

## 마이크로웨이브 추출공정에 의한 팽이버섯 추출물의 기능적 특성

김현구\* · 최윤정 · 김공환<sup>1</sup>  
한국식품개발연구원, <sup>1</sup>아주대학교 화학 · 생물공학부

### Functional Activities of Microwave-Assisted Extracts from *Flammulina velutipes*

Hyun-Ku Kim\*, Yoon-Jung Choi and Kong-Hwan Kim<sup>1</sup>

Korea Food Research Institute

<sup>1</sup>Division of Chemical Engineering and Biotechnology, Ajou University

Functional activities of *Flammulina velutipes* extract including electron donating ability, nitrite-scavenging effect, and tyrosinase inhibition activity was examined. Extraction were carried out by microwave-assisted extraction (MAE) under different conditions including solvent and microwave power. Tyrosinase inhibition activity and nitrite-scavenging effect increased as microwave power increased during extraction. Total phenol content and electron-donating ability reached maximum at the microwave power of 90 W. Total polyphenol content and electron-donating ability increased as extraction time extended up to 15 min, with the highest tyrosinase inhibition obtained after 5 min extraction. Significantly higher tyrosinase inhibition activity was found in 99% ethanol extract, whereas greater nitrite-scavenging effect was observed in the water extract. The maximum nitrite-scavenging effect was found at pH 1.2 and decreased as pH increased.

**Key words:** *Flammulina velutipes*, microwave-assisted extraction, polyphenol content, electron donating ability

## 서 론

담자균류 주름버섯목(Agaricales) 송이과(Tricholomataceae)에 속하는 팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 독특한 맛과 향, 질감을 갖고 있어 국, 찌개, 전골, 잡채 등에 폭 넓게 사용되고 있다<sup>(1)</sup>. 팽이버섯은 winter mushroom 이라고도 알려져 있는데 이는 팽이버섯의 자실체가 4~12°C의 저온에서 발생되며 자연상태에서는 11~4월 사이의 겨울철에 발생하는 것에 기인한다<sup>(2)</sup>. 팽이버섯은 일본에서 에노키다케라고 불리우며 저온성 버섯으로서 분포지역 중 특히 아시아에서 많이 재배되고 있다<sup>(3)</sup>. 영양학적으로는 필수아미노산, 식이 섬유, 비타민, 무기질의 좋은 공급원이 되며 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacin, folic acid 및 ergosterol도 다량 함유되어 있다<sup>(4)</sup>. 당질은 주로 trehalose 등 당류와 mannitol, arabitol 등의 당알코올 형태이며 특히 팽이버섯 특유의 단백질 다당류는 항암 성분으로 알려져 있다<sup>(5)</sup>. 또한 동맥경화 예방과 항담석 작용 등의 생리작용을 나타내는 taurine의 함량이 다른 버섯에 비해 높다<sup>(6)</sup>. 이 버

섯은 농촌진흥청 농업과학기술연구소에서 재배법을 확립하여 농가 보급 품종으로 선정한 농가 버섯재배 고소득 품목으로 유망한 버섯이다. 그러나 현재 팽이버섯의 유용성분 등 식품소재화에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 특히 버섯이 지닌 생리적 효과는 영지, 양송이, 표고 등<sup>(7-9)</sup>의 버섯에서만 알려져 있을 뿐 팽이버섯의 항암효과, 항균작용, 혈당강화작용, 항산화작용 그리고 다당류의 면역증강작용 등 다양한 생리효능이 기대되고 있으나 식품소재화에 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<sup>(10-14)</sup> 마이크로웨이브 추출(microwave-assisted extraction, MAE)을 이용하여 팽이버섯의 생리활성을 측정하고 그것들의 적정 추출조건을 설정하고자 하였다. 즉, 마이크로웨이브 power 및 추출시간에 따른 용매별 팽이버섯의 추출물에 대한 총 폴리페놀 함량, 전자공여작용, tyrosinase 저해작용, 아질산염 소거작용을 측정하여 가장 효율적인 마이크로웨이브 추출 조건을 설정하고자 하였다.

