2.27±1.25	2.55±1.49
Escherichia coli spp.	7.34±0.50	7.10±0.46

¹⁾PR: P. pubescens, raw; ²⁾PB: P. pubescens, boiled; ³⁾SR: S. nigra, raw; ⁴⁾SB: S nigra, boiled

의 부착을 억제하고 염증반응을 완화시킨다고 알려져 있다 (Bernardeau 등 2006; Zhang 등 2013). Bacteroides속은 죽순 섭취 전 8.76 log cfu/g에서 섭취 후 8.31 log cfu/g으로 유의적인 감소를 나타내었다. 식이섬유의 섭취가 적고 지방질의 섭취가 많은 서양식 위주의 식사를 섭취하는 경우에는 대장과 분변에 장내 균총이 생산하는 β-glucuronidase, nitroreductase 등의 발암물질 생성 효소 활성이 높은 것으로 보고되었는데, Bacteroides속은 이들 효소를 생성하는 균주로 알려져 있으며(Macfarlane 등 1991), Staphylococcus속은 장내에서 부패산물과 독소 등을 생산하는 유해균으로 알려져 있다(Mitsuoka 1982).

식이섬유는 그 종류에 따라 미생물에 의해 발효되거나 이용되는 정도가 다르며(Gibson & Roberfroide, 1995), 장내 균총의 대사활동과 균총의 조성에도 영향을 미친다(Walker 등 2011). Aoe 등(1988)은 곡류로부터 분리한 rice bran hemicellulose(RBH)와 high methoxylated pectin(HMP)을 흰쥐에게 3주간 공급하면서 장내 균총을 조사한 결과, RBH 첨가군에서 Bifidobacterium속의 수가 유의적으로 증가하였고, HMP 첨가군에서 Bacteroides속의 수가 유의적으로 증가하였음을 보고하였다. 또한 Benno 등(1989)은 현미섭취에 의하여 Bifidobacterium adolescentis와 Enterococcus faecalis의 수가 유의적으로 증가한 반면 총균수와 Bacteroides속, Eubacterium aerofaciens 그리고 Escherichia coli와 Clostridium 속은 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 그러나 guar gum, pectin, bananas, plantain을 2주간 보충하였을 때 균총 조성에 차이가 나타나지 않았다. Whole-grain과 fiber-rich rye bread가 장내 미생물 조성을 유익하게 변화시켰고(Martinez 등 2013), resistant starch, non-starch polysaccharides, reduced carbohydrate의 섭취에 의해서도 장내미생물이 변화한다는 보고도 있다(Walker 등 2011). 뿐만 아니라 서양식 위주의 식사 섭취 시 인체 내 발암물질 생성이 증가한다는 보고도 있다(Russell 등 2011). 장내 균총은 식이 이외에도 다양한 환경 조건과 생리조건에 의해서 영향을 받아 온도,

가스 조성, 산도, 삼투작용과 이온작용, 표면장력과 액체흐름, 저해물질, 세균과의 상호작용과 경쟁, 장내운동 등이 관여하는데 식이섬유는 이러한 인자 대부분에 영향을 미칠 수 있다(Woods 등 1993).

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 한국에서 자생하는 죽순 중에서 가장 높은 비율을 차지하는 두 가지 품종(맹종죽, *Phyllostachys pubescens*과 분죽, *Sinoarundinaria nigra*)의 영양성분 및 섭취 시 인체의 장내미생물 조성에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 분석한 시료는 총 4가지로, 맹종죽과 분죽을 각각 삶는 과정 처리 전 후로 구분하여 동결건조 후 실험에 사용하였다. 총 수분함량, 조단백질, 조지방, 조회분, 그리고 식이섬유 함량은 각각 습 시료 기준 87.1~90.8%, 2.943.5%, 0.15~0.39%, 0.411.05%, 그리고 4.20~6.15% 범위를 가지는 것으로 분석되었다. 총 수분함량과 조회분 함량은 삶는 과정 이후 증가하였으나, 조단백질, 조지방, 그리고 식이섬유 함량은 감소하였다. 주요 무기질은 K, P, S, Mg, 그리고 Ca이며, glucose와 fructose는 가장 풍부하게 함유된 유리당이다. 유리 아미노산 중 asparagine과 tyrosine이 전체의 40% 이상을 차지하였다. 총 지방산의 70% 이상은 linoleic acid와 linolenic acid로 확인되었다. Ascorbic acid 함량은 습 시료 기준 6.60~17.56 mg/100 g, 그리고 분석한 8가지 페놀성 화합물 중에서 *p*-hydroxy benzoic acid만이 습 시료 기준 0.1~0.2% 검출되었다. 7일 동안의 일일 식이섬유 섭취량을 죽순으로 대체한 죽순식은 식이섬유 제한식에 비하여 섭취 후에 분변에서 *Lactobacillus*속이 유의적으로 증가하였으며, *Bacteriodes*속은 유의적으로 감소하였다. 본 연구에서 분석한 죽순 성분 결과들은 추후 죽순을 이용한 다양한 가공식품을 제조하거나 포장법 등을 개발하는데 있어서 유용한 기초자료가 될 것으로 생각된다. 또한 식이섬유를 제한한 식사 이후에 식이섬유질원을 죽순의 섭취로 충분히 공급하였을 때 장내 균총 조성이 유의적으로 변화하여 죽순이 장내 균총 개선에 유효한 결과를 보여주었으나, 일주일의 단기간 섭취 결과이므로 추후 장기간의 섭취에 따른 변화를 관찰해야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2013학년도 제주대학교 학술진흥연구비 지원사업에 의하여 연구되었습니다.

