

Note	Open Access
------	-------------

*Entyloma cosmi*에 의한 코스모스 흰감부기병 발생박지현 · 조성은 · 박미정 · 홍선희¹ · 신현동*고려대학교 환경생태공학부, ¹고려대학교 환경생태연구소Occurrence of White Smut Caused by *Entyloma cosmi* on *Cosmos bipinnatus* in KoreaJi-Hyun Park, Sung-Eun Cho, Mi-Jeong Park, Sun-Hee Hong¹ and Hyeon-Dong Shin*

Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul 136-701, Korea

¹Institute of Environment and Ecology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

(Received on March 8, 2012; Revised on June 16, 2012; Accepted on June 18, 2012)

In July 2011, hundreds of garden cosmos (*Cosmos bipinnatus*) were found to be infected with a white smut in Namyangju. Further surveys in central Korea showed that the disease occurred in all the nine localities visited, with disease incidence rate of >50%. Symptoms manifested as pale-green to chlorotic areas on the leaves, followed by white mildew development on lesions. The lesions usually coalesced and became necrotic, considerably reducing the aesthetic value. Caespituli were initially hypophyllous but later epiphyllous as well. Conidiophores were 10–40 in moderately dense fascicles, hyaline throughout, mostly guttulate, 20–45 × 2–4 μm, obtuse at the apex, and had inconspicuous conidial scars. Conidia were solitary, botuliform, hyaline, aseptate, mostly guttulate, apex rounded, base rounded to truncate, 17–24 × 3.5–5 μm, hilum inconspicuous, unthickened, and not darkened. Sori were rounded to elongated, resulting in first white and later brown leaf spots. Teliospores embedded in the leaf tissue were subglobose to ellipsoidal, subhyaline to pale yellowish-brown, 12.5–20 × 10–15 μm. These morphological characteristics corresponded with those of *Entyloma cosmi* Vánky, Horita & Jage. This is the first report of white smut disease of garden cosmos due to infection of *E. cosmi* in Korea.

Keywords : Garden cosmos, Teliospore

코스모스(*Cosmos bipinnatus* Cav.)는 국화과(Asteraceae)에 속하는 1년생 초본식물로 멕시코 원산이다. 코스모스는 1938년 이후에 우리나라에 도입된 것으로 알려져 있으며, 인위적 경로로 인간의 왕래와 화물의 수출입 등의 과정을 통해 유입되었을 것으로 추정된다. 관상용으로 전국에 걸쳐 재배하고 있으며, 최근 일부가 일출하여 야생화된 것도 많다(Park, 2009). 코스모스는 가을꽃의 대명사처럼 알려져 왔으나 최근에는 신품종이 육성 보급되어 개화기도 6월부터 10월까지 확대되었으며 화색도 무척 다양해졌다. 이에 따라 지방자치단체에서 코스모스를 군식하여 꽃길이나 꽃밭을 조성하는 사례가 늘어나고 있다.

대전에서는 하천변을 따라 21만4000 m²에 달하는 코스모스 꽃길을 조성하였으며, 군산에서도 금강 연안도로변을 따라 6 km²에 코스모스 꽃밭을 조성하는 등 집단화된 형태의 식재가 많이 이루어지고 있다.

한편, 코스모스는 약재로서도 많은 효능이 알려져 있는데, 한방에서는 뿌리를 제외한 부분을 추영(秋莢)이라 하여 눈의 충혈과 종기를 없애는데 탁월하다고 알려져 있다. 최근에는 코스모스 추출물의 항산화 효과에 대한 연구도 활발하다(Jang 등, 2008; Woo 등, 2010). 또한 코스모스를 이용한 식물복원(phytoremediation)은 토양으로부터 유해한 오염물질을 제거하거나 안정화시키는데 도움이 될 뿐만 아니라 환경교란을 최소화할 수 있으며, 저렴한 비용으로 경관조성까지 가능할 것으로 예상되고 있다(Kang 등, 2004).

