한국산 가지과의 종자 비교형태

공민정 · 이종수 · 홍석표*

경희대학교 이과대학 생물학과 및 기초과학연구소

Comparative seed morphology of Solanaceae in Korea

Min-Jung Kong, Jong-Su Lee and Suk-Pyo Hong*

Laboratory of Plant Systematics, Department of Biology & Research Institute for Basic Sciences,
Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

(Received 14 January 2011 : Accepted 21 January 2011)

적 요: 한국산 가지과 12속 22분류군의 종자 특징을 해부현미경과 주사전자현미경을 통하여 관찰하고 자세히 기재하였다. 연구된 분류군의 종자 색깔은 노란색에서 검정색까지 관찰되며, 종자 형태는 신장형에서 원형까지 나타났다. 종자 크기는 길이 0.56–4.29 mm, 폭 0.38–3.20 mm로, *Datura metel*이 가장 크고 *Petunia hybrida*가 가장 작았다. 종자의 표면무늬는 세 가지 유형으로 과립형, 과립상-망상형, 망상형이 나타났다. 수층벽의 유형은 파상형과 직선형으로 관찰되었다. 대부분의 분류군은 파상형을 갖고, *Datura*속, *Petunia*속, *Scopolia*속에서는 직선형만 관찰되었으며, *Nicandra physalodes*는 직선형과 파상형을 모두 갖는다. *Solanum*속 내 일부 분류군에서는 종자의 수층벽 상단부위에 모용처럼 보이는 섬유소가 관찰되었다(*S. japonense*, *S. lyratum*, *S. lycopersicum*). 한국산 가지과에 대한 종자의 형태학적 형질을 속별로 기재하였고, 그 분류학적 유용성에 대해 논의하였다.

주요어: 미세형태학, 종자 형태, SEM, 가지과

ABSTRACT: The seed morphology of 22 taxa (12 genera) of Solanaceae in Korea was studied by stereo and scanning electron microscopy, and a detailed description of seed morphological features for all examined taxa is provided. The color of the seed is yellow to black, and the shape is reniform to circular. Its size is 0.56–4.29 mm in length and 0.38–3.20 mm in width. The largest sample was found in *Datura metel*, while the smallest was in *Petunia hybrida*. Three different surface types (verrucate, verrucate-reticulate, and reticulate) were recognized in the studied taxa. The top of the anticlinal wall produces appendages known as 'fibrils'. This projection of anticlinal wall was found to be specific to the genus *Solanum* (*S. japonense*, *S. lyratum*, and *S. lycopersicum*). The morphological features (seed shape, size, color, hilum shape, surface type, and fibrils) of the family Solanaceae in Korea are described and their systematic implications are briefly discussed.

Keywords: Micromorphology, Seed morphology, SEM, Solanaceae

가지과(Solanaceae Juss.)는 온대와 열대지역에 서식하는 다년생 초본 또는 목본으로, 아메리카 대륙에서 종 다양성이 가장 높은 것으로 알려져 있다(Hunziker, 2001; Mabberley, 2008; Olmstead et al., 2008). 본 과 식물의 잎은 단엽이고 호생하며, 꽃은 완전화로 합판화이다. 수술은 5개로 심피는 흔히 2(–5)개로 동합하며, 자방상위이다. 또한 열매는 대부분 장과이거나 삭과이다(Hunziker, 2001; Hong, 2007). 가지과에 속

한 많은 분류군은 식용작물로 재배되고 있고, 일부 종은 alkaloids 또는 steroids 성분이 함유되어 있어 약용식물로서 이용되고 있다. 또한 *Petunia hybrida*나 *Nicotiana × sanderae*와 같은 분류군은 원예작물로 주목받고 있다(Judd et al., 1999; Hunziker, 2001).

가지과는 종자형태나 식물체가 포함하는 alkaloids의 종류, 배(embryo), 가임수술(fertile stamen)의 수, 열매의 종류 등의 형질이 과내 분류체계를 정하는데 중요하게 적용되어 왔으며, 이에 따라 6개의 아과(Cestroideae 아과, Juanulloideae 아과,

*Author for correspondence: sphong@khu.ac.kr

Solanoideae아과, Salpiglossoideae아과, Schizanthoideae아과, Anthocercidoideae아과)로 구분된다(Hunziker, 2001). 이 중 Cestroideae아과와 Solanoideae아과는 과 내에서 가장 많은 분류군을 포함하고 있다(Cestroideae, ca. 480 spp.; Solanoideae, ca. 1700 spp.). 한국산 가지과는 Lee (1980)에 의해 13속 20분류군으로 보고되었으며, Hong (2007)에 의해 10속 21분류군이 알려져 있다. 이에 원예종과 귀화종을 포함하여(Park, 1994, 1995, 1997, 1999; Cho and Kim, 1997), 한국산 가지과는 총 12속 30분류군으로 보고되었다. Hunziker의 분류체계에 따라 한국산 분류군은 Cestroideae아과와 Solanoideae아과에 속한다(Hunziker, 2001).

종자의 외부형태학적 형질은 성장 과정에서 과피의 보호를 받아 환경의 영향에 따른 변이가 적으며, 안정적인 형질로 그 가치가 인정받고 있다(Davis and Heywood, 1963; Barthlott, 1981; Hasan and Lester, 1990; Zhang et al., 2005; Junlakitjawat et al., 2010). 가지과 내에서도 주사전자현미경(SEM)을 이용한 종자형태 연구는 많은 학자들에 의해 수행되어 왔으며, 절이나 속의 분류학적 한계를 결정하는 데에 유용한 것으로 알려져 있다(Hasan and Lester, 1990; Lester, 1991; Axelius, 1992; Zhang and Lu, 1999). 일부 학자는 *Solanum*속 종자 표면에 나타나는 섬유소(fibrils)의 형태를 기준으로 분류군의 한계를 결정하고, 분류군간 근연성을 확인하였다(Whalen, 1979; Edmonds, 1983; Lester and Durands, 1984; Junlakitjawat et al., 2010). Edmonds (1983)는 SEM을 이용해 *Solanum sect. Solanum*의 종피에 관한 연구를 수행하였으며, 이를 통해 절 내에서는 종피의 형태가 유사함을 관찰하였다. 또한 종자 표면에서 관찰되는 섬유소의 독특한 형태가 절 내에서 일관되게 관찰되어 속 내 분류체계를 지지함을 밝혔다. Farooqui and Bahadur (1985)과 Bahadur and Farooqui (1986)는 LM과 SEM을 이용하여 호주와 아메리카 대륙의 *Nicotiana*속 종자에 관한 연구를 수행하였으며, Lester (1991)는 *Lycopersicum*속과 *Solanum*속에 속하는 31분류군을 대상으로 종자의 미세형태학적 연구를 수행하여, 이를 통해 분류군 간의 근연성을 증명하였다. Axelius (1992)는 *Physalis*속과 근연분류군을 포함한 34분류군을 대상으로 종피의 미세형태학적 형질을 관찰하여 형질의 유용성을 확인하였으며, Zhang and Lu (1999)는 종자의 형태가 *Physalis*속과 *Capsicum*속, *Tubocapsicum*속을 구분하는 데에 유용한 형질임을 밝혔다. Paik (2002)은 광의의 *Scopolia*속과 근연분류군을 포함한 4속 10분류군을 대상으로 미세형태학적 연구를 수행하였으며, 이 중 종자의 미세형태학적 형질의 유용성을 확인하였다. Nakayama et al. (2004)은 일본산 가지과 17분류군(9속)의 종자를 해부현미경 하에서 관찰하고 간단히 기재하였다. 또한 Zhang et al. (2005)에 따르면 종피의 세포형태 및 수층벽은 *Hyoscyameae*속 내 분류군의 계통분류학적 연구 과정에서 분류군간 유연관계를 밝히는 데에 유용한 형질임을 밝혔다. Lee et al. (2010)은 한국산 가지과 12분류군(10속)에 대해 해부현미경과 SEM을 이용하여 종자형태에 관해 관찰하였으나 외부형태와

