

인공재배한 흰들기망태버섯(*Dictyophora echinovolvata*)의 형태적 특징

정종천* · 석순자 · 장갑열 · 박정식 · 김양섭 · 정봉구¹

농업과학기술원 응용미생물과, ¹충북대학교 농생물학과

Morphological Characteristics of Artificially Cultivated *Dictyophora echinovolvata*

Jong-Chun Cheong*, Soon-Ja Seok, Kab-Yeul Jang, Jeong-Sik Park,
Yang-Sup Kim and Bong-Koo Chung¹

Division of Applied Microbiology, National Institute of Agricultural Science and Technology, R.D.A., Suwon 441-707, Korea

¹Department of Agrobiolgy, Chungbuk University, Chungbuk 360-763, Korea

(Received August 28, 2002)

ABSTRACT: This study was conducted to investigate morphological characteristics of veiled lady mushroom (*Dictyophora* sp.). Morphological observation of mycelium showed the presence of chlamyospore-like swelling cells, and typical mycelial clamp connections. Fruiting body of the veiled lady mushroom consists of cap, velum, stipe, and volva. Oval-shaped eggs were surrounded by exodermis, gelatin layers and endodermis, and the fruiting bodies remained inside volva as liquid gelatin layer. Dark green spore layer was formed at the top of cap. The surface eggs in the cultivated veiled lady mushroom was covered with white needle-shaped mycelial projection that was oval in shape. The velum of fruiting body stretched down to the top of volva. The net was regularly shaped, and smelled like fragrance with chestnut flower. The strain KACC 50650 was identified as *Dictyophora echinovolvata* based on the morphology of eggs and fruiting bodies, and named as Huin-Dol-Gi-Mang-Tae mushroom in Korean.

KEYWORD: *Dictyophora echinovolvata*, Huin-Dol-Gi-Mang-Tae, Morphological characteristics

망태버섯은 우리 나라를 비롯한 동남아시아, 인도네시아, 하와이 등지에 분포되어 있으며(Burk and Smith, 1978; Du *et al.*, 1992; Jia, 1990; 李 淵 等, 1979; Tomio, 1990; Zeng *et al.*, 1988), 7월경의 여름철에 발생된다. 우리 나라에서는 주로 대나무 숲에 자생하고 있는 망태버섯(*Dictyophora indusiata*(Vent. : Pers.) Fisch.)과 잡목림에서 발생하는 분홍망태버섯(*D. indusiata* Fisch. f. *lutea* Kobayasi; 치마는 노랑색임)이 보고되어 있다(농촌진흥청, 1987; 박, 1991; 이, 1988).

망태버섯속(*Dictyophora* sp.)은 분류학상 복균아강(Gasteromycetidae), 말뚝버섯목(Phallales), 말뚝버섯과(Phallaceae)에 속한다. 말뚝버섯과(Family Phallaceae)는 말뚝버섯속(*Phallus*), 망태버섯속(*Dictyophora*), 뿔버섯속(*Mutinus*)으로 나뉘어지는데, 이 중 망태버섯속은 다른 속과 달리 치마(velum)가 전개되는 특징이 있다. 특히 망태버섯속은 치마의 색이 황색을 띠는 *D. cinnabarina*, *D. indusiata* f. *aurantiaca*, *D. indusiata* f. *lutea*, *D. indusiata* var. *rosea*, 치마가 여러 가지 색을 띠는 *D. multicolor* Berk. et Br.(Burk and Smith, 1978; Tominaga *et al.*, 1989)가 있다. 또한 치마의 길이에 따라 *D. duplicata*(Bosc.) Fisch., *D. indusiata*(Vent. ex Pers.) Fisch.(Du *et al.*, 1992;