우리나라에서 코스모스에 발생하는 진균성 병해로는

*Corresponding author

Phone) +82-2-3290-3063, Fax) +82-2-921-1715

Email) hdshin@korea.ac.kr

*Colletotrichum acutatum*에 의한 탄저병과 *Podosphaera fusca*(=*Sphaerotheca fusca*)에 의한 흰가루병 등 2가지만 기록되어 있다(The Korean Society of Plant Pathology,

2009). 일본에서는 *Verticillium dahliae*에 의한 반쪽시들음병, *Alternaria* sp.에 의한 검은곰팡이병, *Sphaceloma* sp.에 의한 더듬이병, *Rhizoctonia solani*에 의한 모잘록병,

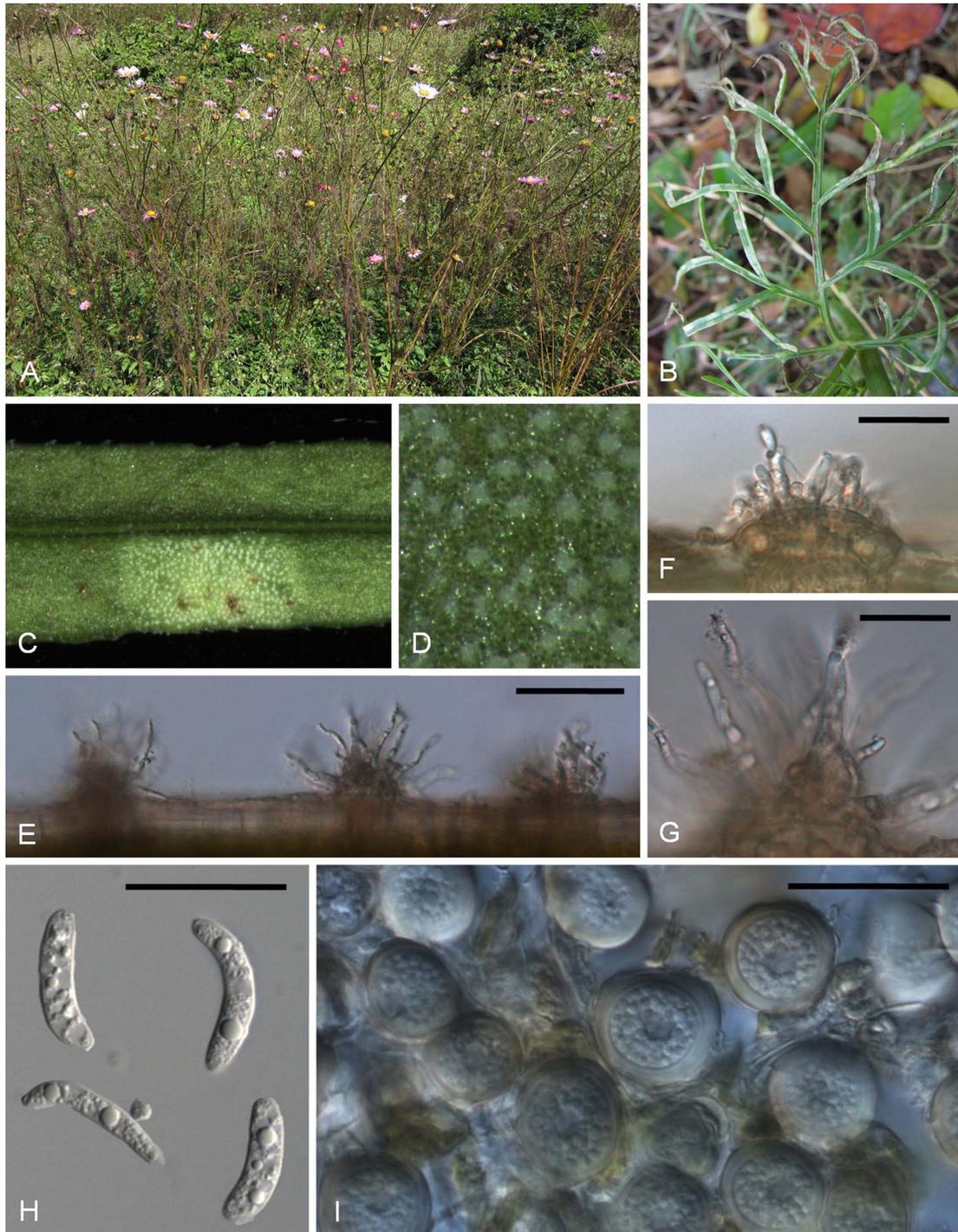


Fig. 1. White smut disease of garden cosmos due to infection of *Entyloma cosmi*. (A) Epidemic occurrence of the disease in mid-September 2011, decreasing the plant's aesthetic value. (B) Typical symptoms, resulting in necrosis of the entire leaf. (C) White mildew developing on the abaxial surface of a leaf. (D) Close-up view of white mildew. (E) Conidiophores. (F) Young conidiophores. (G) Mature conidiophores with guttules. (H) Conidia. (I) Teliospores embedded in leaf tissue. Scale bar = 50 μ m for E and 20 μ m for F-I.

