

## 대극속 *Zygophyllidium*절과 근연 분류군의 종자 형태

진 선 미 · 박 기 룡<sup>1\*</sup>

경남대학교 교육대학원, <sup>1</sup>경남대학교 과학교육과

대극과 대극속 *Zygophyllidium*절의 한계와 중간 유연관계를 알아보기 위하여 *Zygophyllidium*절과 *Poinsettia*아속에 속하는 12종 종자를 광학현미경과 주사전자현미경으로 관찰하였다. 12종에 대해 종자의 특징을 기재하였으며, 검색표를 작성하였다. 9개의 종자 형질을 이용한 수리분석 결과를 바탕으로 다음과 같이 6개의 유형으로 구분하였다. Type I (*Euphorbia uniglandulosa*)는 종자표면에 작은 구멍이 있으며, 세포표면에 미세입자가 존재한다. Type II (*E. exstipulata*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides*, *E. chersonesa*)는 종자 표면의 testa cell 사이에 미세과립을 가진다. Type III (*E. cyathophora*)는 종자의 선단이 뾰족, 세포 표면에는 동심원의 주름을 가진다. Type IV (*E. dentata*와 *E. pentadactyla*)는 종부를 갖고 있으며 testa cell 사이에 미세과립이 없다. Type V (*E. hexagona*)는 둥근 난형으로 세포 간 미세과립이 존재하지 않는다. Type VI (*E. eriantha*, *E. lacera*)는 종자의 모양이 사각형이며, 종부를 가지고 있다. 본 연구를 통해 *Zygophyllidium*절을 *E. exstipulata*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides*, *E. chersonesa*만을 포함하는 Type II의 분류군들로 설정하는 것을 제안하며, 전통적으로 *Zygophyllidium*절에 포함시켰던 *E. hexagona*는 *Poinsettia*아속의 *E. dentata*와 유연관계가 있음을 시사하고 있다.

주요어: *Zygophyllidium*, 종자형태, 대극속

대극과(Euphorbiceae) 내 가장 큰 분류군인 대극속(*Euphorbia*)은 전 세계에 약 1,500 여종 이상이 분포하고 있으며, 많은 학자들에 의해 속, 아속, 절 등으로 세분화 되어 현재까지 통합된 분류체계가 완성되지 못하고 있다(Croizat, 1940; Webster, 1994; Park, 1998). 하지만 대극속은 일반적으로 5개의 아속으로 분류되고 있으며 이 중 *Agaloma* (Raf.) House, *Poinsettia* (Graham) House, *Chamaesyce* Raf.는 신대륙 고유 분류군이다(Park, 1998). 신대륙에 분포하는 *Agaloma*아속은 150종 정도로 화피와 유사한 부속지(petaloid appendage)가 선체의 가장자리에 존재하는 특징에 의해 나머지 아속들과 구분된다(Park, 1998). *Agaloma*아속에 속하는 *Zygophyllidium*절은 Boissier(1862)에 의해 26개의 절(section) 중의 하나로 설정되

\*교신저자: 전화 (055) 249-2240, 전자우편 park@kyungnam.ac.kr

었으며, 북미와 멕시코 지역에 주로 분포하는 대생의 잎과, 종자 표면에 돌기가 존재하는 1년생 초본으로 이에 4종(*E. hexagona*, *E. bilobata*, *E. exstipulata*, *E. lacera*)를 포함시켰다.

Small(1903)은 본 절을 *Zygophyllidium*속으로 승격하여 여기에 *Z. hexagonum*을 기준으로 북아메리카에 분포하는 5종을 포함시켰다. 이후 Arthur(1911, 1924)는 *E. biformis*와 *E. macropodoides*를 *Zygophyllidium*속으로 이전하였으며, Wootton and Standley(1913)는 미국과 멕시코에서 *Z. delicatulum*을 신종 기재하였고, *E. exstipulata*를 본 속으로 이전하였다. 하지만 이후 학자들(Pax and Hoffman, 1931; Webster, 1967)은 *Zygophyllidium*속을 인정하지 않고 *Euphorbia*속 *Agaloma*아속 내 *Zygophyllidium*절로 처리하고 있다.

Bentham은 1884년에 *E. eriantha*를 신종 기재하였으며, 1912년에 Rose와 Standley 그리고 1980년에 Wiggins는 이 종을 *Poinsettia*아속에 포함시켰으나(Huft, 1984), Dressler(1961)는 5개의 선체와 화피부속지가 존재하는 특징에 의해 *Agaloma*아속에 포함시켰으며, Huft(1984)는 *Agaloma*아속의 *Zygophyllidium*절에 포함시키고, 멕시코 캘리포니아 반도에 분포하는 *E. lagunensis*를 본 절의 신종으로 기재하였다.

대극속 내에서 *Zygophyllidium*절의 유연관계를 살펴보면, 본 절의 많은 종들이 *Poinsettia*아속으로 처리되었던 종이거나 현재도 *Poinsettia*아속에 포함되고 있어 이들과 유연관계가 깊은 것으로 생각되며, 두 분류군의 한계가 불분명하여 분류학적 연구가 필요하다(Park, 1998). 최근까지 본 절에 대한 종합적인 연구는 이루어진 바 없으나 화분 형질을 이용한 *Zygophyllidium*절의 분류학적 연구(Lee and Park, 2006)에서 본 절의 한계를 *E. hexagona*, *E. lagunensis*, *E. hexagonoides*, *E. bilobata*로 한정짓는 것이 바람직하다고 제안하였다. 또한 형태 형질(Park, 1996)과 분자 형질을 이용한 대극속 내 계통분석(Steinman and Porter, 2002; Park and Jansen, 2007)에서도 본 절이 자연분류군이 아니며, *Cyttarospermum*, *Poinsettia*군과 매우 유연관계가 깊은 것으로 나타났다.

