한 국 균 학 회 지 The Korean Journal of Mycology Research Note

한국에서 *Mattirolomyces terfezioides*와 *Tricholoma bakamatsutake*의 보고

기강현[1]* · 전성민[1] · 유림[1] · 강정아[1] · 홍기성[2]

[1]*국립산림과학원 화학미생물과,* [2]*산림조합중앙회 산림버섯연구센터*

First Record of *Mattirolomyces terfezioides* and *Tricholoma bakamatsutake* in Korea

Kang-Hyeon Ka[1]*, Sung-Min Jeon[1], Rhim Ryoo[1], Jung-A Kang[1] and Ki-Sung Hong[2]

[1]*Division of Wood Chemistry & Microbiology, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea*
[2]*Forest Mushroom Research Center, National Forestry Cooperative Federation, Yeoju 469-803, Korea*

ABSTRACT : *Mattirolomyces terfezioides* and *Tricholoma bakamatsutake*, commercially important mycorrhizal mushrooms, were found for the first time in the forests of *Robinia pseudoacacia* and *Quercus mongolica* of the Korean peninsula, respectively. Morphological and molecular characteristics were discussed in the paper. We have also given the Korean name to the fungi here.

KEYWORDS : Internal transcribed spacer (ITS), Korean peninsula, *Mattirolomyces terfezioides*, *Tricholoma bakamatsutake*

*Mattirolomyces terfezioides*와 *Tricholoma bakamatsutake*는 균근성 버섯으로 각각 유럽과 아시아 지역에서 상업성을 인정받고 있다. *M. terfezioides*는 유럽의 중앙지역과 남부지역에 속하는 프랑스, 이탈리아, 헝가리, 세르비아, 그리스[1, 2]를 비롯하여 아시아 지역의 파키스탄, 인도, 중국[3] 그리고 이베리안 반도[4] 등에 분포하는 것으로 알려져 있다. 한편 *T. bakamatsutake*는 일본, 중국, 북아메리카, 뉴기니아 등에 분포하는 것으로 알려져 있다[5, 6].

*M. terfezioides*는 헝가리에서 상업적 중요성 때문에 재배하기에 적합한 버섯 종으로 고려되고 있다[7]. 이 종에 대한 재배기술을 개발하고자 균근 합성과 생태 조사[8], 기주식물과 종과의 균근형성 관계[9], 불확실한 기주식물의 결정[10] 등에 관한 연구가 이루어졌다. *T. bakamatsutake*는 주로 일본의 연구자들에 의해 생태와 생리, 균의 확인 등에 관한 다양한 연구가 진행되었으며[5], 최근에는 침엽수와 균근을 형성하려는 시도들이 일본[11]과 우리나라[12]에서 이루어지고 있다. 아직까지 이 두 종에 대한 인공재배가 성공했다는 보고는 없지만, 이에 대한 연구는 꾸준히 지속될 것으로 전망한다.

국립산림과학원은 '산림미생물 유전자원의 수집 및 증식 보존기술 연구(2010-2019)' 과제수행 중 2012년부터 2014년까지의 기간 동안 균류 수집 과정을 통해 위의 두 종을 국내에서 최초로 관찰하였다. 이에 따라 본 논문은 한반도에서 새롭게 관찰된 이들 종에 대한 일반적인 특징을 보고하는 바이다.

자실체의 형태적 특징과 서식 환경을 반영하기 위해 채집 당시 현장에서 버섯 사진을 촬영하였으며, 서식처의 위치와 기주식물도 함께 기록하였다. 채집한 버섯은 채집 당일 또는 일부는 연구실로 옮겨 균 분리를 시도하였다. 신선한 조직을 떼어 potato dextrose agar (PDA) 배지에 이식한 후, 25°C에서 일정 기간 암배양하여 순수 배양체를 확보하였다. 또한 균 분리와 형태적 기술이 완료된 신선한 버섯은 40~45°C에서 2일간 건조하여 건조표본을 제작한 후, 국립산림과학원 화학미생물과에 상온 보존하였다. 균 분리를 통해 얻은 순수 배양체의 균주 번호는 건조표본의 번호와 일치하여 부여하였으며, 국립산림과학원의 균주보

Kor. J. Mycol. 2015 June, **43**(2): 125-128
http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2015.43.2.125
pISSN 0253-651X • eISSN 2383-5249
© The Korean Society of Mycology

