

조릿대 줄기와 잎의 화학성분과 그 추출물의 항산화 및 항균활성

고명수[†]

동남보건대학 식품생명과학과

Chemical Components in Stalks and Leaves of *Sasa borealis* Makino and Antioxidative and Antimicrobial Activities of Extracts

Myung-Soo Ko

Department of Food Science and Biotechnology, Dongnam Health College, Suwon 440-714, Korea

Abstract

This study investigated the chemical components of the stalks and leaves of *Sasa borealis* Makino, and the antioxidative activities, nitrite scavenging levels, and antimicrobial activities of extracts of the stalks and leaves. The moisture contents of stalks and leaves were 59.87%(w/w) and 28.79%(w/w), the crude protein levels 2.09%(w/w) and 6.33%(w/w), the crude fat concentrations 1.21%(w/w) and 3.43%(w/w), and the ash levels 0.99%(w/w) and 3.76%(w/w), respectively. The major mineral components were K, Na, Mg and Mn; and the K contents of stalks and leaves were the highest amongst the minerals tested, at 350.27 mg% and 639.60 mg%, respectively. The principal organic acids of stalks and leaves were acetic acid, citric acid and succinic acid, and the organic acid content of leaves was higher than that of stalks. The antioxidative activity of stalk extracts was higher than that of leaves, and the antioxidative activities of ethanol extracts were higher than those of hot water extracts. The 0.5%(v/v) ethanol stalk extracts showed stronger antioxidative effects than did the 0.02%(w/v) butylated hydroxyanisole. All extracts showed nitrite scavenging activities, and hot water extracts from stalk showed the highest activities. Hot water extracts showed antimicrobial activities against all bacterial strains tested, and ethanol extracts from leaf showed strong antimicrobial activities against most bacteria, except *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium*. The antimicrobial activities of most stalk and leaf extracts were higher than those obtained using 1.0%(v/v) sorbic acid.

Key words : *Sasa borealis* Makino, antioxidative activity, nitrite scavenging activity, antimicrobial activity

서 론

최근 국민소득의 증가와 더불어 식생활 수준의 향상으로 식품의 안전성 및 식품첨가물에 대한 소비자의 관심이 크게 증가하였고, 이에 따라 천연물을 식품의 보존에 이용하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다(1-3). 식품의 보존성 향상을 위해 사용되는 합성 보존료는 식품부패미생물이나 병원성미생물의 발육을 억제시키는 특성 때문에 비교적 많은 식품에 사용되고 있지만, 이들 보존료 중의 일부는 지속적으로 사용될 경우 체내에 축적되어 돌연변이나 기형 유발 등의 안전성이 문제가 되고 있어(4) 그 사용이 제한되

고 있다. 또 육제품 등에 발색제로 첨가되는 질산염이나 아질산염은 육색을 발현시키고, 식중독 세균인 *Clostridium botulinum*의 증식과 그 독소의 생성을 억제시켜 육가공품의 안전성을 향상시키지만(5,6), 제품 중에 잔존하는 아질산을 다량으로 섭취할 경우 생체 내에서 아민류와 반응하여 니트로소아민과 같은 발암물질의 생성을 유도할 수도 있어 문제가 되고 있다(7). 또한 많은 연구자들에 의하여 오래 전부터 페놀계, 아민계, 설파이드계의 합성 산화방지제들이 개발되어 왔지만 이들의 안전성과 유해성 여부에 대해서는 아직도 논란의 대상이 되고 있다. 특히 페놀계 물질 중에 butylated hydroxyanisole(BHA)과 butylated hydroxytoluene(BHT)은 실제 많이 사용되고 있는 합성 산화방지제로 단용 또는 혼용으로 일정 수준이상 섭취 시에는 심각한 여러 질병을 유발시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(8). 그래서

[†]Corresponding author. E-mail : kmsoo@dongnam.ac.kr,
Phone : 82-31-249-6434, Fax : 82-31-249-6430

식품의 제조 시에 이러한 합성 보존료와 발색제 및 산화방지제 등의 사용량을 최소화하기 위한 연구가 요구되고 있고, 이들이 가지는 여러 가지 기능을 대체할 수 있는 천연 물질의 개발이 더욱 필요한 실정이다.

조릿대(*Sasa borealis* Makino)는 우리나라 중부이남 지방의 산에 무리를 지어 자라는 대나무의 일종으로 높이가 1~2 m, 지름이 3~6 mm이고, 포는 2~3년간 줄기를 싸고 있으며 털과 더불어 끝에 피침형의 열편이 있다. 조릿대 잎은 가지 끝에서 2~3매씩 나고 길이가 10~25 cm로서 긴 타원상의 피침형이다. 조릿대 잎은 죽엽이라 하여 청열제번(淸熱除煩), 생진(生津), 이뇨(利尿)의 효능이 있고, 열병으로 인한 번갈(煩渴), 소아경기(小兒驚氣), 토혈(吐血)의 치료에 사용되며(9), 항암작용, 살균작용, 항진균작용 및 항궤양활성 등의 효능이 있는 것으로 알려져 있다(10). 이러한 조릿대의 여러 가지 효능에 대해 과학적인 규명이 필요하나, 아직까지는 국내 주재배 품종인 왕대, 솜대 및 맹종죽에 대한 연구가 주종을 이루고 있으며(11-15), 우리나라 중부이남의 산에 자생하는 조릿대에 대한 연구는 그리 많지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 조릿대의 천연식품소재 및 천연보존료로서의 이용가능성을 검토하기 위하여 조릿대 줄기와 잎의 화학성분과 그 열수 및 에탄올추출물의 항산화 효과, 아질산염 소거능 및 항균활성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서는 2007년 7월에 경기도 안성시 죽산면 소재 칠장산에 자생하고 있는 조릿대의 잎과 줄기를 채취하여 세척한 후 2일간 자연 건조시킨 다음 일정한 크기로 절단하여 냉동보존하면서 실험재료로 사용하였다.

