

동충하초 품종별 영양성분 비교

오세욱 · 김선희 · 송효남¹ · 한대석*
한국식품개발연구원, ¹세명대학교 한방식품영양학과

Comparative Chemical Compositions of Four Kinds of Tochukaso

Se-Wook Oh, Sun-Hee Kim, Hyo-Nam Song¹ and Daeseok Han*
Korea Food Research Institute
¹Department of Oriental Medical Food and Nutrition, Semyung University

Nutritional compositions of three Tochukaso species (*Paecilomyces tenuipes* hosted by Larva and pupa, *Cordyceps militaris*, *C. sinensis*) were compared. Fruiting body and host fractions were separately analyzed. Fruiting body fraction of *P. tenuipes* (36.6%) hosted by larva was higher than that hosted by pupa (10.2%), an indication that the quality of the former is superior to the latter. Carbohydrate content of *C. sinensis* (39.6%) was 2.5~7 times higher than those of others, probably due to the presence of polysaccharides. Protein and crude lipid contents of *C. sinensis* and *C. militaris* were 25.8 and 10.3%, and 75.1 and 3.9%, respectively. *C. sinensis* showed the lowest Ca content and 30~75 times higher Fe content among the samples tested. Vitamin A content of *C. militaris* was 308.9 IU/100 g, two fold higher than those of the other species. Saturated fatty acid content was the highest in *P. tenuipes* (pupa, 27.7%), whereas unsaturated fatty acid was the highest in *P. tenuipes* (larva, 83.3%). Aspartic acid, glutamic acid, and glycine were abundant in all species. Cordycepin content of *C. militaris* was 20~50 times higher than those of the other species.

Key words: Tochukaso, mushroom, nutritional composition, analysis, cordycepin

서 론

동충하초란 겨울에는 숙주인 곤충 몸에서 균사체를 번식시키다가 여름에는 풀(정확히 표현하면 버섯 자실체)처럼 돌아오는 모습에서 연유된 버섯의 일종으로서 대부분이 *Ascomycetes*, *Clavicipitales*, *Clavicipitaceae*에 속하며 코르디셉스속(*Cordyceps*), 포도네트리아속(*Podonectria*), 토루비엘라속(*Torrubiella*)이 대표적이다. 현재는 곤충을 포함한 절지동물, 균류 또는 고등 식물의 종자에 기생하는 균류에 속하는 모든 균류를 넓은 의미에서 동충하초라고 부른다⁽¹⁾.

동충하초는 자양강장 효과가 있다고 알려져 있는데 Liu Chang-Xiao 연구진⁽²⁾은 마우스에 동충하초를 급여하고 강제 수영실험을 실시한 결과 대조구의 평균 수영시간은 56.3분이었으나 동충하초 8g 투여구의 수영시간은 81.2분으로 동충하초가 지구력을 높여줄 수 있음을 보고하였다. 동충하초는

항암활성이 우수한 것으로 보고되고 있는데, 이는 주로 대부분의 담자균류 버섯에서 생산되는 β -D-glucan polysaccharide의 항암작용에 기인하며 또한 동충하초에 존재하는 cordycepin (3'-deoxyadenosine)에 의한 종양세포의 mRNA 합성저해에 기인한다고 알려져 있다⁽³⁾. 최근에는 polysaccharide와 cordycepin 이외의 제 3의 물질에 의한 항암작용 가능성이 제기되기도 하였다⁽⁴⁾. 동충하초는 또한 면역증강제로서의 효과가 있으며⁽⁵⁾, 혈당강하 또는 콜레스테롤 저하 효과에 대해서도 보고된 바 있으며^(6,7), 생체 내에서 superoxide anion에 의한 세포막 계통 과산화물 생성을 감소시킬 수 있다는 연구가 보고된 바 있다⁽⁸⁾. 동충하초 특히, *Cordyceps sinensis* 균주의 각종 생리활성, 동물 및 임상시험에 대한 과학적인 자료는 Zhu 등⁽⁹⁾이 정리한 총설이 있다.

이처럼 동충하초가 건강식품으로 인지도가 높아지면서 국내에서는 이의 판매를 둘러싸고 이해가 대립된 기관 또는 농민 집단 사이에 마찰이 발생하고, 일반 소비자는 동충하초에 관한 정확한 지식이나 정보가 없는 가운데 상인들의 무분별한 과대광고에 피해를 입을 우려가 있어 자칫 건강에 유익한 새로운 식품소재에 대한 불신이 높아질 수 있는 문제가 발생하고 있다. 국내에서 생산되는 동충하초는 기주로 누에 또는 번데기를 사용하여 인공재배한 눈꽃동충하초와 밀리타리스 동충하초 품종이다. 그러나 이들 새로운 식품 원료에

*Corresponding author : Daeseok Han, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Kyunggi-do 463-420, Korea
Tel: 82-31-780-9246
Fax: 82-31-780-9234
E-mail: imissu@kfri.re.kr

