

한국산 산박하속 (꿀풀과)의 화분과 과실의 형질

마 윤 주 · 김 상 태*

성신여자대학교 생물학과, 기초과학연구소
(2014년 9월 18일 접수; 2014년 12월 5일 수정; 2014년 12월 8일 채택)

Pollen and Fruit Morphology of *Isodon* (Lamiaceae) in Korea

Younju Ma and Sangtae Kim*

Department of Biology and Basic Science Institute, Sungshin Women's University, Seoul 142-732, Korea

(Received 18 September 2014; Revised 5 December 2014; Accepted 8 December 2014)

Abstract

We observed the pollen grains and fruits of six *Isodon* taxa distributed in Korea using a light microscope and a scanning electron microscope. The muri thickness on the surface of the pollen grains distinguishes *Isodon serra* from other taxa: the thickness of *I. serra* is ca. 0.6 μm , while the thicknesses of other taxa are 0.37~0.49 μm . *I. inflexus* var. *canescens* has a relatively nutlet small (about 0.93 \times 0.83 mm) compared to other Korean *Isodon* taxa (about 1.15~1.37 \times 1.02~1.17 mm). Characteristically, a nutlet of *I. inflexus* var. *microphyllus* has non-glandular hairs distributed all over its surface. However, *I. serra* has non-glandular hairs distributed only on the top of the nutlet while it has glandular hairs broadly distributed over the entire nutlet. We suggested that these characters of the pollen and fruit surfaces can be included in the key to Korean *Isodon* as diagnostic characters to distinguish the above taxa from other Korean taxa.

Keywords: *Isodon*, Pollen surface, Fruit surface, SEM, *Isodon serra*

1. 서 론

꿀풀과(Lamiaceae)의 산박하속(*Isodon* (Schrad. ex Benth.) Spach)은 초본 및 드물게 아관목인 형태적으로 매우 다양한 종들로 구성된 속으로(Li and Hedge 1994), 과 내에서 subfamily Nepetoideae, tribe Ocimeae에 속한다(Erdtman, 1945; Li, 1988). 산박하속은 전 세계적으로 약 100종이 알려져 있고 대부분의 종들은 열대와 아열대 아시아에 분포하고, 일부 종들이 아프리카에 분포한다(Mabberley, 1987; Li, 1988; Maki *et al.*, 2010; Zhong *et al.*, 2010). 이 속에 대한 전 세계적 분류학적 고찰 연구에서는 속내의 네 개의 절인 sect. *Pyramidium*, sect. *Amethy-*

stoides, sect. *Isodon*, sect. *Melissoides*을 인식하고 있는데, 이들은 꽃받침의 흰 정도와 꽃받침열편들 간의 이형성, 화서의 종류, 거(spur)의 유무 등에 의해 구분된다(Li, 1988).

산박하속에 속하는 한국산 분류군들에 대한 인식은 학자들마다 매우 다른데, 특히 종 내 분류군들의 구분에 대한 이견이 많았다(Mori, 1921; Kudo, 1929; Nakai, 1934; Chung, 1957; Lee, 1985; Lee, 1996; Lee, 1996; Korean National Arboretum and the Plant Taxonomic Society of Korea, 2007; Suh *et al.*, 2007). 특히 *I. excisus*와 *I. inflexus* 내의 종 내 한국산 분류군들에 대해서는 최근에 각각 형태형질에 의한 다변량분석 연구가 진행된 바 있는데, 그 결과 한국산 *I. excisus*는 종 내 분류군이 구분되지 않는 단일 분류군임을 지지하였고(Kim and Ma, 2013; 흰색 품종인 *I. excisus* f. *albiflorus* 제외), *I. influensus*는 종 내

*Corresponding Author: Tel: +82-2-920-7699
e-mail: amborella@sungshin.ac.kr

세 분류군이 존재함을 지지하여 이들은 각각 var. *inflexus*, var. *microphyllus*, var. *canescens*에 해당함을 보여주었다(Kim and Ma, 2011). 최근 한국산 분류군 전반에 대한 외부형태학적 형질에 대한 고찰에서는 위의 두 연구의 결과를 반영하여 한국산 분류군들을 *I. excisus* f. *excisus* (오리방풀), *I. excisus* f. *albiflorus* (흰오리방풀), *I. inflexus* var. *inflexus* (산박하), *I. inflexus* var. *microphyllus* (Nakai) Kudo (영도산박하), *I. inflexus* var. *canescens* (Nakai) Kudo (털산박하), *I. japonicus* (Burmam) Hara (방아풀), *I. serra* (Maxim.) Kudo (자주방아풀)의 4종 2변종 1품종으로 정리하였고, 식별형질들을 도출하여 이들에 대한 검색표를 제시한 바 있다(Ma, 2011).