일반성분 분석

조릿대 줄기와 잎의 일반성분은 AOAC법(16)에 준하여 분석하였다. 즉, 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 Auto-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법 그리고 회분은 550°C 직접회화법으로 분석하였다.

무기성분 분석

조릿대 줄기와 잎을 세척하여 황산-질산 분해법(17)으로 분해한 후 Na, Mg, K, Ca, Mn, Zn, Cu 및 Fe 등의 무기성분에 대해 원자분광광도계(Perkin Elmer AAnalyst 100, Singapore)를 이용하여 분석하였다.

유기산 분석

유기산은 조릿대 줄기와 잎을 세척하여 물로 추출한 후

0.45 µm membrane filter로 여과한 다음 HPLC (Hewlett Packard 1100 series, USA)를 이용하여 분석하였고, 이때 column은 prevail organic acid (3.9×300 mm, 5 µm), mobile solution은 25 mM KH₂PO₄ (pH2.5 with H₃PO₄), detector는 UV detector, wavelength는 210 nm, flow rate는 0.8 mL/min, column temperature는 30°C의 조건으로 분석하였다.

추출물의 조제

조릿대 줄기와 잎의 열수 및 에탄올추출물은 조릿대 줄기와 잎을 분쇄기로 세절하여 다음과 같이 조제되었다. 즉, 환류냉각관을 부착한 2 L 용량의 둥근 플라스크에 세절한 조릿대 줄기와 잎을 각각 300 g씩 넣고, 여기에 증류수 1,000 mL씩을 가하여 90°C의 수욕 상에서 3시간 동안 추출한 후 감압여과기(Whatman No. 2)로 여과하였다. 1차 추출된 잔사를 위와 같은 조작으로 1시간 동안 1회 더 반복 추출하여 총 추출여액을 합하였고, 이를 회전감압농축기로 45°C의 수욕 상에서 가용성고형분이 10°Brix 이상 되도록 감압농축한 다음 상압가열건조법으로 추출물의 고형분함량을 정확히 측정 후 시험에 필요한 농도로 조제하여 열수추출물로 하였다. 또한, 2 L 용량의 추출용기에 세절한 조릿대 줄기와 잎을 300 g씩 넣고 여기에 70% 에탄올 1,200 mL를 가하여 3일간 침출시켜 추출한 후 감압여과기(Whatman No. 2)로 여과하였다. 1차 추출된 잔사에 70% 에탄올 800 mL를 가하여 반복 추출한 후 총 추출여액을 합하여 열수추출과 같은 조작으로 감압농축하여 에탄올 추출물로 하였다.

항산화 효과 측정

조릿대 추출물의 항산화 효과를 조사하기 위하여 각 추출물을 메탄올에 녹인 후 기질유지인 대두유에 0, 0.5, 1.0 및 2.0%의 농도로 첨가하여 혼합한 다음 60°C의 수욕 상에서 용매를 제거하여 실험에 사용하였고, 추출물과 기존 항산화제와의 항산화력을 비교하기 위하여 BHA를 0.02%씩 첨가하여 사용하였다. 이와 같이 조제된 각 시료들은 60°C에서 27일간 저장하면서 과산화물가의 변화를 측정하였다. 과산화물가는 衛生試驗法·註解(18)에 따라 측정하여 meq/kg로 나타내었다.

아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능은 Gray와 Dugan의 방법(19)에 의하여 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO₂ 용액 10 mL에 0.5~3.0% 농도로 조제한 추출물 10 mL를 가하고, 0.1 N HCl로 반응용액의 pH를 1.2로 조정 한 다음 총량을 100 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응용액을 1 mL씩 취하여 2% 초산용액 5 mL와 Griess 시약(30% 초산용액으로 용해한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합하였다. 이 혼합액을 실온에서 15분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여

잔존하는 아질산의 양을 구하였다. 공시험은 Griess 시약 대신 증류수를 0.4 mL 가하여 동일하게 실시하였다. 추출물에 대한 대조구로는 식품첨가물로 사용되고 있는 아스코르빈산을 0.05~0.3% 농도로 조제하여 사용하였다. 아질산염 소거능은 시료를 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 백분율로써 다음 식에 따라 산출하였다.

$$N(\%) = \left(1 - \frac{A - C}{B}\right) \times 100$$

- N : nitrite scavenging activity
- A : absorbance of 1 mM NaNO₂ added sample after standing for 1 hour
- B : absorbance of 1 mM NaNO₂
- C : absorbance of blank