Colletotrichum acutatum 및 *Gloeosporium* sp.에 의한 탄저병, *Podosphaera fusca*에 의한 흰가루병 등 6가지 병해가 보고되었다(The Phytopathological Society of Japan, 2000). 최근에 *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병, *Entyloma cosmi*에 의한 흰무늬병(白斑病, white smut), *Phomopsis arctii*에 의한 줄기마름병, *Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 균핵병 등 4가지 병해가 추가되었다(The Phytopathological Society of Japan, 2011).

저자들은 우리나라의 식물병원성 곰팡이를 수집하는 과정에서 2011년 7월에 남양주에서 코스모스에 앞서 알려지지 않았던 증상이 크게 발생함을 발견하였다. 이어 황성, 양평, 홍천, 삼척, 강릉을 비롯한 여러 지역에서도 같은 증상이 생겨서 큰 피해를 입히는 것을 확인하였는데 (Fig. 1A), 이러한 증상은 *E. cosmi*라는 일종의 곰팡이균에 의한 피해라는 것을 알았다. 본 연구에서는 이 병의 병징, 병원균의 균학적 특징, 발생상황 등을 보고하고자 한다.

병징 및 발병상황. 초기에는 잎 뒷면에 퇴록부분이 생기고 차츰 담녹색의 돌기가 송골송골 돌아나서 마치 흰 점을 찍어놓은 듯하였다(Fig. 1B-D). 병세가 진전되면서 흰색의 곰팡이가 서릿발처럼 피어나는데, 흔히 엽맥에 의해 제한된 퇴색부분이 생기면서 주로 직사각형의 병반으로 나타났다(Fig. 1C). 잎 앞면은 주로 연녹색으로 변하거나 퇴록하는 모습을 보였다. 병세가 더욱 심해지면서 잎 앞면에서도 뒷면과 동일한 병반이 나타나기 시작하였으며, 결국 병반이 차츰 확대되면서 병환부는 괴사되었다(Fig. 1B). 따라서 잎이 전체적으로 마르거나 뒤틀리면서 기형으로 변하였고, 식물체는 온통 갈색 내지 흑갈색으로 변하여 관상적 가치가 크게 떨어졌다(Fig. 1A, B).