대해서는 연구 실적이 거의 없어 기초적인 영양성분 조차도 알려져 있지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 현재 국내에서 유통되고 있는 눈꽃 동충하초 2 품목(기주가 번데기인 것 1 품목과 누에인 것 1 품목), 밀리타리스 동충하초 및 중국산 동충하초 등 총 4 품목을 수집하여 영양성분을 분석하고 품종간의 영양적 특성을 비교하였으며 비영양 성분인 cordycepin 함량을 분석하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 동충하초 품종 중 눈꽃동충하초(*Paecilomyces tenuipes*)는 시중에 유통 중인 것을 백화점에서 구입하였고, 밀리타리스 동충하초(*Cordyceps militaris*)는 일조생물 산업(성남시, 한국)에서 구매하였으며, 자연산 동충하초(*Cordyceps sinensis*)는 중국에서 구입한 것을 사용하였다. 눈꽃동충하초의 경우 기주를 누에(Larva)로 한 것과 번데기(Pupa)로 한 것으로 구분하여 분석하였다. 분석 표준품은 모두 Sigma사(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다.

기주와 자실체의 구성비

동충하초를 낱개로 분리하여 분리된 개체를 대상으로 예리한 칼을 이용하여 자실체와 기주 사이 부분을 가능한 한 정확하게 절단하여 분리하였다. 분리된 기주와 자실체 부분은 따로 분석 실험에 사용하였으며, 분석치는 자실체 함량, 기주 함량 및 구성비를 곱하여 산출된 전체의 함량으로 표시하였다.

일반성분

일반성분은 AOAC⁽¹⁰⁾와 식품공전⁽¹¹⁾의 방법에 따라 분석하였다. 수분 함량은 식품공전에 기재된 상압가열 건조법, 회분은 회화법, 조단백질은 마이크로 켈달법, 조지방은 에틸 에테르를 추출용매로 이용하여 분석하였으며 환원당은 DNS 방법⁽¹²⁾으로 분석하였고 탄수화물은 전체에서 수분, 조단백질, 조지방, 회분 및 환원당 함량을 제한 값으로 계산하여 표시하였다.

무기질

무기질 함량은 ICP-AES(Inductively coupled plasma, JY38 PLUS, ISA Instrument S. A., France)를 사용하여 분석하였다. 칼륨(K), 칼슘(Ca), 철(Fe), 마그네슘(Mg)과 인(P)을 분석대상 무기질로 하여 분석하였다.

비타민 A, 지방산 및 아미노산

식품공전⁽¹¹⁾에 명기된 방법에 따라 HPLC를 이용하여 분석하였고, 지방산은 AOCS 방법⁽¹³⁾에 의해 GC로 분석하였으며, 아미노산은 영인과학(한국)의 Pico-tag 방법⁽¹⁴⁾에 따라 시료를 전처리한 후 HPLC(JASCO, Japan)로 분석하였다.

Cordycepin

Cordycepin 분석은 Cunningham 등⁽¹⁵⁾이 사용한 과정을 거쳐 추출하였다. 동충하초를 90°C에서 6시간 동안 끓는물에서

추출하고 여과 후 2 배량의 acetone을 가하여 4°C에서 24 h 동안 방치하였다. 3,000 rpm에서 10분 동안 원심분리한 후 상등액만을 취해 증발회전농축기(Rotavapor R-114, Büchi, Switzerland)를 사용하여 용매를 완전히 증발시키고, 증류수를 가하여 용해시킨 후 0.45 µm의 membrane filter로 여과한 다음 HPLC로 분석하였다. Column은 Waters(USA)사의 µBondapak C₁₈ 컬럼(300 mm L×3.9 mm ID)을 사용하였으며 검출기는 JASCO UV detector(260 nm)를 사용하였다. Cordycepin 함량은 검출기에 나타난 peak 면적을 Sigma사에서 구입한 표준품으로 작성한 표준곡선으로부터 산출하였다.

모든 분석치는 재료를 3회 분석한 평균값으로 표시하였다.