\*Corresponding author : Hyun-Ku Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea  
Tel: 82-31-780-9134  
Fax: 82-31-780-9234  
E-mail: hyunku@kfri.re.kr

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용한 팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 가락

시장에서 구입하여 깨끗이 수세한 후 표면의 물기를 제거하여 약 40 mesh로 다져서 사용하였다. 추출 용매로는 용매 제거에 큰 문제가 없고 산업화에 용이한 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) 달리하여 실시하였다. 추출은 상압에서 실시하였으며 밀폐형 추출관을 사용하였다.

**팽이버섯 추출물의 제조**

다진 팽이버섯을 추출용매와 1:2.5(w/v)가 되도록 하여 마이크로웨이브 추출한 후 Whatman No. 2 여과지를 사용하여 여과하였다. 이 과정을 3회 연속 반복하였으며 회전 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 분석방법으로 널리 사용되고 있는 Folin-Denis방법<sup>(15)</sup>으로 측정하였으며, 각각의 추출조건에 따라 제조된 추출물의 1/2 희석액을 사용하였다. 즉, 희석액 5 mL에 Folin reagent 5 mL을 가하고 3분간 정치한 다음 5 mL의 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>용액을 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정치한 후 분광광도계를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하고 (+)catechin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

**전자공여작용의 측정**

추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 강 등<sup>(16)</sup>의 방법을 변형하여 각각의 추출물에 대한 DPPH( $\alpha, \alpha$ -diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2 mL에 4×10<sup>-4</sup> M DPPH용액(99% 에탄올에 용해) 0.8 mL, 0.1 M phosphate buffer(pH 6.5) 2 mL와 99% 에탄올 2 mL을 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 차이를 백분율로 나타내었다.

**Tyrosinase 저해 효과 측정**

Tyrosinase 저해 효과 측정은 Wong 등<sup>(17)</sup>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.

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

- 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 Gray와 Dugan<sup>(18)</sup>의 방법으로 측정하였다. 즉, 1 mM 아질산나트륨 용액 1 mL에 각각의 추출물을 2 mL을 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 마이크로웨이브 power를 60 W~120 W로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출물의 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과이다. 마이크로웨이브 power 60 W에서는 50% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량이 가장 높게 나타났으며 90 W 이상에서는 물 추출물이 가장 높게 나타났다. 물 추출물의 경우 총 폴리페놀 함량은 60 W, 90 W, 120 W에서 각각 3.41 mg%, 3.50 mg%, 3.17 mg%로 90 W에서 가장 높게 나타났다. 50% 에탄올 추출물, 99% 에탄올 추출물은 모두 마이크로웨이브 power를 증가시키기에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 90 W에서 평형에 이르렀으므로 용매별 팽이버섯

**Table 1. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction on total polyphenol content of *Flammulina velutipes*<sup>1)</sup>** (unit: mg%)

Power (W)	60	90	120
Solvent			
Water	3.41 ± 0.32 <sup>a2)</sup>	3.50 ± 0.34 <sup>a</sup>	3.17 ± 0.27 <sup>a</sup>
50% EtOH	3.67 ± 0.35 <sup>a</sup>	2.90 ± 0.26 <sup>b</sup>	2.88 ± 0.25 <sup>b</sup>
99% EtOH	2.86 ± 0.24 <sup>b</sup>	2.56 ± 0.21 <sup>c</sup>	2.51 ± 0.19 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>MAE was performed for 5 min on mixture composed of 20 g and 50 mL of solvent.

<sup>2)</sup>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 *Flammulina velutipes*<sup>1)</sup>

(unit: mg%)

Solvent \ Time (min)	1	2	5	10	15
Water	1.10 ± 0.12 <sup>2)</sup>	1.55 ± 0.16 <sup>b</sup>	3.50 ± 0.34 <sup>a</sup>	3.54 ± 0.36 <sup>a</sup>	3.28 ± 0.32 <sup>a</sup>
50% EtOH	2.41 ± 0.19 <sup>c</sup>	3.53 ± 0.36 <sup>a</sup>	2.90 ± 0.26 <sup>b</sup>	3.38 ± 0.31 <sup>a</sup>	3.74 ± 0.39 <sup>a</sup>
99% EtOH	2.59 ± 0.22 <sup>b</sup>	2.91 ± 0.27 <sup>c</sup>	2.56 ± 0.21 <sup>b</sup>	3.10 ± 0.29 <sup>a</sup>	3.82 ± 0.39 <sup>a</sup>