문헌 조사와 현미경 관찰 등을 통해서 이러한 증상은 외국에서 알려진 *E. cosmi*에 의한 white smut(가칭, 흰곰팡이병)임을 확인하였다. 이 병은 2011년 7월 초순에 경기도 남양주시 축령산자연휴양림에서 순환관찰로를 따라 식재한 코스모스에서 대발생하고 있음이 발견되었다. 수백 그루의 코스모스를 확인한 결과 발병률(발병개체/조사개체)은 100%였다. 그 후 강원도 홍천군 북방면, 횡성군 서원면, 삼척시 근덕면, 강릉시 성산면 등에서도 흰곰팡이병이 대발생함을 확인하였다. 9월 중순에는 강원도 횡성군에서 관광객을 위해 식재해 놓은 2 ha 정도의 코스모스 꽃밭에서도 흰곰팡이병이 대발생하였으며, 경기도 양평군에서는 산책로를 따라 식재된 수백 미터의 코스모스 꽃길에서도 동일한 증상이 확인되었다. 그 외에도 저자들이 방문한 총 9개 지역에서는 모두 이 병의 발생이 확인되었는데, 발병률이 모두 50% 이상이었고 대발생한 지역이 많았다. 또한 9월 중순 이후에는 대부분의 잎이 거의

마르거나 괴사되어 갈색 내지 흑갈색으로 변하여 흉한 모습이었다. 채집된 시료들은 건조표본으로 제작되어 고려대학교 식물표본실(KUS)에 보존되어 있다.

한편, 코스모스 흰곰팡이병균은 이미 2001년 이후 5차례나 우리나라에서 채집되어 고려대학교 식물표본실에 보존되어 있었다. 즉, KUS-F18443(강원도 홍천군 북방면 강원대학교학술림 인근, 17 Sep. 2001, leg. H.D. Shin, det. H.D. Shin), F19110(강원도 평창군 봉평면 산채시험장 입구, 27 Sep. 2002, leg. H.D. Shin & Y.J. Choi, det. H.D. Shin), F19243(강원도 홍천군 북방면 연화사 인근, 11 Oct. 2002, leg. H.D. Shin & Y.J. Choi, det. H.D. Shin), F20722(강원도 홍천군 북방면 연화사 인근, 18 Sep. 2004, leg. H.D. Shin & Y.J. Choi, det. H.D. Shin), F22843(강원도 홍천군 북방면 강원대학교학술림 인근, 9 Sep. 2007, leg. H.D. Shin & M.J. Park, det. H.D. Shin) 등 5점인데, 이 시기에 채집된 것들은 식물병리학적으로 중요성을 부여하거나 기록할 만큼 충분하지 않은 소량의 시료였으므로 균학적 가치로서 보존되었다(신현동, 미발표). 과거와 달리 2011년에 이렇게 대발생한 것은 아마도 저온다습 날씨가 지속되었기 때문으로 판단된다. 기상청 과거날씨정보(<http://www.kweather.co.kr/past/past.htm>)에 따르면 중부지방(강원도 홍천군 검색)에서 2011년 6월 21일부터 8월 31일까지 총 71일 중에 47일이 비가 내린 것으로 집계되어 있다. 따라서 오랜 장마로 인하여 저온다습한 환경이 지속되면서 이 병이 크게 발생했던 것으로 판단된다.

병원균의 형태적 특징. 이러한 병징을 일으키는 원인균을 동정하기 위하여 코스모스 잎에 생긴 병반과 그 위에 형성된 곰팡이를 신선한 상태로 검경하였다. 이 곰팡이의 분류학적 특성을 파악하거나 크기를 측정하기 위해서는 명시야광학현미경(BX51, Olympus, Tokyo, Japan)을 사용하였고, 현미경사진은 미분간섭현미경(Axio Imager, Carl Zeiss, Göttingen, Germany)을 이용하여 촬영하였다. 분생포자다발(caespituli)은 발병 초기에는 잎 뒷면에서 발생하다가 후기로 갈수록 잎 앞면에서도 나타나기 시작하였다. 분생포자경(conidiophores)은 10-40개 정도가 다소 뾰족한 다발을 형성하는데, 주로 기공하포에 형성된 자좌 위에서 발생하여 기공을 통하여 돌출되지만 때로는 각피 아래에 형성된 자좌가 각피조직을 붕괴시키면서 위로 돌출되기도 하였다(Fig. 1E). 이들은 무색이며, 드물게 가지를 형성하며, 대부분 기름방울을 가지며, 길이 20-45 μm 에 폭 2-4 μm 이며, 꼭대기는 대체로 둥근 편이며, 분생포자흔은 뚜렷하지 않았다(Fig. 1F, G). 분생포자(conidia)는 단생하며, 소시지 모양이며, 무색이며, 단세포이며, 대부분 기름방울을 가지며, 위쪽은 둥글고 아래쪽은 둥글거