항균활성 측정

추출물의 항균활성을 검토하기 위하여 식중독세균과 부패세균으로 알려진 그람 양성균 3종과 그람 음성균 5종을 시험균주로 사용하였고, 균주의 종류와 배양조건은 Table 1과 같다. 항균활성은 paper disc (8 mm, Toyo Roshi Kaisha, Ltd)를 이용한 disc 확산법(20)으로 측정하였다. 즉, 시험균주들을 사면배지에서 2회 계대배양하여 활성화시킨 후 액체배지(5 mL)에 1백금이 접종하여 일정온도에서 24시간 전배양하여 시험균액으로 사용하였다. 항균시험용 평판배지는 멸균된 각 기층용 배지를 petri dish에 15 mL씩 분주하여 응고시키고, 전배양한 각 시험균액을 무균적으로 증충용 배지에 첨가하여 혼합한 후, 이를 5 mL씩 기층용 배지위에 분주하여 2종의 균점종 평판배지를 만들어 사용하였다. 미리 조제된 추출물을 100 mg/mL의 농도로 희석한 후 0.45 μm membrane filter로 여과 제균한 시료용액을 멸균된 paper disc에 50 μL씩 흡수시킨 후 균점종 평판배지에 올려놓은 다음 35°C, 24시간 배양하여 disc 주위에 형성된 저지환의 크기(mm)를 캘리퍼스(vernier callipers, Mitutoyo, Japan)

Table 1. List of microorganism used for antimicrobial activity test

Strains	Cultivation condition
Gram positive bacteria	
<i>Staphylococcus aureus</i> KCCM 11764	Nutrient media, 37°C
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 15313	Brain heart infusion media, 37°C
<i>Bacillus subtilis</i> IAM 1069	Nutrient media, 30°C
Gram negative bacteria	
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Trypticase soy media, 37°C
<i>Salmonella typhimurium</i> KCCM 40253	Nutrient media, 30°C
<i>Salmonella enteritidis</i> KCCM 12021	Nutrient media, 37°C
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ATCC 17802	Nutrient media with 3% NaCl, 37°C
<i>Pseudomonas fluorescens</i> IAM 12001	Nutrient media, 37°C

로 측정하여 항균활성을 나타내었다. 추출물에 대한 대조구로는 식품 보존료로 널리 사용되고 있는 소르빈산(1.0%)을 이용하여 활성을 비교하였다.

통계분석

실험결과는 SAS (statistical analysis system) 프로그램을 이용하여 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 시료 간의 유의성을 검증하였다(21).

결과 및 고찰

일반성분

조릿대 줄기와 잎에 함유되어 있는 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 수분 함량은 줄기에서 59.87%, 잎에서는 28.79%로 나타나 줄기의 수분 함량이 잎보다 2배 이상 높게 났고, 단백질 함량은 줄기 2.09%에 비해 잎 6.33%로 잎의 단백질 함량이 3배 이상 높게 나타났다. 줄기와 잎의 조지방 함량은 각각 1.21% 및 3.43%, 회분 함량은 각각 0.99% 및 3.76%로 잎의 조지방과 회분 함량이 모두 높게 나타났다. Cheong 등(11)은 맹종죽 죽순의 일반성분을 분석한 결과 수분 90.1%, 단백질 2.42%, 조지방 0.25% 및 회분 1.05%가 함유되어 있다고 보고하였다. 이러한 보고와 본 실험결과를 비교하면 줄기의 경우 수분 및 단백질 함량은 낮았으나, 조지방 함량은 높았으며, 잎의 경우에는 수분 함량이 현저히 낮은 반면, 단백질, 조지방 및 회분 함량이 상대적으로 높게 나타났다.

Table 2. Proximate composition of *Sasa borealis* stalks and leaves (unit : %)

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Stalks	59.87±0.81 ^{b)}	2.09±0.17	1.21±0.01	0.99±0.11
Leaves	28.79±0.13	6.33±0.40	3.43±0.08	3.76±0.14

^{b)}Values are means±SD of triplicate determinations.

무기성분

조릿대 줄기와 잎에 함유되어 있는 무기성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 조릿대 줄기와 잎에는 무기성분 중에서 K이 각각 350.27 및 639.60 mg%로 가장 많이 함유되어 있었고, 그 다음으로 줄기에는 Na, Mg 및 Mn의 순으로, 잎에는 Na, Mg, Ca 및 Mn의 순으로 많이 함유되어 있었으며, 특히 잎에는 줄기에 비해 Ca과 Mn이 많이 함유되어 있었다. 이러한 결과는 Cheong 등(11)의 한국산 맹종죽 죽순의 무기성분 중에서 K이 가장 많이 함유되어 있었다는 보고와 Ju 등(12)의 대나무 추출액의 무기물 중에 K의 함량이 다른 무기성분에 비하여 월등히 높았다는 보고와 비슷한 경향을 보였다. 또 Kim 등(13)의 대나무 줄기 및

잎 추출물의 무기성분 중에 K의 함량이 가장 높았다는 보고와 유사하였으나, 줄기가 잎에 비해 K의 함량이 높았다는 보고와는 차이가 있었는데, 이는 고품분 함량이 비슷한 줄기와 잎의 열수추출물과 수분함량이 서로 다른 시료의 차이에 기인하는 것으로 생각된다.