***Corresponding author**
E-mail: kasymbio@korea.kr

Received June 7, 2015
Revised June 14, 2015
Accepted June 18, 2015

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Molecular identification of KFRI 2829 and KFRI 1981 based on DNA sequence of the internal transcribed spacer region

Fungal isolates		Results of BLAST search on NCBI		
Strain No.	GenBank accession No.	The closest relatives based on sequence homology	GenBank accession No.	Similarity (%)
KFRI 2829	KT025693	*Mattirolomyces terfezioides*	AJ305045, AJ272444, AJ272443, AJ272442, GQ231754, AF276681, AJ306556, AJ305170	99
KFRI 1981	KT025694	*Tricholoma bakamatsutake*	AB036898, AB621366, AF204807, AF241515, AB621367, AB699652, AB699649, AY484515	99

존실에 각각 냉장 보관하였다. 각 버섯의 해부학적 특징을 조사하기 위해 건조표본의 일부를 얇게 잘라 Seok 등[13]이 기술한 방법에 따라 광학현미경 하에서 관찰하였다. 표본과 균주는 ITS1/ITS4 프라이머[14]를 이용하여 DNA 증폭산물을 얻었으며, 염기서열을 분석한 후 NCBI BLAST 검색을 통해 상동성을 확인하였다(Table 1).

본 연구를 통해 새롭게 관찰된 종은 *Mattirolomyces terfezioides*와 *Tricholoma bakamatsutake*로 세부적인 종 기술은 다음과 같다.

***Mattirolomyces terfezioides* (Mattir.) E. Fisch., in Fischer in Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam., Edn 2 (Leipzig) 5b VIII: 39 (1938)**

분류학적 위치는 Pezizaceae, Pezizales, Pezizomyces, Ascomycota, Fungi 이고 동종이명으로는 *Choiromyces terfezioides* Mattir., Mem. R. Accad. Sci. Torino, Ser. 237: 10 (1887), *Terfezia terfezioides* (Mattir.) Trappe, Trans. Br. mycol. Soc. 57(1): 91 (1971)가 있다[15]. 어원은 명명자인 Eduard Fischer가 이 종을 처음 기재한 Oreste Mattirolo를 기리기 위해 그의 성을 따서 속명으로 기재하였다. 그리고 'terfezioides'는 영어로 'truffle-like fungi(덩이버섯 닮은 버섯)'라는 의미이다. 우리나라 이름은 '감자덩이버섯'이라고 명명하였는데, 유래는 버섯의 크기, 모양, 조직 등이 감자를 닮았고, 또한 버섯이 땅속 또는 땅 위에 나출된 모양이 감자와 닮아 위의 이름으로 정하였다.

버섯은 반 지중형이며, 크기는 5~9 cm로 부정형의 감자 모양이고 전체적으로 백색-옅은 황색을 띤다. 버섯은 단생 또는 2~3개가 모여서 발생한다. 땅에 부착된 버섯의 일부분은 균사 다발이 거의 없는 상태로 매우 쉽게 땅에서 분리된다. 버섯의 표면은 매끈하거나 약간 주름진 형태이다. 버섯은 어릴 때 향긋하나 성숙되면 냄새가 강해지며, 약간 시큼한 치즈향을 낸다. 버섯 조직은 약간 질감이 있고 매우 단맛이 난다. 버섯은 단단하며, 절단 시 외피층(excipulum)은 백색이고 두께는 0.7~0.85 mm이다. 버섯의 속은 전체적으로 백색-옅은 황회색이고 마블링된 쇠고기살 같은 모양을 하고 있다. 조직의 색은 백색에서 점차 옅은 우유빛 색으로 변한다. 자낭은 반투명의 난형 또는 서양배 모양이며, 크기는 80~120 × 40~50 μm, 한 개의 자낭에는 8개의 포자가 들어 있다. 포자는 16~20 μm 크기의 반투명한 구형으로 표면에는 1~1.5 μm 크기의 돌기모양의 장식이 있다.

시험재료(KFRI 2829, 채집자 홍기성, 가강현)는 충남 태안군 원북면 2014년 8월 29일과 9월 2일에 채집하였다. 버섯은 식용이며 8~9월에 아까시나무림에 흩어져서 발생하며 주로 한국(태안), 일본, 중국, 북유럽 등에 분포한다.

