Original Article

금앵자 기원종, 왕찔레나무(장미과)의 미세형태학적 연구

송준호 선임연구원*, 양선규 기술연구원, 최고야 책임연구원

한국한의학연구원 한약자원연구센터

Micromorphological study on origin of Rosae Laevigatae Fructus, *Rosa laevigata* Michx. (Rosaceae)

Jun-Ho Song*, Sungyu Yang, Goya Choi

Herbal Medicine Resources Research Center, Korean Institute of Oriental Medicine

Abstract

Rosae Laevigatae Fructus is a traditional medicine derived from the fruit of *Rosa laevigata* Michx. a member of the family Rosaceae. *Rosa laevigata* was recently reported as a new alien plant in Jangmok-myeon, Geoje-si, Gyeongsangnam-do. This study aimed to analyze and describe leaf, petiole, sepal, and petal epidermal cell patterns of *Rosa laevigata* using field emission scanning electron microscopy. The leaves of this species were hypostomatic, and the range of the size of the stomata was 16.5-25.9 × 16.0-20.3 μm. Epicuticular waxes and trichomes were not found on both surfaces of leaves; however, plate waxes were found in petioles only. Simple non-glandular trichomes were densely distributed on the outer side of the sepal and glabrous on the inner side of the sepal. Tabular rugose with longitudinal striations was found on the outer surface of the petal and papillose conical with striations on the inner side of the petal. These results will help understand future taxonomic works of the genus Rosa and the original species belonging to the family Rosaceae.

Keywords: Rosae Laevigatae Fructus, *Rosa laevigata* Michx., FE-SEM, Petal micromorphology, Epidermis

Correspondence: 송준호(Jun-Ho Song)
Herbal Medicine Resources Research Center, 111 Geonjae-ro, Naju-si, Jeollanam-do, Rep. of Korea
Tel: +82-61-338-7117, E-mail: songjh@kiom.re.kr
Received 2022-04-13, revised 2022-04-20, accepted 2022-04-25, available online 2022-04-26
doi:10.22674/KHMI-10-1-4

서론

장미과(Rosaceae)는 90~125속 2,800~4,800여 종으로 구성된 쌍자엽식물군으로, 주로 북반구의 온대 및 아열대 지역에 분포한다[1-3]. 한국에는 37속 총 150여 분류군의 장미과 식물이 분포하는 것으로 보고되어 있으며[4], 「대한민국약전」[5] 및 「대한민국약전외한약(생약)규격집」[6]에는 장미과 식물을 기원으로 하는 총 15개 한약(생약)이 수재되어 있다. 이들 중 금앵자(金櫻子)는 *Rosa laevigata* Michx.의 잘 익은 열매로 간 기능 보호[7], 항산화[8], 뇌세포 손상 저해[9], 면역 조절[10] 등 효능 연구와 성분 구조 분석[11] 등 다양한 연구가 꾸준히 이루어지고 있다.

금앵자의 기원종인 *Rosa laevigata*는 기존 《한국식물지》에는 기재되지 않은 분류군으로[4], 《중국식물지》 역시 중국을 비롯한 대만, 베트남 인근에 분포하는 것으로 서술하고 있다[12]. 하지만 최근 경남 거제시 장목면 일대 분포 조사를 통해 해당 분류군의 서식지가 확인되었고, 꽃의 크기가 찔레나무에 비해 큰 특징을 바탕으로 국명 '왕찔레나무'로 신칭되어 미기록 외래 식물로 보고되었다[13]. 왕찔레나무는 장미속(genus *Rosa*), *Laevigatae* 절(section *Laevigatae*)에 속하는 식물로 국내에 분포하는 다른 장미속 식물에 비해 상록성이고, 꽃의 크기가 5~9 ㎝에 달하며, 화탁통에 강모상 선점(glandular bristly)이 밀생하는 특징으로 쉽게 구별된다[13].

최근 국내 미기록 외래 식물로 보고되며, 약재로 사용되는 열매(금앵자)를 비롯한 식물체 전체의 외부 형태학적 형질 기재, 분포 및 검색표가 제시되었으나 추가적인 형질 연구는 아직 수행된 바 없다. 또한 중국 자생 *Rosa laevigata* 식물에 대한 연구 역시 유전체학적 연구[14,15]에만 집중되어 해당 식물군의 형질 연구는 이루어지고 있지 않다.

