

와송의 이화학적 특성 및 NDMA 생성에 관한 연구

최선영 · 김정균* · †성낙주**

경상대학교 가정교육과 · 교육연구원, *경상대학교 해양생물이용학부

**경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원

Studies on the Physicochemical Characteristics and NDMA Formation of *Orostachys japonicus* A. Berger

Sun-Young Choi, Jeong-Gyun Kim* and †Nak-Ju Sung**

Dept. of Home Economics Education, Education Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

*Dept. of Marine Bioscience, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

**Dept. of Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

The purpose of this study was to analyze the changes in physicochemical characteristics and NDMA formation of *Orostachys japonicus* A. Berger according to harvest times. The results showed moisture, carbohydrate, crude fiber and crude protein contents of $48.5 \pm 1.4\%$, $38.2 \pm 1.2\%$, $15.8 \pm 0.4\%$ and $13.2 \pm 0.6\%$ respectively. The total mineral content was 4,817.1 mg/100 g, where Ca was highest ($2,577.0 \pm 3.2$ mg/100 g), followed by K, Mg, Na, P and Fe. The composition amino acid of *O. japonicus* A. Berger showed high levels of glutamic acid and aspartic acid. And among the five free sugars detected, galactose and glucose were most abundant at 32.2 ± 0.02 mg/100 g and 25.3 ± 0.10 mg/100 g, respectively.

Upon comparing *O. japonicus* A. Berger extracts that came from plants harvested during August~October, total phenolic compound ($2,703.1 \pm 5.21 \sim 2,428.0 \pm 3.52$ mg/100 g) and flavonoid ($634.2 \pm 2.33 \sim 1,324.6 \pm 1.87$ mg/100 g) contents were higher in the methanol extract than in the water extract. Also, within a reaction system, nitrite scavenging ability and NDMA inhibition were most effective at pH 2.5, and increased in proportion to the extract concentration. Finally, the methanol extract of *O. japonicus* A Berger harvested during August~October had the highest nitrite scavenging and NDMA inhibition effects.

Key words: *Orostachys japonicus*, composition amino acid, free sugars, total phenolic compound, nitrite scavenging ability.

서론

N-nitrosamine(NA)는 식품의 가공·조리 과정 중에 여러 가지 유해성분, 즉 다환성 방향족 탄화수소, NA 화합물, 지방의 산화와 아미노산 분해산물, Maillard 반응물질 등이 생성될 뿐만 아니라 강력한 발암물질임이 알려진 이래 이에 대한 연구가 활발하게 이루어져 왔다. 그 결과 제 1급, 2급 및 3급 아민이 니트로소화의 전구물질이 되며, 식육 가공품의 첨가제로 이용되고 있는 아질산염은 산성조건에서 2급 아민과의 반응이 더 용이하여 식품뿐만 아니라 인체나 동물의 장내에서도

생성될 수 있다^{1,2)}. Mirvish 등³⁾은 ascorbic acid에 의한 NA 생성 억제 기구를 보고한 이후, Millard 반응생성물도 NA 생성을 억제시킨다는 것이 Kato 등⁴⁾에 의해 밝혀졌고, 뒤이어 콩, 귀리 및 식물체에 널리 분포되어 있는 tocopherol, sorbic acid, phenol, guaiacol, resorcinol, caffeic acid, ferrulic acid 등도 니트로소화 반응을 강하게 억제한다는 것이 알려지게 되었다^{5,6)}. 최근에는 향신료, 마늘, 감귤류, 토마토, 녹차 및 매실 등에 존재하는 특정 물질도 NA 생성을 억제시킨다는 결과가 보고되고 있다^{7,8)}.

와송은 석송, 옥송, 작엽하초 등으로 불리는 돌나물과(Cra-

† Corresponding author: Nak-Ju Sung, Dept. of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea. Tel: +82-55-751-5975, Fax: +82-55-751-5971, E-mail: snakju@gsnu.ac.kr

ssulaceae)의 다년생 초본 식물로서, 오랫동안 간염, 폐렴, 지혈, 습진, 화상, 부종 및 암치료제로 사용해 왔으며, 약리 작용으로는 혈관 수축작용, 호흡 흥분 작용, 장관의 긴장도 증강 작용, 혈압강화, 이뇨작용 및 해열 작용이 있다고 보고되어 있다^{9,10}. 주요 성분으로는 friedelin, *epi*-friedlanol, glutinone, glutinol과 같은 triterpenoid류와 β -sitosterol, campesterol 등의 sterol계열 물질, fatty acid ester류 및 kaempferol, quercetin과 같은 flavonoid, 4-hydroxybenzoic acid, 3,4-dihydroxybenzoic acid, gallic acid 등의 aromatic acid 등이 있다고 보고되어 있다^{11,12}.

