

죽순, 연근, 우엉의 성분분석

— 유리당, 지방산, 아미노산 및 식이섬유의 조성 —

한수정 · 구성자
경희대학교 식품영양학과

Study on the Chemical Composition in Bamboo Shoot, Lotus Root and Burdock

— Free Sugar, Fatty Acid, Amino Acid and Dietary Fiber Contents —

Soo Jung Han and Sung Ja Koo

Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University

Abstract

This experiment was carried out to determine the total dietary fiber content and free sugar, fatty acid, amino acid compositions in bamboo shoot, lotus root and burdock. Bamboo shoot contained 3.05% of proteins, 0.48% of lipids, 2.45% of fibers, which were larger than those of other samples (lotus root and burdock). Burdock contained more sugars than the others as 18.64%. On a dry matter basis, total dietary fiber by Prosky AOAC method were 62.5% for bamboo shoot, 17.9% for lotus root and 41.9% for burdock. Therefore, the content of dietary fiber in bamboo shoot was the most abundant among them. Free sugar contents (glucose, fructose and sucrose) of the sample were analyzed by HPLC. Sucrose was the most abundant in both bamboo shoot and lotus root, and the content of fructose and sucrose in burdock were almost same. The major fatty acids in bamboo shoot, lotus root and burdock analyzed by GC were palmitic and linoleic acid. Also, linolenic acid were abundant only in bamboo shoot. The results of amino acid analysis showed that aspartic acid, glutamic acid and lysine were the most abundant amino acids in the sample. Bamboo shoot contained large percentage of protein, the sweet-tasting amino acids and lipid than the other samples. Therefore bamboo shoot can be used as a flavor material because they contain plenty of the sweet-tasting amino acid and free sugar. Bamboo shoot and burdock can be used as potential source of dietary fiber because of the high content of dietary fiber in those samples.

1. 서 론

죽순은 本草拾遺에 의하면, 담을 없애고, 노인성변비·만성변비·종기·두드러기를 치료하며, 소화력을 높이고 신진대사를 활발하게 하는 등의 약리작용이 있다^{1,2)}고 보고되어 있다. 죽순에 관한 연구로는 죽순 세포벽으로부터의 각종 유기산 분리^{3,4)}, pectin 성분에 대한 연구⁵⁾, 연속 추출 과정에 의해 식이섬유를 분리하여 당근, 순무 등의 다른 채소들과 비교한 연구⁶⁾, 죽순 저장시의 성분 변화^{4,7)} 등이 보고되어 있다.

연근은 염증을 없애고, 지혈 효과가 있으며, 해소·당뇨·위궤양·빈혈 등의 치료에도 효과가 있다고 보고되어 있다^{2,8)}. 연근에 관한 연구로는 hydroxyproline 함량 변화⁹⁾와 Pectin 질의 특성에 대한 연구¹⁰⁾가 있다. 우엉은 caffeic acid, chlorogenic acid 등 많은 종류의 polyphenol 화합물을 함유하며, 항균작용이 있다고 보고²⁾되어 있으며, 神農本草經에 따르면, 우엉은 염증·종기·안면부종을 없애고 어지러움증을 치료하며, 해소와 당뇨에도 효과가 있다고 한다^{2,8)}. 우엉에 대하여는 영양학적인 연구가

많이 보고되었는데, Park 등¹¹⁾이 26 종의 채소에서 돌연변이 방지 효과를 조사한 바에 따르면, 우엉이 돌연변이를 80% 이상 방지하였다고 보고하였으며, 그 외에 amaranth 식이에 대한 우엉의 보호 효과에 관한 보고^{12,13)}가 있다. 또한, 성분 분석으로는 xylan의 분리¹⁴⁾, 식이섬유 측정¹⁵⁾ 등의 연구가 있다.