Table 3. Mineral contents of *Sasa borealis* stalks and leaves

Sample	Na	Mg	K	Ca	Mn	Zn	Cu	Fe
Stalks	8.43±0.01 ¹⁾	4.41±0.01	350.27±0.31	0.55±0.01	1.55±0.00	0.66±0.00	0.40±0.00	0.70±0.14
Leaves	9.03±0.06	8.78±0.01	639.60±4.53	8.38±0.02	6.16±0.01	1.14±0.00	0.43±0.01	1.21±0.09

¹⁾Values are means±SD of triplicate determinations.

유기산

조릿대 줄기와 잎에 함유되어 있는 유기산 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 조릿대 줄기와 잎의 주요 유기산은 acetic acid, citric acid 및 succinic acid였고, oxalic acid, tartaric acid, formic acid, malic acid 및 fumaric acid 등이 검출되었으며, 줄기보다 잎에 유기산이 많이 함유되어 있었다. 줄기의 경우 acetic acid가 501.89 mg%로 가장 많이 함유되어 있었으며, succinic acid 및 citric acid의 순으로 많이 함유되어 있었으며, 잎의 경우에는 citric acid가 868.44 mg%로 가장 많이 함유되어 있었고, acetic acid 및 succinic acid의 순이었다. Kim 등(13)은 왕대, 솥대 및 맹종죽 등의 대나무 추출물의 유기산 함량을 측정한 결과 malic acid와 acetic acid의 함량이 특히 높았고, 모든 죽종에서 줄기 추출물이 잎 추출물보다 유기산 함량이 높았다고 보고하였다. Ju 등(12)은 추출방법에 따른 대나무 추출물의 유기산을 분석한 결과 물 추출액과 알코올 추출물에서 tartaric acid, citric acid 및 succinic acid는 검출되지 않았고, 물 추출액에서는 malic acid와 acetic acid의 순으로, 알코올 추출액에서는 acetic acid와 malic acid의 순으로 높게 검출되었다고 보고하였다.

Table 4. Organic acid contents of *Sasa borealis* stalks and leaves

Sample	Oxalic acid	Tartaric acid	Formic acid	Malic acid	Acetic acid	Citric acid	Succinic acid	Fumaric acid
Stalks	44.90±0.08 ¹⁾	1.98±0.08	17.19±1.36	12.36±0.36	501.89±1.59	111.53±1.72	198.82±3.62	0.04±0.00
Leaves	87.63±1.12	16.23±0.60	61.89±5.04	9.31±1.16	611.77±2.51	868.44±6.28	171.36±4.26	2.00±0.04

¹⁾Values are means±SD of triplicate determinations.

항산화 효과

조릿대 줄기와 잎의 열수 및 에탄올 추출물의 항산화 효과를 검토하기 위해 각 추출물을 기질유지인 대두유에 0.5~2.0%의 농도로 첨가하여 60℃에서 27일간 저장하면서

과산화물가의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 추출물을 첨가하지 않은 무첨가구는 저장 5일까지 과산화물가가 급속히 증가하였고 그 후 저장기간이 경과함에 따라 점차 증가하였으며 저장 21일 이후 큰 폭으로 증가하였다. 기존 항산화제와의 항산화력을 비교하기 위하여 BHA를 0.02% 농도로 첨가한 BHA 첨가구는 전 저장기간 동안 무첨가구에 비해 완만하게 증가하여 항산화 효과가 있음을 알 수 있었다. 추출물 모두 저장기간이 경과함에 따라 과산화물

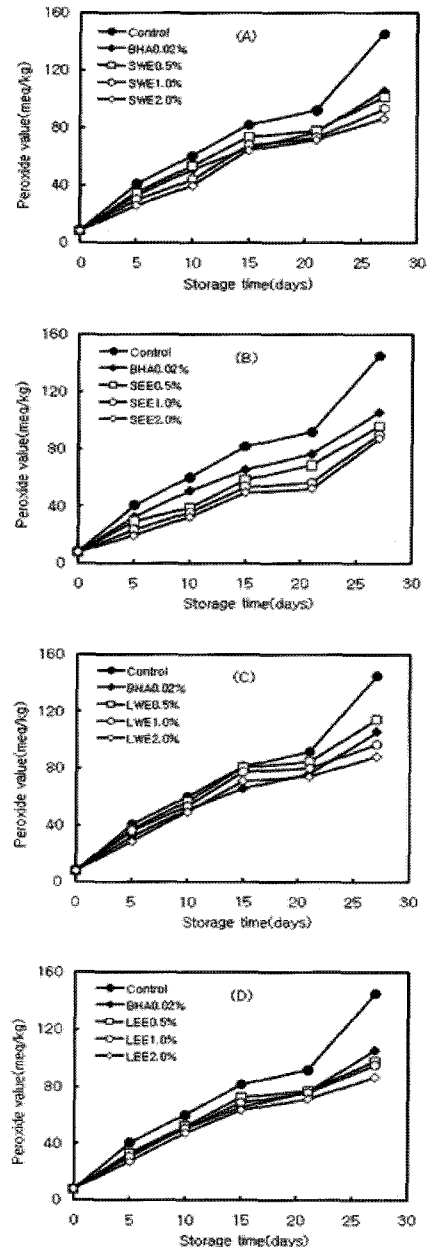


Fig. 1. Changes in the peroxide value of hot water and ethanol extracts from *Sasa borealis* stalks and leaves during storage at 60°C.

