

배지 조성이 번데기 동충하초의 영양성분 및 Cordycepin 함량에 미치는 영향

조수목^{1*} · 박홍주¹ · 서건식² · 홍종덕³

¹국립농업과학원 농식품자원부, ²한국농수산대학, ³머쉬라이프 영농법인조합

Effect of medis composition on the Cordycepin and content Nutritional Components of *Cordyceps militaris*

Soo-Muk Cho^{1*}, Hong-Ju Park¹, Geon-Sik Seo² and Jong-Deok Hong³

¹Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-853, Korea

²Korea National Agricultural College, Hwasung, Kyonggi-do 445-893, Korea

³Mushlife co. Ltd., Hwasung, Korea

(Received December 3, 2009. Accepted December 14, 2009)

ABSTRACT: The purpose of the present study is to develop a simple, fast and sensitive LC/MS method for simultaneous separation and the determination of an active component in the oriental medicinal mushroom *Cordyceps militaris*. Based on this work, the contents of cordycepin in *Cordyceps militaris* fruiting cultivated on various media were determined and compared. And also, the nutritional components such as minerals and vitamins were determined in order to provide useful information to consumer as a food material. The analysis methods of nutritional components were chosen on the basis of AOAC. The optimum separation for cordycepin was achieved using a solvent gradient consisting of the mixture of 0.1% formic acid in methanol (solvent B) in a background of 0.1% formic acid in water (solvent A) as a mobile phase and a 3.0×150 Waters XTera column. Selective ion monitoring (SIR) mode ([M+H]⁺ at m/z 252) was used for quantitative analysis of cordycepin. The cultivated *Cordyceps militaris* on various media contained 1~14/g of cordycepin, 0.65~1.08% of thiamine, 0.86~7.17% of riboflavin, and 3.01~5.26% of niacin. The content of mineral components varied on categories, especially contained 500~3500% of potassium as a major mineral. Cordycepin, niacin and potassium were found much higher in the fruiting cultivated with soy power media (gold 10) than other media.

KEYWORDS: Cordycepin, *Cordyceps militaris*, cultivating media, Nutritional components

동충하초는 자낭균강(Ascomycotina), 맥각균목(Clavicipitaceae)에 속하는 버섯류로 전 세계적으로 약 300여종이 보고되어 있으며 국내에는 약 70여종이 보고되고 있다. 이 중 번데기 동충하초(*Cordyceps militaris*)는 전 세계적으로 분포하는 동충하초속의 기준 종으로 중국, 일본 및 한국 등에서 민간 약재로 알려져 있는 약용버섯이다.

번데기 동충하초는 면역증강활성, 항암활성, 항바이러스 효과 및 항염증 효과 등 다양한 생리활성이 보고 됨에 강장 식품 혹은 강장제로 폭 넓게 사용되고 있으며, 그들의 활성 성분은 다당류(polysaccharide)와 nucleoside 유도체인 코디세핀(cordycepin, 3'-deoxyadenosine) 등이 알려져 있다. 우리나라의 경우 번데기 동충하초가 식품원료로 인정되면서 다양한 식품 개발과 더불어 재배 농가의 확대와 함께 번데기 동충하초의 코디세핀 함량 제시가 중요시 되고 있다.

번데기 동충하초는 일반적으로 동물성 배지인 번데기를 사용하여 인공재배 되고 있으나, 동물성 배지의 혐오감으로

인한 식용 여부의 논란으로 인하여 최근에는 식물성 배지인 현미를 이용하여 재배가 이루어지고 있다. 번데기 동충하초의 식품 원료의 이용성 확대를 위한 이와 같이 식물성 배지 성분을 이용한 재배법 개발과 더불어 코디세핀이 번데기 동충하초의 주요 활성성분임이 알려지면서 여러 연구자에 의해 번데기 동충하초에 분포하는 코디세핀의 정확한 함량을 예측하기 위한 다양한 분석법이 개발되고 있다. 초기에 코디세핀의 함량 분석은 thin layer chromatography (TLC)에 의해 결정되었으나, 점차 분석 방법이 발전하면서 capillary electrophoresis(CE)와 high performance liquid chromatography(HPLC)등이 사용되었다. 최근 이들중 HPLC에 의한 정량 분석법이 가장 활용성이 높으나, 정밀도가 높고 짧은 시간에 분석이 가능한 LC/MS를 활용한 기법이 발전되고 있다(Huang *et al.* 2003; Ling *et al.* 2002).