본 연구에서는 와송의 무기질, 아미노산, 유리당, 총 페놀 화합물 및 플라보노이드 함량을 분석하고, 식품 내 대표적인 발암 물질로 알려진 NDMA 생성 억제 작용 및 전구 물질인 아질산염 소거 작용을 통하여 와송의 생리활성 탐색을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 와송의 메탄올 및 물 추출물은 시료 중량에 대하여 20배의 용매를 각각 65~80°C에서 5시간 동안 환류 냉각하면서 3회 반복 추출하였다. 추출된 시료의 여액은 60°C에서 감압 농축하여 완전 건조시킨 다음 건조물의 무게를 측정하고 1,000 $\mu\text{g/ml}$ 농도가 되도록 하여 냉동 보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 일반 성분 분석

수분은 상압가열 건조법, 회분은 직접회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법 및 조단백질은 Semi-micro Kjeldahl법으로 정량하였고, 총당은 phenol-H₂SO₄법, 조섬유는 H₂SO₄-NaOH법, 환원당은 표준검량곡선을 이용한 DNS 비색법으로 측정하였다.

3. 무기질의 정량

시료 0.5 g을 분해용 플라스크에 넣고 진한 황산과 진한 질산을 각각 10 ml씩 차례로 가하여 hot plate에서 무색으로 변할 때까지 분해한 후, 100 ml로 정용·여과(Whatman No. 6)하여 Inductively Coupled Plasma(Atom Scan 25, Thermo Jorell Ash Co., France)로 분석하였으며, 분석조건으로 approximate RF power는 1150 w, pump rate는 100 rpm, nebulizer pressure는 30 psi, observation height는 15 mm로 하였다.

4. 구성 아미노산의 정량

시료 0.2 g에 6 N HCl 2 ml를 가하여, 질소가스를 7분 정도 충전시킨 후 110°C에서 24시간 가수분해한 다음 여과(whatman No. 6)하여 회전 진공 증발기로서 감압·농축하였다. 이

것을 구연산나트륨 완충 용액(pH 2.2) 10 ml를 혼합하여 membrane filter(0.22 μm) 및 C₁₈ Sep-pak cartridges에 차례로 통과시킨 다음 아미노산 자동분석기(Bichrom 20 plus, UK)로 분석하였다.

5. 유리당의 정량

시료 5 g에 80% ethanol 100 ml를 가하여 15분간 균질화한 후 80°C 수욕상에서 2시간 추출한 다음 방냉하여 원심분리(8,000 rpm, 30 min)하였다. 잔사에 상기와 같이 2회 반복 추출한 후 상층액을 모아 40°C에서 회전식 진공 증발기로 감압 농축하였다. 3차 증류수로 10 ml로 만든 다음 membrane filter(0.22 μm) 및 C₁₈ Sep-pak cartridges를 차례로 통과시킨 것을 HPLC(Pharmacia LKB LCC 2252, Sweden)로 측정하였으며, 이때 칼럼은 carbohydrate analysis column(3.9×300 mm)을 사용하였으며, 용매는 80% acetonitrile이었고, 유속은 분당 2 ml를 유지하였다.

6. 총 페놀 화합물 측정

Folin-Denis법¹³에 따라 시료 추출물 1 ml에 Foline-Ciocalteau 시약 및 10% Na₂CO₃ 용액을 각각 1 ml씩 차례로 가한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. Caffeic acid(Sigma Co., USA)를 사용하여 얻은 표준 검량선으로부터 총 페놀 함량을 산출하였다.

7. 총 플라보노이드 측정

Moreno 등¹⁴의 방법에 따라 시료 추출물 0.5 ml에 10% aluminum nitrate 0.1 ml, 1 M potassium acetate 0.1 ml 및 ethanol 4.3 ml를 차례로 가하여 실온에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma Co., USA)을 표준물질로 하여 얻은 표준 검량선으로부터 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

8. 아질산염 소거 작용 측정

Kato 등⁴과 Kim 등¹⁵의 방법에 따라 1 mM NaNO₂ 용액 1 ml에 시료 추출물 1 ml를 가하고 0.1 N HCl과 0.2 M 구연산 완충액으로 각각 pH 2.5, 4.2 및 6.0으로 보정한 다음 완충액을 가하여 총 부피를 10 ml로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액 1 ml씩 취하여 2% 초산용액 3 ml와 30% 초산용액으로 용해한 Griess reagent(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine=1 : 1) 0.4 ml를 가한 후 진탕 혼합하여 실온에서 15분간 방치 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

9. NDMA 생성 억제 작용 측정

100 mM NaNO₂ 용액 1ml에 시료 추출물 1 ml와 200 mM

DMA 0.5 ml를 차례로 가한 후 0.2 M 구연산 완충 용액(pH 2.5, 4.2 및 6.0)으로써 10 ml로 만든 다음 37°C에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 ammonium sulfamate 500 mg을 가한 다음 dichloromethane(DCM) 1 ml로 NDMA를 추출하여 DCM층을 보아 무수 황산나트륨으로 탈수시켜 GC(Gas Chromatography: Model 5890A, Hewlett-Packard, Avondale, PA)-TEA (Thermal energy analyzer: Model 543, Thermo Electron Corp. Waltham, MA)로 분석하였다.