Fischer, 1927)로 분류되기도 한다. 그리고 알의 모양이나 색깔에 따라 *D. echinovolvata* Zang, Zheng et Hu, *D. nakanonis*, *D. phalloidea*, *D. rubrovolvata* Zang, Ji et Liou 등(Fan *et al.*, 1987; Zang *et al.*, 1988; Zeng *et al.*, 1988)으로도 분류되어 왔다. 망태버섯은 중국에서 竹蓀, 竹筴, 竹蓼, 網沙菇, 투망버섯, 투구버섯 등(孫, 1991; 李, 1986)으로, 일본에서는 梅雨坊, 蛇木妙子, 仙人帽, 虛無僧茸(허무승버섯), シケダケ(濕茸), キヌガサタケ(絹傘茸)(Kobayashi, 1981)로, 서양에서는 bamboo sprouts, veiled lady mushroom, queen of mushroom 등(Chang and Miles, 1984; Chang, 1993; 김 등, 1995)으로 불리운다. 또한 이 버섯은 그 아름다운 형태로 해서 중국에서는 眞菌之花, 非珍王, 菌中皇后, 서양에서는 flower of the fungi 등으로 불리어지고 있다.

본 연구에서는 수집균주 중 균사생장이 비교적 빠르고 자실체 발생이 양호하여 선발된 균주에 대하여 재배시 외부의 형태적 특징과 현미경하에서 관찰된 미세구조 특징을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주

본 시험에 사용된 균주는 농업과학기술원 응용미생물과

*Corresponding author <E-mail: jccheong@rda.go.kr>

에 보존되어 있는 망태버섯속(*Dictyophora* sp.) KACC 50650을 사용하였다.

균의 증식용 배지로는 PBA(potato bamboo sawdust agar; potato 200 g, bamboo sawdust 20 g, sugar 10 g, malt extract 7 g, peptone 1 g, KH_2PO_4 1 g, MgSO_4 0.5 g, agar 20 g, DW 1,000 ml) 배지(Cheong *et al.*, 2000)를 사용하였고, 이 배지에 공시균을 접종한 후 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 항온기에서 21일간 배양한 다음 본 실험에 사용하였다. 균의 보존은 증류수에 넣어 4°C 에서 보관하였다.

외부 형태적 특징

자실체 생육과정을 관찰하기 위하여 미송톱밥을 이용하여 종균용 배지를 제조 후 공시균주를 접종하고, $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 배양실에서 60일간 배양한 다음 종균으로 사용하였다. 이 종균으로 상수리나무 단목꽃에 균을 배양하고 영지버섯용 비닐하우스를 이용하여 자실체를 발생시켰다. 균이 배양된 원목을 도양에 매몰한 후 균사체가 지표에 부상하고 균사속(Rhizomorph)을 이루면서 원기 형성후 20일경의 6월상순에 개열하기 직전의 알(egg)을 선택하여 외부 형태를 관찰하였다. 성숙한 자실체는 갓, 치마, 대, 대주머니 등 각 부위별 형태를 관찰하고 크기를 측정하였다.

현미경적 특징

공시균주의 균사체 및 자실체의 미세구조는 광학현미경(Leica DMRBE)을 이용하여 400배와 1,500배로 관찰하였다. 또한 알의 부위별 구조적 특징은 해부현미경(Nikon SMZ-10)을 이용하여 30배의 배율로 관찰하였다. 그리고 균사체에서 관찰된 swelling cell과 알에 형성되어 있는 포자의 미세구조를 전자현미경(SEM)으로 확인하였다. 전자현미경 관찰을 위한 시료의 조제는 glutar aldehyde 2.5%액(Karnovsky's fixative)에 90분간 시료를 담근 후 osmium tetroxide 2%액에 90분간 담가서 고정을 하였다. 그리고 탈수를 위하여 에탄올 50%, 70%, 90% 그리고 95% 용액에 순차적으로 10분간씩 처리한 후 100%액에 담구어 하룻밤을 경과시키고 건조시켰다.

결과 및 고찰

자실체의 형태

흰돌기망태버섯(가칭) *Dictyophora echinolvata* Zang, Zheng et Hu, in Mycotaxon 33: 145~148. 1988.