따라서, 본 연구에서는 식물성 배지 성분을 이용하여 코디세핀 생산력이 우수하고 고품질인 번데기 동충하초의 대량 배양법 개발을 목적으로, LC/MS를 이용한 코디세핀 분석법

*Corresponding author <E-mail : soomuk@korea.kr>

확립과 번데기 동충하초의 식품 영양성분 분석을 통한 품질 평가를 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

번데기 동충하초는 머쉬라이프 영농조합에서 Table 1과 같이 조성을 달리하여 재배한 자실체를 45 정도에서 48시간 건조한 다음 분말화하여 사용하였다. 대조구로 번데기를 기주로 하여 재배된 번데기 동충하초의 열풍 및 동결 건조된 분말을 사용하였다.

번데기 동충하초의 배양방법 및 생산량 조사

번데기 동충하초 배양은 PDA(potato dextrose agar) 배지에 배양된 원균과 콩가루 액체배지에 배양된 접종원을 이용하여 Table 1과 같이 조성된 배지를 사용하여 22~25°C, 습도 60~70% 내외로 유지되는 배양 시설에서 일정량의 광을 조사하면서 10~15일 정도 병재배하였다. 배양이 완료된 동충하초는 동일한 수확시기에 수확하여 열풍 건조하여 무게를 측정하여 수확량을 산출하였다.

번데기 동충하초의 식품 영양성분 분석(AOAC, 2002)

번데기 동충하초의 일반성분은 수분 함량의 경우 105°C 상압가열법, 조단백질은 micro-Kjeldahl 법으로 정량하여 질소계수 6.25를 적용하여 산출하였으며, 회분은 550°C 직접 회화법, 조섬유는 Henneberg-stohmann법을 개량한 방법으로 측정하였다. 당질은 시료 100 g 중에서 수분, 단백질, 지질, 조섬유, 회분 함량을 감한 값으로 하였다. 또한, 무기질 분석은 microwave로 시료를 습식 분해한 후 칼륨과 철분은 atomic absorption spectrometer(Z6100, Hitachi, Japan)으로, 칼슘, 마그네슘, 아연, 나트륨 및 인은 ICP-OES(Integra XL, GBC, Australia)로 측정하였다.

비타민은 비타민 B1의 경우 Thichrom 형광법으로, B2는 형광법인 AOAC Method 970.65으로, niacin은 Konig reaction 을 변형하여 분석하였다.

번데기 동충하초의 아미노산과 지방산 분석

아미노산은 번데기 동충하초 분말 0.1 g을 6N HCl 1 ml를 가하여 질소 충전후 packing 한 다음 24시간 가수분해하고 가수분해물은 원심하여 단백질 함량이 최종 농도 50 pmole 수준이 되도록 취한 다음 Waters AccQ-Tag Amno Acid Analysis Method에 따라 유도체화 한 다음 역상 HPLC로 분리하여 형광검출기로 정량하였다. 지방 성분중 함유된 지방산 성분을 조사하기 위하여 가장 보편적으로 사용되는 분리법(Folch, 1957)과 유도체화(Methylation : BF₃-methanol) 방법을 사용하여 gas chromatography(GC)로 측정하였다. GC 조건은 1) column은 supelco sp-2560 fused silica capillary column 100 m, 0.25 ID., 0.20 μm film을 사용하였으며, 2) 분

Table 1. Composition of media used in this experiment

Media	Composition ^{b)}				
	ISP	Y	G	ISP(P)	Pupa
Plus 2		10	10	40	40
Plus 3			20	40	40
Plus 5			20	80	
Plus 9		10	10	80	
Plus 11			100		
Plus 15		50	50		
Plus 30		20	10	70	
Gold 1	80	10	10		
Gold 10	100				
CM ^{a)}					100

^{a)}Control

^{b)}ISP, Soybean protein; Y, Yeast powder; G, Glucose; and ISP(P), Soybean peptide.