결과 및 고찰

기주와 자실체의 구성비

300개체 이상의 동충하초를 기주 부분과 자실체 부분으로 정밀하게 분리한 후 각각의 무게를 측정하여 구성비를 표시하였다. 누에를 기주로 한 눈꽃동충하초인 *P. tenuipes*가 자실체 부분이 36.6%로 가장 함량이 높게 나타났으며 *C. sinensis*도 33.4%로 자실체 비율이 높은 편이었다. 번데기를 기주로 한 눈꽃 동충하초인 *P. tenuipes*의 자실체 부분은 10.2%로 비율이 가장 낮았다(Table 1). 동충하초는 기주에 침투한 후 기주 내에 균사체를 번식시키고 균사체가 일정 수준에 이르면 기주는 죽게되며 이후 습도와 온도 등 생육에 적절한 조건이 이루어지는 여름에 자실체를 발생시킨다고 알려져 있다. 따라서 동충하초란 외관상 자실체 부위를 의미하며 이를 기준으로 판단하면, 번데기보다는 누에를 기주로 한 눈꽃동충하초의 자실체 구성 비율이 높으므로 후자의 품질이 높을 수 있다고 생각된다. 단, 번데기를 기주로 한 동충하초라 할 지라도 인공재배 환경에 따라 자실체와 기주의 구성비율이 달라질 수 있기 때문에 반드시 번데기를 기주로 한 것의 품질이 낮다고는 할 수 없으며, 여하튼 기주가 무엇이든지 관계없이 자실체 구성 비율이 높은 쪽의 품질이 우수할 것으로 판단된다. *C. militaris* 역시 번데기를 기주로 하여 재배했기 때문에 자실체 구성비가 15.6%로 낮은 편에 속했으나 같은 번데기를 기주로 한 *P. tenuipes*보다는 높았다.

일반성분

품종을 달리한 동충하초에 대하여 수분 함량, 조단백질 함량, 조지방 함량, 총당 함량, 회분 함량 등을 측정하여 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 수분함량은 6.4%에서 9.5%까지로 분석되었으며 기주보다는 자실체의 수분 함량이 약간 높음을 알 수 있었다. 조단백질 함량은 *C. sinensis*가 25.8%로

Table 1. Relative weight percentage of fruiting body and host of four kinds of Tochukaso

Species	Relative weight percentage (w/w)	
	Fruiting body	Host
<i>P. tenuipes</i> (Larva)	36.6	63.4
<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	10.2	89.8
<i>C. militaris</i>	15.6	84.4
<i>C. sinensis</i>	33.4	66.6

Table 2. Food composition of four kinds of Tochukaso

Chemical parameter	Species	Composition (%)		
		Fruiting body	Host	Total
Moisture	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	9.6	9.5	9.5
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	8.1	7.5	7.6
	<i>C. militaris</i>	7.3	6.2	6.4
	<i>C. sinensis</i>	10.1	9.1	9.4
Crude protein	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	24.4	37.4	61.8
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	5.1	52.4	57.5
	<i>C. militaris</i>	10.9	64.2	75.1
	<i>C. sinensis</i>	9.8	16.0	25.8
Crude lipid	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	3.5	8.0	6.4
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	3.0	10.5	9.8
	<i>C. militaris</i>	2.5	4.2	3.9
	<i>C. sinensis</i>	1.8	14.6	10.3
Carbohydrate	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	7.9	12.8	11.0
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	17.4	16.6	16.6
	<i>C. militaris</i>	6.2	5.4	5.5
	<i>C. sinensis</i>	41.2	38.8	39.6
Reducing sugar	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	6.3	5.3	5.7
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	15.2	3.9	5.0
	<i>C. militaris</i>	7.9	3.2	3.9
	<i>C. sinensis</i>	6.0	9.8	8.5
Ash	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	6.1	5.4	5.6
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	5.6	3.2	3.5
	<i>C. militaris</i>	5.8	5.0	5.1
	<i>C. sinensis</i>	11.4	3.7	6.3

Table 3. Mineral content of four kinds of Tochukaso

Mineral	Species	Mineral content (mg/100 g)		
		Fruiting body	Host	Total
K	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	2,252	1,840	1,991
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	1,824	458	597
	<i>C. militaris</i>	1,658	990	1,094
	<i>C. sinensis</i>	1,662	756	1,058
Ca	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	25	228	154
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	46	198	183
	<i>C. militaris</i>	71	295	260
	<i>C. sinensis</i>	139	62	88
Fe	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	5	1	2
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	9	5	6
	<i>C. militaris</i>	3	6	5
	<i>C. sinensis</i>	312	67	148
Mg	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	156	633	458
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	140	339	318
	<i>C. militaris</i>	156	504	449
	<i>C. sinensis</i>	190	151	164
P	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	1,426	1,133	1,240
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	1,283	663	726
	<i>C. militaris</i>	1,183	1,029	1,053
	<i>C. sinensis</i>	727	513	584

Table 4. Vitamin A content of four kinds of Tochukaso

Species	Vitamin A (IU/100 g)		
	Fruiting body	Host	Total
<i>P. tenuipes</i> (Larva)	152.5	171.9	164.8
<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	153.1	150.1	150.4
<i>C. militaris</i>	202.0	328.6	308.9
<i>C. sinensis</i>	168.0	130.5	143.0