알의 크기는 직경이 35~55 mm, 형태는 구형 또는 난형이다. 초기에 알의 표면은 유연하고 백색인 침상돌기로 싸여 있으나 성숙하면 균사돌기가 차츰 없어지고 연한 갈색을 띤다(Fig. 1).

갓의 크기는 높이가 30~53 mm, 아래쪽 가장자리의 직경이 30~48 mm이다. 갓의 형태는 중형 또는 투구형이다. 갓의 표면은 작은 돌출부가 그물모양으로 싸여 있으며,

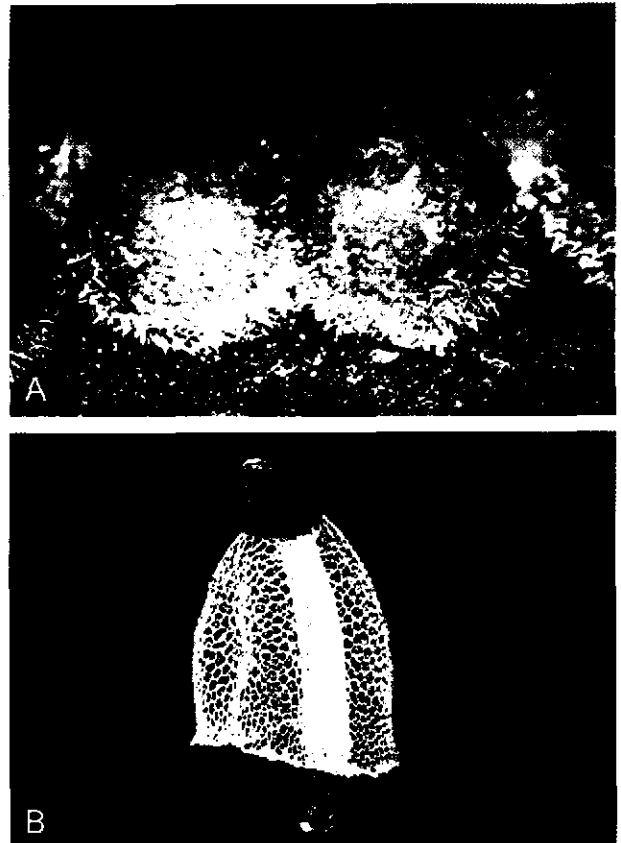


Fig. 1. Morphology of the cultivated fruiting body of *Dictyophora echinolvata* (KACC 50650). A, eggs; B, mature fruiting body.

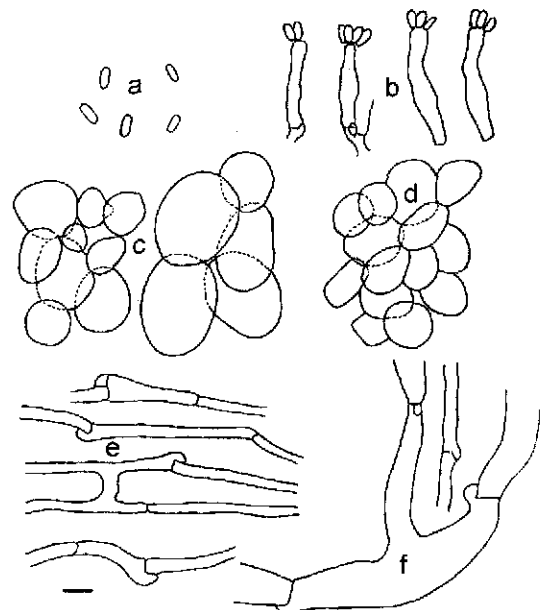


Fig. 2. Microscopic features of *Dictyophora echinolvata* (KACC 50650). a, spores (bar = $6.3 \mu\text{m}$); b, basidium (bar = $6.3 \mu\text{m}$); c, receptaculum (bar = $15.8 \mu\text{m}$); d, indusium (bar = $15.8 \mu\text{m}$); e, endoperidium (bar = $6.3 \mu\text{m}$); f, exoperidium (bar = $6.3 \mu\text{m}$).

