

마이크로웨이브 추출공정에 의한 만가닥버섯의 기능적 특성

김현구 · 최윤정 · 정승원 · 김공환*

한국식품개발연구원, *아주대학교 화학 · 생물공학부

Functional Activities of Microwave-Assisted Extracts from *Lyophyllum ulmarium*

Hyun-Ku Kim, Yoon-Jung Choi, Seong-Weon Jeong and Kong-Hwan Kim*

Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

*Division of Chemical Engineering and Biotechnology, Ajou University, Suwon 442-749, Korea

Abstract

Functional activities of *Lyophyllum ulmarium* microwave-assisted extracts under different conditions including electron donating ability, tyrosinase inhibition activity and nitrite scavenging effect were examined. Total polyphenol content increased as increasing microwave power up to 90 W in the water extracts. Electron donating ability increased with microwave power up to 90 W in 50% ethanol extract and 99% ethanol extract. Tyrosinase inhibition activity and nitrite scavenging effect in the extract increased as microwave power increased during extraction. Total polyphenol content increased as extending extraction time up to 5 min in the water extract. But the highest electron donating ability and tyrosinase inhibition activity was obtained after 10 min extraction. Significantly higher total polyphenol content and electron donating ability were found in the water extract whereas greater tyrosinase inhibition activity and nitrite scavenging effect were observed in 99% ethanol extract. The maximum nitrite scavenging effect was found at pH 1.2 and decreased as pH increased.

Key words : *Lyophyllum ulmarium*, microwave-assisted extraction, polyphenol content, electron donating ability

서 론

만가닥버섯(*Lyophyllum ulmarium* 또는 *Hypsizyguis ulmarium*)은 분류학적으로 진정담자균강, 동담자균아강(모균아강), 주름버섯목, 송이과에 속하며 가을철 느릅나무 등의 활엽수 고목이나 그루터기에서 다발로 발생하는 백색목재부후균이다. 이 버섯은 다발성이 매우 강해 수많은 개체가 발생된다고 하여 우리나라에서는 만가닥버섯 이라고 부르며 일본에서는 혼시메지 또는 부나시메지라고 부른다. 만가닥버섯은 느타리버섯이나 표고버섯에 비하여 조직이 연하고 잘 부서지며 씹는 질감이 좋아 동양인의 기호에 적합할 뿐만 아니라 맛과 향이 좋아 식용버섯으로 병재배 시설에 의한 대량재배가 가능하다. 우리나라에서 만가닥버섯 생산현황을 살펴보면 수향버섯에서 연간 100톤 정도 시험생산되고 있으며 일본에서는 연간 2만톤 정도 생산되어 팽이버섯, 표고버섯에 이어 세 번째로 소비량이 많으며 그외 지역에서는 전혀 생산되고 있지 않다. 만가닥버섯의 영양가를 살펴보면

100g당 열량은 33 kcal, 단백질은 2.7 g, 지방은 0.5 g, 탄수화물은 5.4 g이다. 기타 무기질과 비타민 C를 함유하고 있으며 강심작용과 비만억제 등 다양한 효능이 있는 것으로 알려져 있다. 이 버섯은 농촌진흥청 농업과학 기술연구소에서 1987년과 1993년 시험연구사업 결과에서 만가닥 1호와 만가닥 2호를 분리 선발, 재배법을 확립하여 농가 보급 품종으로 선정한 농가 버섯재배 고소득 품목으로 유명한 버섯이다. 그러나 현재 만가닥버섯의 유용성분 등 식품소재화에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 특히 버섯이 지닌 생리적 효과는 영지, 양송이, 표고, 팽이 등(1-4)의 버섯에서만 알려져 있을 뿐 만가닥버섯의 항암효과 등 다양한 생리효능이 기대되고 있으나 유효성분에 대한 연구는 아직 이루어진바 없다. 본 연구에서는 시료를 신속하고 효율적으로 추출할 수 있는 잇점을 지니고 있을 뿐만 아니라 추출 용매와 에너지를 절약할 수 있으며 추출 대상으로는 수분을 함유한 모든 천연물 시료가 가능한 (5-11) 마이크로웨이브 추출(microwave-assisted extraction, MAE)을 이용하여 만가닥버섯의 생리활성을 측정하고 그것들의 적정 추출조건을 설정하고자 하였다. 즉, microwave power 및 추출시간에 따른 용매별 만가닥버섯의 추출물에 대한 총 폴리페놀 함량, 전자공여작용, tyrosinase 저해작용, 아질산염 소거작용을 측정하여 가장 효율적인 MAE 조건을 설정하고자 하였다.