본 연구에서는 재료를 구할 수 없었던 *I. excisus* f. *albiflorus*를 제외한 여섯 분류군의 과실과 화분을 주사전자현미경에 의해 관찰하였다. 이로서 외부형태학적인 식별형질과 함께 과실과 화분의 형질이 한국산 산박하속 분류군들을 구분할 수 있는 식별형질이 될 수 있는지를 확인하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

Ma(2011)에 의한 한국산 산박하속 분류군의 외부형태학적인 연구는 국내(SWU, NIBR, KH, SKK, SNU, SNUA, KSU, KWNU, CBU) 및 일본(TI)의 주요 표본관으로부터 대여한 600여점의 표본들을 이용하였는데, 본 연구에서는 Ma(2011)의 연구에서 이용한 석엽표본들 중 각 분류군에 해당하는 전형

적인 외부형태를 갖는 표본들을 선별하여 사용하였다(표 1). 화분표면 형태 관찰을 위한 초산분해는 Radford *et al.* (1974) 방법을 개량하여 다음과 같이 수행하였다. 1) 생체 및 석엽 표본의 꽃에서 약을 채취하여 초산분해용액(acetic anhydride 9 : sulfuric acid 1)를 넣고 중탕으로 100°C에서 20분간 처리한 후, 2) 2분간 원심분리(14,000rpm. 이하 동일)하여, 내용물을 0.5 mm mesh를 이용하여 큰 크기의 불순물을 걸러내고 화분만 통과시키고, 3) 걸러진 내용물을 원심분리하여 화분 pellet만을 남기고 상등액을 버리고, 4) 70% ethanol로 2회 세척 후 70% ethanol에 보관하였다. 초산분해시킨 화분은 stub에 올려놓고 공기 중에 완전히 건조시킨 후, 약 20~30 nm 두께로 백금으로 이온 증착시켜 주사전자현미경(JSM-7500F, Jeol, Japan)에 의해 관찰하였다. 화분의 크기는 주사전자현미경에 포함된 길이측정 모듈을 사용하여 주사전자현미경 이미지 상에서 직접 측정하였으며, 분류군당 다섯 개의 시료를 측정하여 평균과 표준편차를 구하였다. 화분 표면의 관찰 시 단위면적당 망강의 밀도는 전자현미경 사진 촬영 후 동일 배율에서 일정한 넓이(7×5 μm) 내의 망강의 수를 측정하여 조사하였다.

과실 정단에 분포하는 선모와 비선모에 대한 관찰은 해부현미경(SMZ-168, Motic, China)과 주사전자현미경(JSM-7500F, Jeol, Japan)에 의해 이루어졌다. 과실표면의 이물질 제거를 위하여 생체 및 석엽 표본에서 채취한 과실을 증류수를 담은 초음파세척기(NXP1002, Nexul, Korea)에서 약 20분 처리 후 건조시켜 관찰하였다. 해부현미경(SMZ-168, Motic,

Table 1. Voucher information for the SEM studies of pollen grains and fruits in Korean *Isodon*.

Taxa	Pollen	Fruit
<i>I. excisus</i> (오리방풀)	Gangwon-do: Mt. Baekjeok (Sep. 5, 2008), J.-C. Yang 80905-9 (KH)	Gangwon-do: Mt. Taebaek (Sep. 30, 2009), S. Hong <i>et al.</i> KHUS1799 (KH)
<i>I. inflexus</i>		
var. <i>inflexus</i> (산박하)	Gyeonggi-do: Mt. Chungnyeong (Oct. 10, 2009), Y. Ma 2010048 (SWU)	Jeollabuk-do: Mt. Cheondeung (Oct. 3, 2008), I. Lim LHI727 (KH)
var. <i>canescens</i> (털산박하)	Jeju-do: Chujado (unknwon), T. Lee <i>s. n.</i> (SNUA)	Jeju-do: Mt. Halla (Oct. 3, 1966), T. Lee <i>s. n.</i> (SNUA)
var. <i>microphyllus</i> (영도산박하)	Jeollanam-do: Jeongjamaeul (Oct. 18, 2006), Y. Cho WR-061018-021 (SNUA)	Jeju-do: Bijarim (Oct. 4, 1966), T. Lee <i>s. n.</i> (SNUA)
<i>I. japonicus</i> (방아풀)	Gyeonggi-do: Mt. Namhansanseong (Sep. 30, 2010), Y. Ma 2010067 (SWU)	Chungcheongnam-do: Mt. Dogo (Oct. 12, 2008), E.-S. Jeon <i>et al. s. n.</i> (KH)
<i>I. serra</i> (자주방아풀)	Jeollanam-do: Gwangju (Aug. 26, 2001), E.-S. Jeon <i>et al. s. n.</i> (KH)	Chungcheongnam-do: Mt. Jinlak (Sep. 15, 2001), E.-S. Jeon <i>et al. s. n.</i> (KH)