한편, 우리나라에서는 지난 수십년간 산업화에 따른 경제성장으로 식생활이 개선되고 서구화되어 가면서 비만증을 포함한 각종 만성퇴행성 질환이 급격하게 증가하는 추세이며, 다른 질환의 사망은 1980년대 이래 비슷한 수준을 유지하거나 감소하는데 반해, 혈액·조절기 질환 및 악성 종양에 의한 사망은 1980년에 비해 1991년에는 약 2배 이상 증가하였다는 보고가 있어서 식이섬유가 이들 질환의 예방과 치료에 효과가 있다고 보고¹⁶⁻¹⁹⁾되면서 식이섬유에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다.

따라서, 식이섬유의 급원으로 생각되는 죽순, 연근, 우엉은 우리의 식생활에 많이 이용되고 있음에도 불구하고 국내에서는 성분에 관한 연구가 거의 보고되지 않아

Table 1. The Operating Condition for Analysis of Free Sugar Composition by HPLC

Instrument	Wagters HPLC
Column	Carbohydrate analysis(0.45×30 cm)
Mobile phase	CH ₃ CN : H ₂ O=80 : 20
Flow rate	1.5 ml/min.
Detector	RI Detector(AUFS×8)
Chart speed	0.5 cm/min.
Injection volume	20 μl

본 연구에서는 식이섬유의 급원으로 이들의 이용도를 넓히고자 식이섬유량을 측정하였으며, 아울러 영양학상으로 중요한 유리당, 지방산, 아미노산 분석도 함께 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에서 사용한 죽순(*Phyllostachys pubescens*), 연근(*Nelumbo nucifera*), 우영(*Arctium lappa*)은 서울 경동시장(92년 7~8월)에서 구입하였으며, 모두 외피를 제거하고 잘게 다져 냉동 건조한 후 분쇄하여 30 mesh의 체를 통과하고 270 mesh의 체에 걸리는 입자를 취하여 데시케이터에 보존하면서 시료로 사용하였다.

2. 일반 성분 분석

일반 성분은 AOAC 법²⁰⁾에 의하여 수분은 가열 건조법, 회분은 회화법, 지질은 Soxhlet 추출법, 단백질은 Kjeldahl 법을 이용하였고, 조섬유는 Henneberg-Stohmann 법을 개량한 AOAC 법으로 측정하였다. 당질 함량은 시료 100 g 중에서 수분, 단백질, 지질, 조섬유, 회분 함량을 감한 값으로 하였다.

3. 식이섬유

식이섬유량은 AOAC 측정법을 개량한 Prosky법^{21,22)}을 이용하여 측정하였다.

4. 유리당의 분석

시료의 유리당은 Macrae의 방법²³⁾에 따라 HPLC를 사용하여 다음과 같이 측정하였다. 즉, 시료 5g에 80% ethanol을 가하고, 120°C의 sand bath에서 1시간 동안 reflux한 후, 50 ml로 하였다. 이것을 여과·농축하여 0.25 μm membrane filter를 통과시킨 후, HPLC로 분석하였다. 분석 조건은 Table 1과 같으며, 당 표준액과 peak 면적을 비교하여 시료중의 당 함량을 계산하였다.

5. 지방산의 분석

지방산의 분석은 AOCS 방법²⁴⁾에 따라 행하여 졌고, 지방산을 분석하기 위한 GC의 조작 조건은 Table 2와 같으며, 시료의 전처리는 다음과 같다. 시료 약 1g을 등근

Table 2. The Operating Condition for Analysis of Fatty Acid Composition by GC

Instrument	Varian VISTA 402 capillary GC
Column	BP-20(0.32 mm i.d.×30m)
Injection temp.	230°C
Detector temp.	250°C
Oven temp.	210°C
Detector	Flame ionization detector
Chart speed	0.5 cm/min.
Carrier gas	Hydrogen, 12 psi
Make-up gas	Nitrogen
Split ratio	1 : 30

Table 3. The Operating Condition for Analysis of Amino Acid Composition by Amino Acid Analyzer

