

채소 온실에서 발생한 버섯의 동정 및 특성

석순자¹ · 유기범¹ · 진용주¹ · 김동익² · 김완규^{1*}¹국립농업과학원 농업미생물과, ²화순군 농업기술센터

Identification and Characteristics of Mushrooms Grown in Vegetable Greenhouses

Soon Ja Seok¹, Ki Bum Yoo¹, Yong Joo Jin¹, Dong Ik Kim² and Wan Gyu Kim^{1*}¹Agricultural Microbiology Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju 55365, Korea²Hwasun Agricultural Technology Center, Hwasun 58141, Korea

ABSTRACT : Unusual mushrooms were observed in strawberry and sweet pepper greenhouses in the Hwasun area of Korea in September 2015. The mushrooms usually grew on beds in the greenhouses, frequently along with vegetables. The identity of the mushrooms in the greenhouses and effects of the mushrooms on the growth and quality of vegetables were investigated. Mushroom specimens collected were identified based on their morphological and molecular characteristics. The mushroom specimens collected from the strawberry greenhouse were identified as *Leucocoprinus birnbaumii* and *L. ianthinus*, and those from the sweet pepper greenhouse as *Gymnopilus lepidotus*. These were the first observations of *L. ianthinus* and *G. lepidotus* in Korea. The results revealed that the mushrooms originated from coco peat media used for the beds in the greenhouses. The mushrooms did not affect the growth and quality of the two vegetables.

KEYWORDS : Characteristics, Greenhouse, Identification, Mushroom, Vegetable

서 론

버섯은 자실체를 형성하는 균류로서 대부분 유기물이 있는 토양이나 낙엽, 목재 등에서 부생적으로 많이 발생하며, 일부는 식물에 기생하여 병을 일으키기도 한다[1]. 세계적으로 보고된 10만여종의 균류 중에서 자낭균과 담자균 문에 속하는 많은 종이 버섯에 포함되며, 국내에서는 1,900여종의 버섯이 자생한 것으로 기록되어 있다[2]. 버섯은 일반

적으로 산과 들, 공원 등에서 많이 발생하나, 국내에서는 최근 작물의 시설재배 토양이나 배지에서 여러 종류의 버섯이 발생하였으며, 일부는 작물의 생육에 영향을 미친 것으로 보고되었다[3]. 국내에서는 특히 많은 종류의 채소가 온실 내에서 연속적으로 재배되고 있으며, 채소 재배에 사용되는 퇴비나 상토 대용 배지 원료의 경우 대부분 외국에서 수입되고 있다. 수입 배지 원료는 소독되지 않거나 충분히 부숙되지 않으면 작물 재배 중에 적당한 온도와 습도의 영향을 받아 그 곳에 잔존되어 있던 버섯 균사나 포자가 성장하여 자실체를 형성할 가능성이 매우 높다.

필자들은 최근 채소 재배 농민으로부터 온실 내 배지에 발생한 버섯에 대한 동정 의뢰를 받고 조사한 결과, 일부 버섯은 국내에 보고된 적이 없는 종으로 확인하였다. 온실 내에 발생한 이러한 버섯은 작물이 생육하는 동안에 계속 발생함으로써 농가에서는 버섯 제거 작업에 노동력이 많이 소모될 뿐만 아니라 발생 버섯으로 인한 작물의 피해를 우려하고 있다. 따라서 필자들은 농가로부터 의뢰 받은 채소 온실 내에서 발생한 버섯을 채집하여 동정하고, 이들 버섯의 발생 특성과 재배 작물에 대한 영향을 조사하여 보고하고자 한다.

Kor. J. Mycol. 2016 September, 44(3): 127-131

<http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2016.44.3.127>

pISSN 0253-651X • eISSN 2383-5249

© The Korean Society of Mycology

*Corresponding author

E-mail: kimwg5121@korea.kr

Received June 2, 2016

Revised June 17, 2016

Accepted September 26, 2016

©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. Origin of the mushrooms grown on beds in the vegetable greenhouses and effect of the mushrooms on growth of the vegetables

Vegetables	Mushrooms	Origin	Effect of the mushrooms on growth of the vegetables
Strawberry	<i>Leucocoprinus birnbaumii</i>	Coco peat	No
Strawberry	<i>Leucocoprinus ianthinus</i>	Coco peat	No
Sweet pepper	<i>Gymnopilus lepidotus</i>	Coco peat	No

