

국내 자생 눈꽃동충하초 균의 명명 고찰

남성희 · 이선주* · 조세연
농촌진흥청 농업과학기술원 잠사곤충부
*남아프리카공화국 스텔렌보쉬 대학 식물병리학과

Nomenclatural Studies on *Paecilomyces tenuipes* in Korea

Sung-Hee Nam, Seonju Lee* and Sae-Yun Cho

Department of Sericulture and Entomology, NIAST, RDA, Suwon 441-400, Korea

*Department of Plant Pathology, University of Stellenbosch P. Bag XI, Matieland 7602, South Africa

ABSTRACT

Paecilomyces tenuipes (Nunkkot Dongchunghacho) was erroneously treated in three different scientific names: *Paecilomyces japonica*, *Isaria japonica* and *Paecilomyces tenuipes*. Since the fungus has been widely used in various fields of research and industry, its nomenclatural uncertainty caused many problems. Therefore, morphological studies of Korean isolate were carried out and compared with published data on other isolates of *P. tenuipes* to establish its proper taxonomic position.

Key words : Taxonomy, *Paecilomyces tenuipes*, *Isaria japonica*

서 론

눈꽃동충하초는 전 세계에 분포하는 300여종 동충하초의 한 종으로, 최근 국내 연구진에 의해 인공재배에 성공함에 따라 본 균을 이용한 연구가 다양한 분야에서 급속히 진행되고 있다.

특히 재배연구로써 누에 또는 번데기를 이용한 동충하초 생산(남 등, 1999), 최적배지(Bae *et al.*, 2001), 재배환경 구명(최 등, 1999), 우량 자실체 형성(Kana & Fukatsu, 1999) 등이 있으며, 분류학적 연구로는 분자생물학적 유연관계 해명(Ito & Hirano, 1999) 등이 보고되어 있다. 특히 그 산물로부터 면역기능 및 항암효능(Nam *et al.*, 2001) 등 유용물질을 구명한 것은 주목할 만한 결과이다. 한편 이러한 많은 연구에도 불구하고 국내에서는 정확한 분류학적 위치가 정립되지 않아 명명에 대한 논란이 많이 발생되었다. 지금까지 국내에서 통용되어온 학명은 「*Paecilomyces japonica* Yasuda」, 「*Isaria japonica* Yasuda」 및 「*Paecilomyces tenuipes* (Peck) Samson」 3가지이다. 그 중 가장 많이 이용되는 학명은 *P. japonica*로 동충하초 유용물질구명 및 약리효과 검색(조 등, 1999)과 가잠을 이용한 동충하초의 인공재배 방법 특허 및 동충하초의 식품허가 등에서 본 학명이 공식적으로 사용되고 있고, 인터넷 상 다수 자료에서 인용되었

다. 「한국의 동충하초」(성, 1996)에서는 *P. japonica* 균이 Yasuda에 의해 분류된 것으로 기록되어 있으나, 이는 분류학적 기준에 맞지 않는 부적절한 명명으로 여겨진다.

지금까지 학명에 대한 올바른 보고가 없음으로 인해 잘못된 학명을 혼용, 인용함에 따라 학자 및 일반인들이 균을 이용하는데 많은 어려움을 겪어왔다.

따라서 본 논문에서는 국내자생 눈꽃동충하초의 형태학적 특성을 조사, 보고하며 오명명된 균에 대한 학명을 바로잡아 앞으로의 연구와 이용에 도움을 주고자 한다.

재료 및 방법

균주는 농업과학기술원 잠사곤충부 병해충연구실 채집균주(J220)를 이용하였고, 순수분리 후 MA(Malt 20~40 g, 한천 15 g, 증류수 1 l) 배지에서 25°C, 14일간 정치 배양하였다. 광학현미경 관찰은 lactophenol에서 이루어 졌으며, 각 구조의 크기는 30 수에서 유추되었다. 전자현미경 관찰은 MA 배지 상 균을 0.5×0.5 cm 크기로 떼어내어 2.5% Glutaraldehyde(0.1 M Milonig's phosphate 완충액, pH 7.4)로 고정된 후 1% Osmium tetroxide로 2차 고정하였다. 그 후 에탄올을 이용하여 탈수하고 Critical point dryer로 건조한 후 Gold-palladium으로 Coating하여 주사전자현미

경(LEO 440형)으로 관찰하였다. 균 동정과 비교 연구는 Samson(1974)의 논문을 기준하였다.

결과 및 고찰

채집된 시료는 강한 버섯향이 나며, 번데기를 기주로 하여 기주 표피로부터 지상부를 향해 담황색 분생자병속을 1~5여개 형성하였다(그림 1). 미숙한 분생자병속은 끝 부분이 뾰족한 형태이며, 성숙된 분생자병속은 끝 부분이 분지하여 다량의 분생포자가 발생되었다.