대극속 내 종자의 미세 형질에 대한 연구로는 Simon and Blanche(1992)에 의해 대극속 subsect. *Galarrhaei* 종들에 대한 종자와 과실의 미세형질을 이용한 분류학적 연구가 있고, Park(2000)에 의해 *Agaloma*아속 sect. *Tithymalopsis*에 속한 종들의 종자형태에 대한 연구가 있다. 본 연구는 *Zygophyllidium*절과 이와 유연관계가 깊은 *Poinsettia*아속에 속하는 종들을 대상으로 종자 형태를 분석하고 이를 기재하며, 기존의 화분 분류학적 연구 결과(Lee and Park, 2006)와 본 연구의 결과가 일치하는지를 검토하여 *Zygophyllidium*절의 한계와 유연관계를 파악하고자 하였다.

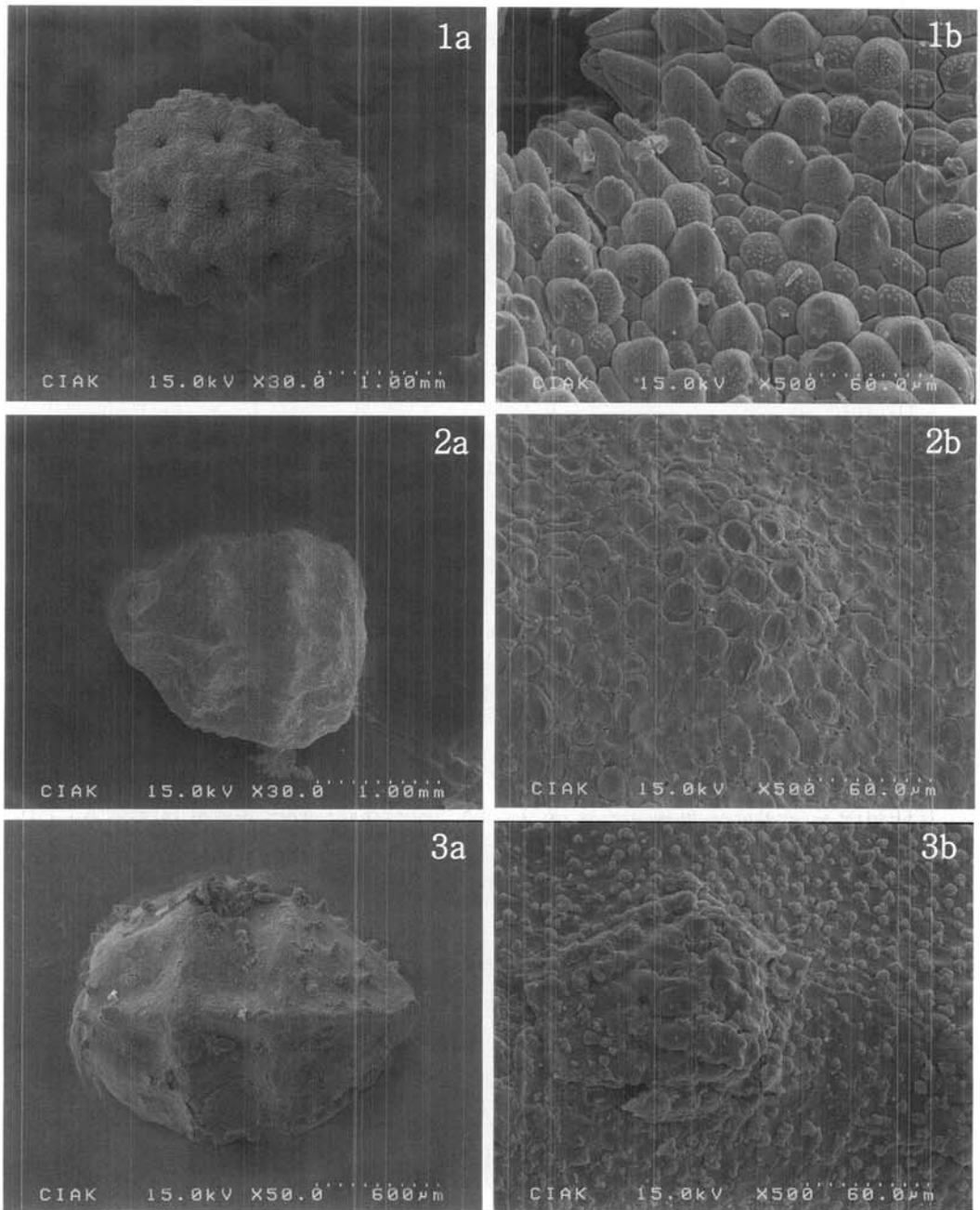
## 재 료 및 방 법

종자의 형태형질을 분석하기 위해 *Zygophyllidium*절에 속한 8종과 유연관계가 깊은 *Poinsettia*아속의 4종을 포함한 12종의 표본으로부터 종자를 분리하여 acetone으로 세척한 후