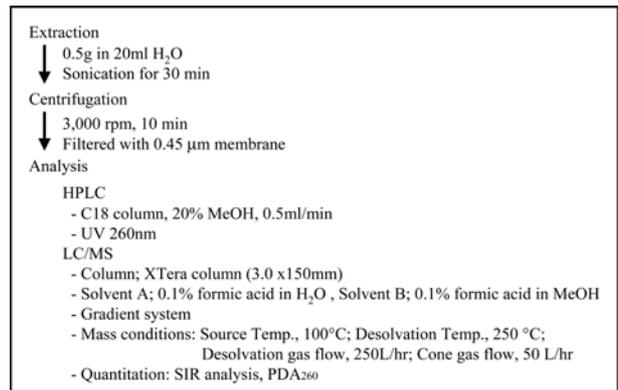


Fig. 1. Analytical methods of cordycepin from *Cordyceps militaris*.

석 조건은 detector : FID, injection volume : 1 μl, carrier gas : He, detector temp. : 260°C, injector temp : 260°C, oven temp : initial temp. 140°C for 5min., 140°C to 240°C at 4°C/min, final temp. 240°C for 15min., split : 100 : 1, flow rate : 20 cm/sec 으로 조정하여 분석하였다.

번데기 동충하초의 코디세핀 함량 분석

번데기 동충하초의 코디세핀 함량은 Fig 1과 같이 분석하였다.

결과 및 고찰

배지 종류에 따른 번데기 동충하초의 생산량

번데기 동충하초는 주로 번데기(pupa)를 배지 성분으로 이용하여 재배하는 방법이 이용되어 왔으나, 식용 여부의 논란으로 인하여 최근에는 현미 등과 같은 식물성 배지를 사용하여 재배가 이루어지고 있다. 따라서, 본 연구에서는 식물성 콩단백질(ISP) 혹은 콩 peptide(ISP(P)), 동물성 배지

성분인 번데기, 효모분말(Y) 그리고 포도당(G)등을 사용하여 Table 1과 같이 배지 조성을 달리하여 생산량을 비교하였다. 대조구로는 번데기를 이용하여 재배한 것을 사용하였다.

그 결과, 대조구의 경우 동결건조하여 병당 25 g 정도의 생산량을 보였으며 이때 수분 함량은 7.25%이었다. 그에 비해 식물성 배지 성분인 ISP(혹은 ISP(P)) 혹은 번데기를 단독 혹은 혼합하여 재배한 경우 병당 98 g 이상의 생산량을 보였고 이때 수분 함량은 6.5~8.0% 정도이었다. 단, Plus 30 배지의 경우 수분 함량이 16%로 대조구에 비해 2배 이상 높았다. 이러한 결과는 새로 조합한 배지 성분이 기존의 번데기를 이용한 배지에 비해 높은 생산량을 보이는 우수한 배지 조성으로 밝혀졌다(Table 2).

번데기 동충하초의 식품 영양성분

번데기 동충하초의 일반성분중 단백질, 조지방, 조섬유 및 회분의 함량과 무기질 함량을 조사한 결과 Table 3과 같다.

배지 종류에 따른 일반 성분은 큰 유의적 차이가 없었으며 단백질의 경우 62~81%, 조지방의 경우 0.7~5.4%, 조섬유의 경우 1.7~5.9%, 회분의 경우 1.5~7.6% 이었다. 번데기만을 배지 성분으로 사용하여 재배한 대조구의 경우 단백질의 경우 62%, 조지방의 경우 7.3%, 조섬유의 경우 7.2%, 회분의 경우 4.1%로 조지방 및 조섬유의 함유량이 비교적 높게 나타났다.

이러한 결과는 오 등(2003)이 번데기를 배지로 하여 재배하여 얻은 번데기 동충하초 분석 결과인 수분 6.4%, 단백질이 75%, 조지방이 3.9%, 조섬유가 5.5%, 회분이 5.1%와 큰 유의적 차이는 없었으나, ISP만을 배지 성분으로 사용한 gold 1과 10 배지의 경우 조지방의 함량이 1% 내외로 매우

낮았다. 이는 순수한 식물성 배지성분인 ISP 첨가시 저지방 고단백성 고품질 번데기 동충하초 식품 개발이 가능함을 시사한다.