Internal transcribed spacer (ITS) 영역의 염기서열 분석 결과, KT025693 (GenBank accession no.)은 기존의 Gen Bank accession no.를 부여 받은 8개의 *Mattirolomyces terfezioides* 균주들과 99%의 상동성을 나타냈다(Table 1).

이 버섯은 국내에서 아까시나무(*Robinia pseudoacacia*)가 있는 곳에서 관찰되었다. 아까시나무는 북아메리카가 원산이지만, 몇 세기 전 유럽지역에 도입되었고, 19세기에는 헝가리 모래땅에 널리 식재된 바 있다[9]. 우리나라에는 아까시나무가 1926~1940년과 1960~1992년에 식재되어 전국적으로 분포하고 있다[16]. 국내외 모두 이 버섯은 모래땅에서 주로 발생한다는 공통적인 특징이 있다. 이와 같은 특징을 갖는 환경 조건을 찾아 생태 조사 범위를 확대한다면, 이 종에 대한 분포 범위도 더 넓어질 것으로 예측된다.

한편, 이 버섯은 헝가리, 프랑스, 이탈리아, 파키스탄, 인도, 중국 등지에서도 분포하고 있는 것으로 알려져 있다[3]. 헝가리에서는 아까시나무 또는 팽나무류와 아까시나무류 혼합림의 모래땅 공동묘지 또는 산림지역의 아까시나무에서 발생한다. 프랑스에서는 감나무(*Diospyrus kaki*), 이탈리아에서는 양벚나무(*Prunus avium*), *Solanum*, *Helianthus* and *Tubera* spp. 등에서 발생하는 것으로 보아[3], 다양한 기주식물에서 발생하는 버섯임을 알 수 있다.

이 버섯은 땅 속 1~4 cm 깊이에 위치하는 지중성으로[3] 표기하고 있으나, 우리가 채집한 감자덩이버섯은 반지중성으로 일부분이 땅 위로 노출되어 있었다. 이는 버섯이 발생한 곳의 토양이 가는 모래입자로 주로 구성되어 있어 버섯의 일부가 땅 위에서 관찰된 것으로 보이며, 기존에 보고된 바와는 또 다른 중요한 특징이다.