종자 표면무늬에 관해 간략한 기재만 하였다. 이와 같이 한국산 가지과의 종자 형태학적 연구는 일부 분류군에 대한 기재만 이루어졌을 뿐, 과 전반에 걸친 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 해부현미경과 주사전자현미경을 이용하여 한국산 가지과 종자의 형태학적 연구를 수행하고자 하였으며, 이를 통해 (1) 한국산 가지과 종자의 형태에 대해 자세히 기재하고, (2) 종자의 형태학적 형질의 분류학적 유용성과 가치를 확인해보고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구에서는 원예식물과 귀화식물을 포함하여 한국에 서식한다고 알려져 있는 가지과 12속 30분류군 중 12속 22분류군을 대상으로 하였다(Appendix). 석엽표본은 국내표본관(KH, KHUS, SNU, SNUA: acronyms follow Holmgren and Holmgren, 1998)으로부터 대여 받은 표본을 사용하였고, 야외에서 직접 관찰, 채집된 것은 경희대학교 표본관(KHUS)에 보관하였다.

종자의 외부형태학적 형질을 관찰하기 위해 석엽표본과 생체표본을 사용하였다. 해부현미경(Olympus SZ-STU1) 하에서 과실을 채취하여 종자를 떼어낸 후, 채취된 종자를 Ultrasonic cleaner 및 정제 차아염소산나트륨(NaOCl) 5%를 이용하여 표면을 깨끗이 세척 한다. 이후 alcohol series(70%, 80%, 85%, 90%, 95%, 100% alcohol)에서 각각 10 min를 거쳐 탈수한 다음 상온에서 24시간 완전 건조 시켰다. 깨끗한 종자의 외형을 해부현미경으로 관찰하고 측정하였다.

완전 건조된 시료는 미세형태학적 형질을 관찰하기 위해 aluminium stub 위에 올린 다음 Ion-sputter (JEOL JFC-1100)를 이용하여 백금(Pt)으로 Ion-coating하고, SEM (JEOL JSM-5200)으로 가속전력 20kV하에서 관찰하여 사진 촬영을 하였다.

본 연구에서 다뤄진 분류군에 대한 분류체계는 세계산 Solanaceae를 정리한 Hunziker (2001)의 체계를 따랐다. 또한 연구된 분류군의 학명은 Missouri Botanical Garden의 Tropicos® (<http://www.tropicos.org>)를 따랐으며, 국명은 국가표준식물목록을 기준으로 하였다. 미세구조에 대한 용어는 Hunziker (2001)와 Paik (2002), Jang and Hong (2010)을 참조하여 기재하였다.

결 과

한국산 가지과(12속 22분류군)의 열매는 대부분 장과(berry)이지만 삭과(capsule)도 나타난다. 삭과의 열매는 *Nicotiana*속, *Petunia*속, *Datura*속, *Hyoscyamus*속, *Scopolia*속에서 관찰되었으며, 나머지 분류군에서는 모두 장과로 나타났다. 연구된 결과는 Figs. 1-66과 Table 1에 제시하였으며 그 내용은 다음과 같다.

1. *Nicotiana* L. (담배속; Figs. 26-27): 열매는 삭과이며 종자의 외형은 타원형으로 전체적인 형태는 양 끝이 가늘어지는 원주형이다(Fig. 26). 종자의 색깔은 진한 노란색이며, 크기는 $0.60-0.90 \times 0.30-0.50$ mm이다. 표면무늬는 망상형으로 수충벽은 파상형으로 나타났다(Fig. 27). 제의 모양은 원형/난형이다. - 연구 분류군: *Nicotiana tabacum*

2. *Petunia* Juss. (페튜니아속; Figs. 28-29): 열매는 삭과로 종자의 형태는 원형이며 전체적인 형태는 공형으로 나타난다(Figs. 28-29). 색깔은 갈색이고, 종자의 크기는 $0.50-0.60 \times 0.50-0.60$ mm이다. 표면무늬는 망상형이고, 수충벽은 직선형이며, 제의 모양은 원형/난형이다. - 연구 분류군: *Petunia hybrida*

Figs. 1-17. SEM micrographs of seed of Solanaceae in Korea. 1-5. *Capsicum annuum* (1. Whole seed; 2. Detailed central surface; 3. Detailed marginal surface; 4. Section of seed-central; 5. Section of seed-marginal); 6-8. *Datura metel* (6. Whole seed; 7. Detailed surface; 8. Section of seed-whole); 9-11. *Datura stramonium* (9. Whole seed; 10. Opposite side of hilum; 11. Detailed surface); 12-14. *Hyoscyamus niger* (12. Whole seed; 13. Detailed surface; 14. Hilum side); 15-17. *Lycium chinense* (15. Whole seed; 16. Detailed surface; 17. Hilum side).

3. *Datura* L. (독말풀속; Figs. 6-11): 열매는 삭과로 종자의 외형은 신장형 또는 둥근신장형이며 납작하다(Fig. 10). 종자의 색깔은 노란색 또는 검정색이며, 크기는 $3.27-4.29 \times 2.59-3.20$ mm이다. 표면무늬는 과립상-망상형으로(Fig. 11), 수충벽은 직선형이며, 제의 모양은 원형/난형이다. - 연구 분류군: *Datura metel*, *Datura stramonium*

4. *Hyoscyamus* L. (사리풀속; Figs. 12-14): 열매는 삭과로

종자의 형태는 비대칭적 난형이며 납작하다(Fig. 12). 종자의 색깔은 갈색이며, 종자의 크기는 $1.00-1.30 \times 0.70-1.00$ mm으로 나타난다. 표면무늬는 망상형이고, 수충벽은 파상형으로 나타났으며(Fig. 13), 제의 모양은 원형/난형이다(Fig. 14). - 연구 분류군: *Hyoscyamus niger*

5. *Scopolia* Jacq. (미치광이풀속; Figs. 40-44): 열매는 삭과로 종자의 형태는 신장형(Fig. 40) 또는 다각형(Fig. 42)

Figs. 18–34. SEM micrographs of seed of Solanaceae in Korea. 18–21. *Solanum lycopersicum* (18. Whole seed; 19. Detailed surface; 20. Section of seed; 21. Hilum side); 22–25. *Nicandra physalodes* (22. Whole seed; 23. Detailed central surface; 24. Detailed marginal surface; 25. Hilum side); 26–27. *Nicotiana tabacum* (26. Whole seed; 27. Detailed surface); 28–29. *Petunia hybrida* (28. Whole seed; 29. hilum side); 30–32. *Physalis alkekengi* var. *francheti* (30. Whole seed; 31. Detailed central surface; 32. Detailed marginal surface); 33–34. *Physalis alkekengi* var. *francheti* (33. Whole seed; 34. Detailed surface).