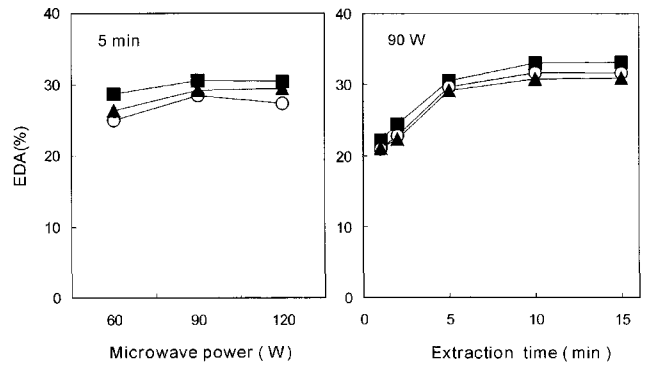
<sup>1)</sup>MAE was performed for 90 W on mixture composed of 20 g and 50 mL of solvent.

<sup>2)</sup>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.

추출을 위한 마이크로웨이브 power는 90 W가 가장 적절하였다. 위의 결과는 당귀의 에너지 효율면에서 100 W 이하가 좋다고 한 이 등<sup>(19)</sup>의 보고와도 유사하였다. 이에 따라 마이크로웨이브 power를 90 W로 고정하여 추출시간에 따른 팽이버섯의 용매별 추출물의 총 폴리페놀 함량을 측정하였다. Table 2에서 보는 바와 같이 물 추출물의 경우 총 폴리페놀 함량은 추출시간 2분에서 5분 사이에 급격히 증가하여 10분 추출시 평형에 이르렀다. 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물 경우는 5분 이상에서 추출시간이 증가함에 따라 비례적으로 증가하는 경향이였다. 시간에 따른 추출용매의 총 폴리페놀 함량을 비교해봤을 때 1분과 2분 추출 시 물 추출물이 가장 낮게 나타난 것에 반해 5분과 10분 추출 시 물 추출물이 가장 높게 나타났으며 그 다음으로 50% 에탄올 추출물, 99% 에탄올 추출물이 크게 나타났다. 120 W에서 섬쭉부쟁이는 물 추출물의 경우 3.19 mg%의 총 폴리페놀 함량을 나타내며 50% 에탄올 추출물에서는 2.58 mg%, 99% 에탄올 추출물에서는 0.02 mg% 나타낸다고 보고한 김 등<sup>(20)</sup>의 보고와 비교해 보았을 때 팽이버섯의 총 폴리페놀 함량은 물 추출물과 50% 에탄올 추출물에서는 섬쭉부쟁이와 비슷한 수치를 나타냈으나 99% 에탄올 추출물에서는 2.51 mg%로 높은 값을 나타내었다.

**전자공여작용**

Fig. 1은 마이크로웨이브 power를 증가시킴에 따른 팽이버섯의 용매별 추출물의 전자공여작용을 측정한 결과로서 60~120 W에 걸쳐 DPPH에 대한 전자공여능은 25~30%의 범위로 나타났다. 또한 마이크로웨이브 power에 상관없이 전자공여작용은 물 추출물, 99% 에탄올 추출물, 50% 에탄올 추출물 순으로 크게 나타났다. 물 추출물, 99% 에탄올 추출물의 전자공여능은 마이크로웨이브 power 90 W에서 평형에 이르러 각각 30.6%, 29.2%로 나타났으며 50% 에탄올 추출물은 120 W에서 감소하였다. 마이크로웨이브 power의 강도에 따른 에너지 소비를 감안할 때 90 W에서 가장 적절하다고 생각된다. 이에 따라 마이크로웨이브 power를 90 W으로 고정하여 추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 전자공여작용을 측정하였다. 팽이버섯 추출물의 전자공여능은 추출시간을 5분으로 연장시켰을 때 급격히 증가하여 10분에서는 평형에 이르렀다. 또한 추출시간에 상관없이 물 추출물, 50% 에탄올 추출물, 99% 에탄올 추출물 순으로 전자공여능이 크게 나타났으며, 15분 추출 시 각각 32.1%, 31.5%, 31.5%로 다른 추출시간에 비해 가장 높은 값을 나타내었다. 김 등<sup>(21)</sup>은 마늘의 물



**Fig. 1.** Effect of microwave power and extraction time in microwave-assisted extraction on electron donating abilities (EDA) of *Flammulina velutipes*<sup>1)</sup>.