가장 낮은 것으로 분석되었으며 *C. militaris*가 75.1%로 가장 함량이 높은 것으로 나타났다. 번데기를 기주로 한 눈꽃동충하초와 밀리타리스 품종의 조단백질 함량이 높았고 특히 기주 부분의 함량이 훨씬 높았는데 이 단백질은 균사체 성분이라기 보다는 차라리 번데기 자체의 성분에서 유래한 것으로 생각된다. 조지방은 *C. sinensis*가 10.3%로 가장 함량이 높게 나타났으며 *C. militaris*가 3.9%로 가장 함량이 낮았다. 일반적으로 지방 함량은 자실체에서는 낮고 기주에서는 높은 경향을 보였다. 환원당 함량도 조지방 함량과 비슷한 경향으로 *C. sinensis*가 가장 높게 나타났으며, *C. militaris*가 가장 낮게 나타났는데 번데기 기주의 눈꽃동충하초 자실체의 함량이 15.2%로 매우 높았다는 점 이외에는 환원당 함량에

커다란 특징은 없어 보였다. 탄수화물은 *C. sinensis*가 39.6%로 다른 품종보다 2.5~7 배정도 높은 점이 특징적이었는데 이는 동 품종의 생리활성 물질로 알려진⁽¹⁶⁾ polysaccharides 함량이 높는데 기인한 것으로 생각되었다. 회분은 *P. tenuipes* (번데기)가 3.5%로 가장 함량이 낮았고 *C. sinensis*에서 6.3%로 높았으며, 특히 자실체는 11.4%로 가장 높았는데 이는 *C. sinensis*가 무기질의 풍부한 공급원이 될 수 있다는 점을 시사하고 있다.

무기질 함량

동충하초내의 무기질 함량과 관련하여 문헌고찰을 통하여 동충하초에 비교적 함량이 높은 것으로 알려진 K, Ca, Fe, Mg, P등 5종에 대하여 함량을 분석하였으며 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 5종의 무기질 중 동충하초에 가장 풍부하게 존재하는 무기질은 K와 P이었으며 Fe이 5종의 성분 중 가장 미량인 것으로 분석되었다. 각각의 무기질에 대하여 살펴보면, K의 경우 적게는 597 mg/100 g(*P. tenuipes*, 번데기)에서 1,991 mg/100 g(*P. tenuipes*, 누에)으로 분석되었다. 균주의 품종이 동일하여도 배양되는 기주의 특성 및 성분이 다르기 때문에 이와 같은 결과가 나타났다고 생각되었으며 *C. militaris*

Table 5. Fatty acid composition of four kinds of Tochukaso

Fatty acid	Species	Composition (%)		
		Fruiting body	Host	Total
Palmitic acid	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	13.8	13.6	13.7
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	17.2	21.2	20.8
	<i>C. militaris</i>	11.6	16.2	15.5
	<i>C. sinensis</i>	10.7	19.4	16.5
Palmitoleic acid	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	0	0	0
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	0	0.7	0.6
	<i>C. militaris</i>	0	1.1	0.9
	<i>C. sinensis</i>	0	1.0	0.7
Stearic acid	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	2.9	3.1	3.0
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	3.8	7.2	6.9
	<i>C. militaris</i>	4.1	5.7	5.5
	<i>C. sinensis</i>	5.5	0.8	2.4
Oleic acid	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	3.7	24.2	25.6
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	6.8	29.2	29.9
	<i>C. militaris</i>	5.4	26.5	27.4
	<i>C. sinensis</i>	12.9	36.3	40.6
Linoleic acid	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	78.1	14.6	37.8
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	66.5	11.3	16.9
	<i>C. militaris</i>	73.6	16.8	25.6
	<i>C. sinensis</i>	66.8	21.4	36.5
Linolenic acid	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	1.5	30.5	19.9
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	5.7	25.1	23.1
	<i>C. militaris</i>	5.3	28.8	25.1
	<i>C. sinensis</i>	1.1	2.0	1.7
Unknown	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	0	0	0
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	0	2.0	1.8
	<i>C. militaris</i>	0	0	0
	<i>C. sinensis</i>	3.0	0.9	1.6

Table 6. Amino acid content of four kinds of Tochukaso

Amino acid	Species	Content (mg/100 g)		
		Fruiting body	Host	Total
Aspartic acid	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	2,186	2,887	2,631
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	2,291	4,638	4,400
	<i>C. militaris</i>	1,995	1,723	1,766
	<i>C. sinensis</i>	1,859	1,829	1,839
Serine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	826	1,035	959
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	755	1,286	1,232
	<i>C. militaris</i>	804	660	683
	<i>C. sinensis</i>	747	722	730
Glutamic acid	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	3,815	3,511	3,622
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	3,609	4,480	4,392
	<i>C. militaris</i>	3,002	1,641	1,853
	<i>C. sinensis</i>	2,864	2,904	2,891
Glycine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	1,295	2,731	2,205
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	1,237	2,424	2,304
	<i>C. militaris</i>	2,016	5,934	5,324
	<i>C. sinensis</i>	1,172	1,062	1,099
Histidine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	652	909	815
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	762	1,088	1,055
	<i>C. militaris</i>	501	647	624
	<i>C. sinensis</i>	1,457	1,139	1,245
Threonine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	1,217	1,298	1,268
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	1,201	1,681	1,632
	<i>C. militaris</i>	1,311	812	890
	<i>C. sinensis</i>	811	863	845
Arginine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	2,888	3,921	3,543
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	2,327	3,101	3,023
	<i>C. militaris</i>	1,100	784	833
	<i>C. sinensis</i>	1,842	1,637	1,705
Alanine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	1,506	1,678	1,615
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	1,398	2,012	1,949
	<i>C. militaris</i>	1,209	1,174	1,180
	<i>C. sinensis</i>	1,339	1,305	1,316
Proline	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	3,154	2,149	2,517
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	2,673	2,946	3,020
	<i>C. militaris</i>	648	872	837
	<i>C. sinensis</i>	953	1,156	1,088
Cystein	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	398	0	146
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	285	169	181
	<i>C. militaris</i>	371	322	330
	<i>C. sinensis</i>	0	78	52
Tyrosine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	3,423	2,569	2,881
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	3,539	3,060	3,108
	<i>C. militaris</i>	845	693	717
	<i>C. sinensis</i>	435	791	672