그 위에는 짙은 녹색의 포자층이 있다. 포자층은 치마가 펼쳐질 때부터 액화되기 시작하여 자실체 진개가 끝난 후에는 점액이 포자와 함께 흘러내린다. 점액의 향기는 짙

은 밤꽃 냄새가 난다.

치마의 크기는 길이가 85~150 mm, 폭이 85~145 mm이고, 모양은 원추형으로 망을 형성하며, 순백색이다. 치마

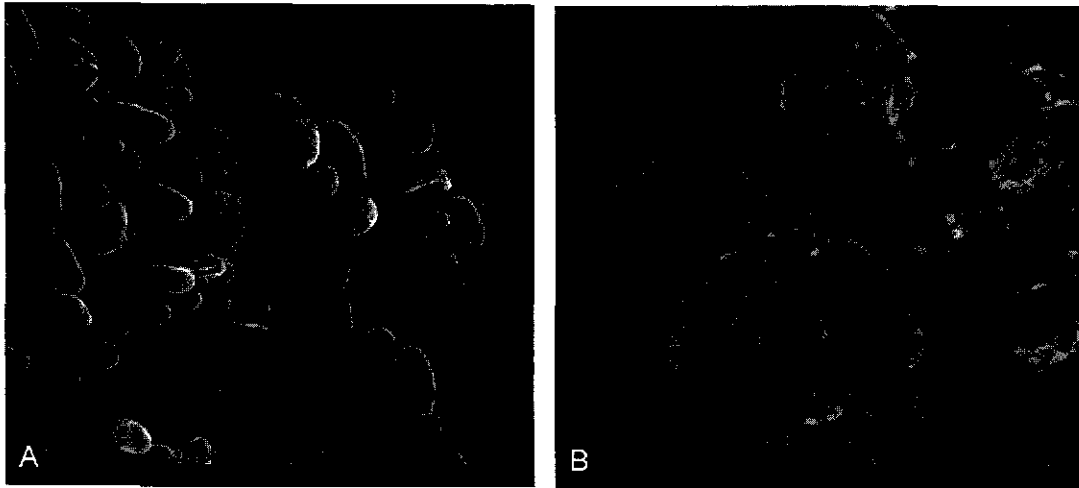


Fig. 3. Scanning electron micrograph of basidiospores of *Dictyophora echinolvata* (KACC 50650). (A: $\times 5,000$; B: $\times 10,000$).