Corresponding author : Hyun-Ku Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1 Bundang-ku, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea
E-mail : hyunku@kfri.re.kr

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 만가닥버섯(*Lyophyllum ulmarium*)은 수향농산에서 구입하여 깨끗이 수세한 후 표면의 물기를 제거하여 약 40 mesh로 다져서 사용하였다. 추출 용매로는 물, 50% 에탄올, 99% 에탄올을 사용하였다.

마이크로웨이브 추출조건

마이크로웨이브 추출은 마이크로웨이브 추출장치(MAP, Soxwave-100, Prolabo, France)를 사용하였으며 에너지 용량(watts)과 추출시간(min)을 달리하여 상압의 밀폐형 추출관에서 추출하였다.

만가닥버섯 추출물의 제조

다진 만가닥버섯에 추출용매를 1 : 2.5(w/v)가 되도록 넣어 추출한 후 Whatman No. 2 여과지를 사용하여 여과하였다. 이 과정을 3회 연속 반복하였으며 회전 감압 증발기(Rotavapor R-123, Buchi, Switzerland)로 감압 농축한 후 추출액과 동량인 증류수를 가하여 생리활성을 측정하는데 사용하였다.

총 폴리페놀 함량의 측정

총 폴리페놀 함량(total polyphenol content)은 Folin-Denis방법(12)으로 측정하였으며, 각각의 추출조건에 따라 제조된 만가닥버섯 추출물의 1/2 희석액을 사용하였다. 즉, 희석액 5 ml에 Folin reagent 5 ml를 가하고 3분간 정치한 다음 5 ml의 10% Na₂CO₃ 용액을 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정치한 후 분광광도계(UV/VIS Spectrophotometer, Jasco, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하고 (+)catechin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

전자공여작용의 측정

전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 강 등(13)의 방법을 변형하여 각각의 추출물에 대한 DPPH(α, α -diphenylpicrylhydrazyl)의 전자공여효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2 mL에 4×10^{-4} M DPPH 용액(99% EtOH에 용해) 0.8 mL, 0.1M phosphate buffer(pH 6.5) 2 mL와 99% EtOH 2 mL를 가하여 총액의 부피가 5 mL가 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하고 실온에 10분 방치한 후 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 추출물의 첨가 전·후의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

Tyrosinase 저해 효과 측정

Tyrosinase 저해 효과 측정은 Wong 등(14)의 방법에 따라 측정하였으며 tyrosinase 조효소액은 mushroom tyrosinase (Sigma, T7755, 110 units/mL)를 50 mM sodium phosphate buffer(pH 7.0)에 용해하여 사용하였다. 효소활성의 측정은 10 mM catechol 용액 2.8 mL에 tyrosinase 조효소액 0.2 mL, 추출액 0.1 mL를 가하고 분광 광도계를 사용하여 420 nm에서 흡광도 변화를 측정하였다. Tyrosinase에 대한 효소활성 저해 효과는 단위시간당 변화된 초기흡광도의 변화값을 측정하여 다음의 식에 의해 계산하였다.