Instrument	Waters 745 B
Column	Waters Nova-Pak C ₁₈
Mobile phase	A) 50 mM Na ₂ HPO ₄ + 50 mM Na·Acetate /THF 935/65 pH 7.0 with Acetic acid B) MeOH : CH ₃ CN : H ₂ O=45 : 10 : 45
Temp.	45°C
Detector	Fluorescence detector
Injection volume	20 μl

flask에 넣고, benzene 10 ml와 0.5 N NaOH/MeOH 용액 7.5 ml를 가하여 150°C의 sand bath에서 30분간 가열한 후, 10% BF₃/MeOH 7.5 ml를 가하여 동일한 온도의 sand bath 상에서 30분간 반응시켰다. 이것을 방냉하여 분액 깔때기에 넣은 다음 10 ml의 CH₂Cl₂를 넣고 교반·분리하는 과정을 3회 반복하여 CH₂Cl₂층을 모아 소량의 Na₂SO₄로 탈수시킨 후, 여과·농축하여 GC에 주입하였다. 지방산 조성을 구하는 방법으로 지방산 표준품(RM-6, Supelco, USA)을 사용하였고, 면적 보정법^{25,26)}에 따라 조성비를 구하였다.

6. 아미노산의 분석

아미노산 분석기를 이용하여 시료중의 아미노산을 분석하였으며²⁷⁾, 시료의 처리 과정은 다음과 같다. 즉, 0.4 g의 시료에 6 N HCl 10 ml를 가해 105°C autoclave에서 24시간 동안 가수분해하고, rotary evaporator에서 증발 건조한 후, pH 2.20 buffer로 죽순은 400배, 우영과 연근은 100배 희석하여 검액으로 사용하였으며, 아미노산 표준용액(Takara Kosan Co., Ltd., Tokyo, Japan)으로 측정된 검량선에 의해 각각의 아미노산의 분자량에 따른 각 표준 아미노산의 농도(g/100g)를 산출하였고, 아미노산 분석기의 조작 조건은 Table 3과 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반 성분

죽순, 연근 및 우영의 일반 성분을 분석한 결과는 Ta-

Table 4. The Proximate Composition of Bamboo shoot, Lotus root and burdock (%)

Samples	moisture	crude		carbohydrate		ash
		protein	fat	sugar	crude fiber	
Bamboo shoot	90.23	3.05	0.48	3.15	2.46	0.4
Lotus root	87.59	0.29	0.05	10.47	1.24	0.36
Burdock	78.37	0.98	0.11	18.64	1.63	0.27

Table 5. The Fiber Contents of Bamboo shoot, Lotus root and Burdock (% , dry basis)

Samples	TDF	CF	TDF/CF
bamboo shoot	62.5	25.2	2.5
lotus root	17.9	10.0	1.8
burdock	41.9	7.5	5.6

TDF: total dietary fiber, CF: crude fiber

ble 4와 같다. 일반적으로 수분함량에 있어 죽순 90.23%, 연근 87.59%, 우엉 78.37%로 세 시료 모두에서 78% 이상의 높은 함량을 나타내었다.

죽순과 같은 경채류는 80~90%, 연근이나 우엉과 같은 근채류는 60~80% 정도인데, 본 연구에서 죽순은 90.23%, 연근은 87.59%, 우엉은 78.37%로 세 시료 모두 이 범위 내에 있었다. 단백질 함량은 죽순이 3.05%로 비교적 높았으나, 연근과 우엉은 0.29% 및 0.98%로 낮은 함량을 나타내었으며, 지질은 죽순 0.48%로 연근 0.05%, 우엉 0.11%에 비해 비교적 높은 함량이었다. 당질 함량에 있어 당류는 죽순 3.15%, 연근 10.47%이고, 우엉은 18.64%로 가장 높은 값을 나타내었으며, 조섬유 함량은 죽순이 2.46%로 가장 높았고, 연근 1.24%, 우엉 1.63%로 나타났다. 회분량은 세 시료에서 차이가 별로 없었는데, 죽순은 0.4%로 Ferreira 등²⁸⁾이 보고한 0.88~1.14%보다 낮은 함량을 나타내었다. 죽순은 우엉이나 연근에 비해 단백질, 지질, 섬유질이 많으며, Ferreira 등의 10가지 종류의 죽순에 관한 연구에 있어 단백질 2.27~4.37%, 조지질 0.21~0.48%로 본 실험의 결과와 거의 일치하였으나, 섬유질은 2.46%로 Ferreira 등의 0.55~0.90%보다 높았다.