A: 0.5~2.0% addition of stalk hot water extracts(SWE), B: 0.5~2.0% addition of stalk 70% ethanol extracts(SEE), C: 0.5~2.0% addition of leaf hot water extracts(LWE), D: 0.5~2.0% addition of leaf 70% ethanol extracts(LEE), Control: without added extracts, BHA: 0.02% addition of butylated hydroxyanisole.

가가 증가하였으나, 무첨가구에 비해 완만하게 증가하였고, 추출물의 첨가농도가 높을수록 과산화물가의 증가가 둔화되었으며, 추출물의 종류와 첨가농도에 따라 과산화물가의 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 줄기 에탄올추출물 2%첨가구가 저장기간이 경과함에 따라 가장 완만하게 증가하여 항산화효과가 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로는 줄기 열수추출물 2%첨가구가 높게 나타났다. 이러한 결과로부터 줄기 추출물이 잎 추출물에 비해 그리고 에탄올추출물이 열수추출물에 비해 항산화효과가 높음을 알 수 있었다. 한편, 기존 항산화제인 BHA를 0.02% 농도로 첨가한 BHA 첨가구와 항산화력을 비교해보면 줄기 열수추출물은 첨가농도가 1.0% 이상, 줄기 에탄올추출물은 0.5% 이상, 잎 열수추출물은 2.0% 이상 그리고 잎 에탄올추출물은 1.0% 이상에서 BHA 첨가구보다 높은 항산화 효과를 보였다. 이러한 결과는 Lim 등(14)의 왕대나무 줄기 에탄올추출물의 linoleic acid에 대한 항산화력을 검토하기 위해 TBA가를 측정된 결과 효과적인 항산화 효과를 나타내었다는 보고와 Ju 등(12)의 추출방법에 따른 대나무 추출물의 항산화 활성을 측정된 결과 알코올 추출액에서는 BHA보다 높은 항산화 효과를 보였고, 물 추출액에서는 BHA와 비슷한 항산화 효과를 나타내었다는 보고와 비슷한 경향이였다. 이상에서 본 바와 같이 본 실험에서는 줄기 에탄올추출물, 줄기 열수추출물, 잎 에탄올추출물 및 잎 열수추출물의 순으로 높은 항산화 활성을 보였고, 특히 줄기 에탄올추출물은 0.5%의 첨가농도에서 0.02% 농도의 BHA보다 높은 항산화 활성을 보이므로 천연항산화제로서의 이용가능성이 있다고 판단된다.

아질산염 소거능

조릿대 줄기와 잎의 열수 및 에탄올 추출물을 각각 0.5~3.0% 농도로 조제한 후 아질산염 용액과 동량 혼합하여 pH를 1.2로 조정 한 다음 각 추출물의 아질산염 소거능을 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 조릿대 줄기의 경우 열수추출물과 에탄올추출물의 아질산염 소거능은 추출물의 농도가 0.5%에서 3.0%로 증가할수록 각각 33.4~98.1% 및 25.4~92.3%로 증가하였고, 조릿대 잎의 경우에는 각각 29.5~97.6% 및 22.4~89.5%로 증가하였다. 이와 같이 모든 추출물은 아질산염 소거능이 있었고, 추출물의 농도가 높을수록 아질산염 소거능도 농도에 비례하여 그 효과가 크게 증가하였다. 또 추출방법별로 보면 열수추출물이 에탄올추출물에 비해 아질산염 소거능이 높았고, 같은 추출조건에서 줄기 추출물이 잎 추출물에 비해 아질산염 소거능이 다소 높았다. 이러한 결과는 Lee와 Moon(22)의 왕대와 조릿대 줄기 및 잎에 있어서 에탄올추출물보다 열수추출물이, 잎추출물 보다는 줄기추출물이 아질산염 소거활성이 더 높게 나타났다는 보고와 일치하였다. 반면에 Kim 등(23)의 대나무 잎추출물이 줄기추출물에 비해 아질산염 소거능이

높게 나타났다는 보고와는 차이가 있었으나, 이는 대나무의 종류와 추출조건 등의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

한편, 대조구로서 환원력이 강한 아스코르빈산을 0.05~0.3% 농도로 조제하여 각 추출물과 아질산염 소거능을 비교한 결과, 아스코르빈산의 농도가 0.05%에서 0.3%로 증가할수록 아질산염 소거능이 28.0%에서 92.3%로 증가하여 각 추출물의 증가 패턴과 유사한 경향을 보였으며, 특히 줄기 열수추출물의 경우 1.0% 및 3.0%의 농도에서 각각 57.2% 및 98.05%의 아질산염 소거능을 보여 0.1% 및 0.3% 농도의 아스코르빈산보다 높은 아질산염 소거활성을 나타내었다. Mirvish 등(24)은 아스코르빈산과 같은 환원성물질이 아질산염과 반응하면 nitrosoamine의 생성을 억제할 수 있다고 보고하였고, Takashi 등(25)은 폴리페놀 화합물이 아질산염을 효과적으로 분해하여 nitrosoamine의 생성을 효과적으로 억제한다고 보고하였으며, Shenoy 등(26)은 각종 페놀은 아민의 니트로화(nitrosation)의 저해제로 관여하고, 이들 페놀 중에서 catechol은 아스코르빈산과 유사한 저해효과를 나타낸다고 하였다. 이상에서 본 바와 같이 본 실험에서는 줄기 열수추출물, 잎 열수추출물, 줄기 에탄올추출물 및 잎 에탄올추출물의 순으로 아질산염 소거능이 크게 나타났고, 특히 줄기 열수추출물, 잎 열수추출물 및 줄기 에탄올추출물은 1.0%의 농도에서 50% 이상의 아질산염 소거활성을 보이므로 육제품의 제조 시에 아질산염 소거능을 가진 천연첨가물로서의 이용가능성이 있다고 판단된다.