***Tricholoma bakamatsutake* Hongo, J. Jap. Bot. 49(10): 294 (1974)**

분류학적 위치는 Tricholomataceae, Agaricales, Agarico-

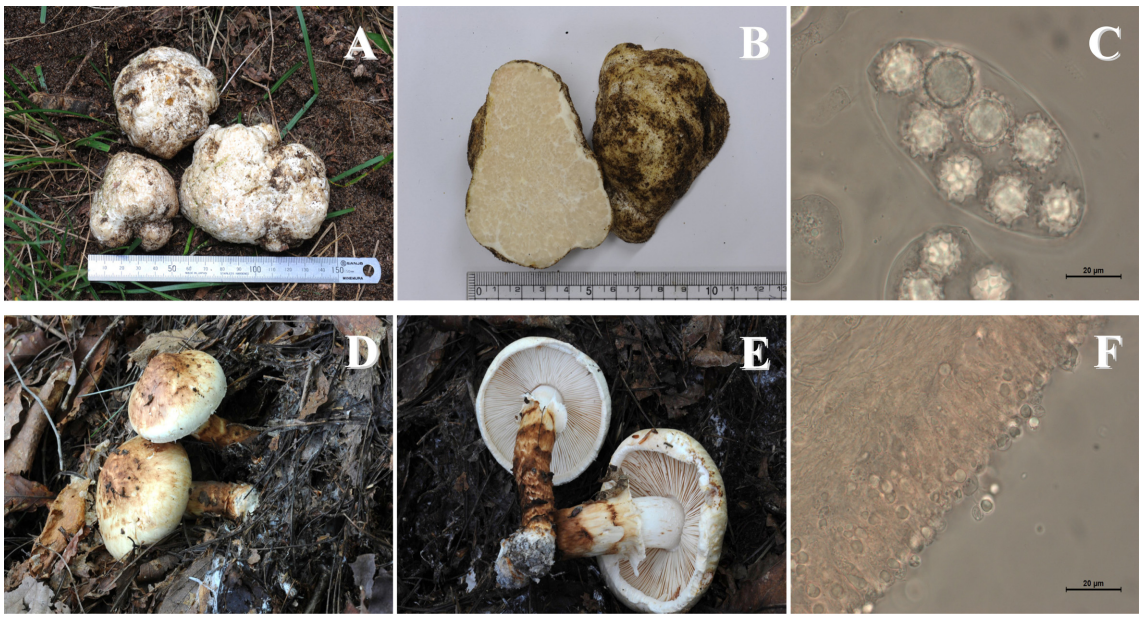

Fig. 1. Morphological characteristics of *Mattirolomyces terfezioides* and *Tricholoma bakamatsutake*. A~B, Fruiting bodies of *M. terfezioides*; C, Ascus and ascospores of *T. terfezioides*; D~E, Fruiting bodies of *T. bakamatsutake*; F, Basidiospores of *T. bakamatsutake* (scale bars: C, F = 20 μm).

mycetes, Basidiomycota, Fungi이고 버섯 이름인 'bakamatsutake'는 영어로 'false matsutake'라는 의미이다. 우리나라 이름인 '가송이'는 농정회요에 '가송이'로 기록되었기에 이를 따라 정하였다[12].

버섯의 갓은 4~7 cm 크기로 반구형-가운데가 약간 볼록한 편형, 갓 표면의 색은 중앙부분이 짙은 다갈색이고, 성숙한 버섯에서는 갈색의 표피 인편이 있다. 갓 두께는 0.9~1.2 cm, 버섯 조직은 백색이고, 주름살은 조밀하다. 대 길이는 3.5~9 cm, 대 직경은 0.9~2.0 cm이며, 대 모양은 상하 비슷하거나 아래쪽으로 갈수록 약간 비대하며 속은 꽉 차 있다. 대 표면은 갈색이고 인편이 존재한다. 턱받이는 얕은 막으로 되어 있으나, 테두리 부분이 불명확한 경우가 많다. 버섯의 조직은 모두 백색이다. 버섯은 땅 표면에서 발달한 균사층에서 발생하며, 버섯의 대는 1 cm 내외 깊이로 땅 속에 박혀 있다. 그래서 쉽게 버섯이 땅에서 분리된다. 버섯은 송이 향기를 낸다. 포자의 크기는 5~6 × 5~5.5 μm이며, 원형에 가까운 타원형이고, 표면이 매끄럽다. 포자문은 백색이고, 포자의 색은 반투명-백색이다. 담자기는 4포자성이고, 곤봉형이다.

시험재료(KFRI 1981, 2237, 2254, 채집자 홍기성, 가강현)는 강원도 홍천군에서 2012년 9월 3일과 2013년 8월 31일 채집하였다. 버섯은 식용이며 8월 하순에서 9월 상순 사이에 신갈나무(*Quercus mongolica*)가 우점하는 산림에서 발생하며 한국(홍천), 일본, 중국, 북미, 뉴기니아에 분포한다.

ITS 영역의 염기서열 분석 결과, KT025694(GenBank accession no.)는 기존의 GenBank accession no.를 부여 받은 8개의 *Tricholoma bakamatsutake* 균주들과 99%의 상동성을 나타냈다(Table 1).

이 버섯은 국내에서 신갈나무(*Q. mongolica*)가 있는 곳에서 관찰되었으나, 일본에서는 신갈나무(*Q. mongolica*), *Q. mongolica* var. *grosseserrata*, 졸참나무(*Q. werrata*), 떡갈나무(*Q. dentata*), 졸가시나무(*Q. phillyraeoides*), *Castanopsis cuspidata*, 구실잣밤나무(*C. cuspidata* var. *sieboldii*), *Pasania edulis* 등이 있는 곳에서 관찰된다[5, 6]. 중국에서는 참나무속(genus *Quercus*)과 잣밤나무속(genus *Castanopsis*)의 수종들이 있는 곳에 이 버섯이 분포하는 것으로 알려져 있다[17]. 우리나라보다는 일본이 상대적으로 더 넓은 기주 범위를 가짐을 알 수 있다. 그러나, 국내에서도 앞서 열거한 수종들이 서식하며, 잣밤나무속 수종은 남부 해안지역을 중심으로 나머지 참나무속은 우리나라 전역에 분포하고 있기에 향후 홍천 이외의 지역에서도 가송이가 발견될 가능성이 있을 것으로 판단된다.