China)을 이용하여 전체적인 과실의 형태, 선모와 비선모의 분포를 관찰하였고, 약 30~40 nm 두께로 백금 이온을 증착시킨 후, 주사전자현미경 (JSM-7500F, Jeol, Japan)을 이용하여 표면무늬를 관찰 및 촬영하였다.

3. 결과 및 고찰

화분표면-한국산 산박하속 분류군들의 화분은 초산 분해 후 건조시킨 크기가 극축 길이 (Polar length) 25.16~29.01 μm , 적도면 너비 (Equatorial diameter) 가 19.07~22.18 μm 의 범위로 P/E (Polar length/Equatorial width) 값이 1.22~1.44인 장구형에서 아장구형의 형태이다 (그림 1, 표 2). 화분의 형태는 *I. inflexus* var. *canescens*가 장구형으로 가장 큰 P/E 값을 갖지만 변이의 폭이 겹쳐 분류군별로 뚜렷한 차이는 보이지 않는다 (표 2). 관찰한 모든 분류군의 화분은 여섯 개의 발아구를 갖고 있어 한국산 산박하속의 모든 분류군이 꿀풀과 내에서 Erdtman (1945)의 분류체계에서 여섯 개의 발아구를 갖는 특징으로 구분된 subfamily Lamioideae에 속하고 있음을 확인하였다 (그림 1).

관찰한 모든 분류군에 있어서 화분의 표면무늬는 망상 (reticulate) 이고 각각의 망강 (lumen)은 많은 천공 (perforation)을 갖고 있는데 (그림 2), 단위면적 ($35 \mu\text{m}^2$)당 망강의 수는 *I. inflexus*의 세 변종 (var. *inflexus*, var. *canescens*, var. *microphyllus*)에 있어서 약 17~19개로 비교적 많아서 가장 조밀한 망상을 형성하였고, *I. excisus*와 *I. japonicus*가 약 11~12개로 비교적 적어서 다소 성긴 망상을 형성하였다 (표 2). 화분의 표면무늬에 있어서 *I. serra*는 망강당 천공의 수가 가장 적고 (평균 16개) 망벽의 두께가 가

장 두꺼워서 (평균 0.62 μm) 한국산 산박하속의 다른 분류군에 비하여 확연히 구분되었다 (표 2).

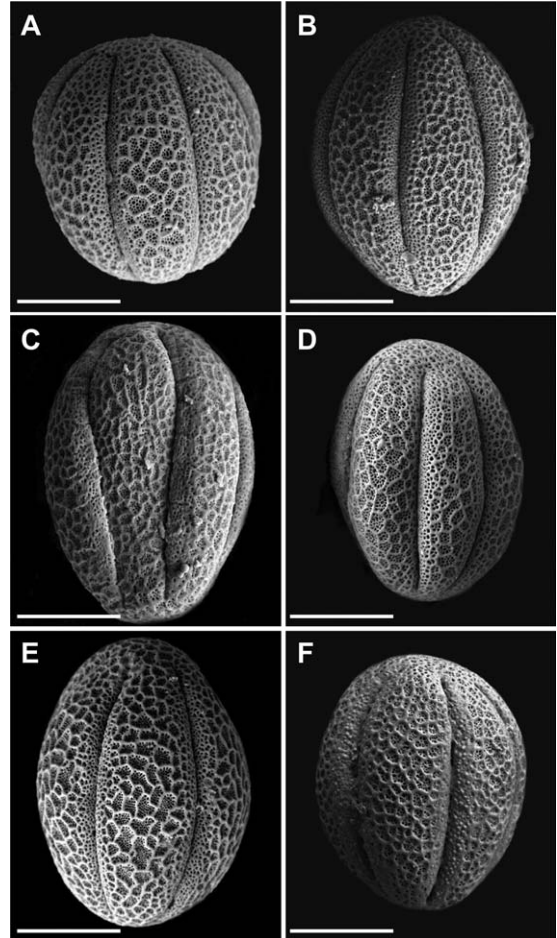


Figure 1. SEM pictures of pollen grains of the Korean *Isodon*. A, *I. excisus*; B, *I. inflexus* var. *inflexus*; C, *I. inflexus* var. *canescens*; D, *I. inflexus* var. *microphyllus*; E, *I. japonicus*; F, *I. serra*. Scale bar is 10 μm .