재료 및 방법

채소 온실 내 버섯 발생 조사 및 분류 동정

2015년 9월에 국내 화순 지역의 농민들로부터 채소 온실 내에서 발생한 버섯에 대한 조사 의뢰를 받고, 현지를 방문하여 버섯의 발생 양상을 조사하였으며, 동정을 위해 버섯의 자실체를 수거하였다. 수거한 버섯 표본의 자실체의 크기, 색상, 담자기 및 포자 등의 형태적 특성을 조사하고, 자실체의 조직 및 포자로부터 균주를 분리하였다. 형태적 특성 및 균주 분리가 완료된 버섯의 자실체는 건조시켜 국립농업과학원 식물균류표본보존센터(HCCN)의 표본실에 보존하고, 분리된 균주는 한국농업미생물자원센터(KACC)에 임시 보존하면서 실험에 사용하였다.

또한 발생 버섯의 분자생물학적 동정을 위하여 분리 균주의 균사체에서 분리한 3균주(KACC54293, KACC54294, KACC54295)를 25°C, potato dextrose agar (PDA)에 배양하고, DNA는 배양된 균사를 일정량 긁어내어 CTAB 추출법으로 추출하였다[4]. Internal transcribed spacer (ITS) 염기서열을 증폭하기 위해 ITS1 (5'-TCCGTAGGTGA ACC TGC-3')과 ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATT GATATG C-3') primer를 사용하였다[5]. Polymerase chain reaction (PCR)

반응조건은 pre-denaturation 94°C 5분, denaturation 94°C 1분, annealing 56°C 1분, extension 72°C 1분 순으로 총 35 cycles, final extension 72°C 10분으로 진행하였다. DNA 시료는 Macrogen (Seoul, Korea)에 의뢰하여 3균주의 염기서열 자료를 확보하였다. 확보한 염기서열 자료는 National Center for Biotechnology Information (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>, USA)의 BLAST program을 사용하여 GenBank에 등록되어 있는 sequence data와 비교 분석하였다. 발생 버섯의 형태학적 특성에 의한 분류 동정은 전 연구자들이 기술한 분류 동정 기준에 따라[6-9] 실시하였으며, 염기서열 분석 결과를 참고하여 최종적으로 종을 동정하였다.

발생 버섯의 채소 생육 및 품질에 대한 영향 조사

조사 기간 중 농가의 채소 온실 내에서 발생한 버섯이 채소작물의 생육과 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 발생 버섯이 채소작물의 생육에 미치는 영향 조사는 버섯이 발생한 채소와 버섯이 발생하지 않은 채소의 생육을 비교하여 수행하였으며, 발생 버섯이 채소작물의 품질에 미치는 영향 조사는 버섯으로 인한 식물체 외형의 변화를 관찰하여 수행하였다.

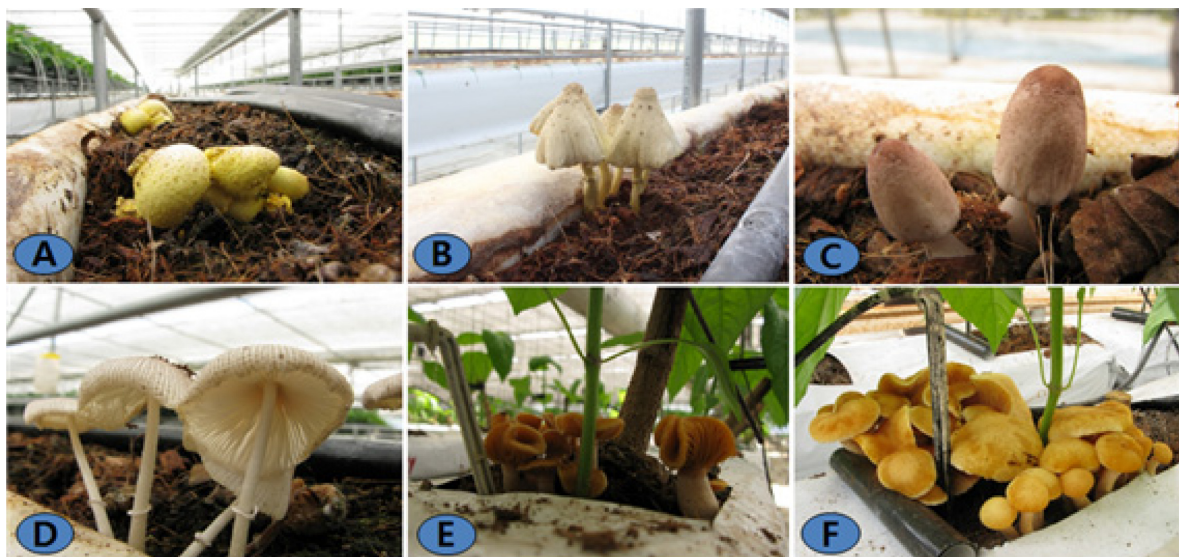
**Fig. 1.** Mushrooms grown on beds in the vegetable greenhouses. A, B, *Leucocoprinus birnbaumii* in the strawberry greenhouse; C, D, *Leucocoprinus ianthinus* in the strawberry greenhouse; E, F, *Gymnopilus lepidotus* in the sweet pepper greenhouse.