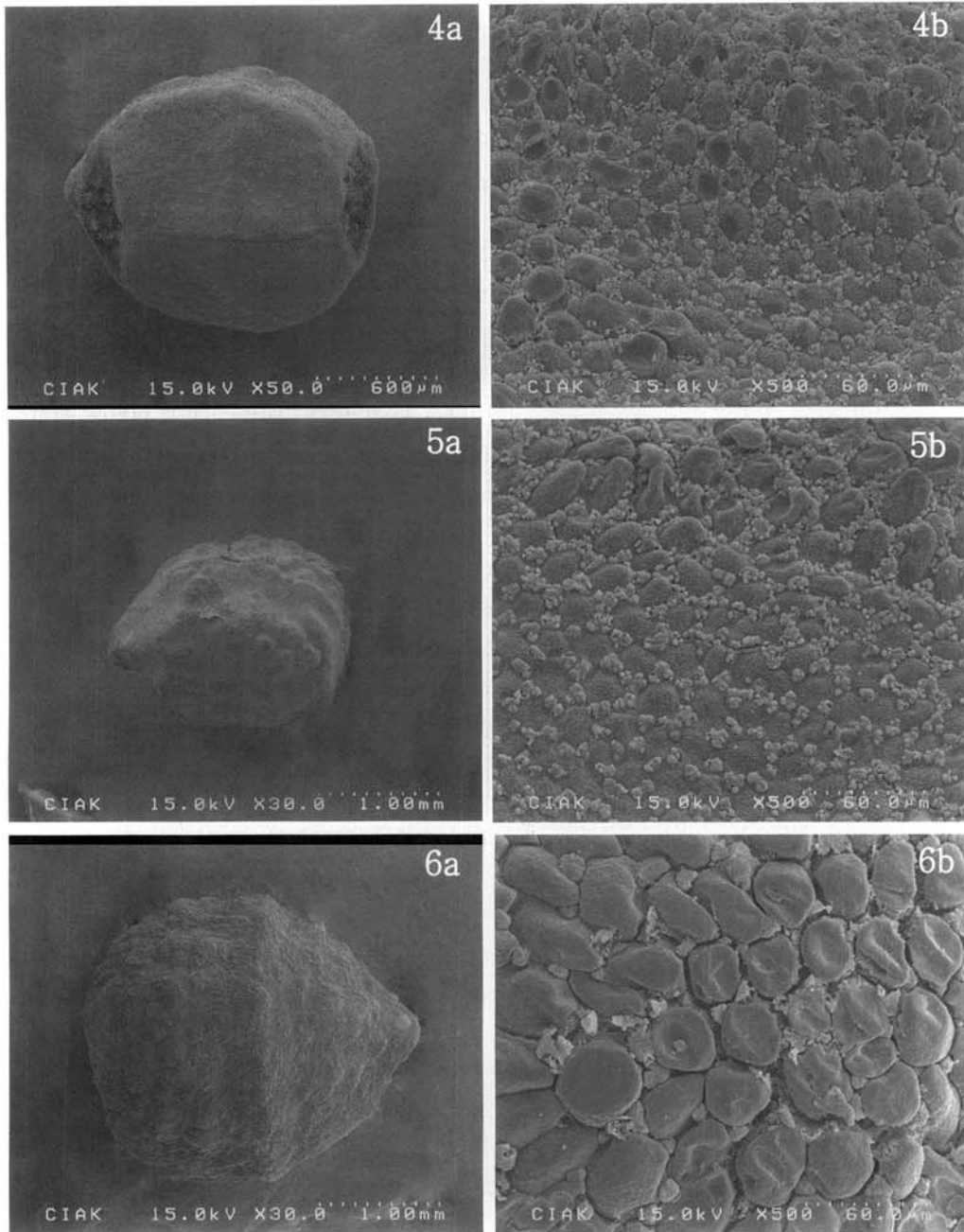
**Table 1.** Voucher information for 12 species of sect. *Zygophyllidium* and related taxa in *Euphorbia* for seed morphological studies.

Species	Collection data
Sect. <i>Zygophyllidium</i>	
<i>E. extipulata</i> Eugelm.	Kietland Air Force Base, Bernalillo Co., NM, USA. <i>W. Wagner 504</i> (UNM)
<i>E. eriantha</i> Benth.	Lechuguilla Desert, AZ, USA. <i>H. S. Gentry 3521</i> (DAV)
<i>E. lagunensis</i> Huft	Cape Region, Baja Calif., Mexico. <i>A. Carter and F. Chisaki 3487</i> (DAV)
<i>E. hexagonoides</i> Wats.	Sierra Madre, State of Chihuahua, Mexico. <i>C. G. Pringle 2106</i> (DAV)
<i>E. bilobata</i> Eugelm.	Hidalgo Co., NM, USA. <i>B. Hutchins 10510</i> (UNM)
<i>E. uniglandulosas</i> Wats.	Guasaremos, Rio Mayo, Chihuahua, Mexico. <i>H. S. Gentry 2401</i> (OKL)
<i>E. lacera</i> Boiss.	State of Puebla, Tehuacan, Mexico. <i>C. G. Pringle s.n</i> (F)
<i>E. hexagona</i> Nutt.	Oklahoma Co., OK, USA. <i>U. T. Waterfall 2418</i> (OKL)
Subg. <i>Poinsettia</i>	
<i>E. dentata</i> Michx.	Tinker air force base, Oklahoma Co., OK, USA. <i>R. N. Tucker III 177</i> (OKL)
<i>E. pentadactyla</i> Griseb.	Argentina. <i>S. M. Botta 632</i> (MO)
<i>E. chersonesa</i> Huft	Sierra de la Giganta, Cerro Mechudo, Baja Calif., Mexico. <i>R. Moran 18927</i> (DAV)
<i>E. cyathophora</i> Murray	Rio Jueyes, Puerto Rico. <i>R. Ross and T. Zanoni SAN525</i> (OKL)

공기 중에 건조시켜 광학현미경 하에서 종자의 길이와 폭을 측정하였다(Table 1). 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하기 위해 종자를 공기 중에 건조시켜 0.1 Torr 하에서 60초로 Au-Pd로 증착시키고 전계방사형 주사전자현미경(FEG-SEM: S-4200)으로 관찰하였다. 주사전자현미경으로 촬영한 사진을 이용하여 종자의 표면무늬를 관찰하였다. 광학현미경하에서는 종부(caruncle)의 유무, 종자의 모양, 선단(apex)과 기저(base)의 모양, 종자의 길이와 폭을 측정하였으며, 전자현미경 사진을 이용하여 표면의 세포간극 미립자(inter-cellular granules)의 유무, 표면무늬(surface sculpture), testa cell의 폭과 길이를 측정하였다(Table 2). 측정된 형질 중 정성 형질만을 이용하여 수리분석을 실시하였는데 분석은 NTSYS program(Rohlf, 1992)을 이용하였으며, 측정치를 표준화하고 단순일치계수(SM: simple matching coefficient)를 구하였으며 이를 이용하여 비가중-산술법(UPGMA: Unweighted pair-group method using arithmetic average)로 전형질도를 그렸다. 그리고 종자형질을 이용한 검색표를 작성하였다.