Table 2. Measurements of pollen grains in Korean *Isodon*.

Taxa	Size of pollen		P/E	Lumen no. per 35 μm^2 (no.)	Perforation no. per a lumen (no.)	Muri thickness (μm)
	Polar length (μm)	Equatorial diameter (μm)				
<i>I. excisus</i>	27.17 \pm 3.62	22.18 \pm 2.24	1.22	12.2 \pm 2.2	27.8 \pm 9.47	0.49 \pm 0.13
<i>I. inflexus</i> var. <i>inflexus</i>	27.07 \pm 1.66	21.23 \pm 3.12	1.27	19.0 \pm 2.5	18.1 \pm 4.11	0.48 \pm 0.06
var. <i>canescens</i>	29.01 \pm 4.56	20.21 \pm 1.62	1.44	17 \pm 3.24	20.8 \pm 6.53	0.38 \pm 0.05
var. <i>microphyllus</i>	26.03 \pm 1.49	19.07 \pm 4.94	1.36	19 \pm 2.01	17.1 \pm 6.01	0.39 \pm 0.08
<i>I. japonicus</i>	28.14 \pm 3.15	20.15 \pm 1.69	1.40	11 \pm 2.21	26.4 \pm 9.64	0.37 \pm 0.03
<i>I. serra</i>	25.16 \pm 4.71	20.38 \pm 3.56	1.23	16 \pm 3.03	16.4 \pm 5.21	0.62 \pm 0.11