와 *C. sinensis*는 함량이 거의 비슷하였다. Ca는 88~264 mg/100 g으로 식품분석표⁽¹⁷⁾에 등재되어 있는 버섯류와 전반적으로 비교하면 목이버섯과 석이버섯 수준과 비슷하였으나 국내에서 섭취량이 많은 느타리, 양송이, 표고보다는 함량이 매우 높은 편이었다. Fe이 가장 소량 존재하는 무기질이었으며

특히 *P. tenuipes*의 경우 더욱 더 낮은 함량을 나타내었다. 반면, 중국산 동충하초인 *C. sinensis*의 경우 철분이 다른 동충하초에 비하여 30 배에서 75 배 정도로 높은 함량을 나타낸 점이 특이하였는데 이는 다른 어떤 버섯류와 비교하여도 가장 높은 함량이었다⁽¹⁷⁾.

Table 6. continued

Amino acid	Species	Content(mg/100g)		
		Fruiting body	Host	Total
Valine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	1,376	1,738	1,605
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	1,299	2,331	2,226
	<i>C. militaris</i>	1,108	1,016	1,030
	<i>C. sinensis</i>	1,018	1,179	1,125
Methionine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	328	353	344
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	316	847	793
	<i>C. militaris</i>	176	184	183
	<i>C. sinensis</i>	111	247	202
Lysine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	1,755	2,013	1,919
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	1,803	3,303	3,151
	<i>C. militaris</i>	2,334	1,178	1,357
	<i>C. sinensis</i>	1,140	1,359	1,286
Isoleucine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	905	1,250	1,124
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	863	1,763	1,672
	<i>C. militaris</i>	711	787	775
	<i>C. sinensis</i>	660	789	746
Leucine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	1,415	1,880	1,710
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	1,341	2,838	2,686
	<i>C. militaris</i>	1,052	1,053	1,054
	<i>C. sinensis</i>	1,054	1,251	1,185
Phenylalanine	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	847	1,201	1,071
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	816	1,944	1,830
	<i>C. militaris</i>	742	752	750
	<i>C. sinensis</i>	624	947	839
Total	<i>P. tenuipes</i> (Larva)	27,986	31,122	29,974
	<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	27,514	39,911	38,653
	<i>C. militaris</i>	19,927	20,233	20,185
	<i>C. sinensis</i>	18,084	19,256	18,865

비타민 A

품종을 달리한 동충하초의 비타민 A의 함량은 식품공전에 따라 HPLC를 이용하여 분석하였다(Table 4). 비타민 A 함량의 단위는 시료 100 g에 포함되어 있는 IU를 기준으로 하였다. 분석된 동충하초 중 *C. militaris*가 308.9 IU로 가장 함량이 높아 다른 품종의 약 2 배정도 수준이었으며, *P. tenuipes* (누에)가 164.8 IU로 분석되었고, *P. tenuipes*(번데기)가 150.4 IU로 분석되었다. 중국산 동충하초인 *C. sinensis*가 143.0 IU로 가장 함량이 낮았다. *P. tenuipes*(번데기)의 경우 기주와 자실체의 비타민 함량이 거의 유사한 것으로 분석되었고 *P. tenuipes*(누에)와 *C. militaris*의 경우 기주의 비타민 A 함량이 자실체보다 높은 것으로 분석되었으나, *C. sinensis*의 경우 이와는 달리 자실체의 비타민 함량이 높은 것으로 분석되어 품종에 따라 차이가 조금씩 있었으나 여타 성분과 비교할 때 품종간 커다란 특징은 없어 보였고 특히 기주와 자실체의 차이도 큰 편이 아니었다. 식품분석표에 따르면 버섯류의 비타민 A 함량이 모두 0으로 표기되어 있는 점과 비교하면 동충하초는 우수한 비타민 A 공급원이라고 판단된다.