무기질 성분의 경우 인(P), 나트륨(Na) 및 칼륨(K)이 주 성분이었으며 배지 성분간 같은 경향을 보였다(Table 3). 칼슘(Ca)의 경우 gold 1과 10 배지를 제외한 다른 배지 조성에서 극미량(10/100 g 이하)이 함유되어 있어 대조구(167/100 g)와 상당한 함유량 차이를 보였다. 칼륨의 경우 Gold 1과 10 배지의 경우 약 3000/100 g으로 대조구보다 약 4배의 높은 함유량을 보였다. 이와 같은 결과는 오 등(2003)이 보고한 결과와 같은 무기질 분포 양상이 같은 경향을 보였으나 칼

Table 2. Yields of *C. militaris*^{a)} frutbody on the various cultivating media

Media ^{b)}	Yield (g/bottle)
Plus 2	100±2
Plus 3	99±2
Plus 5	101±2
Plus 9	102±2
Plus 11	103±1
Plus 15	102±2
Plus 30	103±2
Gold 1	98±1
Gold 10	99±2
CM	25±1

^{a)}Values are means±S.D. of ten samples; n=10. Amount of initial media per bottle was an hundred grams.

^{b)}All Samples was hot-dried, except CM sample. The CM sample was cultivated in the conventional method and freeze-dried.

Table 3. Proximate and mineral composition of *C. militaris* fruiting bodies cultivated on the various culture media on cultivation methods^{a)}

	Media									
	Plus2	Plus3	Plus5	Plus9	Plus11	Plus15	Plus30	Gold1	Gold10	CM ^{b)}
Protein(%)	75.3±3.6	80.9±4.4	69.9±0.9	71.5±3.7	74.4±3.7	68.2±2.5	67.6±7.0	63.7±3.0	62.4±3.4	61.8±2.9
Fat(%)	2.0±0.0	1.8±0.1	3.8±0.1	3.3±0.1	3.2±0.1	5.4±0.1	2.4±0.1	1.1±0.1	0.7±0.1	7.3±0.1
Crude fiber(%)	4.9±0.5	3.9±0.9	4.8±0.3	1.7±1.2	2.9±0.4	2.7±0.3	4.9±0.3	4.5±0.1	5.9±0.5	7.2±0.9
Ash(%)	3.5±0.0	2.5±0.1	2.9±0.1	4.4±0.1	1.5±0.1	0.5±0.1	1.4±0.1	6.9±0.1	7.6±0.2	4.1±0.1
	Minerals (mg)									
Ca	12.0±0.3	6.2±0.3	13.1±0.2	5.9±0.3	1.6±0.8	0.1±0.4	5.5±1.2	97.8±41.1	128.3±20.8	167.6±8.1
P	740.8±40.5	611.1±5.9	686.3±18.5	840.3±12.3	546.9±5.7	515.3±5.8	55.9±6.1	756.9±97.5	692.2±12.8	711.6±8.5
Fe	16.3±0.8	17.1±0.7	13.9±0.2	13.5±0.4	18.8±0.5	18.4±0.2	20.8±1.5	141.8±4.9	143.2±9.3	90.0±41.4
Na	458.5±18.2	478.9±23.7	261.3±56.6	364.5±2.1	54.2±5.4	54.5±8.0	58.7±11.3	71.9±33.2	36.7±1.1	190.7±26.0
K	534.3±31.1	118.4±3.1	399.1±72.0	1075.1±26.9	138.0±2.3	98.3±2.2	123.6±16.9	3121.0±124.8	3458.9±124.8	933.0±15.5
Mg	64.8±16.7	42.2±0.5	72.7±14.8	172.1±3.2	29.5±1.2	23.9±1.2	29.7±3.6	307.6±4.9	328.1±9.6	370.1±4.7
Zn	3.5±0.2	2.3±0.1	4.1±0.1	3.9±0.1	1.6±0.0	1.3±0.0	0.5±0.5	5.1±0.0	4.8±1.7	23.7±1.1

^{a)}Values are means±S.D.(per 100 g dry weight) of one sample in triplicate; n=3.

^{b)}All Samples was hot-dried, except CM sample. The CM sample was cultivated in the conventional method and freeze-dried.