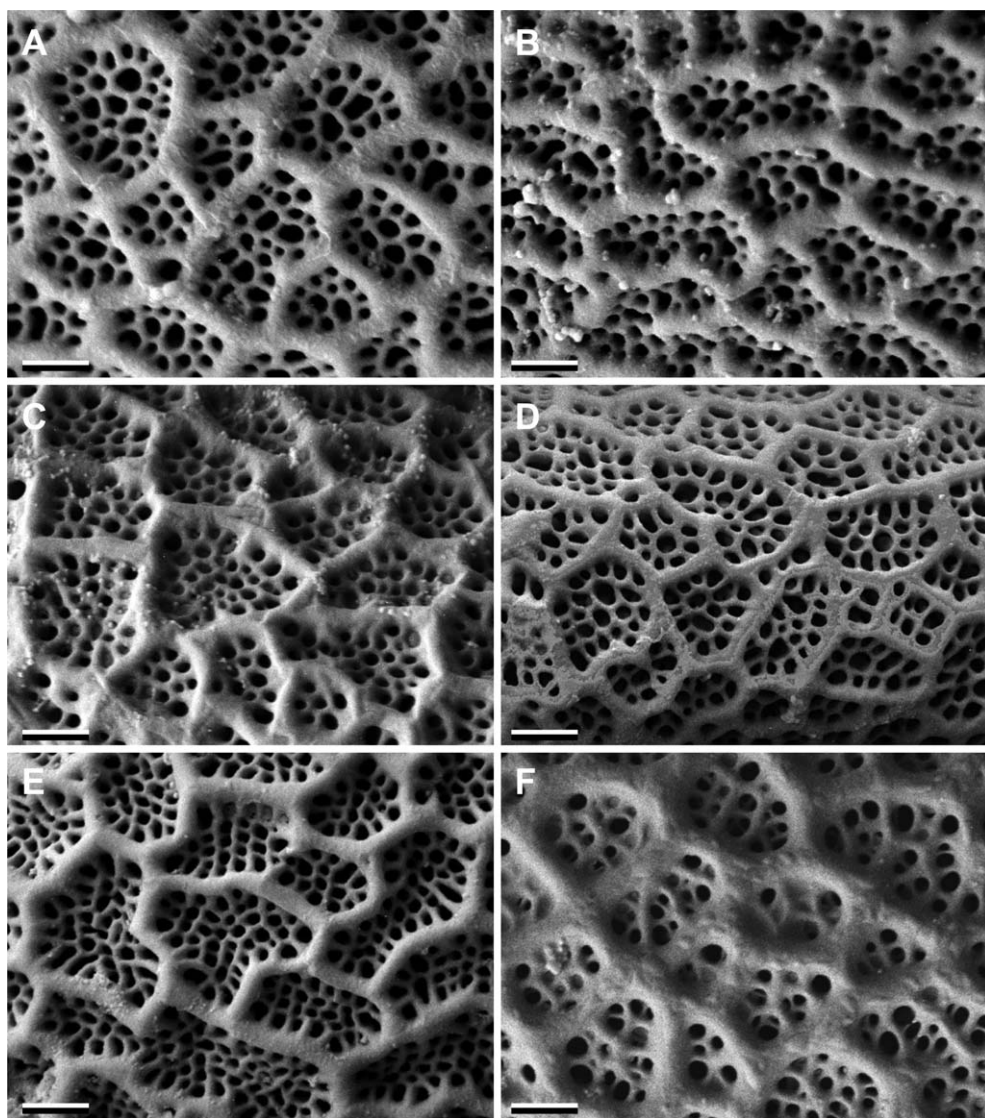


Figure 2. SEM pictures of pollen surfaces of the Korean *Isodon*. A, *I. excisus*; B, *I. inflexus* var. *inflexus*; C, *I. inflexus* var. *canescens*; D, *I. inflexus* var. *microphyllus*; E, *I. japonicus*; F, *I. serra*. Scale bar is 1 μ m.

과실표면-꿀풀과의 과실은 두 개의 자방이 각각 깊게 갈라져 4개의 독립된 소견과로서 (Judd *et al.*, 2008), 한국산 산박하속의 소견과의 형태는 *I. inflexus*, *I. japonicus*, *I. serra*가 도란형이고, *I. excisus*는 타원형에 가까운 도란형이다(그림 3, 4; 표 3). 광학 및 주사전자현미경에 의한 소견과 표면의 관찰결과, 선모와 비선모의 존재와 분포는 분류군마다 구분되었다. 비선모는 *I. inflexus* var. *microphyllus*와 *I.*

*serra*에서, 그리고 선모는 *I. excisus*, *I. inflexus* var. *inflexus*, *I. serra*에서 발견되었다(그림 3, 4). *I. inflexus* var. *microphyllus*에는 정단에 긴 비선모들이 나 있고, 아래로 갈수록 비선모 길이가 짧아지지만 비선모의 밀도는 전체적으로 거의 동일하다(그림 3, 4). 이에 반해 *I. serra*에서는 비선모가 정단에만 존재한다. *I. serra*에서 선모는 과실 전체에 넓게 퍼져 있는데 반해 *I. excisus*와 *I. inflexus* var. *inflexus*에서는 정

단에만 분포한다. *I. inflexus* var. *canescens*와 *I. japonicus*에서는 선모와 비선모 모두 관찰되지 않았다.

산박하속의 과피 표면은 망상구조를 관찰할 수 있다. 망벽이 돌출되어 뚜렷한 망상구조를 보이는 분류군은 *I. excisus*, *I. serra*이고, 나머지 분류군들은

망벽의 돌출이 미약해 망강의 구조가 뚜렷하지 않다(그림 5). 그러나 화분의 표면형질과는 달리 과피의 표면은 소견과의 건조 조건에 따라 다른 모양을 형성할 수 있는 가능성이 있어 분류군을 구분하는 식별형질로는 부적합하다고 판단된다.