지방산 조성

동충하초의 지방산 함량을 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 모든 동충하초에서 올레산, 리놀레산, 리놀레닌산, 팔미트산 함량이 풍부한 것으로 나타났다. 팔미트산은 자실체와 기주에 비슷한 함량으로 존재하는 것으로 나타났으며 번데기를 기주로 하는 *P. tenuipes*가 가장 함량이 높게 나타났다. 올레산 함량은 자실체보다는 기주에서 높은 것으로 나타났으며 *C. sinensis*가 가장 함량이 높았다. 리놀렌산 함량도 올레산 함량과 유사하게 기주에서 함량이 높게 나타났으며 *C. militaris*가 가장 함량이 높았다. 특이하게도, 리놀레산 함량은 기주보다는 자실체가 함량이 높았으며, 누에를 기주로 한 *P. tenuipes*와 *C. sinensis*에서 높은 함량을 나타내었다. 품종은 같지만 기주가 번데기인 *P. tenuipes*의 경우 16.9%로 가장 함량이 낮게 나타났다. Palmitoleic acid는 타 지방산에 비하여 그 함량이 낮은 것으로 나타나 누에를 기주로 한 *P. tenuipes*의 경우 자실체와 기주 어디에서도 존재하지 않는 것으로 나타났으며 번데기를 기주로 한 경우 기주에만 0.7% 존재하는 것으로 나타났다. *C. militaris*와 *C. sinensis*의 경우도

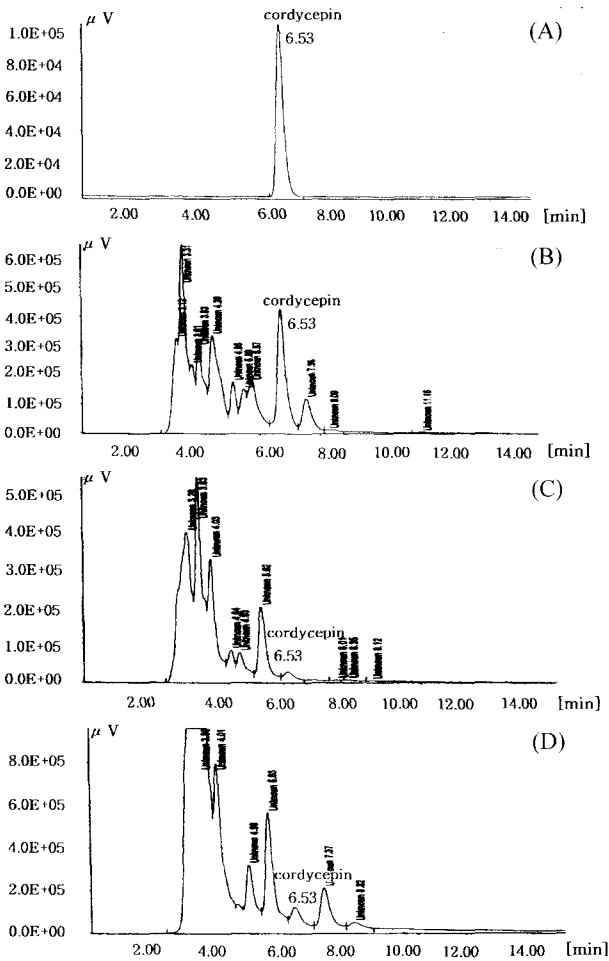


Fig. 1. HPLC chromatograms of cordycepin analysis.
 A: Standard, B: *C. militaris*, C: *C. sinensis*, D: *P. tenuipes*.

이와 유사하여 자실체에는 존재하지 않는 것으로 나타났으며 기주 부분에서만 각각 1.1%, 1.0%로 소량 존재하는 것으로 나타났다. 버섯류의 지방산 함량에 관한 연구결과가 거의 없기 때문에 식품분석표의 표고버섯과 비교하면 동충하초의 올레산 조성이 표고버섯보다 매우 높고 표고버섯은 리놀렌산이 77.9%였고 리놀렌산은 함유되어 있지 않았으나, 동충하초는 리놀렌산과 리놀렌산이 모두 함유되어 있는 차이점이 있었다.

아미노산

품종을 달리한 동충하초의 아미노산 함량은 HPLC(AccQ-Tag) 방법에 의하여 분석하여 그 결과를 Table 6에 나타내었다. 아미노산중 아스파르트산, 글루탐산, 글리신, 아르기닌, 라이신, 로이신의 함량이 비교적 높은 것으로 나타났다. 측정된 아미노산 함량중 *C. militaris*의 글리신 함량이 5,324 mg/100 g으로 가장 함량이 높게 나타났으며, *C. sinensis*의 시스테인 함량이 52 mg/100 g으로 가장 함량이 낮았다. 각각의 아미노산 함량을 살펴보면, 아스파르트산 함량은 번데기를 기주로한 *P. tenuipes*에서 가장 함량이 높아 4,399 mg/100 g을 나타내었으며, *C. militaris*가 1,765 mg/100 g으로 가장 함량이 낮게 나타났다. 세린 함량은 번데기를 기주로한 *P. tenuipes*