10. 통계 처리

실험 결과는 3회 반복 측정 후 평균±표준편차로 나타내었으며, SPSS 12.0을 이용하여 각 시료군간의 유의성을 검증한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 일반 성분

와송의 일반 성분을 분석한 결과는 Table 1과 같이 수분이 48.5±1.4%로 가장 많았고, 그 외 탄수화물 38.2±1.2%, 조섬유 15.8±0.4%, 조단백 13.2±0.6% 및 환원당 12.5±0.8% 순으로 높게 나타났다. Kang¹⁶⁾은 목통의 일반 성분을 분석한 결과, 탄수화물 86.9%, 수분 7.14%, 회분 5.58%의 순으로 높다고 보고하였다.

2. 무기질의 함량

와송은 총 10종의 무기질이 검출되었으며(Table 2), 특히 Ca와 K의 함량이 각각 2,577.0±3.2 mg/100 g 및 937.6±2.5 mg/100 g으로 가장 많았다. Mg, Na, P 및 Fe는 133.7±2.2~505.8±2.2 mg/100 g의 범위였으며, 그 외 다른 무기질은 100 mg/100 g 미만이었다.

3. 구성 아미노산의 함량

와송의 구성 아미노산은 Table 3에서 보는 바와 같이 총 17

Table 1. Proximate compositions of *Orostachys japonicus* A. Berger (%)

Compositions	Contents
Moisture	48.5±1.4 ¹⁾
Crude protein	13.2±0.6
Crude lipid	2.4±0.5
Ash	1.4±0.3
Carbohydrate	38.2±1.2
Crude fiber	15.8±0.4
Reducing sugar	12.5±0.8

¹⁾ Each value represents mean±SD, n≥3.

Table 2. Mineral contents of *Orostachys japonicus* A. Berger (mg/100 g)

Minerals	Contents
Al	67.7±1.8 ¹⁾
Ca	2,577.0±3.2
Cu	17.6±0.5
Fe	133.7±2.2
K	937.6±2.5
Mg	505.8±2.0
Mn	35.6±1.5
Na	309.3±1.8
P	190.2±1.0
Zn	42.6±1.2
Total	4,817.1

¹⁾ Each value represents mean±SD, n≥3.

Table 3. Composition amino acid contents of *Orostachys japonicus* A. Berger (mg/100 g)

Amino acids	Contents
Aspartic acid	99.8±1.8 ¹⁾
Threonine	43.5±1.0
Serine	47.4±1.0
Glutamic acid	156.4±2.8
Proline	37.4±0.8
Glycine	47.4±2.0
Alanine	52.1±1.4
Cystine	15.1±0.4
Valine	64.9±1.6
Methionine	33.9±1.2
Isoleucine	53.9±1.6
Leucine	82.2±2.0
Tyrosine	63.6±1.4
Phenylalanine	64.0±1.2
Histidine	22.8±0.8
Lysine	64.1±1.3
Arginine	51.9±1.2
Total	1,000.4

¹⁾ Each value represents mean±SD, n≥3.

종의 아미노산이 검출되었으며 glutamic acid(156.4±2.8 mg/100 g)의 함량이 다른 아미노산에 비해 월등히 높았다. 다음으로 aspartic acid와 leucine이 각각 99.8±1.8 mg/100 g과 82.2±2.0 mg/100 g으로 비교적 높게 정량되었다. 그러나 alanine, valine, isoleucine, tyrosine, phenylalanine, lysine 및 arginine은 51.9±1.2~

64.9±1.6 mg/100 g, 그 외 아미노산은 50 mg/100 g 미만이었다.

4. 유리당의 함량

와송의 유리당 함량은 5종의 유리당 중 galactose가 32.2±0.02 mg/100 g으로 주된 유리당이었고, glucose(25.3±0.10 mg/100 g), maltose(18.4±0.05 mg/100 g), sucrose(10.3±0.03 mg/100 g), fructose(7.8±0.08 mg/100 g)의 순으로 함량이 높았으며, arabinose와 xylose는 검출되지 않았다(Table 4).

5. 총 페놀 화합물과 플라보노이드 함량

와송을 채취 시기에 따른 용매별 총 페놀 화합물과 플라보노이드 함량을 분석한 결과(Table 5), 물 추출물보다 메탄올 추출물에서 높게 정량되었으며, 특히 8~10월에 채취한 와송에서 2,428.0±3.52~2,703.1±5.21 mg/100 g으로 높은 함량을 보였다. Na 등¹⁷⁾의 연구 보고에 의하면 생약재 용매별 추출물의 총 페놀 화합물을 조사한 결과, 감초 1.38~2.23%, 건강 0.67~0.95% 및 두충 0.26~0.81%의 함량을 나타내었는데, 이는 본 연구와 유사한 경향이었다.

플라보노이드 함량도 총 페놀 화합물과 동일한 경향으로 9~11월에 채취한 와송의 메탄올 추출물에서 플라보노이드 함량이 1,012.1±3.24~1,324.6±1.87 mg/100 g으로 높게 정량되었다. 한편, Choi 등¹⁸⁾은 95종의 식물을 에탄올과 물 추출물에서, Chung과 Noh¹⁹⁾는 허브의 메탄올과 물 추출물에서 항산화 효과를 측정된 결과도 본 연구와 마찬가지로 물 추출물보다 에탄올과 메탄올 추출물에서 항산화 효과가 높게 나타났다.