름에 있어서 오 등(2003)이 보고한 1094/100g에 비해 대조구는 유사하나 gold 1과 10 배지가 약 3배의 차이를 보여 본 연구에 사용된 식물성 배지 성분인 ISP의 주 무기질 성분에 함유량에 의한 경향으로 사료된다. 칼륨은 동물성 식품보다는 식물성 식품에 더 많이 함유되어 있는 성분으로 체내에서 삼투압 조절 등에 관여하는 중요한 인자로 gold 1과 10 배지를 사용하여 재배된 번데기 동충하초의 경우 칼륨 공급 식품으로 개발 가능성을 알 수 있었다.

비타민의 경우 번데기 동충하초에는 대체적으로 niacin의

Table 4. Vitamins content of *C. militaris* fruiting bodies cultivated on the various culture media

Media	Thiamine (B1)	Riboflavin (B2)	Niacin
Plus 2	0.86±0.05	3.46±0.55	3.79±0.55
Plus 3	0.65±0.14	2.48±0.61	4.12±0.30
Plus 5	0.65±0.14	1.98±0.55	3.28±0.11
Plus 9	0.65±0.14	0.89±0.30	2.88±0.11
Plus 11	0.65±0.15	0.86±0.39	3.06±0.11
Plus 15	0.65±0.15	1.33±0.27	3.01±0.14
Plus 30	0.72±0.17	1.86±0.39	3.27±0.39
Gold 1	0.73±0.03	2.52±0.04	5.06±0.14
Gold 10	0.64±0.14	2.69±0.342	5.26±0.69
CM ^{b)}	1.08±0.05	7.17±2.00	3.98±1.34

^{a)}Values are means±S.D.(/100 g dry weight) of one sample in triplicate; n=3.

^{b)}All Samples was hot-dried, except CM sample. The CM sample was cultivated in the conventional method and freeze-dried.

함유량이 많았으며 배지간에는 큰 차이는 없었으나 대조구에 비해 비타민 B1의 함유량이 낮았다. Niacin의 경우 대조구에 비해 gold1과 10에서 높게 나타났다(Table 4).

번데기 동충하초의 아미노산과 지방산 함량

번데기 동충하초의 아미노산 함유량은 배지 종류별 큰 차이를 보이지 않았으며 대체적으로 leucin과 phenylalanine이 주성분이었으나, gold 1과 10 배지에서 생산된 자실체의 경우 arginine이 주성분이었다. 대조구의 경우 glycine, arginine, threonine이 주성분으로 실험에 사용된 배지에서 생산된 자실체의 성분과는 약간 다른 양상을 보였다(Table 5).

배지 종류별 지방산의 분포는 유사한 경향을 보였으며 포화지방산보다 불포화지방산이 많이 함유되어 있는 반면, 대조구의 경우 포화 지방산인 palmitic acid (C16:0)가 약 21%로 높게 나타났다. 특히, 식물성 지방산인 linoleic acid (C18:2)의 함유량이 대조구에 비해 모든 실험구에서 높게 나타났다(Table 6). 이는 동물성 배지에 기인된 포화 지방산이 식물성 배지로 대체되면서 불포화 지방산 함유량이 증가하는 결과로 사료된다.

이상의 결과, 식물성 배지를 사용하여 재배된 번데기 동충하초의 경우 필수 아미노산을 함유하고 있고 식물성 지방산을 다량 함유하는 고품질 식품임을 알 수 있었다.

배지 종류에 따른 번데기 동충하초의 코디세핀 함량 비교

번데기 동충하초의 코디세핀 함량 분석은 Fig 1과 같이 HPLC를 이용한 분석 방법과 LC/MS 방법에 따라 배지

Table 5. Amino acid content of *C. militaris* fruiting bodies cultivated on the various culture media