**Figs. 1-3.** Scanning electron micrographs of whole seeds and portions of seed coats of *E. uniglandulosa* (1a, 1b), *E. extipulata* (2a, 2b), and *E. lagunensis* (3a, 3b).



**Figs. 4-6.** Scanning electron micrographs of whole seeds and portions of seed coats of *E. bilobata* (4a, 4b), *E. hexagonoides* (5a, 5b), and *E. chersonesa* (6a, 6b).

## 결 과

### 1. 대극속 *Zygophyllidium*절과 근연 종의 종자 특징

본 연구에 사용된 대극속 종들의 종자는 선단은 뾰족하거나 둥글고, 기저는 편평하거나 둥글고 종자형태는 난형인 10종(*E. uniglandulosa*, *E. exstipulata*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides*, *E. hexagona*, *E. dentata*, *E. pentadactyla*, *E. chersonesa*, *E. cyathophora*)와 사각형인 2종(*E. eriantha*, *E. lacera*)으로 구분되었다(Table 2). 종자의 크기는 길이가 1.4 mm - 4.1 mm, 폭은 0.9 mm - 2.5 mm로 관찰되었다. 종자의 표면은 대부분 밋밋하나 *E. uniglandulosa*의 경우 천공이 존재하며(Fig. 1), testa cells 사이에 미세과립을 가지거나(*E. exstipulata*, *E. chersonesa*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides*) 등과 배 쪽에 뚜렷한 돌출선이 있고, 전체적으로 울퉁불퉁한 결절(tubercle)이 있다. Testa cell의 형태는 원형이거나 장형이며, 세포의 크기는 길이 9.4  $\mu\text{m}$  - 58.4  $\mu\text{m}$ , 폭은 7.9  $\mu\text{m}$  - 39.4  $\mu\text{m}$ 로 관찰되었다. 세포의 표면은 밋밋(*E. uniglandulosa*, *E. eriantha*)하거나 선을 가지며, 미세입자를 가지기도 한다(*E. uniglandulosa*) (Fig. 1b).

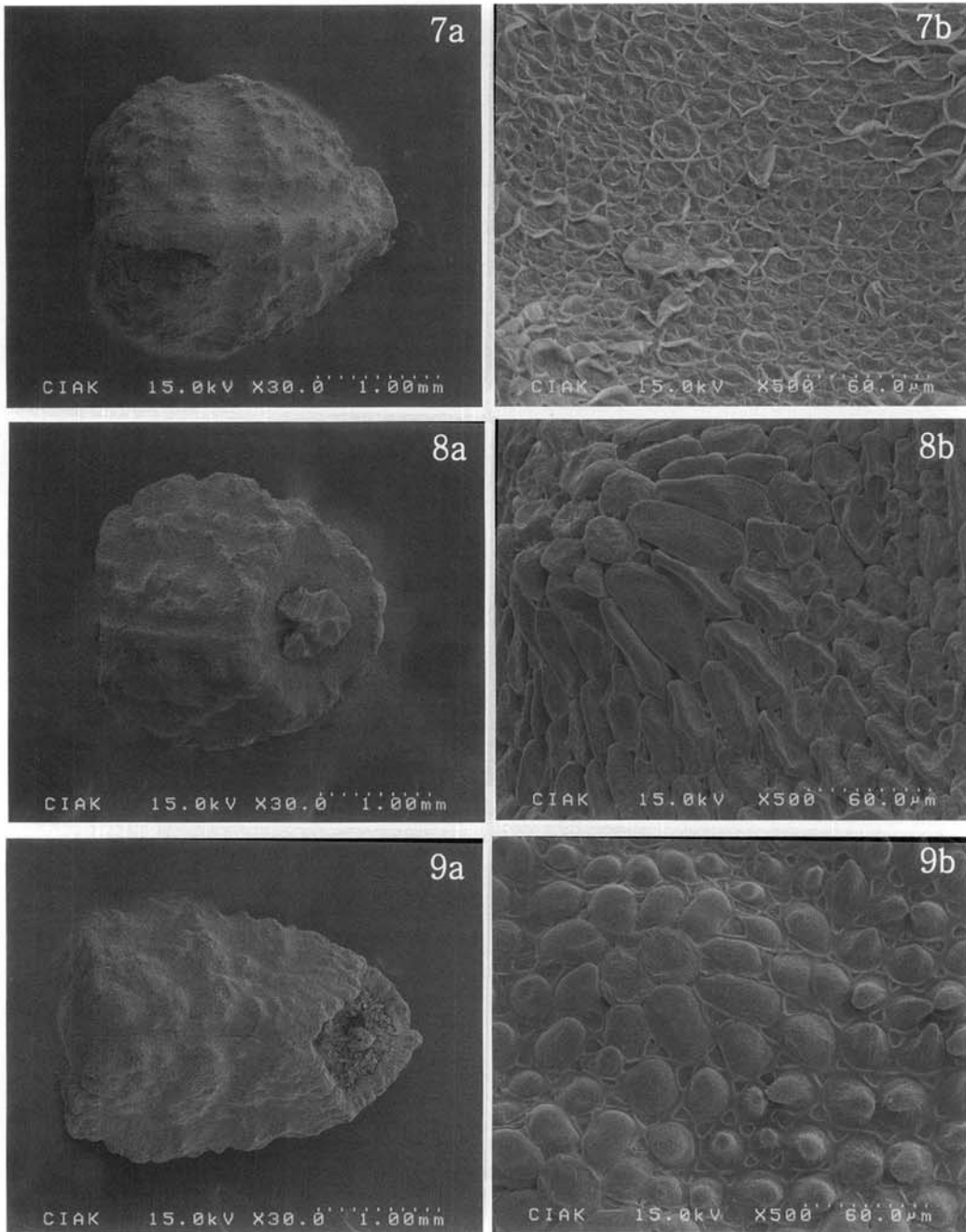
### 2. 대극속 *Zygophyllidium*절과 근연종의 주요 종자 유형

**Type I:** *E. uniglandulosa*가 속하는 군으로 종자의 선단이 뾰족하며, 기저가 편평하고 형태는 난형이고, 폭이 1.5-1.8 mm, 길이가 2.2-2.5 mm이다. 종자의 표면은 울퉁불퉁하고 작은 천공이 있으며, 등 쪽으로 세로 선을 가진다. 세포의 형태는 둥글거나 장형이고 폭 12.6-34.7  $\mu\text{m}$ , 길이 14.2-45.8  $\mu\text{m}$ 이다. testa cell 표면에 미립자를 가지며 표면무늬는 밋밋하다(Fig. 1).