6. 아질산염 소거 작용

총 페놀 화합물과 플라보노이드가 다량 함유되어 있는 와송의 아질산염 소거 작용을 측정된 결과, Table 6~8과 같이 pH 2.5의 경우 8~10월에 채취한 메탄올 추출물(100~500 µg/ml)이 53.9±0.18~73.5±0.42%로 아질산염 소거 작용이 유의적으

Table 4. Free sugar contents of *Orostachys japonicus* A. Berger (mg/100 g)

Free sugars	Contents
Arabinose	Trace ¹⁾
Glucose	25.3±0.10
Sucrose	10.3±0.03
Fructose	7.8±0.08
Galactose	32.2±0.02
Maltose	18.4±0.05
Xylose	Trace
Total	95.00

¹⁾ Each value represents mean±SD, n≥3.

Table 5. Total phenolic compound and flavonoid contents of solvent extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger according to harvest times (mg/100 g)

Extracts	Total phenolic compound	Flavonoid contents
June	347.2±1.26 ^a	238.3±1.43 ^b
July	782.3±3.22 ^c	322.7±1.21 ^d
August	2,703.1±5.21 ⁿ	634.2±2.33 ^h
Methanol		
September	2,632.1±2.38 ^m	1,012.1±3.24 ^l
October	2,428.0±3.52 ^l	1,324.6±1.87 ⁿ
November	1,462.8±1.70 ^h	1,211.4±1.36 ^m
December	1,232.4±1.23 ^f	985.3±1.32 ^k
Water		
June	525.3±0.55 ^b	217.6±2.55 ^a
July	800.2±1.37 ^d	253.3±1.98 ^c
August	1,985.4±2.34 ⁱ	511.1±2.14 ^g
September	1,865.5±1.89 ^j	824.9±3.87 ⁱ
October	2,004.2±2.17 ^k	941.2±2.84 ^j
November	1,312.1±1.99 ^e	442.8±3.62 ^f
December	998.6±1.86 ^e	401.6±2.40 ^e

^{a~n} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$).

로 높았다. 반면, 물 추출물은 100~500 µg/ml에서는 50% 미만의 아질산염 소거능을 보였고, 1,000 µg/ml에서 53.8±0.24~68.2±0.29%로 메탄올 추출물과 유사한 소거능을 나타내었다. pH 4.2와 pH 6.0의 경우는 모든 실험군에서 각각 52.2±0.45%와 25.3±0.05% 미만의 낮은 아질산염 소거능을 보였다. 이상의 결과로 메탄올과 물 추출물의 아질산염 소거 작용은 pH 2.5에서 가장 효과가 컸고, 물 추출물보다는 메탄올 추출물에서 아질산염 소거 작용이 우수한 것으로 나타났다. 이는 와송의 총 페놀 화합물의 함량과 같은 경향으로써 와송에 함유되어 있는 페놀성 물질이 NA 생성의 기질인 아민과 경쟁적으로 작용하기 때문인 것으로 생각된다.

Kang 등²⁰⁾은 여러 가지 형태의 페놀 화합물의 아질산염 소거 효과에 대한 연구에서 아질산염 소거 효과가 pH 1.2에서 가장 크게 나타났으며, 이때 phenolic acid류가 flavonoids보다 높은 활성을 나타내었다고 하였으며, Cooney와 Ross⁵⁾는 페놀 화합물인 페놀, guaiacol 및 resorcinol의 니트로소화 반응에 미치는 영향에 대하여 이들 물질이 강력한 억제효과가 있다고 보고하였다.

7. NDMA 생성 억제 작용

채취 시기에 따른 와송의 메탄올과 물 추출물이 NDMA 생성에 미치는 영향(Table 9~11)은 반응용액의 pH에 관계없이

Table 6. Nitrite scavenging ability of solvent extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger in reaction system of pH 2.5 according to harvest times (Scavenging ability(%))