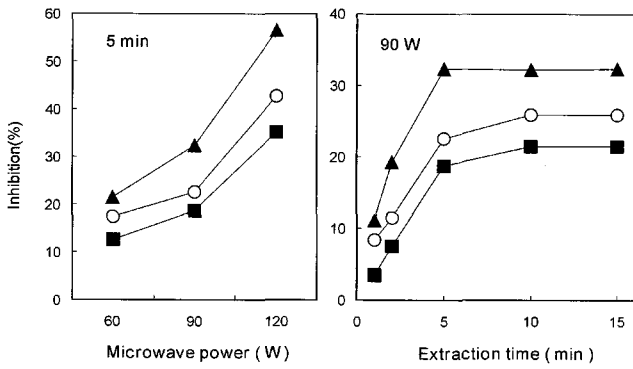
-■ -water; -○- 50% EtOH; -▲ - 99% EtOH

<sup>1)</sup>MAE was performed each for 5 min and 90 W on mixture composed of 20 g and 50 mL of solvent.

추출물이 에탄올 추출물보다 높은 전자공여능을 나타낸다고 보고한 바 있는데 이는 팽이버섯의 추출물별 전자공여능과도 유사한 경향을 나타내었다. 그리고 폴리페놀 함량과 전자공여작용과의 관련성을 살펴보면 폴리페놀 함량이 높을수록 전자공여능이 높았고 추출시간이 증가할수록 그 효능이 크게 나타나는 경향이였다.

**Tyrosinase 저해작용**

마이크로웨이브 추출로 얻은 용매별 팽이버섯 추출물의 tyrosinase 저해능을 측정하여 Fig. 2에 나타내었다. 그 결과 60~120 W로 증가시킴에 따라 효소저해 활성은 증가하는 경향을 나타냈다. 특히 99% 에탄올 추출물의 tyrosinase 저해능은 다른 추출물들에 비해 높았으며 power 증가에 따라 급격히 증가하는 경향을 나타냈다. 물 추출물, 50% 에탄올 추출물, 99% 에탄올 추출물은 120 W에서 각각 35.2%, 42.8%, 56.4%로 가장 높은 저해능을 나타냈다. 이와같은 결과는 표고버섯이나 느타리버섯에 비해 비교적 높은 tyrosinase 효소 활성 저해능을 나타내고 있다<sup>(22)</sup>. 또한 추출시간 증가에 따른 팽이버섯의 용매별 추출물의 tyrosinase 저해능을 측정한 결과 2분에서 5분 사이에 tyrosinase 저해능은 급격히 증가하였으며 5분 이상의 추출시간에서는 거의 변화하지 않아 평형에 이르렀음을 알 수 있었다. 추출시간에 상관없이 tyrosinase 저해능은 99% 에탄올 추출물, 50% 에탄올 추출물, 물 추출



**Fig. 2. Effect of microwave power and extraction time in microwave-assisted extraction on inhibitory effect of tyrosinase activity of *Flammulina velutipes*<sup>1)</sup>.**

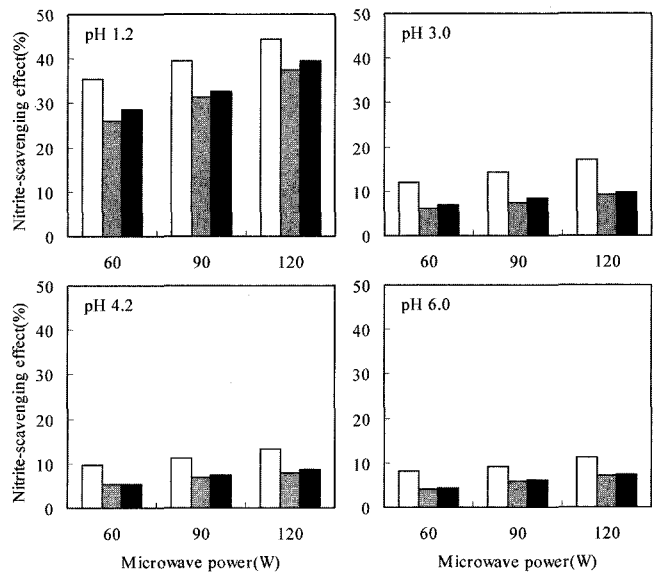
-■- water; -○- 50% EtOH; -▲- 99% EtOH

<sup>1)</sup>MAE was performed each for 5 min and 90 W on mixture composed of 20 g and 50 mL of solvent.