Table 5. Nitrite scavenging activities of hot water and ethanol extracts from *Sasa borealis* stalks and leaves

(unit : %)

Concentration of extracts	Stalks		Leaves		Ascorbic acid
	Water extracts	Ethanol extracts	Water extracts	Ethanol extracts	
0.5%	33.42±0.42 ^a	25.43±1.03 ^d	29.47±0.57 ^b	22.44±0.58 ^c	27.96±0.57 ⁽¹⁾
1.0%	57.18±0.10 ^a	50.76±0.87 ^c	53.67±0.43 ^b	36.19±1.99 ^d	56.17±0.47 ⁽²⁾
2.0%	85.97±0.42 ^a	71.17±0.45 ^c	83.19±0.16 ^b	58.91±1.05 ^d	86.61±1.80 ⁽³⁾
3.0%	98.05±0.56 ^a	92.31±0.84 ^b	97.61±0.43 ^a	89.50±0.18 ^c	92.26±0.79 ⁽⁴⁾

^{1,2,3,4)}Concentrations of ascorbic acid were 0.05, 0.1, 0.2 and 0.3%, respectively.
^{a-c)}Means with the same letter in a row are not significantly different (p<0.05).

항균활성

조릿대 줄기와 잎의 열수 및 에탄올 추출물의 주요 식중독세균 및 부패세균에 대한 항균활성을 측정 한 결과는 Table 6과 같다. 즉, 조릿대 줄기의 경우 열수추출물은 공시된 모든 균주에 대해 항균활성이 있었고, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis* 및 *Vibrio parahaemolyticus*에 대해 각각 10.6 mm, 12.2 mm 13.0 mm, 12.3 mm, 13.4 mm 및 12.1 mm의 저지환을 보여 대조구로

Table 6. Antimicrobial activities of hot water and ethanol extracts from *Sasa borealis* stalks and leaves

Strains	Clear zone on plate(mm)				Sorbic acid ²⁾
	Stalks ¹⁾		Leaves		
	Water extracts	Ethanol extracts	Water extracts	Ethanol extracts	
Gram positive bacteria					
<i>Staphylococcus aureus</i> KCCM 11764	9.9±0.1 ^d	- ^{e,3)}	11.4±0.3 ^b	12.6±0.1 ^a	10.5±0.1 ^c
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 15313	10.6±0.1 ^a	- ^b	10.5±0.1 ^a	- ^b	- ^b
<i>Bacillus subtilis</i>	12.2±0.3 ^a	12.5±0.1 ^a	10.5±0.1 ^c	12.5±0.0 ^b	11.7±0.1 ^b
Gram negative bacteria					
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	13.0±0.2 ^b	10.0±0.1 ^d	12.6±0.1 ^c	14.1±0.1 ^a	- ^e
<i>Salmonella typhimurium</i> KCCM 40253	12.3±0.1 ^a	11.3±0.1 ^c	11.9±0.1 ^b	9.2±0.1 ^e	10.4±0.2 ^d
<i>Salmonella enteritidis</i> KCCM 12021	13.4±0.3 ^b	13.9±0.4 ^b	13.3±0.1 ^b	16.2±0.4 ^a	11.0±0.1 ^c
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ATCC 17802	12.1±0.0 ^b	12.5±0.1 ^a	9.7±0.1 ^d	11.9±0.2 ^b	11.3±0.1 ^c
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	10.5±0.1 ^c	12.0±0.0 ^b	11.6±0.1 ^{ab}	12.0±0.3 ^a	11.3±0.2 ^b

¹⁾Concentration of extracts loaded on paper disc was 5.0 mg/8 mm paper disc.

²⁾Concentration of 1.0% sorbic acid loaded on paper disc was 50 µL/8 mm paper disc.

³⁾No inhibitory zone was formed.

^{a-e}Means with the same letter in a row are not significantly different (p<0.05).