이다. 종자의 색깔은 노란색 또는 갈색이며, 크기는 $1.60-2.12 \times 1.16-1.51$ mm이다. 표면무늬는 망상형으로 수충벽은 직선형이고(Figs. 41, 43), 제의 모양은 원형/난형이다(Fig. 44). - 연구 분류군: *Scopolia japonica*, *Scopolia lutescens*

6. *Lycium* L. (구기자나무속; Figs. 15-17): 열매는 삭과로 종자의 형태는 신장형이고 납작하다(Fig. 15). 색깔은 노란색이며, 종자의 크기는 $2.60-2.90 \times 1.90-2.30$ mm이다. 표

면무늬는 망상형이고, 수충벽의 형태는 파상형이며(Fig. 16), 제의 모양은 원형/난형이다(Fig. 17). - 연구 분류군: *Lycium chinense*

7. *Nicandra* Adans. (페루파리속; Figs. 22-25): 열매는 장과이다. 종자의 외형은 등근신장형으로 납작하다(Fig. 22). 색깔은 노란색이며, 크기는 $1.40-1.60 \times 1.20-1.50$ mm이다. 종자의 표면무늬는 망상형으로, 수충벽은 직선형과 파상

Figs. 35-49. SEM micrographs of seed of Solanaceae in Korea. 35-36. *Physalis angulata* (35. Whole seed; 36. Detailed surface); 37-39. *Physalis acutifolia* (37. Whole seed; 38. Detailed surface; 39. Hilum side); 40-41. *Scopolia lutescens* (40. Whole seed; 41. Detailed surface); 42-44. *Scopolia japonica* (42. Whole seed; 43. Detailed surface; 44. Hilum side); 45-46. *Solanum americanum* (45. Whole seed; 46. Detailed surface); 47-49. *Solanum japonense* (47. Whole seed; 48. Detailed surface; 49. Section of seed).

형이 모두 나타났으며(Figs. 23, 24), 수충벽의 모서리는 다소 돌출되어 있다. 종자 중앙에서는 망의 크기가 작으며 점점 종자의 외부로 갈수록 커진다(Figs. 23, 24). 체의 모양은 원형/난형이다(Fig. 25). - 연구 분류군: *Nicandra physalodes*

8. *Physalis* L. (파리속; Figs. 33-39): 열매는 장과이다. 종자의 외형은 신장형, 아신장형 또는 둥근신장형으로 납작하다(Figs. 33, 35, 37). 종자의 색깔은 노란색이며, 크기는 $1.48-2.15 \times 1.14-1.70$ mm이다. 표면무늬는 망상형으로 수

충벽은 파상형으로 나타났다(Figs. 34, 36, 38). 수충벽의 모서리는 다소 돌출되어 있다. *P. angulata*에서만 표면 무늬가 종자 중앙에서 종자의 외부로 갈수록 커진다. 체의 모양은 장타원형/선형(*P. angulata*) 또는 원형/난형(*P. alkekengi*, *P. acutifolia*; Fig. 39)으로 나타난다. - 연구 분류군: *Physalis alkekengi* var. *francheti*, *Physalis angulata*, *Physalis acutifolia*

9. *Tubocapsicum* (Wettstein) Makino (알파리속; Figs. 64-66): 열매는 장과이다. 종자의 외형은 둥근신장형이고 납작하

Figs. 50–66. SEM micrographs of seed of Solanaceae in Korea. 50–52. *Solanum lyratum* (50. Whole seed; 51. Detailed surface; 52. Section of seed); 53–55. *Solanum melongena* (53. Whole seed; 54. Detailed surface; 55. Hilum side); 56–60. *Solanum nigrum* (56. Whole seed; 57. Detailed central surface; 58. Detailed marginal surface; 59. Section of seed-central; 60. Section of seed-marginal); 61–63. *Solanum angustifolium* (61. Whole seed; 62. Detailed surface; 63. Hilum side); 64–66. *Tubocapsicum anomalum* (64. Whole seed; 65. Detailed surface; 66. Hilum side).

다(Fig. 64). 종자의 색깔은 노란색이며, 크기는 $1.80\text{--}2.00 \times 1.30\text{--}1.60\text{ mm}$ 이다. 표면무늬는 망상형으로, 수층벽은 파상형으로 나타났으며(Fig. 65), 표면 무늬는 종자 중앙에서 종자의 외부로 갈수록 커진다. 제의 모양은 종자 원형/난형이다(Fig. 66). - 연구 분류군: *Tubocapsicum anomalum*

10. Capsicum L. (고추속; Figs. 1-5): 열매는 장과이다. 종자의 외형은 아심장형이고 납작하다(Fig. 1). 색깔은 노란색이며, 종자의 크기는 $3.00\text{--}3.90 \times 2.90\text{--}3.20\text{ mm}$ 이다. 표면무늬는 과립형(verrucate; Fig. 2)으로 종자 전체에서 나타나며, 종자의 바깥쪽인 모서리 면에는 과립형이 미약하게 형성된다(Fig. 3). 수층벽의 구조는 파상형으로 나타났으며, 제의 모양은 장타원형/선형이다. - 연구 분류군: *Capsicum annum*

11. Physalisstrum Makino (가시파리속; Figs. 30-32): 열매는 장과이다. 종자의 형태는 둥근신장형이고 납작하다(Fig. 30). 종자의 색깔은 갈색이며, 크기는 $1.50\text{--}1.80 \times 1.20\text{--}1.50\text{ mm}$ 이다. 표면무늬는 망상형으로 수층벽은 파상형이고(Figs. 31, 32), 수층벽의 모서리는 다소 돌출되어 있으며, 표면 무늬는 종자 중앙에서 종자의 외부로 갈수록 커진다(Figs. 31, 32). 제의 모양은 원형/난형이다. - 연구 분류군: *Physalisstrum echinatum*

12. Solanum L. (가지속; Figs. 18-21, 45-63): 열매는 장과를 갖는다. 종자의 형태는 신장형, 아신장형, 둥근신장형, 또는 비대칭적 난형으로 나타난다. 종자의 색깔은 노란색이며, 크기는 $1.36\text{--}4.00 \times 1.04\text{--}3.11\text{ mm}$ 이다. 표면무늬는 망상형이고, 수층벽은 파상형으로 나타났으며(Figs. 19, 46, 48, 51, 54, 57, 58, 62), 일부 분류군의 수층벽 상단부위에서 섬유소가 관찰된다(*S. japonense*, *S. lyratum*, *S. lycopersicum*). *S. nigrum*의 경우, 표면 무늬는 종자 중앙에서 종자의 외부로 갈수록 커진다. 제의 모양은 원형/난형(*S. melongena*; Fig. 55) 또는 장타원형/선형(*S. americanum*, *S. japonense*, *S. lycopersicum*, *S. lyratum*, *S. nigrum*, *S. rostratum*; Figs. 21, 44, 63)으로 나타난다. - 연구 분류군: *Solanum americanum*, *Solanum angustifolium*, *Solanum japonense*, *Solanum lycopersicum*, *Solanum lyratum*, *Solanum melongena*, *Solanum nigrum*