Extracts		Concentration ($\mu\text{g/ml}$)			
		100	250	500	1,000
Methanol	June	8.6±0.12 ^{ba}	12.3±0.11 ^{ab}	33.4±0.17 ^{dc}	45.3±0.11 ^{fd}
	July	11.0±0.25 ^{ca}	15.6±0.14 ^{cb}	22.8±0.16 ^{ac}	38.7±0.17 ^{fd}
	August	53.9±0.18 ^{ka}	61.4±0.33 ^{kb}	73.5±0.42 ^{kc}	75.4±0.13 ^{ld}
	September	60.2±0.22 ^{ia}	64.2±0.22 ^{ib}	68.3±0.22 ^{ic}	72.8±0.05 ^{kd}
	October	63.9±0.20 ^{ma}	68.4±0.15 ^{mb}	70.2±1.18 ^{ic}	75.3±0.14 ^{ld}
	November	23.5±0.45 ^{ga}	34.7±0.16 ^{hb}	41.0±0.20 ^{fc}	52.4±0.16 ^{gd}
	December	18.7±0.22 ^{fa}	23.6±0.25 ^{fb}	36.4±0.17 ^{ec}	43.2±0.18 ^{ed}
Water	June	8.9±0.11 ^{ba}	13.3±0.14 ^{bb}	24.5±0.20 ^{bc}	32.1±0.19 ^{ad}
	July	7.8±0.18 ^{aa}	12.7±0.25 ^{ab}	22.7±0.14 ^{ac}	32.3±0.20 ^{ad}
	August	40.2±0.25 ^{ia}	45.2±0.17 ^{ib}	49.6±0.16 ^{gc}	53.8±0.24 ^{hd}
	September	27.6±0.13 ^{ha}	33.4±0.43 ^{hb}	41.6±0.27 ^{fc}	56.5±0.30 ^{id}
	October	32.3±0.24 ^{ia}	44.4±0.16 ^{ib}	53.6±0.17 ^{hc}	68.2±0.29 ^{id}
	November	13.4±0.19 ^{da}	16.4±0.18 ^{db}	24.5±0.08 ^{bc}	32.7±0.04 ^{bd}
	December	16.7±0.23 ^{ea}	21.0±0.42 ^{eb}	29.7±0.07 ^{cc}	37.4±0.23 ^{cd}

^{a~m} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

Table 7. Nitrite scavenging ability of solvent extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger in reaction system of pH 4.2 according to harvest times (Scavenging ability(%))

Extracts		Concentration ($\mu\text{g/ml}$)			
		100	250	500	1,000
Methanol	June	0.7±0.08 ^{aa}	3.4±0.06 ^{ab}	8.1±0.03 ^{ac}	18.3±0.16 ^{bd}
	July	10.2±0.10 ^{ga}	18.7±0.14 ^{hb}	20.2±0.04 ^{fc}	22.5±0.24 ^{ed}
	August	22.7±0.16 ^{ka}	31.1±0.09 ^{mb}	43.7±0.33 ^{nc}	46.2±0.33 ^{kd}
	September	22.5±0.18 ^{ka}	28.7±0.17 ^{ib}	33.6±0.29 ^{mc}	52.2±0.45 ^{ld}
	October	18.4±0.19 ^{ja}	22.5±0.16 ^{ib}	33.4±0.21 ^{ic}	44.3±0.39 ^{jd}
	November	7.8±0.09 ^{da}	18.6±0.28 ^{hb}	25.4±0.19 ^{hc}	30.2±0.27 ^{gd}
	December	9.5±0.21 ^{fa}	14.7±0.07 ^{fb}	18.3±0.17 ^{ec}	21.5±0.16 ^{fd}
Water	June	0.9±0.04 ^{aa}	4.2±0.09 ^{bb}	9.9±0.06 ^{bc}	15.7±0.13 ^{ad}
	July	8.8±0.06 ^{ea}	11.7±0.13 ^{eb}	22.2±0.17 ^{gc}	26.6±0.17 ^{fd}
	August	16.9±0.12 ^{ia}	21.8±0.11 ^{ib}	26.4±0.18 ^{ic}	30.2±0.29 ^{gd}
	September	18.4±0.07 ^{ja}	25.4±0.16 ^{kb}	33.2±0.31 ^{kc}	42.5±0.38 ^{id}
	October	11.3±0.05 ^{ha}	17.5±0.07 ^{gb}	28.3±0.19 ^{ic}	32.2±0.16 ^{hd}
	November	6.9±0.13 ^{ca}	9.7±0.06 ^{db}	12.3±0.10 ^{dc}	15.4±0.09 ^{ad}
	December	4.2±0.12 ^{ba}	7.5±0.07 ^{bb}	11.8±0.18 ^{cc}	20.2±0.16 ^{cd}

^{a~n} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

농도가 높아질수록 NDMA 생성에 대한 억제 작용이 유의적으로 증가하는 경향이였다.

pH 2.5의 경우, 100~1,000 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 메탄올 추출물은 10.3±0.22~82.9±1.36%, 물 추출물은 9.8±0.06~63.3±0.34%의

Table 8. Nitrite scavenging ability of solvent extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger in reaction system of pH 6.0 according to harvest times (Scavenging ability(%))