사용된 1.0% 소르빈산에 비해 높은 항균활성을 나타내었다. 또 줄기 에탄올추출물은 공시균주 중에서 그람양성균인 *Staphylococcus aureus*와 *Listeria monocytogenes*에 대해 항균활성을 나타내지 않았으나, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Vibrio parahaemolyticus* 및 *Pseudomonas fluorescens*에 대해 각각 12.5 mm, 10.0 mm, 11.3 mm, 13.9 mm, 12.5 mm 및 12.0 mm의 저지환을 보여 1.0% 소르빈산에 비해 높은 항균활성을 나타내었다. 조릿대 잎의 경우에도 열수추출물은 공시된 모든 균주에 대해 항균활성이 있었고, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis* 및 *Pseudomonas fluorescens*에 대해 각각 11.4 mm, 10.5 mm, 12.6 mm, 11.9 mm, 13.3 mm 및 11.6 mm의 저지환을 보여 소르빈산에 비해 높은 항균활성을 나타내었다. 또 잎 에탄올추출물은 공시된 모든 균주에 대해 항균활성을 보인 반면, 에탄올추출물은 특정 균주에 대해 높은 항균활성을 보였으며, 모든 추출물 중에서 잎 에탄올추출물이 *Listeria monocytogenes*와 *Salmonella typhimurium*을 제외한 다른

대부분의 균에 대해 강한 항균활성을 보였고, 특히 *Escherichia coli*와 *Salmonella enteritidis*에 대해 높은 항균활성을 나타내었다. Lee와 Shin(27)은 대나무를 비롯한 31종의 식물을 에탄올과 물로 추출하여 항균활성을 검색한 결과 대부분 에탄올 추출물의 항균성이 높아 식물의 항균성 물질 추출에는 에탄올이 더 적절하다고 하여 본 실험의 결과와 거의 일치하였고, 대나무 잎 추출물보다 줄기 추출물에서 더 높은 항균활성을 나타내었다는 Baek 등(28)의 보고와는 차이가 있었으나, 이는 대나무의 종류와 추출조건 등의 차이에 기인한 것으로 생각된다. Kim 등(23)은 왕대의 열수추출액이 *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* 및 *Vibrio parahaemolyticus*에 높은 항균력을 보였다고 보고하였고, Kim 등(29)은 신의대 잎 에탄올추출물이 *Vibrio parahaemolyticus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* 및 *Staphylococcus aureus*에 대해서 항균력을 나타내었다고 보고하여 본 실험의 결과와 거의 일치하였으나, Baek 등(28)의 왕대 에탄올추출물이 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* 및 *Salmonella typhimurium*에 대해서는 높은 항균력을 나타내었으나, *Escherichia coli*에 대해서는 전혀 항균활성을 나타내지 않았다는 보고와는 다소 차이가 있었으며, 이는 시료의 종류와 추출방법 및 조건 등의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 이상에서 본 바와 같이 추출물에 대한 대조구로서 식품 보존료로 널리 사용되고 있는 소르빈산과 추출물의 항균활성을 비교한 결과, 조릿대 줄기와 잎의 열수 및 에탄올추출물의 대부분이 대조구로 사용된 1.0% 소르빈산에 비해 높은 항균활성을 나타내었으

며, 이러한 결과로부터 조릿대 줄기와 잎의 열수 및 에탄올 추출물은 항균활성을 가진 천연식품보존료로서의 이용가능성이 높다고 판단된다.

요 약

조릿대의 천연식품소재 및 천연보존료로서의 이용가능성을 검토하기 위하여 줄기와 잎의 화학성분과 그 추출물의 항산화 효과, 아질산염 소거능 및 항균활성을 조사하였다. 조릿대 줄기와 잎의 수분 함량은 각각 59.87% 및 28.79%, 단백질 함량은 각각 2.09% 및 6.33%, 조지방 함량은 각각 1.21% 및 3.43%, 회분 함량은 각각 0.99% 및 3.76%로 나타났다. 무기성분 중에서 K이 줄기와 잎에 각각 350.27 mg% 및 639.60 mg%로 가장 많이 함유되어 있었고, 그 다음으로 줄기에는 Na, Mg 및 Mn의 순으로, 잎에는 Na, Mg, Ca 및 Mn의 순으로 많이 함유되어 있었다. 줄기와 잎의 주요 유기산은 acetic acid, citric acid 및 succinic acid였고, oxalic acid, tartaric acid, formic acid, malic acid 및 fumaric acid 등이 검출되었으며, 줄기보다 잎에 유기산이 많이 함유되어 있었다. 항산화효과는 줄기 추출물이 잎 추출물에 비해 그리고 에탄올추출물이 열수추출물에 비해 높았고, 특히 0.5% 줄기 에탄올추출물이 0.02% BHA보다 높은 항산화효과를 보였다. 모든 추출물은 아질산염 소거능을 보였고, 추출물의 농도가 높을수록 아질산염 소거능도 농도에 비례하여 크게 증가하였으며, 줄기 열수추출물이 가장 높은 아질산염 소거능을 보였다. 항균활성을 측정된 결과, 열수추출물은 공시된 모든 균주에 대해 항균활성을 보인 반면, 에탄올추출물은 일부 균주에 대해 높은 항균활성을 보였으며, 잎 에탄올추출물이 *Listeria monocytogenes*와 *Salmonella typhimurium*을 제외한 다른 대부분의 균에 대해 강한 항균활성을 보였다. 또 줄기와 잎의 열수 및 에탄올추출물의 대부분이 대조구로 사용된 1.0% 소르빈산에 비해 높은 항균 활성을 보였다.