물 순서로 크게 나타났다. 이와 같이 에탄올 추출물에서 tyrosinase 저해능이 높았다는 결과는 양파의 에탄올 추출물이 물 추출물보다 tyrosinase 저해능이 높았다<sup>(23)</sup>는 경향과도 일치하여 에탄올 추출물에서 높은 효소 활성 저해능이 있음을 나타내었다. 그리고 폴리페놀 함량과 tyrosinase 저해능과의 관련성을 살펴보면 폴리페놀 함량이 높을수록 tyrosinase 저해능은 감소하는 경향이였다.

**아질산염 소거작용**

마이크로웨이브 power를 증가시키에 따른 용매별 팽이버섯의 추출물을 pH 1.2, 3.0, 4.2, 6.0에서 반응시킨 후 아질산염 소거능을 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 전체 pH 범위에 걸쳐 용매별 팽이버섯 추출물의 아질산염 소거능은 power를 증가시키에 따라 증가하는 경향을 나타냈다. 특히, pH 1.2에서 아질산염 소거능은 26% 이상으로 다른 pH 조건에 비



**Fig. 3. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction on nitrite-scavenging effect of *Flammulina velutipes*<sup>1)</sup>.**

□ water; ▨ 50% EtOH; ■ 99% EtOH

<sup>1)</sup>MAE was performed for 5 min on mixture composed of 20 g and 50 mL of solvent.

하여 매우 높은 값을 나타냈으나 pH를 증가시키에 따라 감소하였다. pH 3.0에서 20% 이하로 급격히 감소하였으며 pH 6.0에서 10% 안팎의 낮은 분해능을 나타냈다. 마이크로웨이브 power의 조건에 상관없이 물 추출물의 아질산염 소거능은 모든 pH 범위에서 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물보다 높게 나타났다. 추출시간 증가에 따른 용매별 팽이버섯의 추출물에 대한 아질산염 소거능은 Table 3에 나타내었다. 아질산염 소거능은 추출시간을 증가시키에 따라 점차 증가하는 경향을 나타냈다. 또한 pH에 의존적인 경향을 나

**Table 3. Effect of extraction time in microwave-assisted extraction on nitrite-scavenging effect of *Flammulina velutipes*<sup>1)</sup> (unit: %)**