Amino acid	Media									
	Plus2	Plus3	Plus5	Plus9	Plus11	Plus15	Plus30	Gold1	Gold10	CM ^{b)}
ASP	3.0±0.7 ^{a)}	2.5±0.4	1.2±0.9	3.2±0.0	2.4±0.4	2.3±0.3	2.2±0.9	3.9±0.5	3.6±1.7	5.4±0.6
SER	7.5±0.3	6.6±1.1	3.3±2.8	7.0±0.6	7.6±1.1	7.7±0.5	6.7±2.0	6.1±1.6	5.0±0.8	4.8±1.1
GLU	8.8±2.0	7.6±1.3	3.7±2.8	10.1±0.1	9.5±1.4	9.6±1.0	8.6±3.5	6.5±2.4	5.7±2.3	5.7±0.3
GLY	5.8±1.4	4.4±0.7	1.9±1.7	5.2±0.4	5.0±0.7	4.4±0.4	4.2±1.2	6.7±2.8	4.0±0.3	6.0±0.6
HIS	4.9±0.6	4.4±0.8	3.5±1.4	4.3±0.6	4.5±0.5	5.0±0.0	3.9±0.5	4.1±0.8	4.0±0.4	3.8±1.3
ARG	8.5±0.3	7.8±0.5	3.8±3.2	7.7±0.9	6.8±0.9	6.5±0.4	6.0±1.3	8.4±1.8	8.0±0.5	6.3±4.1
THR	7.2±0.4	6.2±1.2	3.4±2.9	5.9±0.6	6.3±0.8	6.2±0.4	5.5±1.2	6.1±1.2	5.3±0.0	6.1±2.6
ALA	5.3±1.4	4.3±0.8	2.0±1.7	5.5±0.5	6.0±1.0	5.4±0.8	5.3±2.5	3.7±1.3	2.4±1.1	3.6±0.3
PRO	7.5±1.4	6.6±1.2	3.1±2.5	8.1±0.4	9.2±1.4	7.9±1.1	8.0±3.5	5.1±1.6	3.8±1.3	3.5±0.8
TYR	7.6±0.5	8.6±1.7	4.5±3.8	7.9±1.4	10.2±1.3	12.8±0.5	9.4±1.0	3.7±0.8	3.7±0.7	4.0±2.7
VAL	4.4±0.8	3.7±0.6	1.8±1.5	4.2±0.1	4.3±0.6	3.8±0.4	3.7±1.4	3.9±1.2	2.9±0.9	3.5±0.8
MET	3.2±0.2	2.9±0.5	1.9±1.4	3.0±0.3	3.7±0.4	4.5±0.3	3.5±0.6	1.0±0.2	0.6±0.1	0.6±0.8
LYS	2.1±1.0	1.3±0.2	0.7±0.3	0.9±0.6	1.1±0.2	0.8±0.1	1.1±0.5	3.7±1.6	2.4±1.8	3.7±0.0
ILE	4.6±1.0	4.7±0.9	1.5±1.6	4.7±0.0	5.0±0.6	4.3±1.2	4.2±1.0	4.4±1.1	2.9±1.5	2.9±1.0
LEU	12.9±2.1	11.7±2.0	5.5±4.7	13.4±0.3	15.8±2.2	14.5±1.7	13.7±5.2	7.6±2.1	5.1±1.6	4.4±1.4
PHE	13.6±1.9	13.2±2.6	7.8±6.4	12.0±2.2	14.4±1.4	16.4±0.2	12.7±1.2	7.7±1.3	7.1±0.7	5.2±3.5

^{a)}Values are means±S.D.(g⁻¹) of one sample in triplicate; n=2.

^{b)}All Samples was hot-dried, except CM sample. The CM sample was cultivated in the conventional method and freeze-dried.

Table 6. Contents of fatty acids from the fruiting bodies of *C. militaris* cultivated on the various culture media