감사의 글

본 연구는 2007년도 교육인적자원부 특성화프로그램의 국고재정지원 연구비에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Cho, J.Y., Moon J.H. and Park, K.H. (2000) Isolation and identification of 3-methoxy-4-hydroxybenzoic acid

- and 3-methoxy-4-hydroxycinnamic acid from hot water extracts of *Hovenia dulcis* Thunb and confirmation of their antioxidative and antimicrobial activity. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 1403-1408
2. Chang, K.C., Kim, S.C., Song, E.Y., Kim, K.H., Kwon, H.M., Kang, S.H., Park, K.H. and Jung Y.H. (2003) Isolation and structure identification of antibacterial substances from the rhizome of *Zingiber mioga* Roscoe. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 46, 246-250
3. Kim, E.Y., Baik, I.H., Kim, J.H., Kim, S.R. and Rhyu, M.R. (2004) Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 333-338
4. Lee, S.H. and Lim, Y.S. (1998) Antimicrobial effects of *Schizandra chinensis* extract on pathogenic microorganism. J. Korean Soc. Food Nutr., 27, 239-243
5. Gidding, G.G. : The basic of color in muscle foods. J. Food Sci., 42, 288(1977)
6. Johnston, M.A., Privnick, H. and Samson, J.M. : Inhibition of *Clostridium botulinum* by sodium nitrite in a bacteriological medium and in meat. J. Can. Ind. Food Tech., 2, 52-55(1969)
7. Massey, R.C., Crews, C., Davies, R. and McWeeney, D.J. : A study of the competitive nitrosations of pyrrolidine, ascorbic acid, cysteine and p-cresol in a protein based model system. J. Sci. Food Agric., 29, 815-816(1978)
8. 전희정 (2002) 마늘이야기. 지구문화사, 서울, p.90
9. 박종희 (2004) 한국약초본감. 신일상사, 서울, p.88
10. 과학백과사전출판사 (1999) 약초의 성분과 이용. 일월서각, 서울, p.774
11. Cheong, J.S., Park, N.C., Lee, C.W. and Whon, J.S. (1989) Nutritive components of edible bamboo shoots of *Phyllostachys edulis* produced in Korea. J. Korean For. Soc., 78, 55-60
12. Ju, I.O., Jung, G.T., Ryu, J., Choi, J.S. and Choi, Y.G. (2005) Chemical components and physiological activities of bamboo(*Phyllostachys bambusoides* Starf) extracts prepared with different methods. Korean J. Food Sci. Technol., 37, 542-548
13. Kim, N.K., Cho, S.H., Lee, S.D., Ryu, J.S. and Shim, K.H. (2001) Chemical properties of hot water extracts from bamboos(*Phyllostachys* sp.). Korean J. Postharvest Sci. Technol., 8, 469-474
14. Lim, J.A., Na, Y.S. and Baek, S.H. (2004) Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of ethanol extract from *Phyllostachys bambusoides*. Korean J. Food Sci.

- Technol., 36, 306-310
15. Chung, D.K. and Yu, R. (1995) Antimicrobial activity bamboo leaves extract on microorganisms related to kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 1035-1038
 16. AOAC (1995) Official methods of analysis, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
 17. Korea Food and Drug Administration (2002) Food Code. Munyoungsa, Seoul, p.610
 18. 日本藥學會編 (2000) 衛生試驗法・註解. 金原出版(株), 東京, p.198-200
 19. Gray, J.I. and Dugan, J.L.R. (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J. Food Sci.*, 40, 981-985
 20. Yoon, W.H., Choi, J.H., Lee, K.H. and Kim, C.H. (2005) Antimicrobial and antitumor activities of seed extracts of *Camellia sinensis* L. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37, 108-112
 21. Kim, J.K., Cha, J.O. and Kim, Y.J. (1995) SAS application method. 1st ed. Heijiwon. Seoul. p.156-175
 22. Lee, M.J. and Moon, G.S. (2003) Antioxidative effects of Korean bamboo trees, *Wang-dae*, *Som-dae*, *Maengjong-juk*, *Jolit-dae* and *O-juk*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35, 1226-1232
 23. Kim, N.K., Cho, S.H., Lee, S.D., Ryu, J.S. and Shim, K.H. (2001) Functional properties and antimicrobial activity of bamboo(*Phyllostachys* sp.) extracts. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 8, 475-480
 24. Mirvish, S.S., Wallcave, L., Eagen, M. and Shubik, P. (1972) Ascorbate-nitrite reaction; Possible means of blocking the formation of carcinogenic N-nitroso compounds. *Science*, 177, 65-68
 25. Takashi, Y., Yamamoto, M. and Tamura, A. (1978) Studies on the formation of nitrosamines; The effects of some polyphenols on nitrosation of diethylamine. *J. Food Hyg. Soc.*, 19, 224-227
 26. Shenoy, N.R. and Choughuley, A.S.U. (1989) Effect of certain phenolics on nitrosamine formation. *J. Agric. Food Chem.*, 37, 721-725
 27. Lee, B.W. and Shin, D.H. (1991) Screening of natural antimicrobial plant extract on food spoilage microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23, 200-204
 28. Baek, J.W., Chung, S.H. and Moon, G.S. (2002) Antimicrobial activities of ethanol extracts from Korean bamboo culms and leaves. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 1073-1078
 29. Kim, M.J., Byun, M.W. and Jang, M.S. (1996) Physiological and antibacterial activity of bamboo(*Sasa coreana* Nakai) leaves. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 25, 135-142
-
- (접수 2007년 11월 16일, 채택 2008년 1월 18일)