References

AOAC. 2000. Official Methods of analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA

- Aoe S, Ohta F, Ayano Y. 1988. Effect of water-soluble dietary fiber on intestinal microflora in rats. *J. Japan Society Nutrition Food Science*, 41:203-211
- Benno Y, Endo K, Miyoshi H, Okada T, Koshi H, Mitsuoka T. 1989. Effect of rice fiber on human fecal microflora. *Microbiology immunity*, 33(5):435-440
- Bernardeau M, Guguen M, Vernoux JP. 2006. Beneficial lactobacilli in food and feed: long-term use, biodiversity and proposals for specific and realistic safety assessments. *FEMS Microbiology Review*, 30(4):487-513
- Bidlingmeyer BA, Cohen SA, Tarvin TL. 1984. Rapid analysis of amino acids using precolumn derivatization. *J. of Chromatography* 336(1):93-104
- Cheong JS, Park NC, Lee CW, Whon JS. 1989. Nutritive components of edible bamboo shoots of *Phyllostachys edulis* produced in Korea. *J. of Korean Forest Society* 78(1):55-60
- Cho SY, Kim SH. 1976. Studies on the components of vegetables 1. The free amino acid and Na balance in spontaneous hypertensive Rats. *Korean J. Nutrition*, 5:61-64.
- Cusack V. 1999. Australia's burgeoning bamboo industry, *Assess Asian Foods*, 5:3-4
- Farrelly D. 1984. *The Book of Bamboo*. Sierra Club Books, San Francisco, CA, USA
- Ferreira V, Azzini A, Figueiredo I, Salgado A, Barieri M. 1998. Evaluation of various species of bamboo shoots as food. *Coletania do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 16:23-36
- Folch J, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The J. of Biological Chemistry*, 226(1):497-509
- Fukuda S, Toh H, Hase K, Oshima K, Nakanishi Y, Yoshimura K, Tobe T, Clarke JM, Topping DL, Suzuki T, Taylor TD, Itoh K, Kikuchi J, Morita H, Hattori M, Ohno H. 2011. Bifidobacteria can protect from enteropathogenic infection through production of acetate. *Nature*, 469:543-547
- Gibson GR, Roberfroid MB. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J. Nutrition*, 125:1401-1412
- Han SJ, Koo SJ. 1993. Study on the chemical composition in bamboo shoots, lotus root and burdock. *Korean J. of Society of Food Science*, 9(2):82-87
- Hirs CHW, Timasheff SN, 1983, *Enzyme structure*. Academic Press, New York, USA. 91(1):29-30
- Horemans N, Foyer CH, Potters G, Asard H. 2000. Ascorbate function and associated transport systems in plants. *Plant Physiology Biochemistry*, 38(7-8):531-540
- Kleinhenz V, Gosbee M, Elsmore S, Lyall TW, Blackburn K, Harrower K, Midmore D.J. 2000. Storage methods for