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

- A: 효소액 첨가구의 흡광도 변화값
- B: 효소액 대신 buffer 첨가구의 흡광도 변화값
- C: 추출물 대신 증류수 첨가구의 흡광도 변화값

아질산염 소거작용의 측정

아질산염 소거작용(nitrite-scavenging effect)은 Gray 등(15)의 방법으로 측정하였다. 즉, 1 mM 아질산나트륨 용액 1 mL에 각각의 추출물을 2 mL를 가하고 여기에 0.1 N 염산(pH 1.2) 및 0.2 N 구연산 완충용액(pH 3.0, 4.2 및 pH 6.0)을 7 mL 가하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 4.2 및 6.0으로 달리하여 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 다음 반응액을 1 mL씩 취하고 여기에 2% 초산 5 mL, Griess 시약(acetic acid에 1% sulfanylic acid와 1% naphthylamine을 1 : 1 비율로 혼합) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시켜 15분간 실온에서 방치시킨 후 분광 광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 그리고 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 추출액 첨가전후의 아질산염 백분율로 표기하였다.

결과 및 고찰

총 폴리페놀 함량

Table 1은 microwave의 power를 60 W~120 W로 증가시켜 만가닥버섯을 물, 50% 에탄올 그리고 99% 에탄올을 이용하여 추출한 후 그 추출물의 총 폴리페놀 함량을 비교한 결과이다. 추출용매에 관계없이 만가닥버섯 추출물의 총 폴리페놀 함량은 microwave power를 증가시키에 따라 증가하는 경향을 나타내어 90 W에서 물 추출물, 50% 에탄올 추출물, 99% 에탄올 추출물은 각각 2.26 mg%, 1.98 mg%, 1.26 mg%로 60 W보다 크게 증가하였고 120 W에서는 거의 평형에 이르렀다. 또한 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물의

총 폴리페놀 함량은 물 추출물에 비해 그 증가가 완만하였다. Microwave power 60 W에서 총 폴리페놀 함량은 50% 에탄올 추출물이 가장 높게 나타났으나 90 W 이상에서는 물 추출물이 가장 높게 나타났다. 추출시간에 따른 만가닥버섯의 용매별 추출물의 총 폴리페놀 함량을 알아보기 위해 microwave power를 90 W로 고정하여 측정하였다. 그 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 물 추출물의 경우 총 폴리페놀 함량은 추출시간 2분에서 5분 사이에 급격히 증가하여 5분 추출시 거의 평형에 이르렀다. 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 추출시간을 5분까지는 증가하는 경향을 보이다가 그 이상에서는 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 99% 에탄올 추출물 경우는 50% 에탄올 추출물보다 완만히 증가하는 경향을 나타내었다. 물 추출물은 추출시간 1분과 2분에서는 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물에 비해 낮은 값을 나타내었으나 5분 이상에서는 가장 높은 값을 나타내어 15분 추출시에는 2.26 mg% 이었다. 만가닥 버섯의 총 폴리페놀 함량이 microwave power

90 W 이상에서와 추출시간 5분 이상에서 추출용매를 물로 하였을 경우에 가장 높았다. 그러나 섬쭉부쟁이의 물 추출물이 3.19 mg%를 나타낸다고 한 김 등(16)의 보고와 비교해 볼 때 만가닥버섯의 총 폴리페놀 함량은 다소 낮게 나타나는 경향이였다.