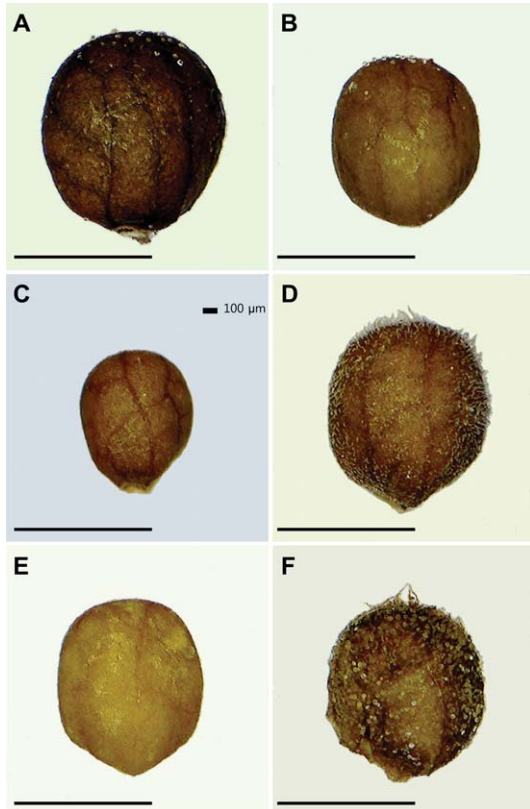


Figure 3. Stereoscopic microscope pictures of fruits of the Korean *Isodon*. A, *I. excisus*; B, *I. inflexus* var. *inflexus*; C, *I. inflexus* var. *canescens*; D, *I. inflexus* var. *microphyllus*; E, *I. japonicus*; F, *I. serra*. Scale bar is 1 mm.

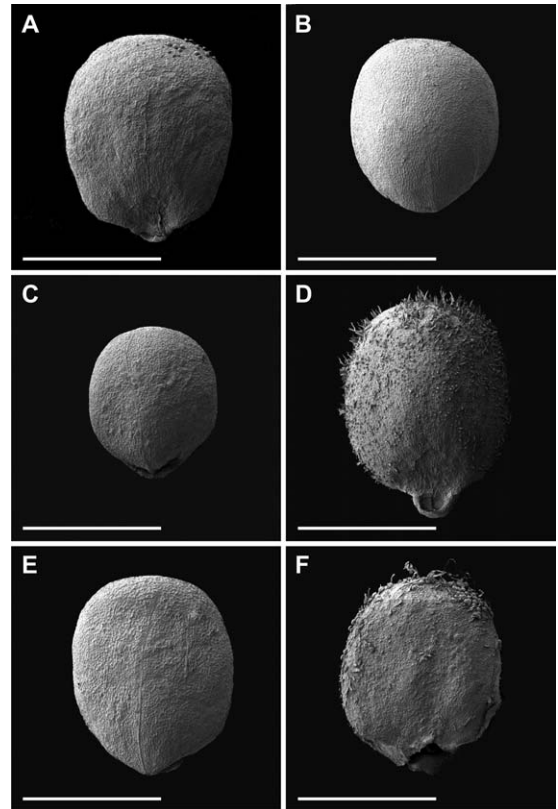


Figure 4. SEM pictures of fruits of the Korean *Isodon*. A, *I. excisus*; B, *I. inflexus* var. *inflexus*; C, *I. inflexus* var. *canescens*; D, *I. inflexus* var. *microphyllus*; E, *I. japonicus*; F, *I. serra*. Scale bar is 1 mm.

Table 3. Measurements of fruits in Korean *Isodon*.

Taxa	Size of fruit		P/E*
	Polar length (mm)	Equatorial diameter (mm)	
<i>I. excisus</i>	1.37 ± 0.17	1.17 ± 0.02	1.17
<i>I. inflexus</i> var. <i>inflexus</i>	1.15 ± 0.19	1.02 ± 0.10	1.13
var. <i>canescens</i>	0.93 ± 0.13	0.83 ± 0.14	1.13
var. <i>microphyllus</i>	1.28 ± 0.22	1.12 ± 0.12	1.14
<i>I. japonicus</i>	1.25 ± 0.28	1.05 ± 0.19	1.20
<i>I. serra</i>	1.22 ± 0.23	1.08 ± 0.11	1.12