고 찰

종자의 외부형태학적 형질: 형태, 크기, 색, 제의 형태

한국산 가지과 12속 22분류군에 대한 종자의 외형 및 미세형태를 해부현미경과 주사전자현미경으로 관찰하였다(Figs. 1-66, Table 1). 종자의 형태, 색깔, 크기, 제의 모양에 있어서 거의 일정한 형태가 관찰되었다. 종자의 형태는 대부분 신장형(reniform), 아신장형(subreniform), 둥근신장형(orbicular reniform)으로 나타났으나 일부 분류군에서는 원형(circular; *Petunia hybrida*)이나 다각형(polyhedral; *Scopolia lutescens*), 타원형(elliptic; *Nicotiana tabacum*)으로 관찰되었다. 또한 종자의 전체적인 형태가 구형으로 나타난 *Petunia hybrida*를 제외하고 모든 분류군이 납작한 종자

를 갖는 것으로 나타났다. *Nicotiana tabacum*와 *Petunia hybrida*의 형태는 국내 분류군 중에서 유일한 형태로 다른 분류군과 쉽게 구분이 되며, 두 분류군은 동일 아족(subtribe)에 속하지만 형태적 차이가 뚜렷하다. Hong (2007)에 따르면 *Petunia*속과 *Nicotiana*속은 화서의 특징, 즉 꽃이 달리는 위치와 화사의 길이 등에 따라 구분되며, 이들 분류군의 종자형태는 이러한 형질과 더불어 두 속을 쉽게 구분할 수 있다(cf. Figs. 26-29). 또한 국내 다른 분류군과도 뚜렷한 차이를 나타내어 한국산 분류군에서 두 분류군을 구분하는 데에 유용한 것으로 판단된다. *Scopolia lutescens*의 경우, *Scopolia japonica*와 종자 형태적으로 뚜렷한 차이가 관찰되나, 종자의 성숙도에 따른 차이로 판단되어 이후 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

종자의 색은 대부분 노란색을 갖는 것으로 관찰되었으며(*Nicotiana tabacum* - 진한 노란색), 드물게 갈색(*Petunia hybrida*, *Hyoscyamus niger*, *Scopolia lutescens*, *Physalisstrum echinatum*), 또는 검은색(*Datura stramonium*)을 갖는 것으로 관찰되었다. 이는 기존 연구를 통해 관찰된 종자의 색과 거의 일치하였다(Nakayama et al., 2004; Lee et al., 2010).

연구된 분류군의 종자 크기는 $0.56\text{--}4.29 \times 0.38\text{--}3.20\text{ mm}$ 로 다양하며, 가장 큰 종자는 *Datura metel* ($4.29 \pm 0.11 \times 3.20 \pm 0.09\text{ mm}$)에서 관찰되었고, 가장 작은 종자는 *Petunia hybrida* ($0.56 \pm 0.06 \times 0.56 \pm 0.06\text{ mm}$)에서 나타났다. 가장 큰 종자와 가장 작은 크기의 종자는 모두 삭과의 열매에서 관찰되었다. 이러한 종자의 크기는 가지과 내 근연분류군에 대한 선행 연구 결과와 유사한 범위를 보였다(Nakayama et al., 2004; Zhang et al., 2005).

제(hilum)의 형태는 난형/원형(oval/circular) 또는 장타원형/선형(oblong/linear)으로 나타난다. 일반적으로 같은 속 내 분류군의 제 형태는 유사하지만, 다음과 같은 일부 분류군에서는 차이가 나타난다. 즉, *Physalis*속에서는 *P. angulata*만이 장타원형/선형으로 관찰되었으며, *Solanum*속에서는 *S. melongena*만이 난형/원형으로 나타나서 같은 속 내 다른 분류군과는 뚜렷한 차이가 관찰되었다(Fig. 55). 특히 *S. melongena*의 경우, 한국산 *Solanum*속 내에서 잎의 유형, 열매의 색과 크기, 줄기의 색 등에 의해 구분될 수 있으나, 제의 형태만으로도 동일 속 내 다른 한국산 분류군과 뚜렷한 차이를 나타내어 유용한 형질로 판단된다.

Zhang et al. (2005)의 Hyoscyameae족에 대한 연구에서 종자의 크기, 형태, 제의 위치만으로는 속간 한계를 규명하는 데에는 다소 부족한 것으로 나타났다. 본 연구결과, 이러한 외부형태학적 형질은 일부 분류군의 종의 한계를 결정하는 데에 유용한 것으로 나타났으나, 족 및 속의 한계를 구분짓는 형질로는 미약한 것으로 판단된다.

종자의 표면무늬

종자의 표면무늬는 대부분 망상형(reticulate)으로 나타났으나, 드물게 과립이 망상구조를 이루며 분포하는 과립

Table 1. Seed morphological characters of 22 taxa (12 genera) of Solanaceae in Korea.