전자공여작용

Microwave power를 증가시킴에 따른 만가닥버섯 추출물의 DPPH(α, α -diphenyl-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여능을 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 물 추출물의 경우에 전자공여능은 microwave power를 증가시킴에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 이에 반해 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물의 경우에 전자공여능은 증가하다가 90 W에서 평형에 이르렀다. 물 추출물의 경우 전자공여능은 microwave power에 상관없이 다른 용매 추출물에 비해 가장 높았는데 90 W에서는 99% 에탄올 추출물과 비슷하였다. 이에 따라 가장 적절하다고 생각되는 90 W로 power를 고정하여 추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 전자공여작용을 측정하였다. Fig. 2에서 보는 것과 같이 용매별 만가닥버섯 추출물의 전자공여능은 추출시간을 증가시킴에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 물 추출물, 50% 에탄올 추출물, 99% 에탄올 추출물은 추출시간 5분과 10분 사이에 급격히 증가하였으며 10분에서는 세 가지 추출물 모두 평형에 이르렀다. 15분 추출시 물 추출물, 50% 에탄올 추출물, 99% 에탄올 추출물의 전자공여능은 각각 7.43%, 6.44%, 6.85%으로 가장 높은 값을 나타내었다. 용매별로 살펴본 만가닥버섯의 전자공여능이 물 추출물에서 높게 나타난 결과는 김 등(8)이 보고한 마늘 추출물의 전자공여능에서도 유사한 경향을 나타내었다.

Table 1. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction on total polyphenol content of *Lyophyllum ulmarium*¹⁾ unit: mg%

Solvent	Power (W)		
	60	90	120
Water	1.52±0.14 ^{a2)}	2.26±0.24 ^a	2.31±0.27 ^a
50% EtOH	1.82±0.17 ^a	1.98±0.19 ^b	2.02±0.21 ^b
99% EtOH	1.04±0.09 ^b	1.26±0.10 ^c	1.31±0.12 ^c

¹⁾ MAE was performed for 5 min on mixture composed of 20g and 50 mL of solvent.
²⁾ All values are expressed as mean ±SD of triplicate determinations. Means with the same lettered superscripts in a column are not significantly different at p <0.05 level by Duncan's multiple range test.

Table 2. Effect of extraction time in microwave-assisted extraction on total polyphenol content of *Lyophyllum ulmarium*¹⁾ unit: mg%

Solvent	Time(min)				
	1	2	5	10	15
Water	0.78±0.08 ^{a2)}	1.10±0.10 ^b	2.26±0.24 ^a	2.20±0.22 ^a	2.26±0.24 ^a
50% EtOH	1.32±0.14 ^c	1.70±0.16 ^b	1.98±0.19 ^b	2.01±0.20 ^a	2.12±0.21 ^a
99% EtOH	1.12±0.11 ^c	1.16±0.11 ^c	1.26±0.13 ^b	1.34±0.14 ^a	1.48±0.15 ^a

¹⁾ MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50 mL of solvent.
²⁾ All values are expressed as mean ±SD of triplicate determinations. Means with the same lettered superscripts in a same row are not significantly different at p <0.05 level by Duncan's multiple range test.

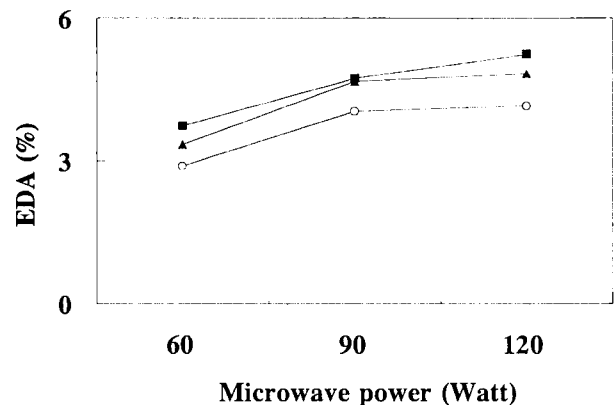


Fig. 1. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction on electron donating abilities (EDA) of *Lyophyllum ulmarium*¹⁾.

—■— water; —○— 50% EtOH; —▲— 99% EtOH
¹⁾ MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50 ml of solvent.