Table 7. Cordycepin content of four kinds of Tochukaso

Species	Cordycepin (mg/100 g)	
	Fruiting body	Host
<i>C. militaris</i>	448	238
<i>C. sinensis</i>	30	19
<i>P. tenuipes</i> (Larva)	54	32
<i>P. tenuipes</i> (Pupa)	26	20

가 가장 함량이 높게 나타났으며 글루탐산 함량도 이와 유사한 경향이였다. 글리신 함량은 *C. militaris*가 5,324 mg/100 g으로 가장 높았고, *C. sinensis*가 1,098 mg/100 g으로 가장 낮았다. 트레오닌 함량은 *Cordyceps* 속의 함량이 *P. tenuipes* 보다 낮게 분석되어 *C. militaris*의 경우 889 mg/100 g을, *C. sinensis*의 경우 845 mg/100 g을 나타내었다. 아르기닌 함량도 트레오닌 함량과 유사하여 *C. militaris*의 경우 833 mg/100 g을, *C. sinensis*의 경우 1,704 mg/100 g을 나타내었다. 알라닌 함량은 실험에 공시된 모든 동충하초에서 비교적 유사하게 나타나 누에를 기주로한 *P. tenuipes*의 경우 1,614 mg/100 g을, 번데기를 기주로한 경우 1,949 mg/100 g을, *C. militaris*의 경우 1,179 mg/100 g을 나타내었으며 *C. sinensis*의 경우는 1,316 mg/100 g을 나타내었다. 프롤린 함량은 *C. militaris*가 836 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 시스테인 (cystein) 함량은 모든 품종에서 비교적 낮은 편이었으며 *C. militaris*가 329 mg/100 g으로 그중 가장 함량이 높았다. 티로신 함량은 *C. militaris*가 716 mg/100 g을, *C. sinensis*가 672 mg/100 g을 나타내어 *Paecilomyces* 속보다는 함량이 낮게 나타났다. 라이신과 이소로이신 함량도 *Cordyceps* 속의 함량이 낮게 나타났으며 로이신과 페닐알라닌 함량도 이와 유사한 경향을 나타내었다. 흥미롭게도 시스테인의 경우, 누에를 기주로한 *P. tenuipes*의 기주에는 존재하지 않는 것으로 나타났으며 또한 *C. sinensis*의 경우에는 오히려 자실체에는 존재하지 않는 것으로 나타났다. 일반적으로 아미노산 함량은 *Cordyceps* 속의 *C. militaris*와 *C. sinensis* 보다는 *Paecilomyces* 속의 동충하초가 높은 함량을 나타내어 품종에 따라 아미노산 조성에 상당히 차이가 있음을 알 수 있었다.

Cordycepin 함량

Cordycepin 표준곡선은 Sigma에서 구매한 표준품을 사용하여 작성하였고 Fig. 1에 표준품과 각 품종별 자실체의 HPLC chromatogram을 나타내었다. 동충하초의 cordycepin 함량은 품종에 따라 커다란 차이를 보였는데, 중국산 동충하초와 눈꽃동충하초의 cordycepin 함량은 19~54 mg/100 g으로 낮은 편이라고 생각되며 반면에 *C. militaris*의 함량은 자실체와 기주 각각 448 mg/100 g과 238 mg/100 g으로 다른 품종보다 8~23 배정도 높았다(Table 7). Cordycepin 분석은 아직 국제적인 공인분석법이 없기 때문에 본 연구결과를 공인할 수는 없지만 Sigma에서 구매한 표준품을 시료에 첨가하고 실험방법에 서술한 대로 추출 과정을 거쳐 표준품을 분석하면 인위적으로 첨가한 표준품이 거의 모두 용출되었기 때문에 본 연구의 분석방법은 적절하다고 판단된다. 따라서 현재까지의 연구결과로는 *C. militaris*의 cordycepin 함량이 가장 높

다는 사실을 인정할 수 있다고 생각된다. Cunningham 등¹⁵⁾의 연구에 따르면 *C. militaris* 액체배양시 cordycepin 함량이 25~100 mg/L medium이었던 결과와 비교할 때 자실체 또는 기주는 균사체 배양보다 cordycepin 함량이 높다는 것을 알 수 있었다.