- extending shelf life of fresh, edible bamboo shoots [*Bambus aoldhamii* (Munro)]. *Postharvest Biology and Technology*, 19(3):253-264
- Korean Nutrition Society. 2010. Dietary reference intakes for Koreans. Seoul, Korea: Korean Nutrition Society.
- Kozukue E, Kozukue N, Kurosaki T. 1983. Organic Acid, Sugar and Amino Acid Composition of Bamboo Shoots. *J. of Food Science*, 48(3):935-938
- Kye SH, Lee JD, Paik HY. 1993. Analysis of ascorbic acid contents in raw, processed, and cooked foods by HPLC. *J. of Korean Home Economics*, 31(4):201-208
- Lee MS, Jang K M. 2000. Mineral contents of underground vegetables produced in different regions of Korea. *Korean J. of Society of Food Science*, 16(5):47-52
- Luo ZS, Xi YF, Fu GZ, Lu CX. 2002. Effect of heat treatment on cell wall components in relation to cell wall hydrolase of excised bamboo shoots. *Acta Horticulturae Sinica*, 29:43-46
- Macfarlane GT, Gibson GR, Cummings JH. 1991. Extracellular and cell-associated glycosidase activities in different regions of the human large intestine. *Letters in Applied Microbiology*, 12(1):3-9
- Marteau PR, Verse M, Seller CJ, Schrezenmeir J. 2001. Protection from gastrointestinal disease with the use of probiotics. *American J. Clinical Nutrition*, 73(2):430-436
- Martinez I, Lattimer JM, Hubach KL, Case JA, Yang J, Weber CG, Louk JA, Rose DJ, Kyureghian G, Peterson DA, Haub MD, Walter J. 2013. Gut microbiome composition is linked to whole grain-induced immunological improvements. *ISME J*, 7(2):269-280
- Miguchi S, Araki H, Tamamoto N. 1998. Fraction of dietary fiber constituents in vegetables by sequential extraction procedure. *J. of Japan Society of Food Science and Technology*, 35:405-409
- Park EJ, Jhon DY. 2006. Preparation and characteristics of yogurt prepared with salted bamboo shoots. *Korean J. of Food Culture*, 21(2):179-186
- Park EJ, Jhon DY. 2009. Effects of shoot consumption on lipid profiles and bowel function in healthy young women. *Nutrition*, 25(7-8):723-728
- Russell WR, Gratz SW, Duncan SH, Holtrop G, Ince J, Scobbie L, Duncan G, Johnstone AM, Lobley GE, Wallace RJ, Duthie GG, Flint HJ. 2011. High-protein, reduced-carbohydrate weight-loss diets promote metabolite profiles likely to be detrimental to colonic health. *Am. Society for Nutrition*, 93(5):1062-1072
- Shimizu J, Yamada N, Nakamura K, Takita T, Inami S. 1996. Effects of different types of dietary fiber preparations isolated from bamboo shoots, edible burdock, apple and corn on fecal steroid profiles of rats. *J Nutrition Science Vitaminology*, 42(6):527-39
- Tanaka A, Kim HJ, Oda S, Shimizu K, Kondo R. 2011. Antibacterial activity of moso bamboo shoot skin (*Phyllostachys pubescens*) against *Staphylococcus aureus*. *J. Wood Science*, 57(6):542-544
- Walker AW, Ince J, Duncan SH, Webster LM, Holtrop G, Ze X, Brown D, Stares MD, Scott P, Bergerat A, Louis P, McIntosh F, Johnstone AM, Lobley GE, Parkhill J, Flint HJ. 2011. Dominant and diet-responsive groups of bacteria within the human colonic microbiota. *ISME J.*, 5(2):220-230
- Wang JW. 2002. Study on ageing physiology of postharvest of bamboo shoots. *Forest Research*, 15(6):687-692
- Woods MN, Gorbach SL. 1993. Influences of fiber on the ecology of the intestinal flora. *Handbook of dietary fiber in human nutrition*. ed ed, CRC Press, 361-363
- Yoo MJ, Chung HJ. 1999. Chemical properties of bamboo shoots and their changes of chemical components during the manufacture of pickles. *Korean J. of Food and Nutrition*, 12(6):575-581
- Zhang ZF, Yang WG, Han SZ, Dong MM. 2000. Variation in phenylalanine ammonia-lyase activity of bamboo shoots under different storage conditions. *J. of Ninfbo University (NSEE)* 13:35-38
- Zhang C, Li S, Yang L, Huang P, Li W, Wang S, Zhao G, Zhang M, Pang X, Yan Z, Liu Y, Zhao L. 2013. Structural modulation of gut microbiota in life-long calorie-restricted mice. *Nature Communication*, 4:2163