Extraction time (min)	Solvent	pH 1.2	pH 3.0	pH 4.2	pH 6.0
1	Water	35.4 ± 2.6 <sup>(2)</sup>	8.6 ± 0.7 <sup>b</sup>	7.2 ± 0.6 <sup>b</sup>	6.3 ± 0.5 <sup>a</sup>
	50% EtOH	27.7 ± 2.2 <sup>c</sup>	5.1 ± 0.4 <sup>b</sup>	4.2 ± 0.4 <sup>b</sup>	3.7 ± 0.3 <sup>a</sup>
	99% EtOH	29.0 ± 2.3 <sup>c</sup>	5.8 ± 0.4 <sup>b</sup>	4.8 ± 0.4 <sup>b</sup>	4.0 ± 0.3 <sup>a</sup>
2	Water	36.2 ± 2.7 <sup>c</sup>	10.8 ± 0.7 <sup>b</sup>	8.2 ± 0.6 <sup>b</sup>	7.7 ± 0.6 <sup>c</sup>
	50% EtOH	28.5 ± 2.2 <sup>c</sup>	7.1 ± 0.6 <sup>b</sup>	5.5 ± 0.4 <sup>b</sup>	4.9 ± 0.3 <sup>a</sup>
	99% EtOH	31.2 ± 2.4 <sup>c</sup>	7.3 ± 0.6 <sup>b</sup>	6.5 ± 0.4 <sup>b</sup>	5.3 ± 0.4 <sup>a</sup>
5	Water	39.5 ± 2.7 <sup>d</sup>	14.3 ± 1.2 <sup>c</sup>	11.2 ± 0.9 <sup>b</sup>	9.3 ± 0.7 <sup>b</sup>
	50% EtOH	31.4 ± 2.4 <sup>c</sup>	7.5 ± 0.6 <sup>b</sup>	7.0 ± 0.6 <sup>b</sup>	6.0 ± 0.5 <sup>a</sup>
	99% EtOH	32.5 ± 2.4 <sup>c</sup>	8.5 ± 0.7 <sup>b</sup>	7.3 ± 0.6 <sup>c</sup>	6.2 ± 0.5 <sup>a</sup>
10	Water	42.1 ± 2.9 <sup>d</sup>	18.3 ± 1.4 <sup>c</sup>	13.9 ± 1.2 <sup>b</sup>	10.0 ± 0.8 <sup>b</sup>
	50% EtOH	32.5 ± 2.4 <sup>c</sup>	9.2 ± 0.7 <sup>b</sup>	8.7 ± 0.7 <sup>a</sup>	8.2 ± 0.6 <sup>a</sup>
	99% EtOH	34.4 ± 2.5 <sup>d</sup>	10.7 ± 0.8 <sup>c</sup>	8.5 ± 0.7 <sup>b</sup>	7.4 ± 0.6 <sup>a</sup>
15	Water	48.5 ± 3.2 <sup>d</sup>	22.1 ± 1.8 <sup>c</sup>	17.4 ± 0.9 <sup>b</sup>	14.4 ± 1.2 <sup>b</sup>
	50% EtOH	34.3 ± 2.5 <sup>d</sup>	12.4 ± 0.8 <sup>c</sup>	9.4 ± 0.7 <sup>b</sup>	8.8 ± 0.7 <sup>a</sup>
	99% EtOH	36.8 ± 2.5 <sup>d</sup>	15.4 ± 0.9 <sup>c</sup>	9.5 ± 0.7 <sup>b</sup>	8.2 ± 0.7 <sup>a</sup>

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

<sup>2)</sup>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.

타내어 pH 1.2 에서는 30~50%의 값을 나타냈으며 pH 3.0 이상의 조건에서는 20% 이하의 값을 나타냈다. 또한 용매별로 살펴보면 모든 pH 조건에서 물 추출물이 50% 에탄올 추출물, 99% 에탄올 추출물보다 높게 나타났으며, 50% 에탄올 추출물과 99% 에탄올 추출물의 아질산염 소거능은 큰 차이를 나타내지 않았다. 팽이버섯 추출물의 아질산염 소거능이 pH 1.2에서 가장 높았다는 결과는 결명자, 녹죽, 솔잎과 쑥 추출물에서 검토했던 아질산염 소거능의 경향과도 일치하여 위장내의 낮은 pH 조건에서 니트로사민 형성을 효과적으로 억제할 수 있음을 나타내었다<sup>(24-26)</sup>. 그리고 폴리페놀 함량과 아질산염 소거작용과의 관련성을 살펴보면 폴리페놀 함량이 높아지고 추출시간이 증가할수록 아질산염 소거능이 높게 나타나는 경향이었다. 따라서 마이크로웨이브 추출을 이용하여 팽이버섯의 생리활성을 측정하고 그것들의 적정 추출조건을 설정하여, 이 추출조건에서 얻은 팽이버섯 추출물을 이용하여 다양한 기능성 식품에 활용할 기초재료를 얻고자 하였다.

요 약

마이크로웨이브 추출을 이용하여 팽이버섯을 물, 50% 에탄올, 99% 에탄올로 추출하였으며 마이크로웨이브의 power와 시간에 따라 추출물의 총 폴리페놀 함량, 전자공여작용(EDA), tyrosinase 저해작용, 아질산염 소거작용의 차이를 관찰하였다. 마이크로웨이브 power를 60~120 W로 증가시키에 따라 총 폴리페놀 함량과 전자공여능은 90 W에서 평형에 이르러 거의 변화하지 않았다. Tyrosinase 저해능은 마이크로웨이브 power 증가에 따라 뚜렷한 증가 경향을 나타내었다. 추출시간을 증가시키에 따라 전자공여능과 tyrosinase 저해능은 추출시간을 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내다가 각각 추출시간 10분, 5분에서 평형에 이르렀다. 용매별 추출물에서 아질산염 소거능은 마이크로웨이브 power와 추출시간을 증가시키에 따라 증가하는 경향을 나타냈으며 pH에 의존적인 소거율을 나타내었다.