나 절단형이며, 길이 17-24 µm에 폭 3.5-5 µm이며, 배꼽은 뚜렷하지 않았다(Fig. 1H). 포자퇴(sori)는 둥글거나 길쭉하며, 초기에는 희끗하게 보이나 후기에는 갈색의 점처럼 보였다. 겨울포자(teliospores)는 병반의 조직 속에 박혀있으며, 근원형이거나 타원형이며, 무색에 가깝거나 황갈색이며, 길이 12.5-20 µm에 폭 10-15 µm였다(Fig. 1I). 겨울포자 세포벽은 두께 2-4 µm이며, 이중층이며, 내층은 균일하지만 외층은 불규칙한 모양을 나타냈다. 이러한 균학적 특징은 앞선 연구(Horita와 Haga, 1998; Vánky 등, 2005a)에서 보고된 코스모스 흰감부기병의 병원체 *E. cosmi* Vánky, Horita & Jage와 일치하였다(Table 1). 다만, 이 종을 신종으로 발표한 Vánky 등(2005a)은 원기재에서 분생포자의 크기를 길이 10-13 µm에 폭 2-2.5 µm라고 하였는데, 저자들의 측정치는 길이 17-24 µm에 폭 3.5-5 µm로서 약 2배의 차이를 나타냈다. 한편 Horita와 Haga(1998)가 일본에서 처음 이 곰팡이를 기록할 때는 분생포자를 길이 13.6-21.5 µm에 폭 2.8-4.7 µm라고 하였는데, 이 측정치는 우리나라 시료와 크게 다르지 않다. 따라서 Vánky 등(2005a)의 원기재는 오류로 판단되며, 아마도 크기 측정에 사용한 대물렌즈의 절대값을 곱셈하는 과정에서 생긴 계산 착오라고 추정된다.

*Cosmos*속 식물에서 보고된 흰감부기병균은 *E. calendulae*, *E. cosmi*, *E. holwayi* 등 총 3종이다(Farr와 Rossman, 2012). 이 중 *E. calendulae*는 미국(루이지애나)과 멕시코에서 노랑코스모스(*C. sulphureus*)에만 기록되었으나, 최근에 *E. holwayi*로 재동정되었다(Vánky 등, 2005a). 코스모스에는 *E. cosmi*와 *E. holwayi*가 기록되어 있는데, 두 종은 포자퇴와 겨울포자의 형태로 쉽게 구별되므로 동정에는 어려움이 없다(Table 1). *E. cosmi*에 의한 코스모스 흰감부기병은 지금까지 일본과 독일에서만 알려져 있다(Farr와 Rossman, 2012). 따라서 한국에서 이 병의 보고는 일본(Horita와 Haga, 1998; Vánky 등, 2005a)과 독일(Vánky 등, 2005a)에 이어 세계적으로 세 번째이다.

한편, *E. cosmi*가 무성세대를 형성하는 반면에 *E. holwayi*는 무성세대를 형성하지 않는다는 특성으로 구분짓기도

한다. 그러나 *E. cosmi*가 분생포자경은 잘 형성하지만 분생포자의 형성은 드물게 관찰되므로 분생포자 세대가 이 곰팡이의 생활환에서 전염원(inoculum)으로서의 역할을 하는지 알려진 바 없다. 이 곰팡이가 채집된 일본과 독일에서도 아직 이 종의 순수배양체를 획득하지 못하고 있으며, 저자들도 분생포자로부터 단포자 균주를 획득하려고 다양한 방법으로 배양을 시도하였으나 실패하였다.