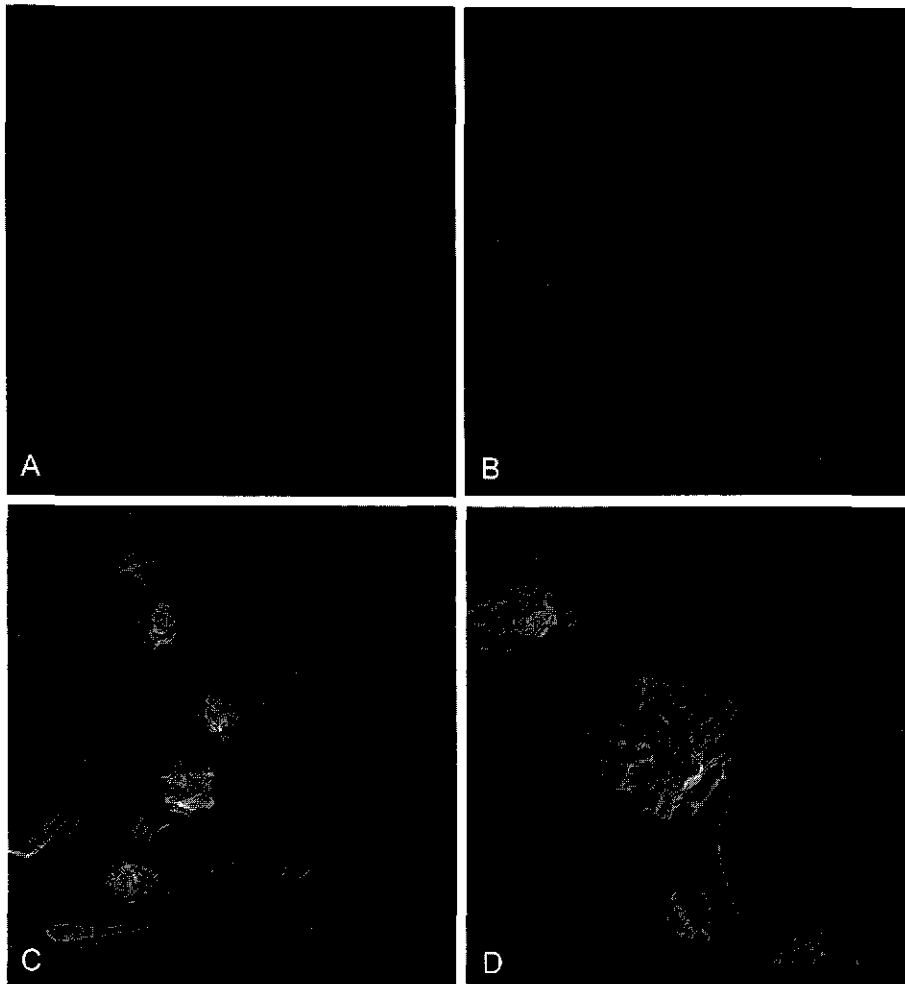


Fig. 4. Micrographs of hyphae of *Dictyophora echinolvata* (KACC 50650). A ($\times 400$) and B ($\times 400$) by OM; C ($\times 3,500$) and D ($\times 10,000$) by SEM.

가 성숙된 그물망 눈의 크기는 $6.5\sim 10.8\times 4\sim 7$ mm이고, 그 모양은 다각형이다. 치마의 전개는 대의 상단에서 시작하여 갓의 안쪽을 지나 아래쪽으로 펼쳐지는데, 대주머니가 덮일 정도로 길게 내려오고 주름이 잡히기도 한다.

대의 크기는 $180\sim 240\times 15\sim 32$ mm로 원통형이며 기부 쪽이 두껍고, 위쪽으로 점차 가늘어지며, 색깔은 백색이다. 대는 갓의 정단부까지 연결되어 있으며, 대 정단부위에서 대 기부의 대주머니와 연결된 부위까지 속이 비어 있고, 정단부위의 구멍 크기는 $9\sim 14\times 6\sim 10$ mm로 유각상타원형이다. 대 하반부의 벽은 3층으로 다각형의 작은 방을 이루어 스폰지 모양이며, 상반부는 대부분 1층의 방으로 되어 있으며 다각형의 작은 방으로 되어 있다. 갓의 안쪽에 있는 대의 정단부는 평활하다. 대, 갓살, 치마는 모두 백색이며 잘 부서지나 건조하면 잘 부서지지 않는다.

대주머니의 크기는 높이가 $15\sim 40\times 35\sim 55$ mm이다. 포자의 크기는 $3.5\sim 5.0\times 1.6\sim 2.3$ μ m이며, 원통형이고 포자 벽은 얇으며 무색이다(Fig. 3). 담자기는 크기가 $13.8\sim 17.8\times 3.0\sim 4.0$ μ m인 부정상 원통형이며, 기부에 협구가 있다. 낭상체(cystidium)는 없다. 대조직(receptaculum)은 크기가 $21.5\sim 51\times 12.5\sim 32$ μ m인 타원형 세포로 이루어져 있으며, 색깔은 무색이다. 치마조직(indusium)은 크기가 $33\sim 42.5\times 27.5\sim 32.5$ μ m인 유구형 또는 타원형 세포로 되어 있고 색깔은 무색이다. 내피조직(endoperidium)은 직경이 $2.0\sim 4.1$ μ m인 균사로 이루어져 있고 격막과 협구가 있으며, 외피조직(exoperidium)은 직경이 $3.0\sim 10.2$ μ m인 균사로써 격막과 협구가 있는데 일부는 팽대되어 있다(Fig. 2).