Table 2. Result of sequence analysis using GeneBank sequence data of three strain isolated from the greenhouse

Scientific name	Strain No. (Accession No.)	Total score / Similarity (%)
<i>Leucocoprinus birnbaumii</i>	KACC54293 (KX372545)	1192 / 96%
<i>Leucocoprinus ianthinus</i>	KACC54294 (KX372546)	1227 / 99%
<i>Gymnopilus lepidotus</i>	KACC54296 (KX372547)	1188 / 99%

결과 및 고찰

채소 온실 내 발생 버섯의 동정 및 발생 양상

2015년 9월 국내 전남 화순 지역의 채소 재배 온실 내에서 발생한 버섯을 채집하여 조사한 결과, *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Singer 등 3종이 동정되었다(Table 1). 딸기(*Fragaria virginiana* Duch) 재배 온실 내 발생 버섯은 2종이며, *Leucocoprinus birnbaumii*와 *Leucocoprinus ianthinus* (Sacc.) P. Mohr로 동정되었다. 또한 파프리카(*Capsicum annuum* L. var. *angulosum*) 재배 온실 내 발생 버섯은 1종이며, *Gymnopilus lepidotus* Hesler로 동정되었다.

딸기와 파프리카 재배 온실 내에서 발생한 3종의 버섯에 대한 자실체 발생 양상은 Fig. 1에 나타나 있는 바와 같이 비닐로 피복이 되어 있지 않은 묘상에서는 어디에서나 버섯이 발생하였으며, 묘상이 비닐로 피복되어 있는 경우에는 버섯이 주로 피복 비닐의 구멍에서 자라나와 작물의 줄기에 인접하여 발생하였다. 딸기와 파프리카 재배 온실 내에서 발생한 3종의 버섯 중에서 *L. ianthinus*와 *G. lepidotus*는 본 연구를 통하여 국내에서는 처음 발견되었으며, *L. birnbaumii*는 Cho [10]에 의해 국내에서 발생하는 것으로 보고된 바 있다. 이들 3종의 버섯에 대한 형태학적 및 분자

생물학적 특성에 의한 분류 동정 결과는 다음과 같다.

노란각시버섯 *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Singer, Sydowia 15 1-6: 67, 1962 (Table 2; Fig. 1A, 1B; Fig. 2A, 2D)

[분류학적 위치] 주름버섯과(Agaricaceae), 주름버섯목(Agaricales), 주름버섯강(Agaricomycetes), 담자균문(Basidiomycota)

[육안적인 특징] 갓은 크기가 24~58 mm이고, 모양은 성장초기에 원추형이나 성장하면 종형반반구형~중앙볼록 편평형으로 된다. 표면은 건성이고, 유황색~난황색을 띠고, 면모상의 인피가 있으며, 주변 부위에는 방사상으로 홈선이 있고 부채형이다. 조직은 얇고, 막질이며, 황색이다. 맛과 향기는 불분명하거나 부드럽다.

주름살은 떨어진 주름살이고, 약간 뻣뻣하며, 폭은 좁고, 담유황색~담황색이다. 주름살날은 평활하다. 대는 크기가 47~84 × 4.2~9 mm로 원통형이고, 하부는 팽대하여 역근봉형이다. 표면은 건성이며, 유황색~난황색을 띠고, 평활하거나 분질이 있으며, 다소 종으로 가늘고 미세한 섬유질~면모상이 있다. 성장하면 대의 속은 비어 있다. 턱받이는 막질이고, 유황색~난황색을 띤다.