Taxon	FT	CL	SH	SS (mm) length × width	SC	AW	FB	HL	Figures
Subfam. Cestroideae									
Tribe Nicotianeae									
Subtr. Nicotianinae									
<i>Nicotiana tabacum</i>	cp	on	el	$0.75 \pm 0.10 \times 0.38 \pm 0.06$	re	un	ab	oc	26-27
<i>Petunia hybrida</i>	cp	br	ci	$0.56 \pm 0.06 \times 0.56 \pm 0.06$	re	st	ab	oc	28-29
Subfam. Solanoideae									
Tribe Datureae									
<i>Datura metel</i>	cp	yl	rn	$4.29 \pm 0.11 \times 3.20 \pm 0.09$	vr	st	ab	oc	6-8
<i>Datura stramonium</i>	cp	bl	or	$3.27 \pm 0.08 \times 2.59 \pm 0.07$	vr	st	ab	oc	9-11
Tribe Hyoscyameae									
<i>Hyoscyamus niger</i>	cp	br	ao	$1.13 \pm 0.08 \times 0.87 \pm 0.09$	re	un	ab	oc	12-14
<i>Scopolia japonica</i>	cp	yl	rn	$2.12 \pm 0.17 \times 1.51 \pm 0.12$	re	st	ab	oc	40-41
<i>Scopolia lutescens</i>	cp	br	ph	$1.60 \pm 0.13 \times 1.16 \pm 0.14$	re	st	ab	oc	42-44
Tribe Lycieae									
<i>Lycium chinense</i>	be	yl	rn	$2.76 \pm 0.12 \times 2.07 \pm 0.12$	re	un	ab	oc	15-17
Tribe Nicandreae									
<i>Nicandra physalodes</i>	be	yl	or	$1.53 \pm 0.07 \times 1.35 \pm 0.09$	re	st,un	ab	oc	22-25
Tribe Solaneae									
Subtr. Physalinae									
<i>Physalis acutifolia</i>	be	yl	rn	$1.64 \pm 0.05 \times 1.34 \pm 0.05$	re	un	ab	oc	37-39
<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>francheti</i>	be	yl	sr	$2.15 \pm 0.09 \times 1.70 \pm 0.09$	re	un	ab	oc	33-34
<i>Physalis angulata</i>	be	yl	or	$1.48 \pm 0.09 \times 1.14 \pm 0.17$	re	un	ab	ol	35-36
Subtr. Iochrominae									
<i>Tubocapsicum anomalum</i>	be	yl	or	$1.86 \pm 0.07 \times 1.37 \pm 0.09$	re	un	ab	oc	64-66
Subtr. Capsicinae									
<i>Capsicum annuum</i>	be	yl	sr	$3.57 \pm 0.27 \times 3.10 \pm 0.11$	ve	un	ab	ol	1-5
<i>Physalisstrum echinatum</i>	be	br	or	$1.63 \pm 0.11 \times 1.33 \pm 0.09$	re	un	ab	oc	30-32
Subtr. Solaninae									
<i>Solanum</i> subgen. <i>Solanum</i>									
Sect. <i>Solanum</i>									
<i>Solanum americanum</i>	be	yl	sr	$1.36 \pm 0.07 \times 1.04 \pm 0.05$	re	un	ab	ol	45-46
<i>Solanum nigrum</i>	be	yl	sr	$1.82 \pm 0.06 \times 1.35 \pm 0.07$	re	un	ab	ol	56-60
<i>Solanum</i> subgen. <i>Potatoe</i>									
Sect. <i>Lycopersicon</i>									
<i>Solanum lycopersicum</i>	be	yl	ao	$3.52 \pm 0.40 \times 2.67 \pm 0.33$	re	un	pr	ol	18-21
Sect. <i>Dulcamara</i>									
<i>Solanum japonense</i>	be	yl	sr	$2.15 \pm 0.09 \times 1.73 \pm 0.09$	re	un	pr	ol	47-49
<i>Solanum lyratum</i>	be	yl	or	$2.44 \pm 0.18 \times 2.05 \pm 0.12$	re	un	pr	ol	50-52
<i>Solanum</i> subgen. <i>Leptostemonum</i>									
<i>Solanum angustifolium</i>	be	yl	or	$2.56 \pm 0.17 \times 2.02 \pm 0.09$	re	un	ab	ol	61-63
<i>Solanum melongena</i>	be	yl	rn	$3.73 \pm 0.16 \times 3.11 \pm 0.18$	re	un	ab	oc	53-55

FT: fruit type; CL: color; SH: shape; SS: seed size; SC: surface sculpture; AW: anticlinal wall pattern; FB: fibrils; HL: hilum shape; ab: absent; ao: asymmetrical ovoid; be: berry; bl: black; br: brown; ci: circular; cp: capsule; oc: oval/circular; el: elliptic; ol: oblong/linear; on: orange; or: orbicular reniform; ph: polyhedral; pr: present; re: reticulate; m: reniform; sr: subreniform; st: straight; un: undulate; ve: verrucate; vr: verrucate-reticulate; yl: yellow - Studied taxa are arranged by system of Hunziker (2001), except *Solanum lycopersicum* (cf. Child, 1990).

상-망상형(verrucate-reticulate; *Datura*)과 과립형(verrucate; *Capsicum*) 표면이 관찰된다. 선행연구에 따르면 *Datura*속 내 일부 분류군의 종자 표면에서 작은 구멍이 나타난다고 하였으나 연구된 분류군에서는 관찰할 수 없었다(Hunziker, 2001). 과립형 표면을 갖는 *Capsicum*속은 *Physalistrum*속과 같은 아족 내에서 속하지만, 종자의 색, 표면 무늬, 제의 형태에서 차이가 나타난다(Figs. 1-5, 30-32). 최근 *Physalistrum*속은 약(anther)의 유형이나 꽃받침, 배의 특이한 형질에 따라 *Withania*속으로 통합되었다(Hunziker, 2001). 선행 연구에서 제시된 *Withania*속 종자는 형태와 표면무늬 등에 있어서 *Physalistrum*속과 아주 유사한 것으로 판단되며, 이후 *Capsicum*속과 *Physalistrum*속, *Withania*속에 대한 추가 실험을 통해 *Capsicinae*아족에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

망강(lumen)의 크기는 다른 속에 비해 *Scopolia*속에서 가장 크게 나타났다(Figs. 40-43). Zhang et al. (2005)이 수행한 *Hyoscyameae*족에 관한 연구에서도 *Scopolia*속은 망강의 크기가 큰 분류군에 속한다. 국내에 분포하는 *Hyoscyameae*족은 *Scopolia*속과 *Hyoscyamus*속이 있다. 연구된 *Scopolia*속 망강의 크기는 *Hyoscyamus niger*에 비해 거의 1.5배 이상 큰 것으로 나타나 선행 연구 결과를 지지한다(Zhang et al., 2005). 일반적으로 한 종자 내에서 망강의 크기는 일정하게 나타났으나, 일부 분류군에서는 망의 크기에 변화가 있는 것으로 관찰되었다. 종자 중앙에는 망의 크기가 작다가 종자 외부로 갈수록 망의 크기가 커지는 현상인데, *Physalistrum*속, *Tubocapsicum*속, *Nicandra*속에서는 속 내 분류군에서 모두 변화가 관찰되었고, *Physalis*속에서는 *P. angulata*, *Solanum*속에서는 *S. lycopersicum*과 *S. nigrum*에서만 나타났다.

망을 이루는 수층벽(anticlinal wall)의 유형은 대부분이 물결형으로 나타나지만, 드물게 직선형(*Datura metel*, *Datura stramonium*, *Scopolia japonica*, *Scopolia lutescens*, *Petunia hybrida*)이 나타나며(Figs. 7, 11, 28, 29, 41, 43), *Nicandra physaloides*에서는 직선형과 물결형이 모두 관찰된다(Figs. 23, 24). Axelius (1992)에 따르면 수층벽의 유형은 세포의 위치에 따라서 그 구불구불한 정도에 차이가 존재하며, 본 연구를 통해 *Nicandra physaloides*에서 두 가지 유형의 수층벽이 모두 관찰되어 선행 연구 결과를 지지한다. Zhang et al. (2005)은 수층벽의 구불구불한 정도에 따라 망상형을 두 가지 유형으로 구분 지었으며, 구불거림이 심한 망상형을 'cerebelloid type'이라고 하였다. 본 연구결과, 수층벽의 구불구불한 정도가 비교적 심한 분류군은 *Physalis acutifolia*와 *Physalis angulata*이며, 구불구불한 정도가 덜한 분류군은 *Nicandra physaloides*, *Physalis alkekengi* var. *francheti*, *Solanum angustifolium*으로 관찰되었다. 하지만 기존 연구결과에 따르면 수층벽의 구불구불한 정도는 같은 종 내에서도 형태적 차이가 나타나는 것으로 밝혀져, 이를 통해 분류학적 한계를 결정하기에는 부족한 것으로 판단된다(Axelius, 1992; Zhang et al., 2005).