고찰: 공시균주인 KACC 50650은 본 연구 결과 알 및 대주머니 표면에 있는 백색 침상의 균사들기와 자실체의 치마 길이 등 형태적 특징이 있어서 Zang 등(1988)이 기술한 바와 일치하여 *D. echinovolvata*로 동정하였다. 이 종은 망태버섯속의 대표종인 *D. indusiata*이 알과 대주머니에 침상의 균사들기가 없고, 성숙한 자실체는 생선의 비린 냄새가 나는 점에서 구별된다.

무성세대의 형태

균사는 직경이 $4.4\sim 8.8$ μ m인 사상체이다. 세포벽은 얇고 무색이며, 격막에 협구가 있다. 팽대세포(swelling cell)는 크기가 $24.2\sim 39.6\times 24.2\sim 41.8$ μ m이고, 성장초기에는 타원형으로 팽대해 지며, 성장하면 구형 또는 유구형으로 된다. 팽대세포의 표면은 초기에 평활하고 세포벽이 얇으며 무색이나, 성장하면 표면에 흑상돌기 내지 결정체가 나타난다(Figs. 4, 5). 균총은 깃털 모양의 백색으로 자라며, 중심부에서는 균사속을 형성하여 엽맥상을 이룬다.

고찰: 사례에 배양한 공시균주의 균사체를 현미경으로 관찰한 결과, 후막포자(chlamyospore)의 모양은 성장 초기에는 타원형의 팽대세포(swelling cell)이나 점차 구형으로 된다(Fig. 4), 균총의 중심부에서는 구형의 팽대세포가 많고 가장자리에서는 타원형의 팽대세포가 나타났다.

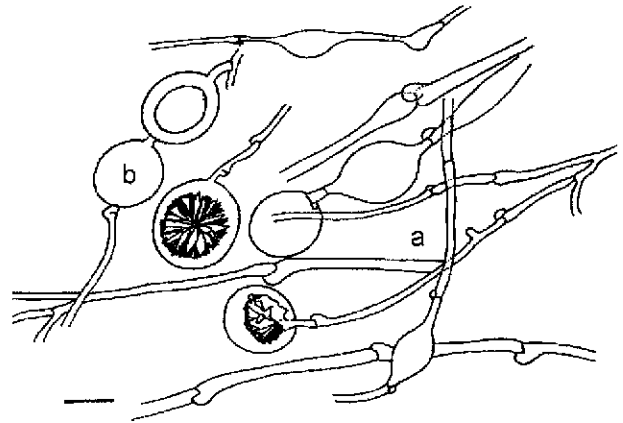


Fig. 5. Microscopic features of hyphae of *Dictyophora echinovolvata* (KACC 50650). a, hyphae; b, swelling cell and hyphae with clamp connections. bar = 12.6 μ m.

문헌상에서 후막포자는 *Fusarium*, *Trichoderma*, *Absidia* 등 토양미생물에서 주로 나타나며, 담지균류 중에서는 특히 볼로초버섯속(*Ganoderma*) 등에서 나타나는 후막포자를 gasterospore라고 하였다(八杉 등, 1996). Tominaga 등(1989)은 망태버섯의 균사가 노화하면 두꺼운 균사를 형성하고 끝이 팽대세포로 비대 성장하며, 성장 후에는 팽대세포로부터 포자 모양의 구상체가 방출된다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 팽대세포가 터지는 현상은 발견되지 않았다.