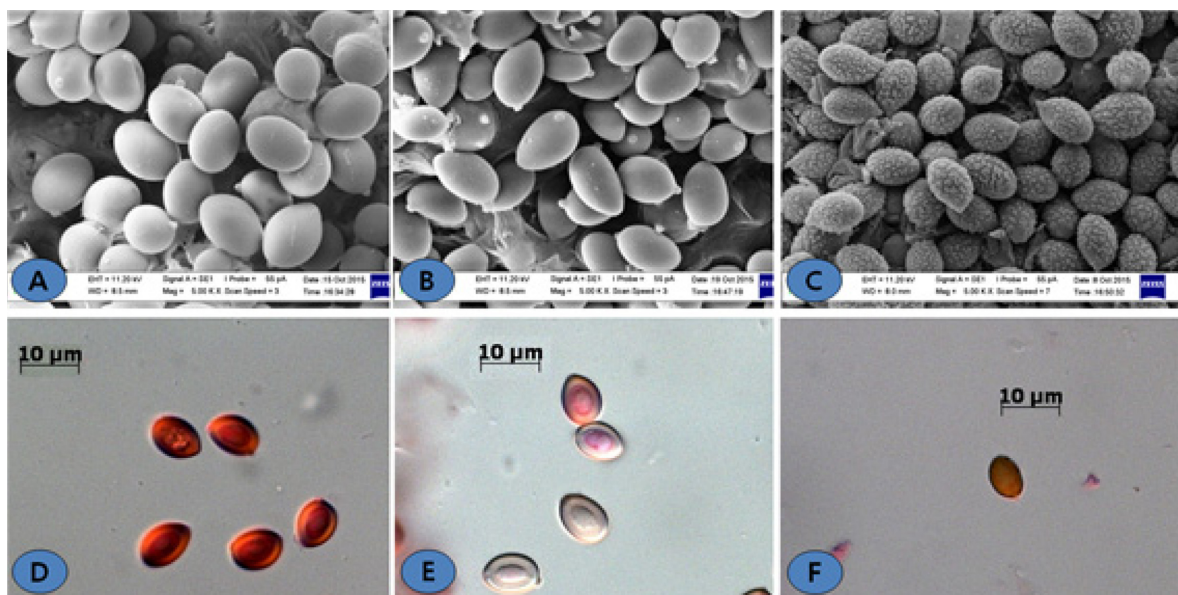


Fig. 2. Basidiospores of three species of mushrooms collected from the vegetable greenhouses observed by SEM (A~C) and light microscope (D~F). A, D, *Leucocoprinus birnbaumii*; B, E, *Leucocoprinus ianthinus*; C, F, *Gymnopilus lepidotus*.

[현미경적 특징] 포자는 크기가 $8\sim 13.8 \times 5.5\sim 9 \mu\text{m}$ 로 모양은 난형이고, 평활하며, 포자벽은 두껍고, 발아공은 분명하며, 무색이다. 포자문은 백색이다.

[발생시기 및 장소] 봄~가을에 온실, 화분, 죽림 내 퇴비에 소수 군생 또는 단생한다. 비교적 흔한 종이다

[시험재료] 전남 화순군, 2015.9.7, (HCCN27142)

라일락각시버섯 (가칭) *Leucocoprinus ianthinus* (Sacc.) P. Mohr, Boletus 18(2): 48, 1994. (Table 2; Fig. 1C, 1D; Fig. 2B, 2E) [11]

Syn. : *Leucocoprinus lilacinogranulosus* (Henn.) Locq

(명명사유: 갓이 라일락 색을 띠고 있으므로 갓의 색을 묘사하여 종명을 붙임)

[분류학적 위치] 주름버섯과(Agaricaceae), 주름버섯목(Agaricales), 주름버섯강(Agaricomycetes), 담자균문(Basidiomycota)