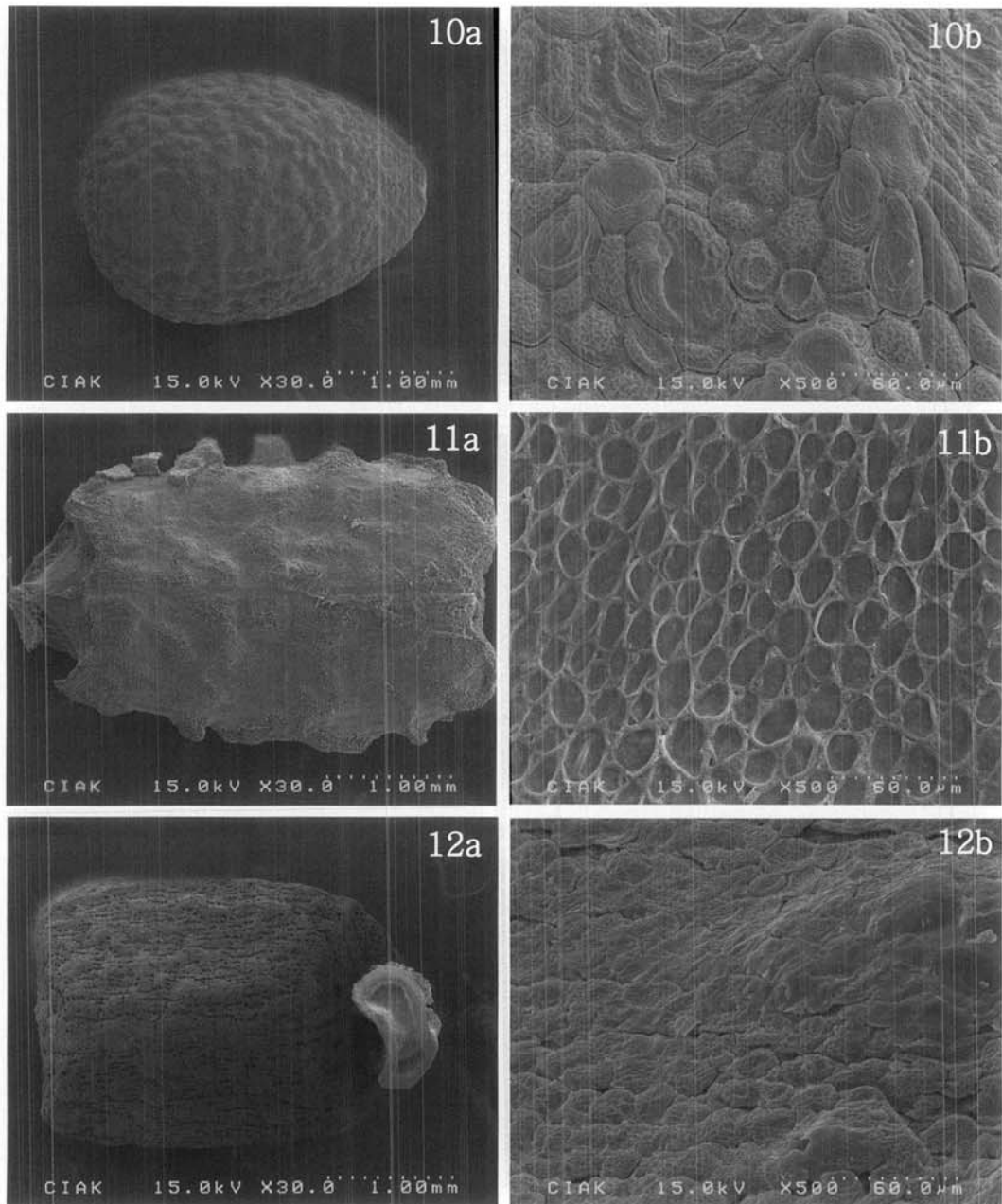
**Type II:** *E. exstipulata*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides*, *E. chersonesa*가 속하는 군으로 종자의 선단은 뾰족하고, 기저가 편평하며 형태는 난형이고 폭 0.9 mm(*E. bilobata*)에서 2.4 mm(*E. chersonesa*)이고, 길이 1.4 mm(*E. bilobata*)에서 3.0 mm(*E. chersonesa*)이다. 종자의 표면은 세포사이에 미세과립을 가지며, 등과 배 쪽으로 선이 있다(Figs. 2-6). 세포의 형태는 둥글거나 장형이고, 폭은 7.9  $\mu\text{m}$ (*E. lagunensis*)에서 34  $\mu\text{m}$ (*E. chersonesa*)이고 길이는 9.4  $\mu\text{m}$ (*E. lagunensis*)에서 48.9  $\mu\text{m}$ (*E. chersonesa*)이다. 세포 표면에는 동심원의 주름과 불규칙한 주름이 있다.

**Type III:** *E. cyathophora*가 속하는 군으로 종자의 선단은 뾰족하고 기저는 편평하며 형태는 난형이고, 폭 1.9 mm에서 2.3 mm이고, 길이 2.0 mm에서 2.8 mm이다. 종자의 표면은 등 쪽과 배 쪽에 선을 가진다. 세포의 형태는 둥글며 폭 14.2  $\mu\text{m}$ 에서 28.4  $\mu\text{m}$ 이고 길이 12.6  $\mu\text{m}$ 에서 20.5  $\mu\text{m}$ 이다. 세포 표면에는 동심원의 주름이 있다(Fig. 7).