적 요

상업적으로 중요한 균근성 버섯인 *Mattirolomyces terfezioides*와 *Tricholoma bakamatsutake*가 각각 한국의 아까시나무와 신갈나무림에서 발견되었다. 이들 종은 형태학적 및 분자생물학적인 방법을 통해 동정되었으며, 두 종의 버섯에 대한 한글명도 각각 부여하였다.

Acknowledgements

This study was supported by grants from Korea Forest

Research Institute (FP 0801-2010-01 and FP 0801-2013-01), Republic of Korea.

REFERENCES

1. Lawrynowicz M, Marković M, Milenković M, Ivańćević B. *Terfezia terfezioides* - a new hypogeous fungus for Balkan peninsula. Acta Mycol 1997;32:233-8.
2. Chevalier G. The European desert truffles. In: Kagan-Zur V, Roth-Bejerano N, Sitrit Y, Morte A, editors. Desert truffles. New York: Springer; 2014. p. 121-41.
3. Alsheikh AM. Taxonomy and mycorrhizal ecology of the desert truffles in the genus *Terfezia* [dissertation]. Corvallis (OR): Oregon State University; 1994.
4. Kovács GM, Martin MP, Calonge FD. First record of *Mattirolomyces terfezioides* from the Iberian peninsula: its southern and westernmost locality. Mycotaxon 2009;110:325-30.
5. Terashima Y. Studies on the mode of life of the ectomycorrhizal fungus *Tricholoma bakamatsutake* in an evergreen Fagaceae forest [dissertation]. Tottori (Japan): Tottori University; 1996.
6. Ikeda Y. Mushrooms and Toad stools Pictured Book of Hokuriku. Kanazawa: Hashimoto Katashi bundo 2005.
7. Gógán, A. Dimény, J., Bujáki, G. Truffle cultivation - a way of sustainable agriculture and land use. In: Bulletin of the International Symposium Prospects for the 3rd Millennium Agriculture; 2004 Oct 20-23; Cluj-Napoca, Romania. pp. 150-3.
8. Kovács GM, Bagi I, Vágvölgyi C, Kottke I, Oberwinkler F. Studies on the root associations of the truffle *Terfezia terfezioides*. Acta Microbiol Immunol Hung 2002;49:207-13.
9. Bratek Z, Jakucs E, Bóka K, Szedlay G. Mycorrhizae between black locust (*Robinia pseudoacacia*) and *Terfezia terfezioides*. Mycorrhiza 1996;6:271-4.
10. Kovács GM, Jakucs E, Bagi I. Identification of host plants and description of sclerotia of the truffle *Mattirolomyces terfezioides*. Mycol Prog 2007;6:19-26.
11. Yamanaka T, Ota Y, Konno M, Kawai M, Ohta A, Neda H, Terashima Y, Yamada A. The host ranges of conifer-associated *Tricholoma matsutake*, Fagaceae-associated *T. bakamatsutake* and *T. fulvocastaneum* are wider in vitro than in nature. Mycologia 2014;106:397-406.
12. Jeon SM, Ka KH, Hong KS. Mycelial growth and *in vitro* ectomycorrhizal synthesis on *Pinus densiflora* seedlings of *Tricholoma bakamatsutake* in Korea. Kor J Mycol 2014;42: 312-21.
13. Seok SJ, Kwon SW, Park IC, Kim YS, Yoo KH. Notes on some unrecorded species in Korean *Hypholoma*. Kor J Mycol 2012; 40:179-82.
14. White TJ, Bruns TD, Lee SB, Taylor JW. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, editors. PCR protocols: a guide to methods and applications. San Diego: Academic Press; 1990. p. 315-22.
15. Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Index Fungorum [Internet]. Richmond (Surrey): Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew; 2015 [cited 2015 Jun 20]. Available from: http://www.speciesfungorum.org/Names/SynSpecies.asp
16. Park YG. The prospects for the utilization of *Robinia pseudoacacia* in Korea. Kor J Apiculture 1996;11:27-56.
17. Edible Fungi Research Institute of Shanghai Academy of Agricultural Sciences. Edible fungal flora of China. 1st ed. Beijing: China Forestry Publishing House; 1991.