2. 식이섬유

죽순, 연근, 우엉을 시료로 하여 건조물량에 대한 식이섬유량을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 본 시료들의 식이섬유 함량은 건조물 기준으로 죽순이 62.5%로 가장 높았고, 이 값은 Miguchi 등⁶⁾이 보고한 53.9~71.6%와 거의 일치하는 결과였다. 우엉은 41.9%로 Ikegami 등¹⁵⁾이 보고한 50.8%보다는 낮았지만 비교적 높은 함량으로 나타났다. 그리고, 연근은 13.6%로 다른 두 시료에 비해 현저하게 낮았다. 또한, 채소의 조섬유 함량을 식이섬유의 함량과 비교해 보면, 식이섬유가 1.8~5.6배 정도 높게

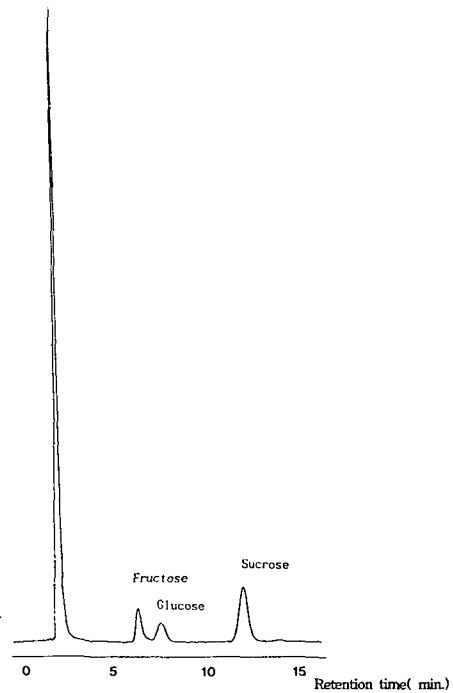


Fig. 1. HPLC Chromatogram of Free Sugars in Lotus Root

Table 6. The Free Sugar Composition of Bamboo shoot, Lotus root and burdock (g/100g, dry basis)

Samples	Free sugars			Total
	Fructose	Glucose	Sucrose	
bamboo shoot	8.6	4.5	12.5	25.6
lotus root	12.9	11.4	31.8	56.1
burdock	5.3	—	4.5	9.8

나타났는데, 이는 조섬유 함량이 식이섬유 함량에서 18~56%만이 정량되고 있음을 보여주는 것이다. 정제 식품과 동물성 식품의 섭취가 증가하고 있는 요즈음 섬유질의 섭취는 필수적이며, 본 연구의 결과로부터 죽순과 우엉이 식이섬유의 좋은 급원이 된다고 생각된다.

3. 유리당

세 가지 시료의 유리당을 HPLC에 의해 분리하였으며 대표적인 HPLC chromatogram은 Fig. 1과 같고 정량된 값은 Table 6에 나타내었다. 유리당을 분석한 결과, glucose, fructose, sucrose가 존재하는 것을 확인하였고, 이들을 양적으로 보았을 때, 죽순은 sucrose 12.5%, fructose 8.6%, glucose 4.5%의 함량 순이었으며, 연근은 fructose 12.9%, glucose 11.4%, sucrose 31.8%로 sucrose의 함량이 가장 높았다. 연근에서는 총유리당 함량이 56.1%로 가장 높은 비율을 나타내는 것으로 보아 감미가