**Type IV:** *E. dentata*, *E. pentadactyla*가 속하는 군으로 종자의 선단은 *E. dentata*는 둥글며 *E. pentadactyla*는 뾰족하고, 기저는 편평한 난형이고 폭 1.8 mm(*E. pentadactyla*)에서 2.5 mm(*E. dentata*)이고, 길이 2.2 mm(*E. dentata*)에서 3.1 mm(*E. pentadactyla*)이다. 종자의 표면은 등과 배 쪽에 선이 존재한다. 세포의 형태는 둥글거나 장형이고 폭 15.8  $\mu\text{m}$ (*E. dentata*)에서



**Figs. 7-9.** Scanning electron micrographs of whole seeds and portions of seed coats of *E. cyathopora* (7a, 7b), *E. dentata* (8a, 8b), and *E. pentadactyla* (9a, 9b).



**Figs. 10–12.** Scanning electron micrographs of whole seeds and portions of seed coats of *E. hexagona* (10a, 10b), *E. eriantha* (11a, 11b) and *E. lacera* (12a, 12b).



Table 2. Comparison of seed characters among species in sect. *Zygophyllidium* and related species.

Taxon	Caruncle		Seed Shape		Seed Size (mm)			Seed Surface			Testa Cell ( $\mu\text{m}$ )		
	Shape	Apex	Base	Width	Length	IG	TG	Pore	Shape	Cell Surface	Width	Length	
<i>E. uniglandulosa</i>	A	ovate	acute	flate	1.5-1.8	2.2-2.5	A	P	P	R/P	granulate	12.6-34.7	14.2-45.8
<i>E. exstipulata</i>	A	ovate	acute	flat	1.3-1.6	1.9-2.3	P	P	A	R	line	12.6-17.3	15.8-25.3
<i>E. eriantha</i>	P	tetragonal	acute	flat	1.8-2.2	3.5-4.1	A	A	A	R/P	smooth	7.9-15.8	12.6-28.4
<i>E. lagunensis</i>	A	ovate	acute	flat	1.0-1.3	1.5-1.9	P	P	A	R/P	line	7.9-14.2	9.4-17.3
<i>E. bilobata</i>	A	ovate	acute	flat	0.9-1.6	1.2-1.3	P	P	A	R/P	line	15.8-17.4	18.9-28.4
<i>E. hexagonoides</i>	A	ovate	acute	flat	1.2-1.5	1.6-2.1	P	P	A	R/P	line	14.2-15.8	18.9-33.1
<i>E. lacera</i>	P	tetragonal	acute	flat	1.7-2.0	3.0-3.3	A	A	A	R	line	12.6-20.5	18.9-25.3
<i>E. hexagona</i>	A	ovate	round	round	1.6-2.0	2.5-3.1	A	A	A	R/P	line	18.9-26.8	22.1-31.6
<i>E. dentata</i>	P	ovate	round	flat	2.0-2.5	2.2-2.8	A	P	A	R/P	line	15.8-22.1	22.1-45.8
<i>E. pentadactyla</i>	P	ovate	acute	flat	1.8-1.9	3.0-3.1	A	P	A	R/P	line	17.3-39.4	26.8-58.4
<i>E. chersonesa</i>	A	ovate	acute	flat	2.1-2.4	2.5-3.0	P	P	A	R/P	Smooth	22.1-34.7	26.8-48.9
<i>E. cyathophora</i>	A	ovate	acute	flat	1.9-2.3	2.0-2.8	A	P	A	R	line	14.2-28.4	12.6-20.5

\*Caruncle and seed surface: A = absent, P = present. IG = inter-cellular granules, TG = transverse groove.

Testa cell shape: R: round, P: prolate.

39.4  $\mu\text{m}$ (*E. pentadactyla*)이고, 길이 22.1  $\mu\text{m}$ (*E. dentata*)에서 58.4  $\mu\text{m}$ (*E. pentadactyla*)이다. 세포의 표면에는 동심원의 주름과 불규칙한 주름이 있다(Figs. 8-9).

**Type V:** *E. hexagona*가 속하는 군으로 종자의 선단과 기저가 둥근 난형이며 폭 1.6 mm에서 2.0 mm이고 길이 2.5 mm에서 3.1 mm이다. 종자의 표면은 약간 울퉁불퉁하며 배 쪽으로 만선을 가진다. 세포의 형태는 둥글거나 장형이고 폭 18.9  $\mu\text{m}$ 에서 26.8  $\mu\text{m}$ 이고 길이 22.1  $\mu\text{m}$ 에서 31.6  $\mu\text{m}$ 이다. 세포의 표면은 동심원의 주름과 불규칙한 주름이 있다(Fig. 10).

**Type VI:** *E. eriantha*, *E. lacera*로 선단이 뾰족하며, 기저가 편평하고 형태는 사각형이고 폭 1.7 mm(*E. lacera*)에서 2.2 mm(*E. eriantha*)이고 길이 3.0 mm(*E. eriantha*)에서 4.1 mm(*E. eriantha*)이다. 종자의 표면에는 종부를 가지며 *E. eriantha*는 약간 울퉁불퉁하며 옆선이 고르지 못하고, *E. lacera*는 옆선이 매끄럽다. 세포의 형태는 둥글거나 장형이고 폭 7.9  $\mu\text{m}$ (*E. eriantha*)에서 20.5  $\mu\text{m}$ (*E. lacera*), 길이 12.6  $\mu\text{m}$ (*E. eriantha*)에서 25.3  $\mu\text{m}$ (*E. lacera*)이다. 세포의 표면은 *E. eriantha*는 밋밋하고, *E. lacera*는 불규칙한 주름이 있다(Figs. 11-12).