Extracts	Concentration ($\mu\text{g/ml}$)				
	100	250	500	1,000	
Methanol	June	1.3±0.13 ^{cA}	3.7±0.09 ^{cB}	5.6±0.01 ^{bC}	8.7±0.03 ^{deD}
	July	0.7±0.06 ^{aA}	4.5±0.01 ^{eB}	8.3±0.06 ^{gC}	14.7±0.09 ^{gD}
	August	7.7±0.09 ^{lA}	8.9±0.12 ^{kB}	11.5±0.04 ^{iC}	16.2±0.04 ^{iD}
	September	6.9±0.16 ^{kA}	8.6±0.03 ^{jB}	11.3±0.02 ^{iC}	20.2±0.08 ^{kD}
	October	5.3±0.18 ^{jA}	7.4±0.05 ^{hB}	14.2±0.08 ^{kC}	25.3±0.05 ^{lD}
	November	2.0±0.06 ^{dA}	5.4±0.11 ^{fB}	10.4±0.16 ^{hC}	18.4±0.10 ^{jD}
	December	3.2±0.09 ^{gA}	6.6±0.05 ^{gB}	8.0±0.05 ^{fC}	10.5±0.06 ^{fD}
Water	June	1.3±0.06 ^{cA}	4.3±0.06 ^{dB}	5.5±0.03 ^{abC}	6.4±0.08 ^{aD}
	July	0.9±0.02 ^{bA}	3.1±0.08 ^{aB}	5.3±0.04 ^{aC}	6.9±0.04 ^{bD}
	August	3.6±0.08 ^{hA}	4.2±0.10 ^{dB}	6.2±0.09 ^{cC}	7.3±0.08 ^{cD}
	September	2.8±0.06 ^{fA}	5.3±0.06 ^{fB}	7.9±0.11 ^{eC}	10.2±0.06 ^{fD}
	October	4.6±0.10 ^{iA}	8.3±0.04 ^{iB}	12.5±0.06 ^{jC}	15.3±0.07 ^{hD}
	November	2.7±0.09 ^{fA}	3.3±0.05 ^{bB}	7.3±0.08 ^{dC}	8.9±0.06 ^{eD}
	December	2.2±0.07 ^{eA}	5.4±0.13 ^{fB}	7.3±0.09 ^{dC}	8.6±0.04 ^{dD}

^{a~l} Means with different superscripts in the same column significantly difference ($p < 0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

Table 9. Inhibiting effect of solvent extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger NDMA formation in reaction system of pH 2.5 according to harvest times (Scavenging ability(%))

Extracts	Concentration ($\mu\text{g/ml}$)				
	100	250	500	1,000	
Methanol	June	10.3±0.22 ^{aa}	22.6±0.16 ^{cb}	30.3±0.24 ^{bc}	44.3±0.22 ^{dd}
	July	13.8±0.16 ^{ca}	32.2±0.28 ^{fb}	41.9±0.19 ^{fc}	59.3±0.19 ^{gd}
	August	58.2±0.29 ^{la}	63.9±0.39 ^{mb}	71.9±0.52 ^{lc}	73.3±0.43 ^{jd}
	September	45.9±0.31 ^{ka}	58.6±0.16 ^{kb}	69.8±0.24 ^{kc}	80.3±1.30 ^{kd}
	October	39.9±0.21 ^{ja}	62.3±0.43 ^{ib}	77.2±0.46 ^{mc}	82.9±1.36 ^{ld}
	November	27.1±0.18 ^{fa}	42.2±0.12 ^{jb}	51.3±0.31 ^{ic}	68.3±0.42 ^{jd}
	December	19.8±0.19 ^{ea}	31.6±0.09 ^{eb}	40.2±0.27 ^{ec}	52.4±0.19 ^{fd}
Water	June	9.8±0.06 ^{aA}	17.4±0.13 ^{bB}	26.6±0.20 ^{aC}	37.4±0.28 ^{bD}
	July	11.4±0.08 ^{bA}	26.5±0.18 ^{dB}	33.0±0.18 ^{dC}	42.8±0.41 ^{cD}
	August	32.2±0.21 ^{hA}	36.8±0.26 ^{hB}	43.6±0.26 ^{gC}	51.5±0.23 ^{eD}
	September	28.9±0.06 ^{gA}	33.7±0.39 ^{gB}	45.1±0.42 ^{hC}	59.9±0.42 ^{gD}
	October	36.4±0.28 ^{iA}	48.3±0.23 ^{ib}	52.2±0.33 ^{ic}	63.3±0.34 ^{hD}
	November	16.7±0.13 ^{dA}	26.9±0.18 ^{dB}	31.0±0.10 ^{cC}	43.2±0.26 ^{cD}
	December	9.9±0.08 ^{aA}	14.3±0.19 ^{aB}	26.6±0.19 ^{aC}	36.5±0.40 ^{aD}

^{a~m} Means with different superscripts in the same column significantly difference ($p < 0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

NDMA 생성을 억제하였는데, 이는 아질산염 소거능과 마찬가지로 8~10월에 채취한 와송에서 NDMA 생성 억제 작용이 월

등히 높았다. pH 4.2, 추출물의 농도 100~1,000 $\mu\text{g/ml}$ 의 범위에서 NDMA 생성 억제 비율을 보면 메탄올 추출물은 44.2±

Table 10. Inhibiting effect of solvent extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger NDMA formation in reaction system of pH 4.2 according to harvest times (Scavenging ability(%))