*Nicotianeae*족과 *Hyoscyameae*족은 속 내 분류군 사이에서 수층벽의 유형이 뚜렷이 구분된다. *Nicotianeae*족의 경우, 약의 유형이나 종자의 수, 결정사(crystal sand)의 유무에 따라 3개의 아족으로 구분되며(Hunziker, 2001), 본 연구 분류군의 경우 모두 *Nicotianinae*아족에 모두 속한다. 하지만 *Nicotianinae*아족에 속하는 두 속(*Nicotiana*속, *Petunia*속)은 종자의 형태와 색깔뿐 아니라, 종자 표면의 수층벽 유형도 다르게 나타나며, *Petunia*속에서는 alkaloids성분이 검출되지 않는다(Hunziker, 2001). 또한 cpDNA (*ndhF*, *rbcL*, *trnLF*) 분석을 통해서 *Nicotiana*속과 *Petunia*속이 병계통군(paraphyletic)임을 확인하였으며, 염색체 수에 의해 이러한 분자계통분석 결과가 강력히 지지됨에 따라 두 분류군을 각각 다른 아과에 포함시켰다(Olmstead and Palmer, 1992; Olmstead et al., 1999, 2008). *Nicotiana*속과 *Petunia*속의 종자의 형태학적 형질은 화학적 성분 분석과 분자계통분류학적 연구결과와 더불어 Olmstead et al. (1999)이 제안한 분류체계가 타당한 것으로 여겨지나 추가적인 연구를 통해 두 분류군의 정확한 위치를 설정해야 할 것으로 판단된다.

*Hyoscyamus*속과 *Scopolia*속은 *Hyoscyameae*족에 속하는 분류군으로, 최근 cpDNA를 통한 분자연구 결과에 따르면 *Hyoscyameae*족은 94%의 높은 지지율로 단계통군으로 나타난다(Olmstead et al., 2008). 하지만 *Hyoscyamus*속과 *Scopolia*속은 30%의 낮은 지지율로 분계조를 형성하며, 본 연구 결과, 종자 형질(수층벽의 유형, 종자의 형태)에 의해서도 두 분류군은 뚜렷하게 구분된다. 속 내에서 두 속과 그 근연분류군의 속간 한계를 명확하게 하기 위해서, 이후 이들 분류군의 종자 형태형질과 분자형질에 대한 더 자세한 연구가 필요하다.

섬유소의 유형

종자 표면 수층벽의 상단부위에 모용이 관찰되기도 하였다(Figs. 19, 20, 48, 49, 51, 52). 이러한 모용은 '섬유소(fibrils)'라고 불리며, 종자의 병층벽(periclinal wall)이 제거되면서 드러나는 구조이다(Lester and Durrands, 1984). 이러한 구조는 과피를 제거하는 과정에서 우연히 종자의 병층벽이 제거되어 드러나는 경우도 있으며, Lester and Durrands (1984)이 제시한 enzyme etching이라는 방법을 통해 병층벽을 제거함으로써 관찰이 가능하다. 이러한 섬유소는 셀룰로스(cellulose)와 리그닌(lignin)으로 구성된 미세섬유(microfibrils)이며(Edmond, 1983), 섬유소와 같은 형태 뿐 아니라 술 모양(fringe), 또는 모서리가 부푼 형태 등 다양한 유형이 나타난다(Axelius, 1992). 본 연구 결과, 일부 분류군(*Nicandra*속, *Physalis*속, *Physalistrum*속)에서 수층벽의 모서리가 다소 부푼 형태인 것으로 나타났으며(Figs. 23, 24, 31, 32, 34, 36, 38), 섬유소와 형태적으로 차이가 나타나지만 구성 성분은 유사할 것으로 판단된다. 섬유소는 *Solaneae*족 내에서만 발견되어졌으며, 아직까지 이 구조의 기능에 대해서는 아직 자세히 알려져 있는 바

는 없다(Axelius, 1992; Dean, 2004). 기존 연구 결과에 따르면, 동일 분류군에서는 같은 유형의 섬유소가 일관되게 관찰되었으며, *Solanum*속에서는 일부 절을 구분하는 유용한 형질임이 밝혀졌다(Whalen, 1979; Edmonds, 1983; Lester and Durrands, 1984; Kariharoo and Malik, 1996; Dean, 2004; Junlakitjawat et al., 2010).

본 연구 결과 *Solanum*속 내 세 분류군에서만 섬유소가 관찰되었다. 이 중 *S. japonense*와 *S. lyratum*은 *Solanum* sect. *Dulcamara*에 속한다. 효소처리를 하지 않았음에도 섬유소를 관찰할 수 있었던 *Dulcamara*절은 다른 분류군에 비해 바깥쪽 병층벽이 쉽게 제거되는 것으로 판단된다. Lester and Durrands (1984)에 따르면 섬유소의 형태는 다양하게 나타나 분류군 간 근연관계를 추정할 수 있는 형질이라 주장하였다. *S. japonense*와 *S. lyratum*의 종자 표면에서 관찰된 섬유소의 형태는 가늘고 긴 편모 형태로, 두 분류군은 동일 절 내에 포함되어 섬유소의 형태는 그 분류체계를 지지한다. *S. lycopersicum*의 경우 *Solanum* sect. *Lycopersicon*에 속하며, *Dulcamara*절 내에서 관찰된 섬유소와 형태적으로 유사한 것으로 판단되나 넓이나 길이는 차이가 존재하는 것으로 나타난다.

*Lycopersicon esculentum*으로 받아들여지던 *Solanum lycopersicum* (토마토)의 속 분류체계는 논란이 되어왔다. 초기 Linnaeus (1753)에 의해 *Solanum*속에 포함되었으나, Miller (1754)에 의해 *Lycopersicon*속에 포함되었던 토마토는 이후 지속적으로 *Lycopersicon esculentum*으로 받아들여져 왔다. 하지만 일부 학자들은 *Lycopersicon*속과 *Solanum*속에 대한 형태학적 형질이나 분자계통분류학적 연구를 통해 토마토가 *Solanum*속으로 받아들여야 하며, 특히 *Solanum tuberosum* (감자)과 근연임을 주장하였다(Child, 1990; Lester, 1991; Bohs and Olmstead, 1999; Olmstead et al., 1999; Peralta and Spooner, 2001). 본 연구에서 관찰한 *S. lycopersicum*과 Lester (1991)에 따른 *S. tuberosum*의 종자 형태와 비교해 보았을 때, 두 분류군은 전체적인 종자 형태뿐 아니라 표면에서 관찰되는 섬유소의 형태도 유사한 것으로 관찰되었다. 또한, 두 분류군 모두 다소 구불거리는 수층벽을 갖는 것으로 나타난다. 본 연구결과, *S. lycopersicum*이 *Solanum*속에 속한다는 기존 연구 결과를 지지한다.

기존 연구에서는 *Solanum*절에서 섬유소가 확인되었으나(Edmonds, 1983; Lester, 1991; Junlakitjawat et al., 2001), 본 연구에서는 확인되지 않았다. 이는 본 연구과정에서 병층벽을 제거하기 위해 enzyme etching과정을 거치지 않아 선행 연구와 차이가 나타난 것으로 판단되며, 이후 추가적인 연구를 통해 관찰되는 섬유소의 형태를 바탕으로 속내 분류체계를 지지하는지 확인할 수 있을 것이다.