### 3. 종자형질을 이용한 유집분석

종자로부터 얻어낸 9개의 정성 형질(Table 2)을 기초로 한 유집 분석 결과 Fig. 13의 전형 질도를 얻었다. 전형질도에 의하면 본 연구에 사용된 종들은 다음과 같은 6개의 유집으로 나뉘어졌다. 종자의 표면에 유일하게 천공이 존재하는 *E. uniglandulosa*가 하나로 유집을 형성하였고(Type I), Type II에는 기존에 *Poinsettia* 아속에 포함되었던 *E. chersonesa*가 *Zygophyllidium* 절의 *E. exstipulata*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides*와 함께 유집되었다. *Poinsettia*에 속하는 *E. cyathophora*가 독립된 유집을 형성하였고, Type IV에 *E. dentata*와 *E. pentadactyla*가 유집되었다. Type V의 *E. hexagona*가 하나의 유집을, Type VI의 *E. eriantha*는 *E. lacera*와 유집되었다.

#### 대극속 *Zygophyllidium* 절과 근연종들의 검색표

- 1. 종자에 천공이 있고 testa cell 표면에 미립자가 있다 ----- *E. uniglandulosa*
- 1. 종자에 천공이 없고 testa cell 표면에 미립자가 없다.
  - 2. 종자의 형태가 사각형이다.
    - 3. Testa cell의 표면은 밋밋하다 ----- *E. eriantha*
    - 3. Testa cell의 표면은 주름이 있다 ----- *E. lacera*
  - 2. 종자의 형태가 난형이다.
    - 4. 종부가 있다.
      - 5. 종자의 선단은 둥글다 ----- *E. dentata*
      - 5. 종자의 선단은 뾰족하다 ----- *E. pentadactyla*
    - 4. 종부가 없다.
      - 6. Testa cell 사이에 미세과립이 있다.



## 고찰

대극속 *Agaloma*아속 *Zygophyllidium*절은 Boissier(1862)에 의해 4종을 기초로 설정된 후, Small(1903)에 의해 *Z. hexagonum*을 기준 종으로 속으로 승격 되었으나 이후 학자들은 속을 인정하지 않고 *Zygophyllidium*절로 처리하였다(Pax and Hoffman, 1931; Wheeler, 1943). 현재까지 본 절에는 *E. hexagona*, *E. bilobata*, *E. extipulata*, *E. lacera* (Boissier, 1862), *E. biformis*, *E. macropodoides* (Arthur, 1911, 1924), *E. delicatula*, *E. exstipulata* (Wootton and Standley, 1913), *E. lagunensis*, *E. eriantha* (Huft, 1984) 등 10여 종을 포함시키고 있으나, 본 절에 대한 종합적인 연구가 없어 분류학적 한계가 불분명한 군으로 여겨져 왔다(Webster, 1967; Buck and Huft, 1977).

대극속의 분자계통학적 연구(Steinmann and Porter, 2002; Park and Jansen, 2007)에서도 본 절이 자연분류군이 아님이 밝혀져 분류학적 한계를 새롭게 설정해야 한다는 Webster (1967)의 의견을 지지하였다. 이와 같은 필요에서 수행된 최근 화분 형질을 이용한 *Zygophyllidium*절의 화분분류학적 연구(Lee and Park, 2006)에서 *E. hexagona*를 비롯해 *E. lagunensis*, *E. hexagonoides*, *E. bilobata*는 화분 형태적으로 유연관계가 깊은 군으로 이 4종을 *Zygophyllidium*절로 한정하는 것이 바람직하다고 하였으며, 나머지 *E. delicatula*와 *E. exstipulata*는 *Poinsettia*아속 종들과 유사한 화분 특징을 보여 주기 때문에 이 분류군에 포함시키는 것이 타당하다고 하였다. 종자 형태를 이용한 본 연구에서는 *E. exstipulata*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides*, *E. chersonesa*가 유연관계가 깊은 군으로 나타나고 있으며 *E. exstipulata*의 경우 화분학적 해석과 달리 *Zygophyllidium* 주요 종들과 유사한 형태적 특징을 보여주고 있다.

절 내의 유연관계를 보면, *E. lagunensis*는 멕시코 Baja California에 분포하는 종으로 Huft(1984)에 의해 최초로 신종 기재한 후 미국 뉴멕시코와 텍사스에 분포하는 *E. bilobata*와 가까운 군으로 추정하였는데, 본 연구에서도 *E. lagunensis*와 *E. bilobata*는 종자의 형태가 난형이며 세포사이의 미세 과립을 가지고, 등 쪽에 돌출된 선을 가지는 점과 세포의 형태, 표면 무늬가 유사한 점으로 미루어보아 Huft(1984)의 가설을 지지한다.

*E. eriantha*는 텍사스 주와 멕시코 북부에 분포하는 종으로 일부 학자에 의해 *Poinsettia*아속에 포함시켰으나(Huft, 1984; Wiggins, 1980), Dressler(1961)는 5개의 선체와 화피부속지가 존재하는 특징에 의해 *Agaloma*아속에 포함시켰으며, 최근 Huft(1984)는 본 종을 *Agaloma*아속의 *Zygophyllidium*절에 포함시켜 멕시코에 분포하는 *E. lacera*, *E. jaliscensis*와 유연관계가 깊다고 하였다. 화분연구에 의하면 *E. eriantha*는 *E. lacera*와 뚜렷한 형태적 차이를 보여 주기 때문에 *E. lacera*와는 유연관계가 멀다고 하였으나, 본 연구에서는 종자의 형태가 선단이 뾰족하고 기저는 편평한 사각형이고 중부를 가지는 점에서 *E. lacera*와 유연관계가 깊다는 Huft(1984)의 가설에 지지하고 있다.

Huft(1984)는 과거 *E. heterophylla* var. *ericarpa*로 명명되어 *Poinsettia*아속에 포함되었던

아종을 *E. chersonesa*로 신종 기재하고, 본 종은 *Poinsettia*아속이 아니라 *Agaloma*아속의 *Cyttarospermum*절과 유연관계가 있음을 언급한 바 있는데, 종자의 형태적 특징은 본 종이 난형이고 세포사이의 미세과립을 가지며 등 쪽에 선을 가지는 점에서 *Zygophyllidium*절의 *E. exstipulata*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides*와 유사하여 본 절에 포함시키는 것이 바람직하다고 생각된다.