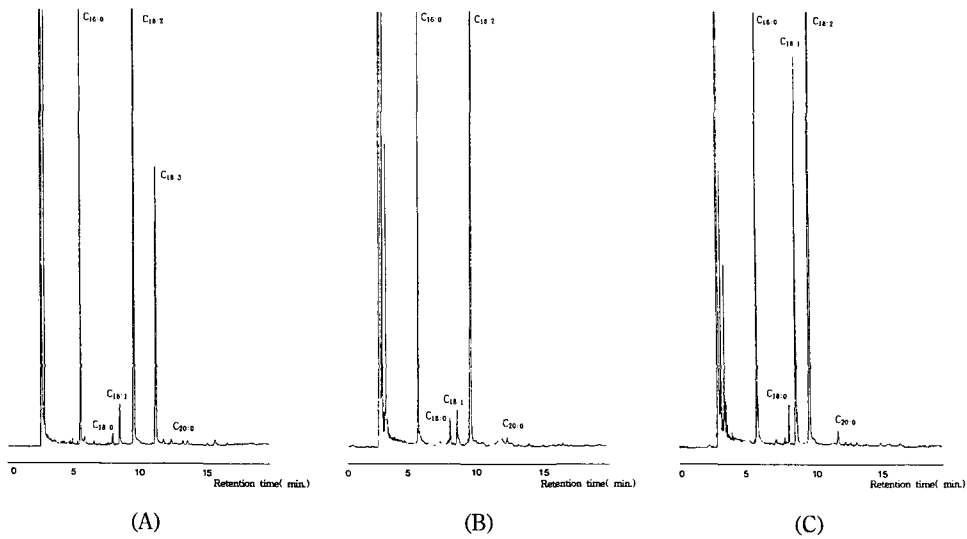


Fig. 2. Gas Chromatogram of Fatty Acid Methyl Esters in Samples
 A; Bamboo shot, B; Lotus Root, C; Burdock

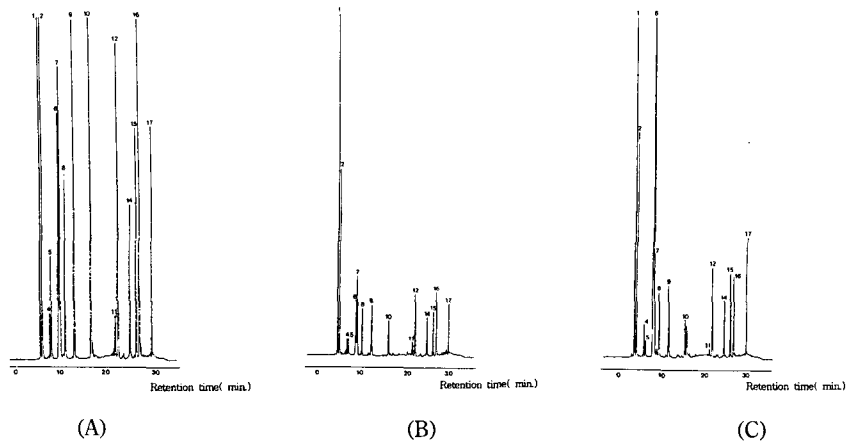


Fig. 3. Chromatogram of Amino Acids Samples by Amino Acid Analyzer

- | | | | | | |
|------------------|-------------------|----------------|--------------|----------------|-------------|
| 1: Aspartic acid | 2: Glutamic acid | 3: Asparagine | 4: Histidine | 5: Serine | 6: Arginine |
| 7: Glycine | 8: Threonine | 9: Alanine | 10: Tyrosine | 11: Methionine | 12: Valine |
| 13: Tryptophan | 14: Phenylalanine | 15: Isoleucine | 16: Leucine | 17: Lysine | |

A; Bamboo shot, B; Lotus Root, C; Burdock

가장 높은 것으로 생각되며, 그 다음이 죽순 25.6%, 우영 9.8%의 순으로 많았다. 또한, 연근에서 sucrose는 총유리당의 56.7%를 차지했고, glucose와 fructose는 각각 20.3%와 23.0%로 비슷한 값을 나타내었다. 우영에는 glucose가 검출되지 않았으며, fructose와 sucrose는 각각 5.3%와 4.5%로 비슷한 함량을 나타내었다.