요 약

품종이 다른 동충하초 3 종(*P. tenuipes*/Larva, *C. militaris*, *C. sinensis*)과 기주가 다른 동충하초 1 종(*P. tenuipes*/Pupa) 등 총 4 품목을 대상으로 영양성분을 분석하여 비교하였다. 동충하초를 자실체와 기주로 분획하면 누에를 기주로 한 *P. tenuipes*와 *C. sinensis*의 자실체 비율이 각각 36.6%와 33.4%로 번데기를 기주로 한 동충하초의 자실체 비율보다 매우 높아 전자의 품질이 우수하다고 생각되었다. *C. sinensis*의 탄수화물 함량(39.6%)은 다른 것들보다 2.5~7 배정도 높았는데 복합다당류에 기인한 것으로 생각되었다. 일반성분 중 조단백질 함량은 *C. sinensis*와 *C. militaris*가 각각 25.8%와 75.1%로 나타났다. 조지방 함량은 *C. militaris*가 3.9%인데 비해 *C. sinensis*는 10.3%로 나타나 품종에 따라 상당한 차이가 있음을 알 수 있었다. 무기질 함량중 *C. sinensis*는 다른 품종에 비해 칼슘(Ca) 함량이 낮았지만, 철분(Fe)의 경우 타 품종에 비해 약 30~75 배정도 함량이 높게 나타났다. 비타민 A는 *C. militaris*가 308.9 IU/100 g이었는데 타 품종에 비하여 약 2 배정도 높은 수준이었다. 지방산의 경우 포화지방산은 *P. tenuipes*(번데기)가 27.7%로 가장 높게 나타났으며, 불포화지방산은 *P. tenuipes*(larva)가 83.3%로 가장 높게 나타났다. 아미노산 함량은 모든 품종에서 아스파르트산, 글루탐산, 글리신이 풍부한 것으로 나타났다. Cordycepin 함량은 *C. militaris*의 자실체와 기주 각각 448 mg과 238 mg/100 g으로 다른 품종보다 8~23 배정도 높은 점이 특징이었다.

문 헌

1. Sung, J.M., Yu, Y.B. and Cha, D.Y. Mushroom Science. p. 569. Kyohaksa, Seoul (1998)
2. Liang, Y.L., Liu, Y., Yang, J.W. and Liu, C.X. Studies on pharmacological activities of cultivated *Cordyceps sinensis*. Phytother-

- apy Res. 11: 237-239 (1977)
3. Furuya, T., Hirotsani, M. and Matsuzawa, M. N6-(2-hydroxyethyl)adenosine. A biologically active compound from cultured mycelia of *Cordyceps* and *Isaria* species. Phytochemistry 22: 2509-2512 (1983)
4. Kuo, Y.C., Lin, C.Y., Tsai, W.J., Wu, C.L., Chen, C.F. and Shiao, M.S. Growth inhibitors against tumor cells in *Cordyceps sinensis* other than cordycepin and polysaccharides. Cancer Invest. 12: 611-615 (1994)
5. Kou, Y.C., Tsai, W.J., Shiao, M.S. Chen, C.F. and Lin, C.Y. *Cordyceps sinensis* as an immunomodulatory agent. Am. J. Chin. Med. 24: 111-125 (1996)
6. Kiho, T., Hui, J., Yamane, A. and Ukai, S. Polysaccharides in fungi, XXXII. Hypoglycemic activity and chemical properties of a polysaccharide from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis*. Biol. Pharm. Bull. 16: 1291-1293 (1993)
7. Kiho, T., Yamane, A., Hui, J., Usui, S. and Ukai, S. Polysaccharides in fungi. XXXVI. Hypoglycemic activity of a polysaccharide(CS-F30) from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis* and its effect on glucose metabolism in mouse liver. Biol. Pharm. Bull. 19: 294-296 (1996)
8. Liu, Y.X., Wu, C.Z. and Li, C.C. Antioxidation of *Paecilomyces sinensis* (S. pnov.). Chin. J. Trad. Med. 16: 240-242 (1991)
9. Zhu, J.S., Halpern, G.M. and Jones, K. The scientific rediscovery of an ancient Chinese herbal medicine: *Cordyceps sinensis* Part I. J. Altern. Complem. Med. 4: 289-303 (1998)
10. AOAC. Metals and other elements in plants. pp. 161-162. In: Methods of Analysis for Nutrition Labelling. Sullivan, D. and Carpenter, D. (eds.). AOAC International, Arlington, VA, USA (1993)
11. Korea Food and Drug Administration. Food Code. Korean Foods Industry Association, Seoul (1999)
12. Miller, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31: 426-428 (1959)
13. AOCS. Official method Ca 5a-40, 5th ed. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, USA (1997)
14. Young-In Scientific Co. Application of Amino Acid Analysis System. Young-In Scientific Co. Ltd., Seoul (1992)
15. Cunningham, K.G., Hutchinson, S.A., Manson, W., and Spring, F.S. Cordycepin, a metabolic product from cultures of *Cordyceps militaris* (Linn.) Link. Part I. Isolation and characterization. J. Chem. Soc. 51: 2299-2300 (1951)
16. Kiho, T. and Ukai, S. Tochukaso (Semitake and others), *Cordyceps species*. Food Rev. Int. 11: 231-234 (1995)
17. National Rural Living Science Institute. Food Composition Table. RDA, Suwon (2001)

(2002년 9월 17일 접수; 2002년 12월 12일 채택)