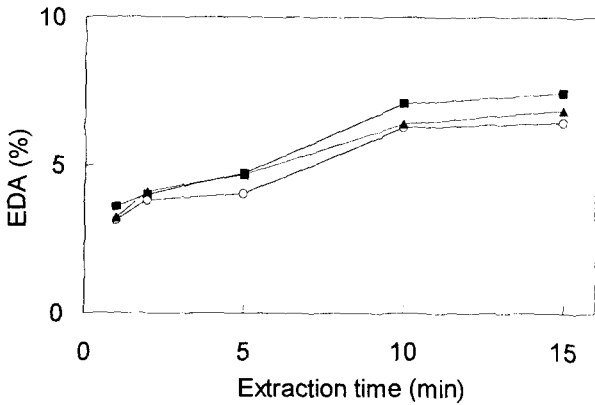


Fig. 2. Effect of extraction time in microwave-assisted extraction on electron donating abilities (EDA) of *Lyophyllum ulmarium*¹⁾.

—■— water; —○— 50% EtOH; —▲— 99% EtOH
¹⁾ MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50 ml of solvent.

Tyrosinase 저해작용

MAE로 얻은 용매별 만가닥버섯 추출물의 tyrosinase 저해능을 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 그 결과 microwave power를 증가시키기에 따라 tyrosinase 저해능은 증가하는 경향을 나타내었는데, 90 W 이상에서는 매우 급격히 증가하였다. 물 추출물과 50% 에탄올 추출물의 경우에 tyrosinase 저해능은 큰 차이를 나타내지 않았으며 99% 에탄올 추출물의 tyrosinase 저해능은 특히 다른 추출물들에 비해 높았다. 추출시간 증가에 따른 만가닥버섯의 용매별 추출물의 tyrosinase 저해능을 측정하여 Fig. 4에 나타내었다. 물 추출물과 50% 에탄올 추출물의 경우 tyrosinase 저해능은 추출시간을 5분

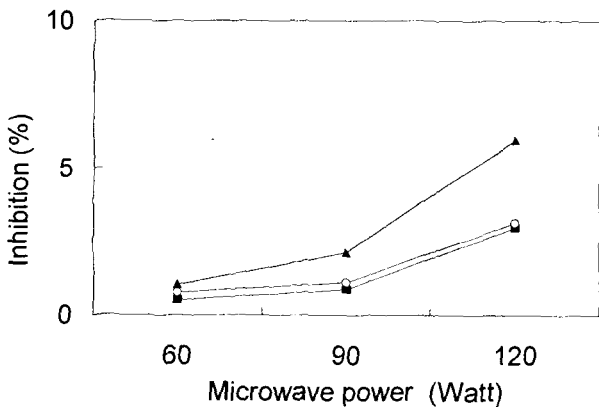


Fig. 3. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction on inhibitory effect of tyrosinase activity of *Lyophyllum ulmarium*¹⁾.

—■— water; —○— 50% EtOH; —▲— 99% EtOH
¹⁾ MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50 ml of solvent.

이상으로 증가시키면서부터 완만하게 증가하는 경향을 나타내었다. 99% 에탄올 추출물의 경우에 tyrosinase 저해능은 물 추출물과 50% 에탄올 추출물에 비하여 월등히 높았으며 추출시간을 증가시키기에 따라 점진적인 속도로 증가하는 경향을 나타내었다. 김등(8)은 마늘의 tyrosinase 저해능에서도 위와 유사한 경향을 나타낸다고 하였으므로, 추출용매로서 99% 에탄올을 사용할 경우 tyrosinase 효소활성 억제에 매우 유용할 것으로 생각된다. 권 등(17)도 마이크로웨이브 추출로 얻은 양파 추출물의 tyrosinase 저해능이 물 추출물에 비해 에탄올 추출물에서 높게 나타난다고 보고한 바 있다.