분생포자는 타원형 혹은 난형의 약간 굽은 형태로 3.4~5.3×1.5~2 μm 크기였다. phialide는 부풀고 팽창한 형태로 분생자병 위에 형성되는데 시료가 오래될 수록 phialide의 팽창 정도는 점점 작아진다. 한편 Samson(1974)이 기술한 *P. tenuipes*의 분생자병속은 노란색을 띠며 버섯향을 내거나 냄새가 없으며, 분생포자의 형태는 원통형 혹은 약간 굽

은 형태로 나타났다(표 1).

MA 배지 상에서 배양한 결과 14일 배양 시 직경 2.1 cm로 느린 성장을 보였으며 균사체 밀도는 매우 낮았다. 합성배지에 의한 균 생장은 배지에 따라 많은 차이를 보이는데 PDA 배지에서는 3.2 cm로 조밀한 성장을 보인다(남, 1999). Colony 색상은 앞면은 옅은 담황색, 뒷면은 연노랑 색이며 균사직경은 2.5~3.1 μm이다. 분생자병은 투명하며 분생포자는 자연산에 비해 장폭의 범위가 넓은 2.9~6.6×1.5~2.5 μm 크기로 원통형의 부드러운 벽을 가진 1개의 세포로 구성되어 있었다(그림 2). phialide는 3~4개가 형성되는데 4.0~6.6×2.0~2.2 μm이며 phialide의 neck은 1 μm 크기였다(표 2).

*P. tenuipes*는 1890년 Cooke & Masee에 의해 *Isaria suffruticosa*로 명명된 이후 1941년 Kobayasi에 이르러 *Isaria yokohamensis*로 명명되기까지 *Isaria* 속 내에서 다양한 종명으로 불려져 왔다(표 3). *Paecilomyces* 속의 특징은 산개한 윤생의 가지와 phialide를 가지는 윤생형 분생



Fig. 1. Macroscopic features of *Paecilomyces tenuipes* collected in Korea.



Fig. 2. Scanning electron microscopic features of conidia and hyphae (Bar : 2 μm).

Table 1. Comparison of morphological characteristics of wild *Paecilomyces tenuipes*

Nature	Authors (J220)	Samson(1974)
Color of synemata	cream	yellow
No. of synemata (cm)	1-5	1-3.5
Odour	mushroom-like	absent or mushroom-like
Conidial size (μm)	3.4~5.3×1.5~2.0	-
Conidial shape	ellipsoid to ovoid, curved	cylindrical, curved

Table 2. Comparison of mycelial growth of *Paecilomyces tenuipes* on PDA

Characteristics	Authors J220	Samson (1974)
Mycelial colony (cm/days/media)	2.1/14/MA*	2`3/14/MA
Mycelial density	thin mycelia	thin mycelia
Mycelial colour (obverse /reverse)	white cream/cream to yellow	white or cream/cream to yellow
Hyphal width (µm)	2.5-3.1	0.5-3
Conidiophore	hyaline	hyaline
Conidial shape	cylindrical, smooth wall, 1 cell	cylindrical, mostly curved, smooth wall, 1 cell
Conidial size (µm)	2.9-6.6×1.5-2.5	3~7.5×2.0-2.5
Phialide shape	verticillate branches	verticillate branches
Phialide	4.0-6.6×2.0-2.2	4.5-6.2×2.5-3.2
No. of phialide	3~4	2~6
Neck (µm)	1	0.5

*Malt 20 40 g, Agar 15 g, Distilled water 1 l

Table 3. Synonyms of *Paecilomyces tenuipes* (Peck) Samson (R.A. Samson, 1974)

<i>Isaria suffruticosa</i> Cooke & Masee-Grevillea 19: 45. 1890.
<i>Isaria dussii</i> Pat.-Bull. Soc. mycol. Fr. 16: 187. 1900.
<i>Isaria palmatifida</i> P. Henn.-Hedwigia (Beiblatt) 41: 65. 1902
<i>Isaria ochracea</i> Boudies-Bull.Soc. mycol. Fr. 19: 197. 1903
≡ <i>Spicaria ochracea</i> (Boudier) Vuill.-Bull. trimest. Soc. mycol. Fr. 27: 76.1911
≡ <i>Penicillium (Spicaria) ochraceum</i> (Boudier) Biourge-La Cellule 33: 104. 1923.
<i>Gibellula eximia</i> Höhnel-Sber. k. Akad. Wiss. Wien 83: 37. 1907.
<i>Isaria japonica</i> Yasuda-Bot. Mag. Tokyo 29: 117. 1915.
<i>Isaria peckoltii</i> Lloyd-Mycol. Writings 6: 884. 1919.
<i>Spicaria heliothis</i> Charles-Phytopathology 28: 97. 1938 = <i>Paecilomyces heliothis</i> (Charles) Brown & Smith-Trans. Br. mycol. Soc. 40: 75. 1957.
<i>Isaria yokohamensis</i> Y. Kobayasi-Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daig., Sect. B, 5: 237. 1941.