Extracts	Concentration ($\mu\text{g/ml}$)				
	100	250	500	1,000	
Methanol	June	2.4±0.06 ^{aA}	7.4±0.08 ^{cB}	10.2±0.04 ^{aC}	15.8±0.14 ^{aD}
	July	4.3±0.08 ^{dA}	9.8±0.07 ^{iB}	15.2±0.09 ^{fC}	19.7±0.03 ^{dD}
	August	11.8±0.09 ^{jA}	21.8±0.05 ^{iB}	27.3±0.07 ^{iC}	29.7±0.15 ^{gD}
	September	13.4±0.05 ^{kA}	15.5±0.11 ^{kB}	28.9±0.08 ^{kC}	33.2±0.39 ^{iD}
	October	10.2±0.07 ^{iA}	24.7±0.16 ^{mB}	35.6±0.28 ^{mC}	44.2±0.42 ^{kD}
	November	8.5±0.04 ^{gA}	27.4±0.17 ^{nB}	30.2±0.17 ^{lC}	43.1±0.32 ^{jD}
	December	9.5±0.06 ^{hA}	11.8±0.09 ^{iB}	22.9±0.15 ^{iC}	32.2±0.21 ^{hD}
Water	June	3.2±0.08 ^{bA}	5.9±0.08 ^{aB}	11.7±0.13 ^{bC}	16.8±0.06 ^{bD}
	July	3.7±0.07 ^{cA}	6.8±0.03 ^{bB}	11.5±0.10 ^{bC}	17.0±0.17 ^{bD}
	August	8.5±0.11 ^{gA}	11.2±0.04 ^{gB}	14.6±0.08 ^{eC}	18.2±0.03 ^{cD}
	September	5.9±0.06 ^{cA}	14.7±0.08 ^{iB}	18.4±0.06 ^{gC}	21.2±0.18 ^{eD}
	October	6.3±0.07 ^{fA}	11.4±0.06 ^{hB}	19.8±0.07 ^{hC}	24.3±0.21 ^{fD}
	November	4.3±0.06 ^{dA}	7.9±0.07 ^{dB}	12.6±0.10 ^{cC}	19.4±0.18 ^{dD}
	December	3.6±0.01 ^{cA}	8.3±0.09 ^{eB}	13.3±0.03 ^{dC}	18.2±0.16 ^{cD}

^{a~n} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

Table 11. Inhibiting effect of solvent extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger NDMA formation in reaction system of pH 6.0 according to harvest times (Scavenging ability(%))

Extracts	Concentration ($\mu\text{g/ml}$)				
	100	250	500	1,000	
Methanol	June	0.8±0.06 ^{bA}	2.4±0.07 ^{eB}	3.6±0.09 ^{iC}	4.8±0.02 ^{gD}
	July	1.4±0.04 ^{dA}	2.7±0.05 ^{gB}	4.1±0.02 ^{hC}	5.5±0.05 ^{iD}
	August	2.8±0.02 ^{jA}	3.5±0.04 ^{iB}	4.6±0.07 ^{iC}	7.2±0.09 ^{kD}
	September	3.6±0.06 ^{kA}	5.7±0.03 ^{iB}	7.7±0.03 ^{iC}	8.9±0.07 ^{iD}
	October	4.4±0.07 ^{lA}	7.2±0.01 ^{mB}	8.1±0.02 ^{mC}	9.3±0.06 ^{mD}
	November	2.2±0.02 ^{iA}	3.9±0.05 ^{kB}	4.7±0.08 ^{kC}	6.2±0.05 ^{iD}
	December	2.1±0.07 ^{hA}	3.2±0.00 ^{iB}	4.4±0.00 ^{iC}	5.3±0.06 ^{hD}
Water	June	0.6±0.02 ^{aA}	1.3±0.06 ^{aB}	2.0±0.07 ^{bC}	2.9±0.08 ^{bD}
	July	0.8±0.04 ^{bA}	1.4±0.02 ^{bB}	1.9±0.06 ^{aC}	2.6±0.07 ^{aD}
	August	1.3±0.06 ^{cA}	1.9±0.08 ^{cB}	2.4±0.02 ^{cC}	3.4±0.06 ^{dD}
	September	2.2±0.07 ^{iA}	2.8±0.02 ^{hB}	3.3±0.07 ^{eC}	4.2±0.02 ^{iD}
	October	1.9±0.05 ^{gA}	2.6±0.07 ^{iB}	3.6±0.02 ^{fC}	4.8±0.08 ^{gD}
	November	1.8±0.03 ^{fA}	2.4±0.02 ^{eB}	2.9±0.03 ^{dC}	3.2±0.02 ^{cD}
	December	1.5±0.04 ^{eA}	2.3±0.06 ^{dB}	3.8±0.04 ^{gC}	4.0±0.04 ^{eD}

^{a~m} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

0.42% 미만, 물 추출물은 24.3±0.21% 미만이었다. 그리고 pH 6.0의 경우에서도 모든 실험군에서 NDMA 생성 억제 비율이

10% 미만이었다. 목통, 삼릉 및 치자의 메탄올 추출물이 pH 1.2와 3.0에서 80% 이상으로 NDMA 생성을 억제한다는 보고¹⁶⁾

는 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다. 특히 페놀 화합물 중 catechol은 ascorbic acid와 비슷한 NA 생성 억제효과를 갖는데, 이는 산성 영역에서는 아민과 아질산염이 경쟁적으로 반응하여 아질산염과의 반응성이 더 높아져 NA의 생성 비율이 낮아지게 된다²⁰⁾.