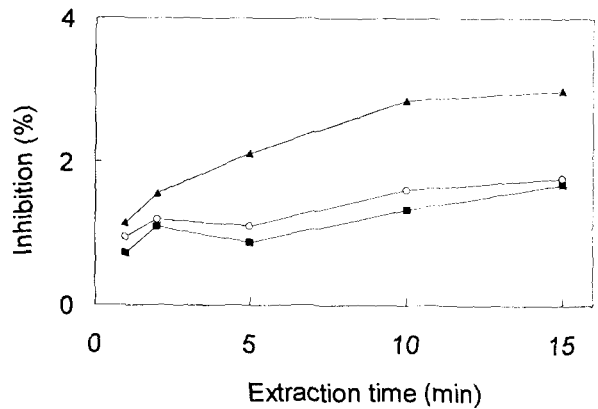


Fig. 4. Effect of extraction time in microwave-assisted extraction on inhibitory effect of tyrosinase activity of *Lyophyllum ulmarium*¹⁾.

—■— water; —○— 50% EtOH; —▲— 99% EtOH
¹⁾ MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50 ml of solvent.

아질산염 소거작용

Microwave power를 증가시키기에 따른 용매별 만가닥버섯의 추출물의 아질산염 소거능을 측정하여 Fig. 5에 나타내었다. 그 결과 아질산염 소거능은 power를 증가시키기에 따라 증가하는 경향을 나타냈으나 pH를 증가시키면서 감소하는 경향을 나타내었다. 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물의 경우 pH 3.0 이상에서 아질산염 소거능은 pH 1.2에 비해 50% 이상으로 감소한 반면에 물 추출물의 경우에는 pH 증가에 따른 영향을 거의 받지 않았다. 또한 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물은 pH 3.0 이상에서는 microwave power를 증가시키기에 따라 매우 완만한 감소경향을 나타내었다. pH 1.2에서 99% 에탄올 추출물은 물 추출물에 비해 약 5배의 높은 값을 나타내었다. Microwave power를 90 W로 고정하여 추출시간에 따른 아질산염 소거능을 측정하였으며 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 물 추출물과 99% 에탄올 추출물의 아질산염 소거능은 추출시간에 거의 영향을 받지 않았으며 50% 에탄올 추출물은 매우 완만하게 증가하는 경

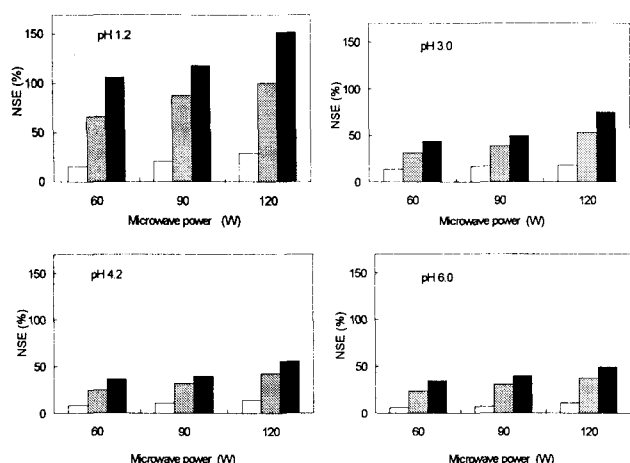


Fig. 5. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction on nitrite-scavenging effect of *Lyophyllum ulmarium*¹⁾. □ water; ▨ 50% EtOH; ■ 99% EtOH, NSE(%); nitrite-scavenging effect(%)

¹⁾ MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50 ml of solvent.

Table 3. Effect of extraction time in microwave-assisted extraction on nitrite-scavenging effect of *Lyophyllum ulmarium*¹⁾ unit : %