결론적으로, 한국산 가지과 종자의 형태, 색깔, 표면의 미세구조 등과 같은 형질에 의해 일부 분류군을 구분할 수 있었다. 하지만 종자형질만으로는 속간 또는 족간 분류군의 유연관계를 검토하기에는 부족했다. 따라서 확장

된 분류군의 종자 및 화분의 형태나 다른 생식기관의 미세구조와 같은 추가적인 형질과의 비교 연구를 통해 속간/족간 한계를 명확히 할 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

본 연구를 위해 귀중한 표본을 대여해주신 KH, SNU, SNUA의 각 표본관의 관계자에게 감사를 드립니다. 또한 논문심사 과정 중 많은 조언과 보다 정확한 논문이 되도록 교정을 해주신 익명의 두 분 심사자들에게 감사드립니다. 끝으로 본 연구과정에 여러모로 도움을 아끼지 않은 경희대학교 생물학과 식물계통분류학 연구실(KHUS)의 모든 동료들에게 고마운 마음을 전합니다. 본 연구는 교신저자의 한국과학재단의 연구비 지원(R01-2007-000-11354-0)에 의해 수행되었으며, 이에 깊이 감사드립니다.

인용문헌

- Axelius, B. 1992. Testa Patterns in some species of *Physalis* L. and some other genera in the tribe Solaneae (Solanaceae). *Int. J. Pl. Sci.* 153: 488-502.
- Bahadur, B. and S. M. Farooqui. 1986. Seed and seed coat characters in Australian *Nicotiana*. In *Solanaceae: Biology and Systematics*. D'Arcy, W. G. (ed.), Columbia University Press, New York. Pp. 114-137.
- Barthlott, W. 1981. Epidermis and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nord. J. Bot.* 1: 345-355.
- Bohs, L. and R. G. Olmstead. 1999. *Solanum* phylogeny inferred from chloroplast DNA sequence data. In *Solanaceae IV, advances in biology and utilization*. Nee, M., D. E. Symon, R. N. Lester, and J. P. Jessop (eds.), Royal Botanic Gardens, Kew, UK. Pp. 97-110.
- Child, A. 1990. A synopsis of *Solanum* subgenus *Potatoe* (G. Don) D'Arcy [*Tuberarium* (Dun.) Bitter (s.l.)]. *Feddes Repert.* 101: 209-235.
- Cho, Y. H. and W. Kim. 1997. A new naturalized plant in Korea (I). *Korean J. Pl. Taxon.* 27: 277-280 (in Korean).
- Davis, P. H. and V. H. Heywood. 1963. Principles of angiosperm taxonomy. Oliver and Boyd, Edinburgh. 556p.
- Dean, E. A. 2004. A taxonomic revision of *Lycianthes* series *Meizonodontae* (Solanaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 145: 385-424.
- Edmonds, J. M. 1983. Seed coat structure and development in *Solanum* L. section *Solanum* (Solanaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 87: 229-246.
- Farooqui, S. M. and B. Bahadur. 1985. Studies on seed morphology (LM & SEM) of American *Nicotiana* L. (Solanaceae). *Indian J. Bot.* 8: 191-197.

- Hasan, S. M. Z. and R. N. Lester. 1990. Comparative micromorphology of the seed surface of *Solanum melongena* L. (egg-plant) and allied species. *Pertanika* 13: 1-8.
- Hong, S. P. 2007. Solanaceae. In *The genera of vascular plants of Korea*. Flora of Korea Editorial Committee (eds.), Academy Publishing Co., Seoul. Pp. 784-792.
- Holmgren, P. K. and N. H. Holmgren. 1998. (continuously updated): Index herbariorum. - <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>
- Hunziker A. T. 2001. *The Genera of Solanaceae*. A.R.G. Gantner Verlag. 500p.
- Jang, T. S. and S. P. Hong. 2010. The nutlet morphology of the genus *Glechoma* L. (Lamiaceae) and its related taxa. *Korean J. Pl. Taxon.* 40: 50-58 (in Korean).
- Judd, W. S., C. S. Campbell, E. A. Kellogg and P. F. Stevens. 1999. Solanaceae. In *Plant systematics: A phylogenetic approach*. Judd, W. S. (ed.), Sinauer Associates, Inc., Massachusetts. Pp. 436-440.
- Junlakitjawat, A., A. Thongpukdee and C. Thepsithar. 2010. Seed coat micromorphology of some *Solanum* species in Thailand. *J. microscopy Soc. Thailand* 24: 13-16.
- Karihaloo, J. L. and S. K. Malik. 1996. Seed epidermis development and histochemistry in *Solanum melongena* L. and *S. violaceum* Ort. *Ann. Bot.* 77: 421-428.
- Lee, J., J. H. Kim, S. M. Lee, S. H. Park, J. Kim, M. A. Ali, C. Lee and G. Kim. 2010. Seeds of wild plants of Korea. - <http://www.seedbank.re.kr/>
- Lee, T. B. 1980. *Illustrated flora of Korea*. Hyangmunsa, Seoul (in Korean).
- Lester, R. N. 1991. Evolutionary Relationships of Tomato, Potato, Pepino, and Wild Species of *Lycopersicon* and *Solanum*. In *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution*. Hawkes, J. G., R. N. Lester, M. Nee, and N. Estrada-R (eds.), Royal Botanic Gardens, Kew, London. Pp. 283-301.
- Lester, R. N. and P. Durrands. 1984. Enzyme treatment as an aid in the study of seed surface structures of *Solanum* species. *Ann. Bot.* 53: 129-131.
- Linnaeus, C. 1753. *Species Plantarum*, 1st ed. Holmia, Stockholm, Sweden.
- Mabberley, D. J. 2008. *Mabberley's plant-book: a portable dictionary of plants, their classification and uses*, 3rd ed. Cambridge University Press, Avon.
- Miller, P. 1754. *The gardeners dictionary*, abridged 4th ed. Published by the author, London.
- Nakayama, S., M. Inokuchi and T. Minamitani. 2004. Seeds of wild plants in Japan. Tohoku university press, Sendai. Pp. 175-177, 501-503 (in Japanese).
- Olmstead, R. G. and J. D. Palmer. 1992. A chloroplast DNA phylogeny of the Solanaceae: subfamilial relationships and character evolution. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 79: 346-360.
- Olmstead, R. G., J. A. Sweere, R. E. Spangler, L. Bohs and J. D. Palmer. 1999. Phylogeny and provisional classification of the Solanaceae based on Chloroplast DNA. In *Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization*. Nee, M. H., D. E. Symon, and J. P. Jessop (eds.), Royal Botanic Gardens, Kew. Pp. 111-117.
- Olmstead, R. G., L. Bohs, H. A. Migid, E. Santiago-Valentin, V. F. Garcia and S. M. Collier. 2008. A molecular phylogeny of the Solanaceae. *Taxon* 57: 1159-1181.
- Paik, J. H. 2002. Systematic studies of the genus *Scopolia* Jacq. s. lat (Solanaceae). M.Sc. thesis, Kyung Hee University, Seoul. 76p (in Korean).
- Park, S. H. 1994. Unrecorded naturalized plants in Korea (V). *Korean J. Pl. Taxon.* 24: 125-132 (in Korean).
- Park, S. H. 1995. Unrecorded naturalized plants in Korea (VI). *Korean J. Pl. Taxon.* 25: 51-59 (in Korean).
- Park, S. H. 1997. Unrecorded naturalized plants in Korea (X). *Korean J. Pl. Taxon.* 27: 369-377 (in Korean).
- Park, S. H. 1999. Unrecorded naturalized plants in Korea (XIV). *Korean J. Pl. Taxon.* 29: 91-109 (in Korean).
- Peraltaand, I. E. and D. M. Spooner. 2001. Granule-bound starch synthase (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes (*Solanum* L. section *Lycopersicon* [Mill.] Wettst. subsection *Lycopersicon*). *Amer. J. Bot.* 88: 1888-1902.
- Whalen, M. D. 1979. Taxonomy of *Solanum* section *Androceras*. *Gentes Herb.* 11: 359-426.
- Zhang, Z. Y. and A. M. Lu. 1999. A comparative study of *Physalis*, *Capsicum*, and *Tubocapsicum*, three genera of Solnaceae. In *Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization*. Nee, M. H., D. E. Symon, and J. P. Jessop (eds.), Royal Botanic Gardens, Kew. Pp. 81-96.
- Zhang, Z. Y., D. Z. Yang, A. M. Lu and S. Knapp. 2005. Seed morphology of the tribe Hyoscyameae (Solanaceae). *Taxon* 54: 71-83.