채소류 중의 유리당 함량은 채소 품종이나 산지, 수확기, 부위에 따라 다르지만, 본 연구에서는, 죽순과 연근의 유리당은 sucrose가 주체인 것으로 나타났다.

4. 지방산

GC에 의해 시료의 지방산 조성을 분석한 결과는 Fig. 2와 Table 7과 같다. 총 지방질 함량은 죽순, 우영, 연근의 순으로 많았고, 지방산은 palmitic acid, oleic acid 및 linoleic acid 등이 검출되었다. 주요 지방산은 세 시료 모두에서 palmitic, linoleic acid로, 이들 지방산이 총 지방산의 70% 이상을 차지하였다. 특히, linoleic acid는 죽순 48.4%, 연근 44.6%, 우영 65.2%로 가장 많이 함유되어 있었다. 죽순의 지방산 조성은 linoleic acid가 48.

Table 7. The Fatty Acid Composition of Bamboo shoot, Lotus root and burdock (% dry basis)

Fatty acids	bamboo shoot	lotus root	burdock
C _{16:0}	24.5	37.6	27.7
C _{18:0}	0.8	1.8	2.8
C _{18:1}	2.7	15.5	3.6
C _{18:2}	48.4	44.6	65.2
C _{18:3}	23.0	—	—
C _{20:0}	0.6	0.5	0.8
Total	100.0	100.0	100.0

Table 8. The Amino Acid Composition of Samples (g/100g, dry basis)

Amino acids	bamboo shoot	lotus root	burdock
Asp.	4.071(12.0)	0.591(28.8)	0.955(21.1)
Glu.	3.888(11.4)	0.240(11.7)	0.293(6.5)
Asn.	—	—	—
His.	0.847(2.5)	0.066(3.2)	0.136(3.0)
Ser.	2.765(8.1)	0.097(4.7)	0.101(2.3)
Arg.	2.130(6.3)	0.124(6.1)	1.517(33.6)
Gly.	1.811(5.3)	0.124(6.1)	0.155(3.4)
Thr.	1.338(3.9)	0.081(3.9)	0.192(4.3)
Ala.	2.257(6.7)	0.089(4.3)	0.123(2.7)
Tyr.	4.157(12.2)	0.087(4.2)	0.090(2.0)
Met.	0.320(0.9)	0.027(1.3)	—
Val.	1.748(5.2)	0.084(4.1)	0.123(2.7)
Trp.	—	—	—
Phe.	1.430(4.2)	0.090(4.4)	0.132(2.9)
Ile.	1.282(3.8)	0.062(3.0)	0.113(2.5)
Leu.	2.190(6.5)	0.103(5.0)	0.132(2.9)
Lys.	3.730(11.0)	0.189(7.2)	0.456(10.1)
Total	33.964(100)	4.518(100)	1.930(100)

*(): % of total amounts of amino acid composition

4%로 가장 많았고, palmitic acid 24.5%, linolenic acid 23.0%, oleic acid 2.7%의 순이었다. 한편, stearic acid와 arachidonic acid는 매우 적었고, oleic acid도 연근을 제외하고는 소량만이 존재하였으며, linolenic acid는 죽순에서만 존재하였다.

5. 아미노산

아미노산 분석기에 의해 측정된 결과는 Fig. 3과 Table 8과 같다. 죽순, 연근, 우영의 아미노산의 종류는 asparagine, tryptophan을 제외한 15종으로 나타났다.