자병을 가지는 균으로 대표되는데 *Isaria* 속 중 일부 종에는 이러한 특징이 뚜렷이 나타남에 따라 *Paecilomyces* 속으로 옮겨졌으며 *I. japonica*도 *Paecilomyces*로 속이 옮겨지면서 *Paecilomyces tenuipes*로 명명되었다(Tanada, 1992, Samson, 1988).

시험 결과를 종합해 볼 때 J220 균주는 사슬모양의 분생포자와 팽창한 phialidic 분생자 신생세포 및 윤생의 분생자병에 의해 *Paecilomyces* 속 균의 특징이 뚜렷이 관찰되고 종 분류에 의거하여 *Paecilomyces tenuipes*(Peck) Samson 균과 동일 종으로 인정되며, 추후 국내산 눈꽃동충하초 균의 인용 시 본 학명을 따르는 것이 바람직하다 하겠다.

적 요

눈꽃동충하초는 국내에서 몇 가지 학명으로 불려지고 있으나 그 중 오명이 포함되어 있으므로 인해 학자들간에 논란이 되고 있으며, 균학도들에 의해서 잘못 인용되는 사례가 빈번함에 따라 본 시험에서는 균을 재 동정코자 하였다.

수집 균은 담황색 분생자병속을 1~5여개 형성하며 그 끝마디에는 다량의 분생포자가 발생되었다. MA 배지 상에서는 25°C, 14일간 직경 2.1 cm로 더딘 성장을 보이며,

colony의 색상은 앞면은 옅은 담황색, 뒷면은 연노랑 색이며, 분생포자는 타원형 혹은 난형으로 2.9~6.6×1.5~2.5 µm이며 분생포자를 지탱하고 있는 phialide는 부풀고 팽창한 형태로 3~4개가 형성되며 4.0~6.6×2.0~2.2 µm이다.

본 균주는 Samson 분류에 의거하여 주요 특성이 일치하여 *Paecilomyces tenuipes*(Peck) Samson 균과 동일 종으로 인정되었다.

인용문헌

- Bae, J. T., Park, J. P., Song, C. H., Yu, C. B., Park, M. K. and J. W. Yun (2001) Effect of carbon source on the mycelial growth and exo-biopolymer production by submerged culture of *Paecilomyces japonica*, Journal of Bioscience and Bioengineering. **91**(5): 522-524.
- 조세연 신국현 송성규 성재모 등(1999) 누에동충하초 생산 및 유용물질 개발. 농촌진흥청, pp. 69-230.
- 최인영 최정식 이왕휴(1999) *Paecilomyces japonica* 인공자실체 형성. *Kor. J. Mycol* **27**(2): 87-93.
- Kana-Uchi A., T. Fukatsu (1999) Light-induced fruit body formation of an entomogenous fungus *Paecilomyces tenuipes*. *Mycoscience*. **40**(4): 349-351.
- Nam, K. Suk., Jo, Y. S. Kim, Y. H. Hyun, J. W. and H. W. Kim (2001) Cytotoxic activities of acetoxyscirpenediol and ergosterol

- peroxide from *Paecilomyces tenuipes*. Life Sciences. **69**(2): 229-237.
- 남성희 정이연 지상덕 조세연(1999) 눈꽃등충하초(*Paecilomyces japonica*)의 형태 및 배양 조건. *Kor. J. Seric. Sci.* **41**(1): 36-41.
- Jamson R. A. (1974) *Paecilomyces* and some allied Hyphomycetes. Centraalbureau voor schimmelcultures baarn, pp. 50.
- Jamson R. A. Evans, Harry C. Jean-Paullatge (1988) Atlas of Entomopathogenic fungi, pp. 12.
- 성재모(1996) 흰색도감 한국의 동충하초. 교학사, pp. 204.
- Tanada, Y. and H. Kaya (1992) Insect pathology. Academic press, pp. 3-5.
- Ito, Y., T. Hirano (1999) A group I intron in the 18S ribosomal DNA from the parasitic fungus *Isaria japonica*. Journal of Molecular Evolution. **48**(3): 337-340.