* Polar length/Equatorial width

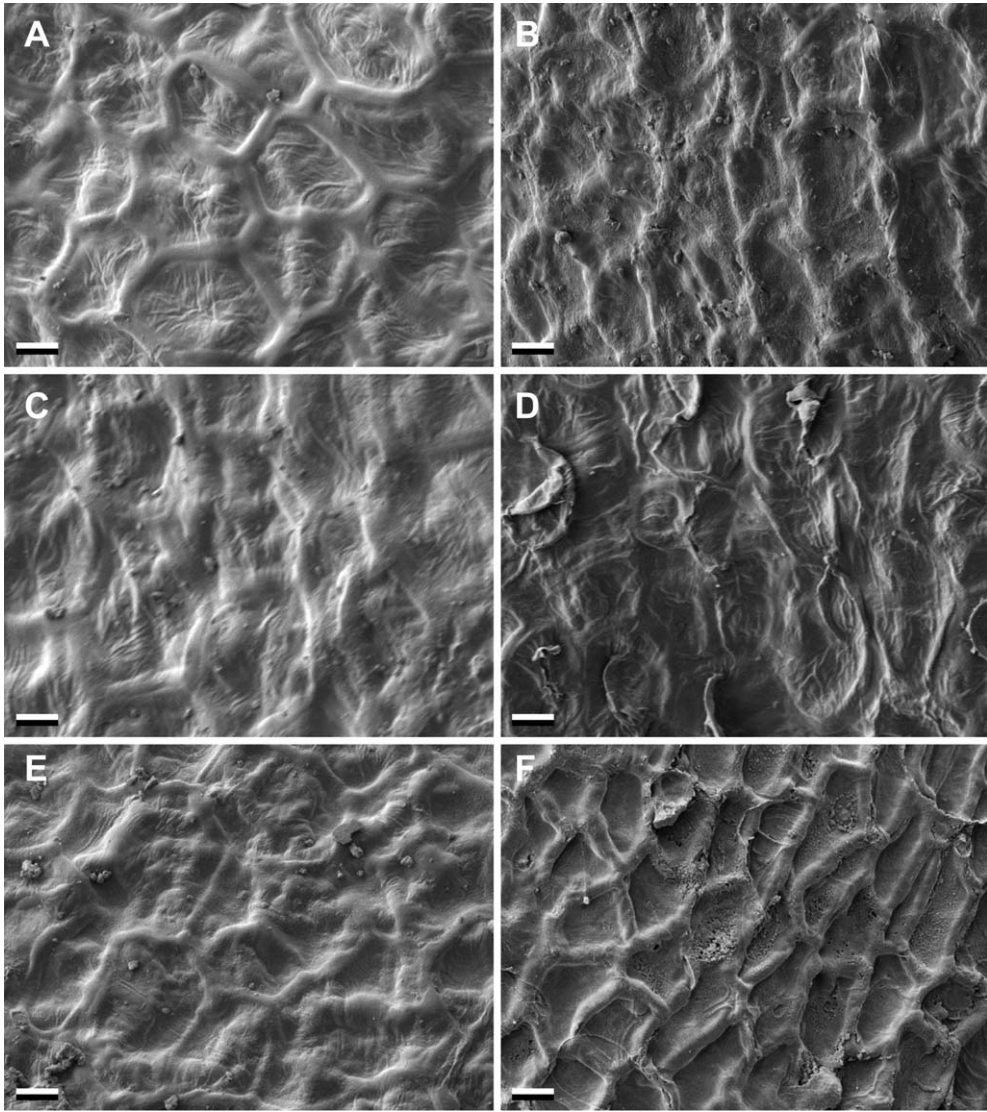


Figure 5. SEM pictures of fruit surfaces of the Korean *Isodon*. A, *I. excisus*; B, *I. inflexus* var. *inflexus*; C, *I. inflexus* var. *canescens*; D, *I. inflexus* var. *microphyllus*; E, *I. japonicus*; F, *I. serra*. Scale bar is 10 μ m.

본 연구에서는 한국산 산박하속에 속하는 여섯 분류군에 대한 화분과 과실의 표면을 광학 및 주사전자현미경으로 관찰하여 형질들을 도출하였는데, 이들은 전체 분류군을 구별하는 검색표를 작성할 수 있는 충분한 형질을 제공하지는 못했다. 하지만 다른 모든 분류군에 비하여 *I. serra*는 두꺼운 화분 표면의 망벽을 갖고 소견과에 선모와 비선모가 함께 존재하며, *I. inflexus* var. *canescens*는 작은 크기

의 과실을 갖는 특징을 가져 이들이 식별형질이 될 수 있음을 확인하였다. 또한 *I. inflexus* var. *microphyllus*는 비선모가 전체 과실을 덮고 있는 독특한 형질을 보여주고 있음을 확인하여 *I. inflexus*의 변종인 이 분류군의 종으로서의 승격 가능성을 제시하고 있다. 본 연구에서 확인된 각 분류군들에 대한 식별형질들은 이미 수행된 바 있는 한국산 산박하속 분류군들에 대한 형태적인 형질에 대한 재고찰

(Ma, 2011)에서 확인된 외부형태적 식별형질들과 함께 이들 분류군들을 구분할 수 있는 검색표 작성에 종합적으로 이용될 수 있을 것이다.