요약 및 결론

와송의 생리활성 물질을 과학적이고 체계적으로 규명하기 위하여 월별로 시료를 채취하여 이화학적 성분과 총 페놀 화합물, 플라보노이드, 아질산염 소거 작용 및 NDMA 생성 작용을 측정된 결과는 다음과 같다.

와송은 수분이 48.5±1.4%로 가장 많이 함유하고 있었으며, 탄수화물(38.2±1.2%), 조섬유(15.8±0.4%) 및 조단백질(13.2±0.6%) 순으로 높았다. 총 무기질 함량(4,817.1 mg/100 g) 중 Ca 2,577.0±3.2 mg/100 g으로 가장 많았고, 다음으로 K, Mg, Na, P 및 Fe의 순이었다. 검출된 17종의 아미노산 중 glutamic acid (156.4±2.8 mg/100 g)와 aspartic acid(99.8±1.8 mg/100 g)가 월등히 많았다. 유리당은 5종이 검출되었으며, 이 중 galactose와 glucose가 대부분을 차지하였다. 아질산염 소거 작용과 NDMA 생성 억제 작용은 pH가 산성 영역일수록 첨가농도가 증가할수록 유의적으로 높았으며, 메탄올 추출물이 물 추출물보다 소거능이 높았다.

참고문헌

1. Zeisel, SH, daCosta, KA and laMont, JT. Mono-, di- and trimethylamine in human gastric juice, potential substrates for nitrosodimethylamine formation. *Carcinogenesis*. 9:179-181. 1988
2. Lijinsky, W. Significance of *in vivo* formation of N-nitroso compounds. *Oncology*. 37:223-226. 1980
3. Marvish, SS. Kinetics of dimethylamine nitrosation in relation to nitrosamine carcinogenesis. *J. Natl. Cancer Inst.* 44: 633-639. 1970
4. Kato, H, Lee, IE, Cheyen, NV, Kim, SB and Hayase, F. Inhibitory of nitrosamine formation by nondialyzablemelanoidins. *Aric. Biol. Chem.* 51:1333-1336. 1987
5. Conney, RV and Ross, PD. N-nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solution: Effects of vanillin and related phenols. *J. Agric. Food Chem.* 35: 789-796. 1998
6. Ning, ZX, Zhang, SH, Gao, JH, Mo, L, Chen, H, Hang, QB and Cai, YC. Elimination of active free radicals and nitrite by some fresh fruits and vegetables. *Food Fermentation Industry*. 2:31-35. 1995
7. Song, MH, Lee, SJ, Shin, JH, Choi, SY and Sung, NJ. Effect of the N-nitrosodimethylamine formation in ascorbate and phenolic portions from citrus juice. *Kor. J. Food Nutr.* 15: 97-103. 2002
8. Choi, SY. Effect of green tea and Maesil(*Prunus mume*) extracts on endogenous formation of N-nitrosamine in humans. MS. Thesis, Gyeongsang Nati. Uni., Jinju, 2001
9. Hsu, HY, Chen, YP, Shen, SJ, Hsu, CS and Chen, CC. Oriental material medica: a concise guide, California, 473-474. 1986
10. Park, JC, Han, WD, Park, JR, Choi, SH and Choi, JW. Changes in hepatic drug metabolizing enzymes and lipid peroxidation by methanol extract and major compound of *Orostachys japonicus*. *J. Ethnopharmacology*. 102:313-318. 2005
11. Park, HJ, Lim, SC, Lee, MS and Young, HS. Triterpene and steroids from *Orostachys japonicus*. *Kor. J. Pharmacogn.* 25:20-24. 1994
12. Park, JG, Park, JC, Hur, JM, Park, SJ, Choi, DR, Shin, DY, Park, KY, Cho, HW and Kim, MS. Phenolic compounds from *Orostachys japonicus* having anti-HIV-1 protease activity. *Nat. Prod. Sci.* 6:117-121. 2000
13. Gutfinger, T. Polyphenols in olive oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 58:966-968. 1958
14. Moreno, MIN, Isla, MIN, Sampietro, AR and Vattuone, MA. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentina. *J. Ethnopharmacology*. 71:109-114. 2000
15. Kim, DS, Ahn, BW, Yeum, DM, Lee, DW, Kim, ST and Park, YH. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components. *Bull. Kor. Fish Soc.* 20:463-468. 1987
16. Kang, YM. Functional characteristics and identification of *Alkebia quinata* extracts. MS. Thesis, Gyeongsang Nati. Uni., Jinju, 2004
17. Na, GM, Han, HS, Ye, SH and Shin, JI. Physiological activity of medicinal plant extracts. *Kor. J. Food Preservation*. 11: 388-393. 2004
18. Choi, U, Shin, DH, Chang, YS and Shin, JI. Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 24:142-148. 1992
19. Chung, HJ and Noh, KL. Screening of electron donating abi-

lity, antibacterial activity and nitrite scavenging effect of some herbal extracts. *J. Kor. Soc. Food Sci.* 16:372-377. 2000

20. Kang, YH, Park, YK and Lee, GD. The nitrite scavenging

and electron donating ability of phenolic compounds. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 28:232-239. 1996

(2008년 5월 20일 접수; 2008년 6월 20일 채택)