문 헌

1. Lin, J.Y., Lin, Y.J., Chen, C.C., Wu, H.L., Shi, G.Y. and Jeng, T. W. Cardiotoxic protein from edible mushrooms. *Nature* (London) 252: 235-239 (1974)
2. Tonomura, H. *Flammulina velutipes*, p. 410. In: *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Chang, S.T. and Hayes, W.A. (eds), Academic press, New York, USA (1978)
3. Chang, S.T. and Miles, P.G. *Edible Mushrooms and Their Cultivation*, p. 335. CRC Press, USA (1989)
4. Breene, W.M. Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. *J. Food Prot.* 53: 883-893 (1990)
5. Woo, M.S. Studies on antitumor components of *Flammulina velutipes* of Korea (I). *Korean J. Mycol.* 11: 69-77 (1983)
6. Kataoka, H. and Ohnishi, N. Occurrence of taurine in plants. *Agric. Biol. Chem.* 50: 1887-1888 (1996)
7. Lee, G.D., Chang, H.G. and Kim, H.K. Antioxidative and nitrite-

- scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 432-436 (1997)
8. Chung, D.O. Studies on antioxidative substances of *Ganoderma lucidum*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 497-503 (1992)
9. Ma, S.J. 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 (1983)
10. Pare, J.R.J. and Belanger, J.M.R. Microwave-assisted process (MAPTM) applications to the extraction of natural products, pp. 126-135 Proc. 28th Microwave Power Symposium. International Microwave Power Institute. Manassas, USA (1993)
11. Lee, S.B., Lee, G.D. and Kwon, J.H. Optimization of extraction conditions for soluble ginseng compounds using microwave extraction system under pressure. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 409-416 (1999)
12. Kwon, J.H. and Kim, K.E. 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 (1999)
13. Pare, J.R.J., Belanger, J.M.R. and Stafford, M.R. Microwave-assisted process; a new tool for the analytical laboratory. *Trends Anal. Chem.* 13: 176-184 (1994)
14. Pare, J.R.J., Sigouin, M. and Lapointe, J. Microwave-assisted natural products extraction. *US Patent* 5,002,784, 26, (1991)
15. AOAC. Official Method of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., USA (1985)
16. Kang, Y.H., Park, Y.K. and Lee, G.D. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 232-239 (1996)
17. Wong, T.C., Luh, B.S. and Whitaker, J.R. Isolation and characterization of polyphenol oxidase of clingstone peach. *Plant Physiol.* 48: 19-23 (1971)
18. Gray, J.I. and Dugan, Jr. L.R. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J. Food Sci.* 40: 981-984 (1975)
19. Lee, S.Y., Shin, S.R., Kim, K.S. and Kwon, J.H. Establishment of extraction conditions for effective components from *Angelica gigas* Nakai using microwave-assisted process. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 442-447 (2000)
20. Kim, H.K., Kwon, Y.J., Kim, K.H. and Jeong, Y.H. 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 (2000)
21. Kim, H.K., Kwon, Y.J., Kwak, H.J. and Kwon, J.H. Oleoresin content and functional characteristics of fresh garlic. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 329-335 (1999)
22. Jung, S.W., Lee, N.K., Kim, S.J. and Han, D.S. Screening of tyrosinase inhibitor from plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 891-896 (1995)
23. Kwon, Y.J., Kwon, J.H. and Kim, H.K. Oleoresin content and functional properties of fresh onion by microwave-assisted extraction. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 876-881 (1999)
24. Park, Y.B., Lee, T.G., Kim, O.K., Do, J.R., Yeo, S.G., Park, Y. H. and Kim, S.B. Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *cassia tora* L. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 124-128 (1995)
25. Chung, S.Y., Kim, N.K. and Yoon, S. Nitrite scavenging effect of method fraction obtained from green yellow vegetable juices. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 342-347 (1999)
26. Kang, Y.H., Park, Y.K., Oh, S.R. and Moon, K.D. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 978-984 (1995)

(2002년 2월 8일 접수, 2002년 10월 31일 채택)