이에 본 연구는 한약자원식물 기원식물의 미세형태학적 연구의 일환으로 금앵자의 기원식물 왕찔레나무의 미세형태학적 형질을 관찰하고 기재하여 기초자료로 축적하고자 하였다.

본론

1. 재료 및 방법

1) 연구 재료

개화기(5월)에 금앵자의 기원종 왕찔레나무를 수집하여 연구 대상으로 하였으며(Figure 1), 본 종의 미기록 외래식물 보고 연구에서 제시하고 있는 지역과 동일한 경남 거제시 장목면 일대에서 채집 조사를 수행하였다(Lee et al., 2021). 채집된 생체 시료는 FAA solution (40% 포르말린 50 ㎖: 40% 아세트산 50 ㎖: 70% 에탄올 900 ㎖, 1L 용액 제조 기준)에 10일간 고정 후 70% 에탄올에 치환하여 액침표본으로 보관하였다(액침 표본 번호: KIOM20210446).

2) 실험 장치 및 기기

잎, 엽병, 악편(꽃받침), 화판(꽃잎)의 미세형태학적 형질 관찰을 위해 액침시료는 에탄올 시리즈를 통해 탈수 과정(50%, 70%, 90%, 95%, 100%에서 각 1시간)을 진행하였고, 임계점 건조기(critical point drying; SPI-13200J-AB, SPI Supplies, West Chester, USA)를 이용하여 완전 건조하였다. 완전 건조된 시료는 알루미늄 스터브(aluminum stub; 01501-BA, SPI Supplies, West

Chester, USA) 위에 올린 다음 이온 증착기(ion-sputter; 208HR, Cressington Scientific Instruments Ltd., UK)를 이용하여 백금(Pt)으로 40초간 이온증착 후, 전계방출형 주사전자현미경(field emission scanning electron microscope; JSM-7000F, JEOL, Japan)을 이용하여, 가속전력 5 kV, 작동 거리(working distance) 7~8 mm에서 관찰하였다.

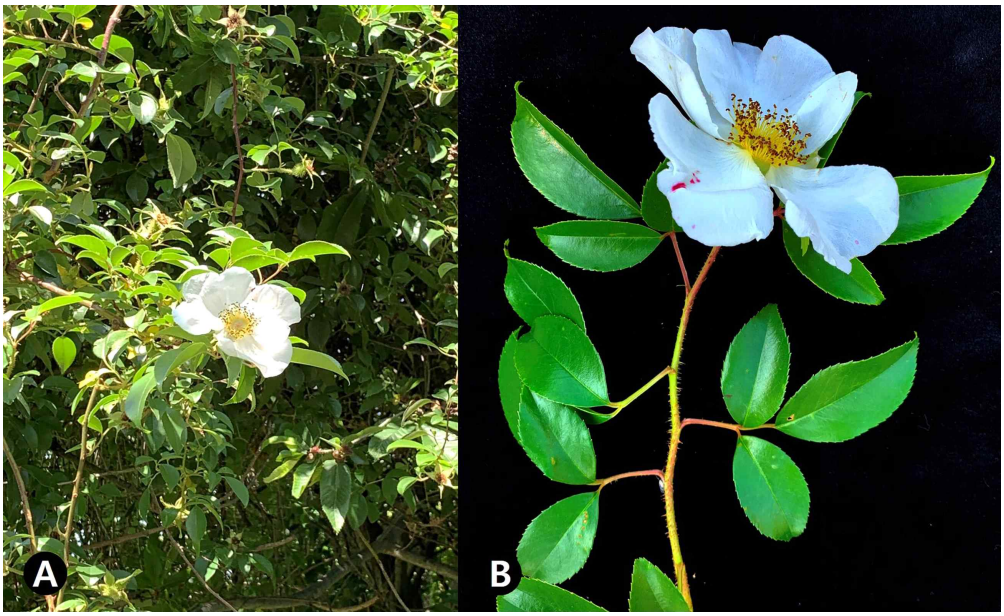

Figure 1. Photographs of morphology of the *Rosa laevigata*. A. Habit. B. Flower and leaves.

2. 결과

본 연구결과 확인된 왕찔레나무의 잎, 엽병 표피 미세구조는 Table 1, Figure 2에 제시하였으며, 악편, 화판 표피 미세구조는 Table 2, Figures 3-4에 제시하였다.