코스모스와 노랑코스모스 모두 멕시코 원산의 관상식물로 지금은 전세계적으로 널리 재배되고 있다. 노랑코스모스 흰감부기병은 *E. holwayi*에 의해 발생하며 멕시코와 미국 루이지애나(원래 멕시코에 속했던 미국 남부의 주)에서만 알려져 있다. 반면에 코스모스 흰감부기병은 일본과 독일에서는 *E. cosmi*에 의해 발생하며(Vánky 등, 2005a), 독일에서는 *E. holwayi*에 의한 발생도 한 차례 기록되었다(Vánky 등, 2005b). 따라서 코스모스 흰감부기병은 코스모스 원산지인 멕시코(미국 남부 포함)에서는 발견된 바 없고, 일본과 독일에 이어 한국에서 발견된 것은 매우 흥미로운 사실이다. 즉, *Cosmos*(기주)-*Entyloma*(병원체)의 조합에 관한 상당한 학술적 문제가 미해결 상태에 있다.

앞서 발병상황에서 언급한 바와 같이 2011년에 한국에서 *E. cosmi*에 의한 코스모스의 흰감부기병이 대발생한 것은 식물병리학적으로 시사하는 바가 크다고 생각된다. 즉, 저온다습한 환경이 지속되면 이 병은 언제든지 대발생할 가능성을 크며, 특히 장마기간(한국에서는 대개 6월 하순부터 7월 중순)에 이러한 환경이 조성되면 코스모스는 일찍 관상적 가치를 잃어버려 정작 가을철에는 코스모스 군락을 감상할 수 없을 수도 있다. 특히 최근에 코스모스를 대규모로 군식하는 사례가 많아진 것도 이 병의 대발생과 무관하지는 않을 것으로 판단된다. 코스모스 꽃길이나 꽃밭의 조성에서는 이 병의 발생에 대한 고려가 포함되어야 한다고 생각된다.

앞에서 언급한 *Cosmos-Entyloma*의 조합에 대한 학술적 문제, 흰감부기병균류의 분자적 분류체계 도입, 병원성 검정 및 기주범위 조사, 흰감부기병의 대발생에 대한 품종적 고려, 신품종 육성에서의 저항성 도입 등 여러 문제에

Table 1. Comparison of morphological characteristics of *Entyloma* species on *Cosmos* species examined by different authors

	Host plant	Conidiophores (µm)	Conidia (µm)	Teliospores (µm)	Teliospores Wall (µm)	References
Present isolate	<i>Cosmos bipinnatus</i>	20-45×2-4	17-24×3.5-5	12.5-20×10-15	2-4	
<i>Entyloma cosmi</i>	<i>C. bipinnatus</i>	10-40×2-3	10-13×2-2.5*	10.5-21×9.5-16	1.5-4(-5)	Vánky et al. (2005a)
<i>E. cosmi</i>	<i>C. bipinnatus</i>	not described	13.6-21.5×2.8-4.7	10.9-14×10.1-12.8	1.9-3.5	Horita and Haga (1998)
<i>E. holwayi</i>	<i>C. sulphureus</i>	absent	absent	9-15×8-13	(1-)-1.5-3(-3.5)	Vánky et al. (2005a)

*The smaller size of the conidia may be due to a calculation error. The present authors presume that the size was twice of that reported, i.e., 20-26×4-5 µm.

대한 가장 기본적인 주춧돌은 균주의 확보라고 할 수 있다. 지금까지 이 병의 발생 사례가 적었고, 발병에 대한 병리학적 접근보다는 균학적 접근이 우선시 되었었고, 이 병원균의 균주 획득이 없었던 등 제반 기초연구가 매우 부족하였다. 따라서 이 병원균의 배양법에 관한 연구가 가장 선행되어야 할 것으로 판단된다.