Extraction time (min)	Solvent	pH 1.2	pH 3.0	pH 4.2	pH 6.0
1	Water	16.01±1.2 ^{a)}	5.84±0.4 ^{b)}	4.85±0.4 ^{b)}	3.40±0.3 ^{a)}
	50% EtOH	79.18±3.7 ^{f)}	24.10±1.6 ^{b)}	21.80±1.4 ^{d)}	19.36±1.4 ^{d)}
	99% EtOH	109.65±4.5 ^{b)}	44.10±2.7 ^{f)}	42.92±2.6 ^{f)}	42.79±2.6 ^{f)}
2	Water	20.10±1.4 ^{c)}	5.10±0.4 ^{b)}	3.50±0.3 ^{a)}	2.29±0.2 ^{a)}
	50% EtOH	78.07±3.7 ^{f)}	29.72±2.2 ^{b)}	28.16±2.2 ^{e)}	26.99±2.2 ^{e)}
	99% EtOH	110.09±4.0 ^{b)}	44.39±2.7 ^{f)}	41.87±2.5 ^{f)}	41.84±2.5 ^{f)}
5	Water	20.74±1.4 ^{c)}	16.59±1.3 ^{b)}	10.70±0.8 ^{d)}	6.91±0.5 ^{d)}
	50% EtOH	87.93±3.7 ^{f)}	39.03±2.7 ^{b)}	32.05±2.3 ^{e)}	31.13±2.3 ^{e)}
	99% EtOH	118.33±4.1 ^{b)}	49.39±2.8 ^{f)}	40.07±2.5 ^{f)}	39.86±2.5 ^{f)}
10	Water	21.35±1.4 ^{c)}	7.35±0.6 ^{b)}	5.01±0.5 ^{d)}	4.36±0.4 ^{d)}
	50% EtOH	99.26±3.9 ^{f)}	49.26±3.1 ^{b)}	41.98±2.5 ^{e)}	39.46±2.5 ^{e)}
	99% EtOH	134.16±4.5 ^{b)}	48.79±3.1 ^{f)}	42.71±2.5 ^{f)}	39.13±2.5 ^{f)}
15	Water	14.47±1.2 ^{c)}	4.04±0.3 ^{b)}	3.22±0.3 ^{a)}	1.73±0.2 ^{a)}
	50% EtOH	101.16±3.9 ^{f)}	50.40±3.1 ^{b)}	44.81±2.7 ^{f)}	34.82±2.3 ^{f)}
	99% EtOH	129.93±4.2 ^{b)}	49.87±2.9 ^{f)}	47.22±2.8 ^{f)}	45.89±2.7 ^{f)}

¹⁾ MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50 mL of solvent.

²⁾ All values are expressed as mean ±SD of triplicate determinations. Means with the same lettered superscripts in a same row are not significantly different at p <0.05 level by Duncan's multiple range test.

향을 나타내었다. 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물의 경우 아질산염 소거능은 뚜렷한 pH에 의존적인 경향을 보인 반면에 물 추출물은 pH 증가에 크게 영향을 받지 않았다. pH 1.2에서 물 추출물은 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물의 아질산염 소거능보다 확연히 낮은 값을 나타내었다. 팽이버섯의 아질산염 소거능은 추출용매 중에 물을 사용하였을 경우 가장 효율적이라고 하였는데 만가닥버섯의 경우에는 99% 에탄올을 사용하였을 경우에 가장 효율적으로 나타났다. 만가닥버섯의 아질산염 소거능이 가장 두드러지게 나타난 pH 1.2 조건은 이미 보고(18-20)된 여러 식품 추출물에서도 유사한 경향을 나타냈다.

요 약

마이크로웨이브 추출(MAE)을 이용하여 만가닥버섯을 물, 50% 에탄올, 99% 에탄올로 추출하였으며 마이크로웨이브의 power와 시간에 따라 추출물의 총 폴리페놀 함량, 전자공여 작용(EDA), tyrosinase 저해작용, 아질산염 소거작용의 차이를 관찰하였다. Microwave power를 60~120 W로 증가시키기에 따라 총 폴리페놀 함량과 전자공여능은 증가하는 경향을 나타내었다. 만가닥버섯의 전자공여능이 90 W에서 평형에 이른 반면에 tyrosinase 저해능은 90 W 이상에서 급격히 증가하였다. 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물의 아질산염 소거능은 microwave power를 증가시키기에 따라 확연히 증가하는 경향을 나타내었으며 pH 1.2에서 99% 에탄올 추출물은 물 추출물에 비해 약 5배 정도의 높은 값을 나타내었다. 추출시간에 따른 총 폴리페놀 함량을 살펴본 결과 물 추출물의 경우 추출시간 5분에서 평형에 이르렀다. 전자공여능은 5~10분 사이에 급격히 증가하다가 10분에서 평형에 이르렀으며 물 추출물에서 가장 높게 나타내었다. tyrosinase 저해능은 microwave power 증가에 따라 점진적으로 증가하는 경향을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 농림기술개발연구과제 (첨단기술개발)로 수행한 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Lee, G.D., Chang, H.G. and Kim, H.K. (1997) Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 432-436