1) 잎, 엽병 표피 미세구조

표피세포의 형태는 배축면(abaxial surface)에서 불규칙(irregular)하게 배열되었고, 수층벽(anticlinal cell wall)은 파상형(undulate), 병층벽(periclinal cell wall)은 매끈하고(smooth), 볼록(convex)하였다(Table 1, Figure 2A-C). 향축면(adaxial surface)에서는 등방형(isodiametric)으로 나타났고, 수층벽은 직선형과 곡선형이 동시에 관찰(straight/curved)되었으며, 병층벽은 배축면과 동일하게 매끈하고, 볼록하였다(Table 1, Figure 2D-E). 잎 표피에서 표피상 납질(epicuticular waxes)은 확인되지 않았으며, 엽연(leaf margins)을 비롯한 잎 전체에서 역시 모용은 확인되지 않았다.

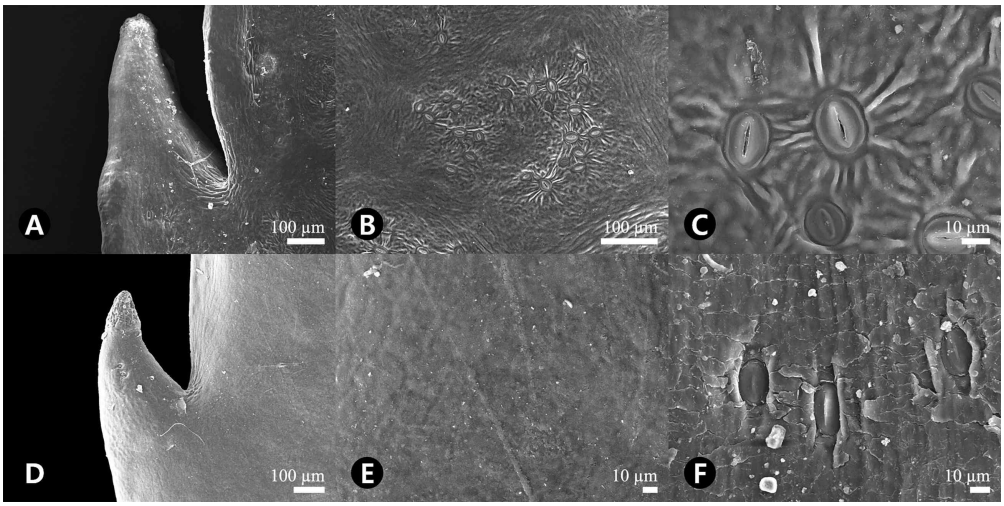

Figure 2. Scanning electron micrographs of leaflets and petiole of the *Rosa laevigata*. A–C. Abaxial side of leaflets. D–E. Adaxial side of leaflets. F. Petiole.

왕찔레나무의 기공복합체는 배축면(abaxial surface)에만 기공이 존재하는 이면기공엽(hypostomatic stomata type)으로 나타났으며, 불규칙형(anomocytic)으로 확인되었다(Table 1, Figure 2A-E). 공변세포의 크기는 16.5-(22.4)-25.9 × 16.0-(17.4)-20.3 μm [최소-(평균)-최대], 면적은 247.6-(345.4)-414.8 μm^2로 나타났다(Table 1). 엽병에는 전체적으로 낮은 빈도로 기공이 분포하였으며, 공변세포의 크기는 24.0-(28.3)-34.5 × 14.3-(16.4)-19.2 μm, 면적은 286.3-(344.9)-390.0 μm^2로 배축면 기공의 크기와 유사하게 나타났다(Table 1, Figure 2F). 엽병 표면에는 판상(plates)의 표피상 납질이 밀생하여 분포하였다(Figure 2F).

Table 1. Micromorphological characteristics of leaves and petioles of *Rosa laevigata*. NA, not applicable.

	Abaxial side	Adaxial side
Leaflets		
Epidermal cell arrangement	irregular	isodiametiric
Anticlinal cell wall	undulate	straight to curved
Periclinal cell wall	smooth, convex	smooth, convex
Stomata type	anomocytic	absent
Stomata length (μm)	16.5-(22.4)-25.9	absent
Stomata width (μm)	16.0-(17.4)-20.3	absent
Stomata area (μm^2)	247.6-(345.4)-414.8	absent
Petiole		
Stomata length (μm)	24.0-(28.3)-34.5	NA
Stomata width (μm)	14.3-(16.4)-19.2	NA
Stomata area (μm^2)	286.3-(344.9)-390.0	NA
Cuticular wax type/density	plates/abundant	NA