일반적으로 aspartic acid, glutamic acid, lysine의 함량이 비교적 높았으나, 죽순에서는 tyrosine이 12.2%로 가장 많이 함유되어 있었으며, aspartic acid, glutamic acid, lysine의 함량 순이었다. 연근은 aspartic acid가 28.8%, 우영은 arginine이 33.6%로 가장 높은 함량을 나타내었다. 단맛을 내는 아미노산인 glutamic acid, serine, threonine, alanine, valine, lysine 등의 함량이 죽순 51.6%

%, 연근 42.0%, 우영 31.9%였으며, 쓴맛을 내는 아미노산인 arginine, phenylalanine, leucine의 함량은 죽순 17.0%, 연근 15.4%, 우영 39.4%로 우영에서 가장 높았다. 죽순은 다른 채소류에 비해 단백질의 함량과 단맛을 내는 아미노산의 함량이 높으므로, 정미 식품으로 이용 가치가 높다고 생각된다. 또한, 우영은 단맛을 내는 아미노산의 함량이 적고, 쓴맛을 내는 아미노산량이 많아 쓴맛 성분이 더 우세한 것으로 볼 수 있는데, 이는 우영이 미약한 쓴맛을 나타낸다는 문헌⁸⁾과 일치하고 있다.

IV. 결 론

냉동 건조한 죽순, 연근, 우영의 일반 성분, 총식이섬유, 유리당, 지방산, 총아미노산 함량을 측정된 결과는 다음과 같다.

일반 성분 분석에서 죽순은 단백질 3.05%, 지질 0.48%, 섬유소 2.46%로 다른 시료들에 비해 높은 함량을 나타내었고, 우영에서는 당질 함량이 18.64%로 가장 높았다. 식이 섬유량은 죽순과 우영에서 각각 62.5%와 41.9%였고, 연근에서는 17.9%로 죽순에서 가장 높았다. 유리당으로서 glucose, fructose, sucrose 등 3종이 동정되었고, 죽순과 연근에서는 sucrose가 가장 많았으며, 우영에서는 fructose와 sucrose가 비슷한 함량을 나타내었다. 죽순, 연근 및 우영의 지방산은 palmitic acid 24.5~37.6%, linoleic acid 44.6~65.2%로 비교적 높은 함량을 나타내었으나, linolenic acid는 죽순에서만 함량이 높았다. 아미노산 조성에서 aspartic acid, glutamic acid 및 lysine 함량이 높게 나타났으며, 죽순은 다른 시료에 비해 단백질과 단맛을 내는 아미노산의 함량이 높았다.

이와 같이, 죽순은 단백질, 지질의 함량이 다른 시료에 비해 높을 뿐만 아니라, 감미를 가지는 아미노산 및 총 유리당도 비교적 많은 양을 함유하고 있어 정미 성분으로서도 이용될 수가 있다. 또한, 정제식품과 동물성식품의 섭취가 증가하는 추세에서 성인병 예방을 위해서는 섬유질의 섭취가 더욱 요구되므로, 죽순과 우영은 식이 섬유량이 많아 식이섬유 급원으로 권장할만한 가치가 있다고 사려된다.

참고문헌

1. 江蘇新醫學院編, 中藥大辭典(上册), 上海科學技術出版社, p.438(1979).
2. 鄭普燮, 辛民教, 圖解鄉藥(生藥) 大辭典, 永林社, p.208, 514, 1010(1990).
3. Ishii, T., Acetylation at 0-2 of arabinofuranose residues in feruloylated arabinoxylan from bamboo shoot cell-walls, *Phytochemistry*, 30(7): p.2317(1991).
4. Kozukue, E., Changes in chemical components of bamboo shoot during storage at 1 degree C or 20 degree C, *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, 37(1): p.57(1984).
5. Fuchigami, M., Differences between bamboo shoots