4. 적 요

한국산 산박하속 식물 여섯 분류군에 대하여 이들의 화분과 과실을 광학 및 주사전자현미경에 의해 관찰하였다. 화분의 표면형질에 있어서 자주방아풀(*Isodon serra*)은 평균 0.6 μm 의 월등히 두꺼운 망벽을 갖고 있어 평균 0.37~0.49 μm 의 두께의 다른 분류군들과 확연히 구분되었다. 과실 있어서 털산박하(*I. inflexus* var. *canescens*)가 평균 0.93 \times 0.83 mm의 크기로 평균 1.15~1.37 \times 1.02~1.17 mm 범위의 크기를 갖는 다른 분류군들과 구분되었다. 영도산박하(*I. inflexus* var. *microphyllus*)는 과실의 전체 표면에 비선모만 분포하는 반면 자주방아풀의 과실은 선단부위에만 비선모가 존재하고 선모는 대부분 전체과실에 분포한다는 특징을 갖는다. 한국산 산박하속에 있어서 화분과 과실 표면 형질은 털산박하, 영도산박하, 자주방아풀을 다른 분류군과 구분할 수 있는 식별형질로서 검색표에 이용될 수 있다.

감사의 글

본 논문은 2014년도 성신여자대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 연구되었음을 밝힙니다.

References

- Chung, T.H. 1957. Korean Flora. Kyo-yuk publishing Co. Seoul. (in Korean)
- Erdtman, G. 1945. Pollen morphology and plant taxonomy. IV. Labiatae, Verbenaceae and Avicenniaceae. Svensk Botanisk Tidskrift 39: 279-285.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F., Donoghue, M.J. 2008. Plant Systematics: A phylogenetic Approach. 3rd ed. Sinauer Associates, Sunderland.
- Kim, S., Ma, Y. 2011. Morphological multivariate analyses of *Isodon excisus* complex (Lamiaceae) in Korea. Korean Journal of Plant Taxonomy 41: 223-229.
- Kim, S., Ma, Y. 2013. Morphological multivariate analyses of *Isodon inflexus* complex (Lamiaceae) in Korea. Korean Journal of Nature Conservation 7: 42-49.
- Korea National Arboretum and the Plant Taxonomic Society of Korea. 2007. A Synonymic List of Vascular Plants in Korea. Korea National Arboretum, Pocheon.
- Kudo, Y. 1929. Memories of the Faculty of Science and Agriculture. Vol II. No. 2. Taihoku Imperial University, Formosa.
- Lee, T.B. 1985. Illustrated Flora of Korea. Hyang-mun publishing Co. Seoul (in Korean).
- Lee, W.T. 1996. Colored Standard Illustrations of Korean Plants. Academy publishing Co., Seoul (in Korean).
- Lee, Y.N. 1996. Flora of Korea. Kyo-hak Publishing Co. Seoul (in Korean).
- Li, H., Hedge, I.C. 1994. Flora of China. Vol. 17. Science Press and Missouri Botanical Garden, Beijing.
- Li, H. 1988. Taxonomic review of *Isodon* (Labiatae). Journal of Arnold Arboretum 69: 289-395.
- Ma, Y. 2011. Taxonomic study of *Isodon* (Schrad. Ex. Benth.) Spach (Lamiaceae) in Korea. Master's thesis, Sungshin Women's University.
- Mabberley, D.J. 1987. The Plant Book: A Portable Dictionary of the Higher Plants. Cambridge University Press, New York.
- Maki, M., Yamashiro, T., Dohzono, I., Suzuki, K. 2010. Molecular phylogeny of *Isodon* (Lamiaceae) in Japan using chloroplast DNA sequences: recent rapid radiations or ancient introgressive hybridization? Plant Species Biology 25: 240-248.
- Mori, T. 1921. An enumeration of plants hitherto known from Korea. The government of Chosen, Seoul.
- Nakai, T. 1934. Notulae ad plants Japoniae and Koreae. Botanical Magazine. Tokyo 48: 785-792.
- Radford, A.E., Dickson, W.C., Massey, J.R., Bell, C.R. 1974. Vascular Plant Systematics., Springer, New York.
- Suh, Y., Hong, S., Park, S. 2007. Labiatae. In The Genera of Vascular Plants of Korea, Flora of Korea editorial committee ed. Academy Publishing Co., Seoul.
- Zhong, J.-S., Li, J., Li, L., Conran, J.G., Li, H. 2010. Phylogeny of *Isodon* (Schrad. ex Benth.) Spach (Lamiaceae) and related genera inferred from nuclear ribosomal ITS, *trnL-trnF* region, and *rps16* intron sequences and morphology. Systematic Botany 35: 207-219.