[육안적인 특징] 갓은 크기가 $12\sim 24 \text{ mm}$ 이고, 모양은 성장초기에 원통형이나 성장하면 종형반반구형~중앙볼록편평형으로 된다. 표면은 건성이고, 흰색~연분홍을 띠고, 면모상의 인피가 있으며 인피의 색상은 라일락색을 띤다. 주변부위에는 방사상으로 홈선이 있고 부채형이다. 조직은 얇고, 막질이며, 백색이다. 맛과 향기는 불분명하거나 부드럽다. 주름살은 떨어진 주름살이고, 약간 뻣뻣하며, 폭은 좁고, 흰색이다. 주름살날은 평활하다. 대는 크기가 $32\sim 43 \times 1.2\sim 3 \text{ mm}$ 로 원통형이고, 하부는 팽대하여 역근봉형이다. 표면은 건성이며, 흰색~연황색을 띠고, 평활하거나 분질이 있으며, 다소 종으로 가늘고 미세한 섬유질~면모상이 있다. 성장하면 대의 속은 비어 있다. 턱받이는 막질이고, 흰색을 띤다.

[현미경적 특징] 포자는 크기가 $8\sim 12 \times 6.3\sim 7.8 \mu\text{m}$ 로 모양은 타원형이고, 평활하며, 포자벽은 두껍고, 발아공은 분명하며, 무색이다. 포자문은 백색이다.

[발생시기 및 장소] 가을에 딸기 온실의 코코피트 퇴비에 소수 군생 또는 단생한다.

[시험재료] 전남 화순군, 2015.9.7, (HCCN27143)

비늘미치광이버섯(가칭) *Gymnopilus lepidotus* Hesler, Mycol. Mem. 3: 40. 1969. (Table 2; Fig. 1E, 1F; Fig. 2C, 2F) [12]

(명명사유: 갓 표면이 인편으로 덮여 있는 특성을 반영하여 종명을 명명함)

[분류학적 위치] 막버섯과(가칭, Hymenogastraceae), 주름버섯목(Agaricales), 주름버섯강(Agaricomycetes), 담자균문(Basidiomycota)

Hymenogastraceae (막버섯과)

(명명사유: 끈적버섯과(Cortinariaceae)에서 자실체의 내피막이 막(membrane)의 형태로 되어 있는 속(genus)이 대부분 이동하여 본 과를 구성)

[육안적인 특징] 갓은 크기가 $14\sim 47 \text{ mm}$ 이고, 성장초기에는 반구형이나 성장하면 반반구형~편평형으로 된다. 표면은 건성이고, 와인색, 오렌지색, 자갈색을 띠며, 초기에는 표면이 거의 평활하나 성숙하면 표면이 불규칙하게 귀열상으로 갈라지며, 수 많은 반전 또는 직립의 섬유상 인피가 나타난다. 갓 끝은 성장 초기에 안쪽으로 굽어 있으나 성장하면 펴진다. 조직은 섬유질상 육질이고, 약간 보라색을 띤다. 향기는 특별하지 않다. 주름살은 완전불은주름살~끝불은주름살이며, 약간 성글거나 약간 뻣뻣하고, 초기에는 담황토색이나 차차 암등황갈색을 띤다. 주름살날은 미분질상이다. 대는 크기가 $35\sim 85 \times 4\sim 10 \text{ mm}$ 로 원통형이며, 상하의 굵기는 비슷하나, 기부는 약간 굵고, 대부분 중심형이나 종종 약간 편심형도 있으며, 종종 약간 굽어 있거나 약간 뒤틀려 있다. 표면은 건성이고, 갓과 같은 색을 띠며, 종으로 짙은 색의 섬유상 선이 있다. 턱받이는 막질이고, 대 상부 1/3 부위에 있으며, 조락성이다.

[현미경적 특징] 포자는 크기가 $7\sim 8.6 \times 5\sim 5.7 \mu\text{m}$ 로 타원형이며, 표면은 미세한 돌기가 있고, 발아공과 포자반이 없으며, 포자문은 밝은 적갈색이다.

[발생시기 및 장소] 가을에 파프리카 온실의 코코피트에서 군생한다.

[시험재료] 전남 화순군, 2015.9.7, (HCCN27144)

발생 버섯의 유래 및 채소작물에 대한 영향

전남 화순 지역의 채소 온실 내에서 발생한 3종의 버섯에 대한 유래 및 채소작물에 대한 영향을 조사한 결과, Table 1에 나타나 있는 바와 같이 *L. birnbaumii* 등 3종의 버섯은 모두 온실 내에 사용한 코코피트(coco peat) 배지에서 비롯된 것으로 밝혀졌다. 또한 발생한 버섯의 재배 채소작물에 대한 영향을 분석한 결과, 3종 모두 각 채소작물의 식물체 생육 및 품질에는 아무런 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 한편 버섯이 발생한 부위의 코코피트는 버섯의 균사체가 엉겨 붙어 단괴가 형성되었다.