2. Chung, D.O. (1992) Studies on antioxidative substances of *Ganoderma lucidum*. Korean J. Food Sci. Technol., 24, 497-503
3. Ma, S.J. (1983) Effects of the substances extracted from dried mushroom (*Lentinus edodes*) by several organic solvents on the stability of fat. Korean J. Food Sci. Technol., 15, 150-153
4. Woo, M.S. (1983) Studies on antitumor components of *Flamulina velutipes* of Korea(I). Korean J. Mycol., 11, 69-77
5. Pare, J.R.J. and Belanger, J.M.R. (1993) In *Proc. 28th Microwave Power Symposium: Microwave-assisted process (MAPTM) applications to the extraction of natural products*. International Microwave Power Institute, Manassas, USA. p. 126-135
6. Lee, S.B., Lee, G.D. and Kwon, J.H. (1999) Optimization of extraction conditions for soluble ginseng compounds using microwave extraction system under pressure. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 409-416
7. Kwon, J. H. and Kim, K. E. (1999) Comparative effects of microwave-assisted process under atmospheric pressure conditions and conventional process on efficiencies of effective ginseng components. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 586-592
8. Kim, H.K., Kwon Y.J., Kwak, H.J. and Kwon, J.H. (1999) Oleoresin content and functional characteristics of fresh garlic. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 329-335
9. Pare, J.R.J., Belanger, J.M.R., and Stafford, M.R. (1994) Microwave-assisted process; a new tool for the analytical laboratory. Trends in Analytical Chemistry, 13, 176-184
10. Pare, J.R.J., Sigouin, M. and Lapointe, J. (1991) Microwave-assisted natural products extraction. US Patent 5,002,784, 26.
11. Kwon, J.H. (1998) Rapid extraction of food and natural components using microwave-assisted extraction. Food Sci. Indus., 31, 43-55
12. AOAC (1985) In *Official Method of Analysis* (16th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., USA.
13. Kang, Y.H., Park, Y.K. and Lee, G.D. (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 232-239
14. Wong, T.C. Luh, B.S. and Whitaker, J.R. (1971) Isolation and characterization of polyphenol oxidase of clingstone peach. Plant Physiol., 48, 19-23
15. Gray, J.I. and Dugan, Jr.L.R. (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. J. Food Sci., 40, 981-984
16. Kim, H.K., Kwon, Y.J., Kim, K.H. and Jeong, Y.H. (2000) Changes of total polyphenol content and electron donating ability of *Aster glehni* extracts with different microwave-assisted extraction conditions. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 1022-1028
17. Kwon, Y.J., Kwon, J.H. and Kim, H.K. (1999) Oleoresin content and functional properties of fresh onion by microwave-assisted extraction. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 876-881
18. Park, Y.B., Lee, T.G., Kim, O.K., Do, J.R., Yeo, S.G., Park, Y.H. and Kim, S.B. (1995) Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of cassia tora L. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 124-128
19. Chung, S.Y., Kim, N.K. and Yoon, S. (1999) Nitrite scavenging effect of method fraction obtained from green yellow vegetable juices. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 342-347
20. Kang, Y.H., Park, Y.K., Oh, S.R. and Moon, K.D. (1995) Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 978-984

(접수 2002년 9월 18일)