Appendix. Specimens investigated. All materials were collected from Korea, otherwise it is indicated separately (*; examined for the micromorphology using SEM).

Capsicum annuum L. 고추: Korea, Yecheon, 16 Aug. 2002, S.P. Hong & J.S. Lee 00266201 (KHUS)* - *Datura metel* L. 털독말풀: Korea, without exact date and locality, T.B. Lee et al. 00052303 (SNUA); Korea, without exact date and locality, T.B. Lee et al. 00052311 (SNUA)* - *Datura stramonium* L. 흰독말풀: Korea, Nanjido, 1 Aug. 2002, S.P. Hong & J.S. Lee 00266401 (KHUS)* - *Hyoscyamus niger* L. 사리풀: Korea, Kyungsung Herb Garden, 24 Jun. 1934, P.S. Toh & H.C. Shim 7137 (SNU)*; Korea, Kyungsung Herb Garden, 24 Jun. 1934, P.S. Toh & H.C. Shim 12632 (SNU) - *Lycium chinense* Mill. 구기자나무: Korea, Jeonnam, 1 Oct. 1997, J.O. Jeong et al. 88110 (SNU)*; Korea, Sosankun, 3 Nov. 1984, T.B. Lee et al. 00052338 (SNUA) - *Nicandra physaloides* Gaertner 페루파리: Korea, Yeojoo, 28 Aug. 1960, T.B. Lee et al. 00052362 (SNUA)* - *Nicotiana tabacum* L. 담배: Korea, Jeonnam, 16 Oct. 1949, H.B. Jung et al. 12642 (SNU); Korea, Yecheon, 16 Aug. 2002, S.P. Hong & J.S. Lee 00266601 (KHUS)* - *Petunia hybrida* (J. D. Hooker) Vilmorin 페튜니아: Korea, Ulleungdo, 1 Nov. 1970, T.B. Lee et al. 00052345 (SNUA)*; Korea, without exact date and locality, T.B. Lee et al. 00052356 (SNUA) - *Physalisstrum echinatum* (Yatabe) Makino 가시파리: Korea, Nalodo Suhwangdang, 17 Aug. 1964, T.B. Lee et al. 00052365 (SNUA); Korea, Hwanghae, 14 Jul. 1933, H.B. Jung et al. 12576 (SNU)* - *Physalis alkekengi* var. *francheti* (Mast.) Hort 파리: Korea, Nanjido, 22 Aug. 2002, S.P. Hong & J.S. Lee 00265201 (KHUS)*; Korea, Goesan, 27 Oct. 1995, T.B. Lee et al. 00052423 (SNUA) - *Physalis angulata* L. 땅파리: Korea, Heuksando, 19 Sep. 1992, T.B. Lee et al. 00052409 (SNUA)*; Korea, Kamagsoem, 7 Oct. 1993, T.B. Lee et al. 00052423 (SNUA) - *Physalis acutifolia* (Miers) Sandwith 노랑꽃땅파리: Korea, Namcheju of Cheju city, 16 Aug. 2002, S.H. Paik 22649 (KH)* - *Scopolia lutescens* Y. N. Lee 노랑미치광이풀: Korea, Mt. Kwang-duk, 10 May 2001, S.P. Hong & J.H. Paik 00265001 (KHUS); Korea, Mt. Kwang-duk, 15 Apr. 2002, S.P. Hong & J.H. Paik 00265002 (KHUS)* - *Scopolia japonica* Maxim. 미치광이풀: Korea, Mt. So-baek, 26 Apr. 2002, S.P. Hong & J.H. Paik 00321601 (KHUS)*; Korea, Mt. Kwang-duk, 15 Apr. 2002, S.P. Hong & J.H. Paik 00321602 (KHUS) - *Solanum japonense* Nakai 좁은잎배풍동: Korea, without exact locality, 4 Sep. 1965, T.B. Lee et al. 00052488 (SNUA)*; Korea, without exact locality, 6 Sep. 1965, T.B. Lee et al. 00052489 (SNUA) - *Solanum lycopersicum* L. 토마토: Korea, Seoul, 1 Aug. 2003, S.P. Hong & J.S. Lee 00266101 (KHUS)*; Korea, Nanjido, 20 Aug. 2003, S.P. Hong & J.S. Lee 00266102 (KHUS) - *Solanum lyratum* Thunb. 배풍동: Korea, Mt. Dobong, 25 Sep. 1960, T.B. Lee et al. 00052479 (SNUA)* - *Solanum melongena* L. 가지: Korea, Seoul, 1 Aug. 2003, S.P. Hong & J.S. Lee 00255601 (KHUS)*; Korea, Yecheon, 16 Aug. 2002, S.P. Hong & J.S. Lee 00255602 (KHUS) - *Solanum nigrum* L. 까마중: Korea, Nanjido, 1 Aug. 2002, S.P. Hong & J.S. Lee 00265901 (KHUS)*; Korea, Seoul, 25. Oct. 2002, S.P. Hong & J.S. Lee 00265902 (KHUS) - *Solanum americanum* Mill. 미국까마중: Korea, Mt. Wangbang, 11. Oct. 1997, Y.M. Jeong 87954 (SNU)* - *Solanum angustifolium* Mill. 가시가지: Korea, Kyungsung Herb Garden, without exact date, H.B. Jung et al. 12615 (SNU)* - *Tubocapsicum anomalum* (Franch. et Savat.) Makino 알파리: Korea, Hongdo, 2 Aug. 1967, T.B. Lee et al. 00052515 (SNUA); Korea, Hongdo, 17 Nov. 1964, T.B. Lee et al. 00052517 (SNUA)*