Fatty acid	Media									
	Plus 2	Plus 3	Plus 5	Plus 9	Plus 11	Plus 15	Plus 30	Gold 1	Gold 10	CM ^{b)}
C14:0	01±0.0 ^{a)}	Tr	0.1±0.0	Tr	0.1±0.0	Tr	Tr	N.D.	0.1±0.1	0.1±0.0
C15:0	0.1±0.1	0.1±0.0	Tr	0.1±0.0	0.1±0.0	N.D.	0.1±0.0	0.1±0.1	0.2±0.0	0.3±0.0
C16:0	13.6±0.5	12.7±0.1	15.7±0.1	13.1±0.2	12.4±0.0	13.4±0.1	12.1±0.0	15.5±0.0	15.4±0.0	21.0±0.3
C16:1	0.8±0.0	0.2±0.0	0.7±0.0	0.3±0.0	0.2±0.0	0.2±0.1	0.2±0.0	0.8±0.0	0.3±0.0	0.8±0.0
C17:0	0.4±0.0	0.5±0.0	0.4±0.0	0.3±0.0	0.4±0.0	2.0±0.0	0.4±0.0	0.6±0.0	0.7±0.0	0.7±0.1
C18:0	3.3±0.1	3.0±0.1	3.9±0.0	2.6±0.0	2.9±0.1	2.7±0.0	2.6±0.0	5.3±0.6	6.7±0.1	4.9±0.1
C18:1n	22.0±0.3	21.9±0.2	26.3±0.0	25.2±0.0	23.6±0.0	25.2±0.0	21.6±0.0	15.5±1.5	10.8±0.2	26.3±0.2
C18:2n	53.5±1.1	53.8±0.4	36.9±0.4	52.5±0.5	53.7±0.1	53.6±0.0	56.2±0.0	54.6±2.0	57.6±2.0	21.4±0.3
C20:0	0.4±0.0	0.4±0.0	0.3±0.0	0.4±0.0	0.4±0.0	0.5±0.0	0.4±0.0	0.3±0.0	0.3±0.0	0.2±0.0
C18:3n	1.4±0.1	1.4±0.1	12.2±0.2	2.2±0.5	1.4±0.0	0.7±0.0	1.5±0.0	4.5±1.5	5.7±0.1	22.6±0.7
C22:0	0.4±0.0	0.4±0.0	0.3±0.0	0.4±0.0	0.5±0.0	0.4±0.0	0.5±0.0	0.3±0.0	0.4±0.0	0.1±0.0
C24:0	0.4±0.0	0.4±0.0	0.3±0.0	0.4±0.0	0.5±0.0	0.5±0.0	0.5±0.0	0.3±0.0	0.3±0.0	N.D.

^{a)}Values are means±S.D.(% Total FA content) of one sample in duplicate; n=2. Tr,trace; N.D, not detected.

^{b)}The sample was cultivated in the conventional method and freeze-dried.

Table 7. Amount of cordycepin of *C. militaris* fruiting bodies cultivated on the various culture media^{a)}

Media ^{b)}	HPLC		LC/MS
	DAD 260	PDA 260	
Plus 2	2.6±0.01	2.4±0.02	3.3±0.24
Plus 3	4.4±0.01	4.5±0.03	5.6±0.09
Plus 5	2.2±0.04	2.2±0.01	3.1±0.15
Plus 9	2.7±0.01	2.7±0.01	3.6±0.20
Plus 11	3.0±0.02	3.0±0.04	4.1±0.13
Plus 15	0.7±0.01	0.7±0.01	1.2±0.04
Plus 30	2.4±0.03	2.2±0.04	3.2±0.14
Gold 1	6.7±0.09	5.8±0.03	7.4±0.19
Gold 10	10.2±0.38	9.3±0.06	14.3±0.31
CM	7.8±0.01	6.9±0.02	7.8±0.15
CM-H ^{c)}	1.5±0.02	0.3±0.04	0.6±0.05

^{a)}Values are means±S.D.(g⁻¹) of one sample in triplicate; n=3.

^{b)}All Samples was hot-dried, except CM sample. The CM sample was cultivated in the conventional method and freeze-dried.

^{c)}A CM-H sample was cultivated in the conventional method and hot-dried.

종류별 비교하였다(Table 7).

그 결과, HPLC(DDA와 PDA)에 비해 LC/MS 방법이 코디세핀 측정시 감도가 우수하여 그 함유량에 있어서 높은 경향을 보였다. LC/MS는 Fig 2와 같이 표준물질의 분자량 양상을 비교하여 분자량 251 [M+H]⁺ 코디세핀 물질만을 특이적으로 검출함으로 코디세핀 분석시 HPLC보다 LC/MS를 이용한 방법이 보다 더 효율적임을 알 수 있었다.