요 약

2011년 7월 남양주에서 코스모스에 흰깜부기병이 크게 발생함을 발견하였다. 중부지방의 코스모스 집단식재지 9곳을 답사한 결과, 모두 50% 이상의 발병률을 보였다. 초기 병징은 잎에 담녹색이거나 퇴색부위가 생기고, 이어서 병반에는 흰 곰팡이가 서릿발처럼 밀생하였다. 각 병반이 융합되고 괴사되면서 식물체의 관상적 가치는 크게 훼손되었다. 분생포자다발은 잎 뒷면에 생기나 발병 후기에는 앞면에서도 관찰되었다. 분생포자경은 10–40개 정도가 다소 뾰뾰한 다발을 형성하며, 무색이며, 대부분 기름방울을 가지며, 길이 20–45 μm 에 폭 2–4 μm 이며, 꼭대기는 대체로 둥근 편이며, 분생포자흔은 뚜렷하지 않았다. 분생포자는 단생하며, 소시지 모양이며, 무색이며, 단세포이며, 대부분 기름방울을 가지며, 위쪽은 둥글며, 아래쪽은 둥글거나 절단형이며, 길이 17–24 μm 에 폭 3.5–5 μm 이며, 배꼽은 뚜렷하지 않았다. 포자되는 둥글거나 길쭉하며, 초기에는 희끗하게 보이나 후기에는 갈색의 점처럼 보였다. 겨울포자는 잎 조직 속에 박혀있으며, 근원형이거나 타원형이며, 무색에 가깝거나 옅은 황갈색이며, 길이 12.5–20 μm 에 폭 10–15 μm 였다. 이러한 균학적 특징은 코스모스 흰깜부기병균 *E. cosmi* Vánky, Horita & Jage 와 일치하였다. 이는 한국에서 *E. cosmi*에 의한 코스모스 흰깜부기병의 최초 보고이다.

References

- Farr, D. F. and Rossman, A. Y. 2012. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Retrieved March 5, 2012, from <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>
- Horita, H. and Haga, Y. 1998. White smut of Cosmos caused by *Entyloma* sp. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 64: 582. (Abstract) (In Japanese)
- Jang, I. C., Park, J. H., Park, E. J., Park, H. R. and Lee, S. C. 2008. Antioxidative and antigenotoxic activity of extracts from cosmos (*Cosmos bipinnatus*) flowers. *Plant Foods Human Nutr.* 63: 205–210.
- Kang, M. H., Lee, Y. H. and Lee, J. W. 2004. Changes of growth responses and phytoaccumulation for heavy metal in *Cosmos bipinnatus* Cav. and *Helianthus annuus* L. during growing period: the potential for phytoremediation. *J. Korean Soc. People Plant Envir.* 7: 16–22. (In Korean)
- Park, S. H. 2009. New Illustrations and Photographs of Naturalized Plants of Korea. Ilchokok Publisher, Seoul. Korea. 575 pp. (In Korean)
- The Korean Society of Plant Pathology. 2009. List of Plant Diseases in Korea. 5th ed., Suwon, Korea. 853 pp.
- The Phytopathological Society of Japan. 2000. Common Names of Plant Diseases in Japan. Japan Plant Protection Association, Tokyo, Japan. 856 pp.
- The Phytopathological Society of Japan. 2011. Supplements for the common names of plant diseases in Japan. Japan Plant Protection Association, Tokyo, Japan. 213 pp.
- Vánky, K., Horita, H. and Jage, H. 2005a. *Entyloma cosmi* sp. nov. on *Cosmos bipinnatus* (Compositae). *Mycoscience* 46: 364–366.
- Vánky, K., Jage, H. and Scholz, H. 2005b. Three smut fungi new for Europe. *Nova Hedw.* 80: 387–395.
- Woo, J. H., Shin, S. L., Chang, Y. D. and Lee, C. H. 2010. Antioxidant effect according to extraction method in extracts of *Dendranthema zawadskii* var. *yezoense* and *Cosmos bipinnatus*. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 28: 462–468.