결론적으로 *Zygophyllidium*절을 *E. exstipulata*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides*, *E. chersonesa*로 한계를 설정하는 것이 바람직하며 화분 결과와 불일치되는 종에 있어서는 앞으로 분자적 연구를 중심으로 유연관계에 대한 재검증이 필요할 것이다.

## 사 사

이 연구결과물은 2008학년도 경남대학교 학술연구장려금 지원에 의한 것임.

## 인 용 문 헌

- Arthur, J. C. 1911. New combinations from the genus *Euphorbia*. *Torreyia* 11: 259-260.  
 ————. 1924. New combinations from the genus *Euphorbia*. *Torreyia* 24: 52.
- Boissier, P. E. 1862. Euphorbiaceae, subordo *Euphorbieae*. In *Prodromus Systematis Naturalis Regni Veg.* 15. de Candolle, A. P. (ed.), Masson & Son, Paris. Pp. 3-188.
- Buck, W. R. and M. J. Huft. 1977. Two new species of *Euphorbia* subgenus *Agaloma* from Mexico. *J. Arnold Arbor.* 58: 343-348.
- Croizat, L. 1940. New and critical Euphorbiaceae from eastern tropical Asia. *J. Arnold Arbor.* 21: 490-510.
- Dressler, R. L. 1961. A synopsis of *Poinsettia* (Euphorbiaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 48: 329-341.
- Huft, M. J. 1984. A review of *Euphorbia* (Euphorbiaceae) in Baja California. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 71: 1021-1027.
- Lee, E. and K.-R. Park. 2006. A palynotaxonomic study of *Euphorbia* section *Zygophyllidium* (Euphorbiaceae). *Korean J. Electron Microscopy* 36: 195-208.
- Park, K.-R. 1996. Phylogeny of new world subtribe *Euphorbiinae* (Euphorbiaceae). *Korean J. Pl. Taxon.* 26: 235-256.  
 ————. 1998. Monograph of *Euphorbia* sect. *Tithymalopsis* (Euphorbiaceae). Edinb.

- J. Bot. 55: 161-208.
- . 2000. Seed morphology of *Euphorbia* section *Tithymalopsis* (Euphorbiaceae) and related species. J. Plant Biol. 43: 76-81.
- . and R. K. Jansen. 2007. A phylogeny of Euphorbieae subtribe Euphorbiinae (Euphorbiaceae) based on molecular data. J. Plant Biol. 50: 644-649.
- Pax, F. and K. Hoffmann. 1931. Euphorbiaceae. In Die Natürlichen Pflanzenfamilien. 2nd ed, 19c. Engler, A. and K. Prantl (eds.), Englemann, Leipzig. Pp. 11-233.
- Rohlf, F. J. 1992. NTSYS-pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System (version 1.70). Exeter Software, New York.
- Simon, J. M. and C. Blanche. 1992. Fruit and seed morphology of *Euphorbia* aggr. *flavicomma*. Taxonomic implications. Collectanea Botanica (Barcelona) 21: 211-242.
- Small, J. K. 1903. Flora of the Southeastern United States. Ed. 2. New York.
- Steinmann, V. W. and J. M. Porter. 2002. Phylogenetic relationships in (Euphorbiaceae) based on ITS and *ndhF* sequence data. Ann. Missouri Bot. Gard. 89: 453-490.
- Webster, G. L. 1967. The genera of Euphorbiaceae in the southeastern United States. J. Arnold Arbor. 48: 303-430.
- . 1994. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. Ann. Missouri Bot. Gard. 81: 33-142.
- Wheeler, L. C. 1943. The genera of living Euphorbieae. Amer. Mid. Nat. 30: 456-503.
- Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford Univ. Press, Stanford.
- Wootton, E. O. and P. C. Standley. 1913. New plant from New Mexico. Contr. U. S. Natl. Herb. 16: 144-146.

## Seed morphology of *Euphorbia* section *Zygophyllidium* and related taxa

Sun-Mi Jin and Ki-Ryong Park<sup>1\*</sup>

Graduate School of Education, Kyung-Nam University, 449 Wolyoung-dong, Masan  
631-701, Korea; <sup>1</sup>Department of Science Education, Kyung-Nam University, 449  
Wolyoung-dong, Masan 631-701, Korea

Seed morphological studies of 12 species of sect. *Zygophyllidium* and related *Poinsettia* using light and scanning electron microscopy were conducted to test the hypotheses of the sectional boundaries and species relationships. Seed characteristics, and the keys for identification of 12 species were presented. Seeds of 12 species were divided into 6 types using analyses of nine seed characters based on the UPGMA tree. Type I, including *E. uniglandulosa*, is characterized by foveolate seeds with granulate testa cells. Type II, including *E. exstipulata*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides* and *E. chersonesa*, was recognized by the presence of inter-cellular granules among testa cells. Type III, including *E. cyathophora*, has a seed with an acute apex, and concentric circles on the surface of testa cells. Type IV, including *E. dentata* and *E. pentadactyla*, has a seed with a caruncle and lacks inter-cellular granules among testa cells. Type V, including *E. hexagona*, was characterized by ovate seeds and lack of inter-cellular granules. Type VI, including *E. eriantha* and *E. lacera*, was recognized by seeds of rectangular shape with a caruncle. Based on this seed morphology study, sect. *Zygophyllidium* should be defined to include only the species *E. exstipulata*, *E. lagunensis*, *E. bilobata*, *E. hexagonoides* and *E. chersonesa*. The species *E. hexagona*, traditionally included in this section, was closely related to *E. dentata* from *Poinsettia*.

Keywords: *Zygophyllidium*, seed morphology, *Euphorbia*

---

\*Corresponding author: Phone +82-55-249-2240, park@kyungnam.ac.kr