- and vegetables in thermal disintegration of tissues and polysaccharides fractionated by successive extraction, *J. Food Sci.*, **55**(3): p.739(1990).
6. Miguchi, S., Araki, H. and Yamamoto, N., Fractionation of dietary fiber constituents in vegetables by sequential extraction procedure, *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.*, **35**(6): p.405(1988).
 7. Pravabati Devi, S. and Tombi Singh, H., Studies on the chemical and nutritional changes of bamboo shoot during fermentation, *J. Food Sci. Technol.*, **23**(6): p.338(1986).
 8. 金一赫, 藥品植物學各論, 進明出版社, p.152, 440(1981).
 9. Fukuda, M., Effect of wounding on hydroxyproline content and its distribution in cell wall of some vegetables, *J. Food Sci. Technol.*, **35**(2): p.83(1988).
 10. Fuchigami, M. and Okamoto, K., Fractionation of pectic substances in several vegetables by successive extraction with dilute hydrochloric acid and acetate buffer solutions, *J. Jpn. Soc. Nutr. and Food Sci.*, **37**(1): p.57(1984).
 11. Park, K.Y., Lee, K.I. and Rhee, S.H., Inhibitory effect of green-yellow vegetables on the mutagenicity in a Sallmonella assay system and on the groth of AZ-521 human gastric cancer cells, *J. Kor. Soc. Food and Nutr.*, **21**(2): p.149(1992).
 12. Takeda, H. and Kiriyaama, S., Effect of feeding amaranth on the jejunal sucrase and digestion-absorption capacity of the jejunum in rats, *J. Nutr. Sci. and Vit.*, **37**(6): p.611(1991).
 13. Takeda, H. and Kiriyaama, S., Difference between rats and chicks in the protective effect of dietary fiber against amaranth toxicity, *Agri. Bio. Chem.*, **55**(5): p. 1299(1991).
 14. Watanabe, T., Kato, Y., Kanari, T. and Okazaki, T., Isoltion characterization of an acidic xylan from gobo, *Agri. Bio. Chem.*, **55**(4): p.1139(1991).
 15. Ikegami, S., Tsuchihashi, F. and Moon, B.S., Determination of total dietary fiber in foods and food products by the enzymatic-gravimetric method, *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, **41**(3): p.239(1988).
 16. Trowell, H., Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain disease, *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**: p.417(1976).
 17. Burkitt, D.P., Some disease characteristic of modern western civilization, *Brit. Med. J.*, **3**: p.274(1973).
 18. Heller, S.N., Canges in the crude fiber content of American diet, *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: p.1510(1978).
 19. Lanza, E. and Butrum, R.R., A critical review of food fiber analysis and data, *J. Am. Diet Assoc.*, **86**(6): p.732(1986).
 20. AOAC Official Methods, 13th Ed., Assoc. of Off. Anal. Chem., Wasington D.C., 1980.
 21. Prosky, L., Asp, N.G., Furda, I., DeVries, J.W., Schweizer, T.F. and Harland, B.F., Determination of total dietary fiber in foods, food product and total diets, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **68**: p.677(1985).
 22. 李昶淑, 李瑞來, 과일·채소중 식이섬유의 분석법 검토 및 함량 분석, *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **19**(4): p.317(1987).
 23. Macrae, R., HPLC in food and analysis 2nd ed., **71**: (1988).
 24. AOCS Official Methods, Ce 1-62(1990).
 25. 油脂 すよび 油脂製品試験法部令, 油化學, p.19, 337(1970).
 26. 日本油化學協會編, 基準油脂分析試験法, 日本油化學協會, 東京, 2.4, 20.2(1972).
 27. Mason, V.C., Bech, S., Andersen, E. and Rudemo, M., A streamlined method for preparing hydrolysates, Symposium on protein metabolism nutrition Braunschweig, May (1980).
 28. Ferreira, V.L.P., Azzini, A., Figueiredo, I.B., Salgado, A.L. and Barbieri, M.K., Evaluation of various species of bamboo shoots as food Coletania do Instituto de Tecnologia de Alimentos, **16**: p.23-36(1988).