Seok과 Kim [3]은 채소 온실 내에서 발생한 버섯 중에서 *Coprinus aoki*는 부추의 잎에 그을음 증상을 일으키고, *Conocybe rickenii* f. *tetrasporique*는 민들레의 생육을 억제하며, 잎에 그을음 증상을 일으키는 것으로 보고하였다. 본 연구 결과, 채소 온실 내 발생한 버섯 3종은 모두 작물에 직접적인 피해를 일으키지는 않았으나, 버섯의 균사체가 코코피트 배지와 함께 단괴를 형성함으로써 작물의 양분과 수분 흡수를 저해할 것으로 여겨지며, 이러한 단괴의 형성으로 뿌리의 활착이 나빠져 이차적인 피해를 입을 수 있을 것으로 추정된다.

본 연구를 통하여 딸기와 파프리카 재배 온실 내에서 발생한 3종의 버섯은 모두 코코피트 배지에서 비롯되었는데, 현재 농가에서 채소 재배를 위해 사용되는 코코피트는 모두 동남아 지역의 국가에서 수입된 것이며, 소독되지 않은 상태로 사용되고 있다. 따라서 코코피트를 채소작물 재배

용으로 사용할 경우에는 버섯 발생을 막기 위해 사전에 코코피트에 버섯이 감염되어 있는지 확인 후 감염되지 않은 것을 사용하거나, 소독 후 사용해야 할 것으로 생각된다.

적 요

2015년 9월 한국 화순 지역의 딸기와 파프리카 온실 내 묘상에서 이례적으로 버섯이 발생하였으며, 흔히 채소 식물체와 함께 자랐다. 필자들은 온실 내 발생한 버섯의 발생 양상과 발생 버섯이 채소 작물의 생육과 품질에 미치는 영향을 조사하였으며, 온실 내 묘상으로부터 발생한 버섯 시료를 채집하여 형태적 및 분자생물학적 특성에 의해 동정하였다. 딸기 온실 채집 버섯 시료는 *Leucocoprinus birnbaumii*와 *L. ianthinus*로 동정되었으며, 파프리카 온실 채집 버섯 시료는 *Gymnopilus lepidotus*로 동정되었다. 동정된 3종의 버섯 중에서 *L. ianthinus*와 *G. lepidotus*는 한국에서 처음 발견되었다. 조사 결과, 발생 버섯은 묘상에 사용된 코코피트에서 비롯된 것으로 밝혀졌으며, 온실 내 채소작물의 생육과 품질에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

Acknowledgements

This study was supported by a grant (Project No. PJ01 12482015) National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration (RDA), Korea.

REFERENCES

1. Alexopoulos CJ, Mims CW, Blackwell M. Introductory mycology. 4th ed. New York: Wiley; 1996.
2. The Korean Society of Mycology. List of mushrooms in Korea. Seoul: The Korean Society of Mycology; 2013.
3. Seok SJ, Kim WG. Identification and characteristics of mushrooms grown with vegetables cultivated in the greenhouse. Kor J Mycol 2013;41:212-7.
4. Doyle JJ, Doyle JL. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochem Bull 1987;19:11-5.
5. 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.
6. Breitenbach J, Kranzlin F. Fungi of Switzerland, Vol.2: non gilled fungi. Lucerne: Verlag Mykologia; 1986.
7. Hemmes DE, Desjardin DE. Mushrooms of Hawaii. Berkeley: Ten Speed Press; 2002.
8. Royal Botanic Gardens Kew. Index Fungorum [Internet]. London: Royal Botanic Gardens Kew; 2008 [cited 2016 Jun. 1]. Available from: <http://www.indexfungorum.org>.
9. Jülich W. Studies in resupinate Basidiomycetes--III. Persoonia 1975;8:291-305.
10. Cho DH. Taxonomical study on lepiota genus of Korea. J Gwangju Health Jr Coll 1984;9:83-91.
11. Gierczyk B, Dubiel G. *Leucocoprinus lilacinogranulosus* (Henn.) Locq. in Poland. Acta Mycol 2014;49:59-67.
12. Hesler LR. North American species of *Gymnopilus*. New York: Hafner; 1969.