적 요

본 연구는 농업과학기술원 응용미생물과에 보존된 망태버섯속(*Dictyophora* sp.)에 대한 인공배양 자실체 및 균사체의 형태적 특징을 관찰하였다. 이 버섯의 알과 성숙한 자실체는 대, 치마, 갓, 대주머니로 이루어져 있다. 알은 타원형으로 내피막, 젤라틴층, 외피막으로 싸여 있으며, 표면에는 백색의 침상 균사들기로 싸여 있다. 성숙한 자실체는 대주머니 안에 젤라틴층이 액화되어 남아 있으며, 포자는 갓 위에 짙은 녹색의 포자층을 형성하고 있다. 치마는 대주머니 위로 길게 내려오고, 그물망의 눈은 다각형이며, 밤꽃 냄새가 난다. 균사체에서 후막포자 모양의 팽대세포(swelling cell)가 확인되었으며, clamp connection도 존재하였다. 본 연구를 통하여 공시균주 KACC 50650은 *Dictyophora echinovolvata*로 동정되었으며, 한국명으로는 '흰들기망태버섯'으로 명명하고자 한다.

인용문헌

- 김경수, 유창현, 차동열. 최신식용버섯재배기술. 1995. 385-403. 현안. 서울.
 농촌진흥청, 농업기술연구소. 한국산 버섯류 원색도감(I). 1987. 한진인쇄공사, p. 263.

- 박완희. 원색도감 한국의 버섯. 1991. 교학사. 서울. p. 423.
- 孫榮信. 竹蓀栽培. 1991. 福建三明真菌研究所. p. 22.
- 李國俊. 食用菌栽培技術. 1986. 延辺大. pp. 293-298.
- 이지열. 원색한국버섯도감. 1988. 아카데미서적. 서울. p. 297.
- 八杉龍一, 小關治男, 古谷雅樹, 日高敏隆. 生物學辭典(第 4版). 1996. 岩波書店. 東京. 456b.
- 今關六也, 本郷次雄, 椿啓介. 標準原色圖鑑全集 菌類(きのこ・かび). 1979. 保育社. 大阪. p. 127.
- Burk, W. R. and Smith, D. R. 1978. *Dictyophora multicolor*, Fungi, new to Guam. *Mycologia* (USA). **70**(6): 1258-1259.
- Chang, S. T. 1993. Mushroom biology. Mushroom biology and mushroom products. The chinese university of Hong Kong. 3-17.
- _____ and Miles, P. G. 1984. A new look at cultivated mushrooms. *BioScience*. **34**: 358.
- Cheong, J. C., Kim, G. P., Kim, H. K., Park, J. S. and Chung, B. K. 2000. Cultural characteristics of veiled lady mushroom, *Dictyophora* spp. *Mycobiology* **28**(4): 165-170.
- Du, T., Meng, G. and Bai, D. 1992. Morphology and ecological environment of *Dictyophora duplicata* in Changbaishan Mountains. *Edible Fungi, China*. **14**(1): 6.
- Fan, C., Li, D. and Zhou, Z. 1987. Relation between growth and substrate in *Dictyophora rubrovalvata*. *Acta. Botanica Yunnanica, China*. **9**(2): 209-216.
- Fischer. 1927. *Ann. Myc.* **25**: 472.
- Jia, S., 1990. Wild *Dictyophora* mushroom in Henan province, China. *Edible Fungi (China)* **2**: 7.
- Kobayashi, Y. 1981. Materials on ethnologic and historical mycology(8). *Trans. mycol. Soc. Japan*. **22**: 139-143.
- Tominaga, Y., Tan, W. and Tang, L. M. 1989. Studies of the life history of *Dictyophora indusiata* Fisch. 1. On the structure of young and mature fruiting bodies, tissues and cultured hyphae. 2. On the growth of the young and mature fruiting bodies and features of the tissues and their culture. *Bulletin of the Hiroshima Agricultural College*. **8**(4): 743-766.
- Tomio, O. 1990. *Dictyophora indusiata* f. *lutea* in Ehime Prefecture. *Trans. Mycol. Soc. Japan*. **31**: 405-407.
- Zang, M., Zheng, D. R. and Hu, Z. X. 1988. A new species of the genus *Dictyophora* from China. *Mycotaxon* **33**: 145-148.
- Zeng, D., Hu, Z. and Zhou, C. 1988. A thermophilic delicious "Veiled Lady"-*Dictyophora echinovolva* Zang, Zheng et Hu. *Edible Fungi of China*. **4**: 5-6.