배지 종류에 따른 번데기 동충하초의 코디세핀 함량은 HPLC 및 LC/MS 분석 모두 식물성 배지인 ISP를 단독으로

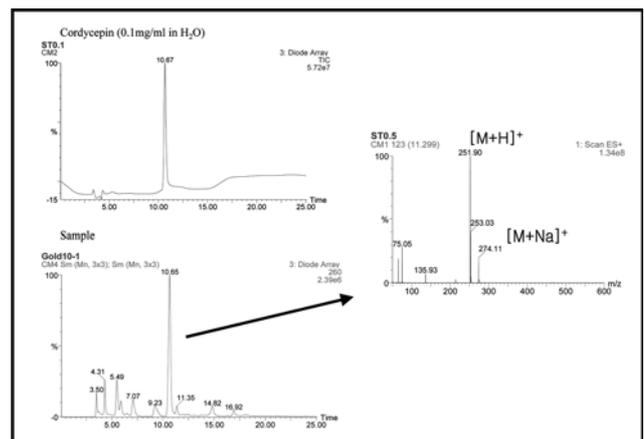


Fig. 2. Chromatograms and mass spectrum of cordycepin and control sample.

Table 8. Effect of extraction methods on the amount of Cordycepin from the fruit body of *C. militaris*^{a)}

Reaction time (min)	Sonication		Hot water (95)
	H ₂ O	EtOH	
15	11.9±0.10 ^{b)}	N.D.	N.D.
30	12.0±0.36	0.5±0.29	N.D.
45	13.3±0.06	1.6±0.01	N.D.
60	11.8±1.18	N.D.	N.D.

^{a)}In this experiment, a sample was cultivated in gold 10 media and hot-dried.

^{b)}Values are means±S.D.(g⁻¹) of one sample in triplicate; n=2.

처리한 gold 1과 10에서 높게 나타났으며, 특히 gold 10의 경우 대조구중 동결건조된 CM 보다 약 1.2배 높게 나타났다.

이는 오 등(2003)과 Hsu 등(2002)이 보고한 코디세핀 함량

6.86과 0.75 mg/g 보다 매우 높게 나타난 결과로, 본 연구에 사용된 식물성 배지 성분이 코디세핀 고함유 재배법에 적합함을 알 수 있었다.

적요

배지 종류별 번데기 동충하초의 재배방법별 영양성분 분석 결과, 차이를 보이지 않았으나 무기질의 경우 칼륨(k)이 Gold 1과 10 배지에서 재배된 자실체에서 대조구 및 다른 재배방법에 비해 높게 나타났다.

비타민 분석 결과, Gold 1과 10 배지의 경우 대조구 및 다른 재배방법에 비해 높게 나타났다.

아미노산 분석 결과 처리구별 유의성은 보이지 않았으나 지방산은 대조구에 비해 시험구 모두 불포화 지방산 함량이 높게 나타났다. 코디세핀의 함량은 Gold 10 배지에서 가장 높았다. 코디세핀 추출은 용매는 물을 사용하여 초음파로 45분간 추출하는 것이 수율이 가장 좋았다.

참고문헌

- 오세욱, 김선희, 송효남, 한대석. 2003. 동충하초 품종별 영양성분 비교. 한국식품과학회지. 35(1):15-22.
- AOAC(2002) *Official method of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. 17th ed. Arlington, Virginia.
- Folch, J., M., Less and G. H. Sloanestanley, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues, *J. Biol. Chem.*, 226, 497-597.
- Hsu, T. H., L. H., Shiao, C., Hsieh and D. M., Chang, 2002. A comparison of the chemical composition and bioactive ingredients of the chinese medicinal mushroom DongChongXiaCao, its counterfeit and mimic, and fermented mycelium of *Cordyceps sinensis*. *Food Chemistry*. 78:463-469.
- Huang, L. F., Y. Z., Liang F. Q., Guo, Z. F., Zhou and B. M., Cheng, 2003. Simultaneous seperation and determination of active components in *Cordyceps sinensis* and *Cordyceps militarris* by LC/ESI-MS. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 33:1155-1162.
- Ling, J. Y., Y. J., Sun, H., Zhang, L. V., Peng and C. K., Zhang, 2002 Measurement of cordycepin and adenosine in stroma of *Cordyceps* sp. by capillary electrophoresis (CZE). *J. Biosci. Bioeng.* 94(4):371-374.