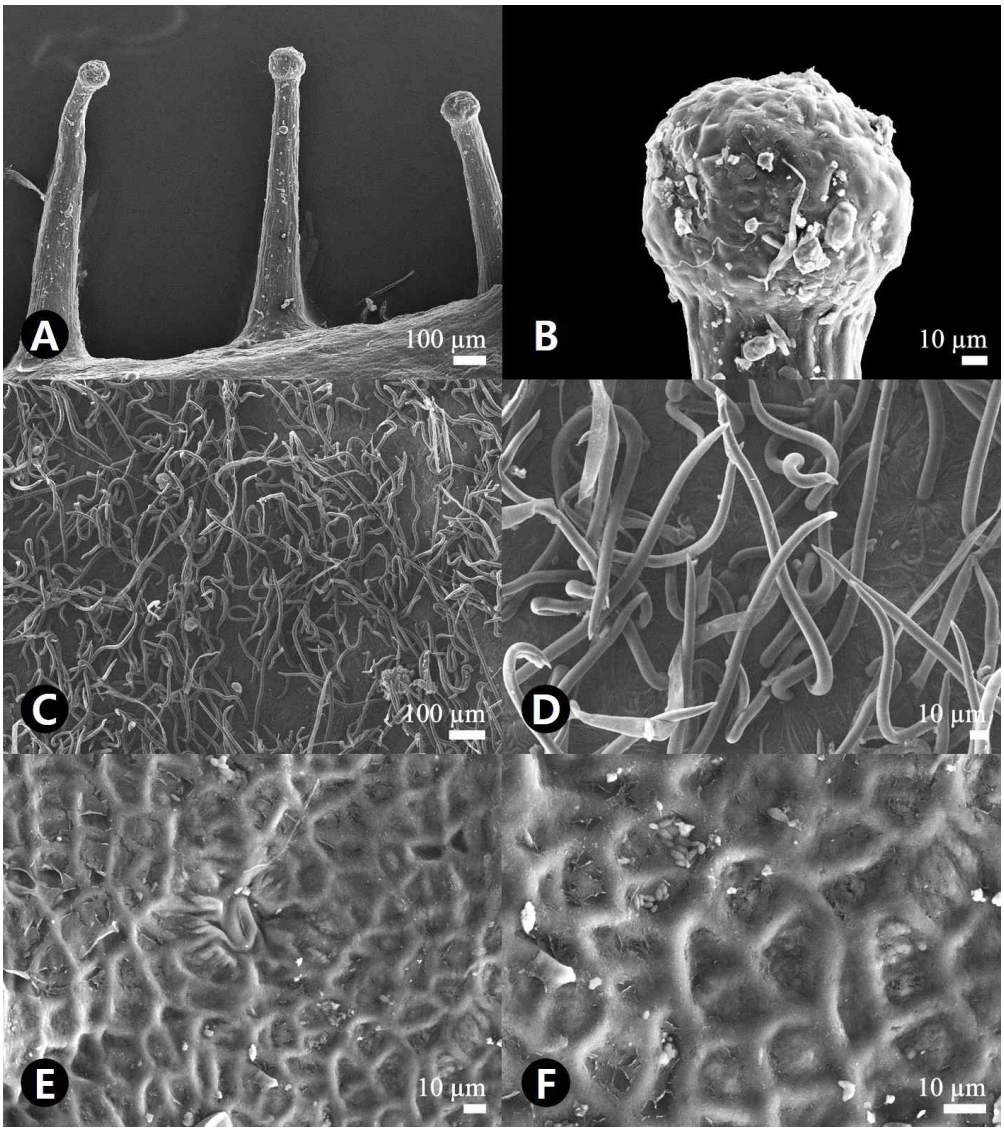

Figure 3. Scanning electron micrographs of sepal of the *Rosa laevigata*. A. Margin of sepal. B. Glandular trichome on the margin of sepal. C-D. Outer side of sepal. E-F. Inner side of sepal.

2) 악편 표피 미세구조

악편(sepal) 가장자리에는 길이 500 μm 이상의 긴 자루형 선모(long stalked glandular trichome)가 산생하였다(Figure 3A-B). 악편 외면(outer side)의 표피세포는 불규칙하게 배열되었으며, 수층벽은 직선형과 곡선형이 동시에 관찰되었고, 병층벽은 유선형(striate)으로 볼록하게 나타났다(Table 2, Figure 3F). 모용은 단세포 단모(simple non-glandular trichome)가 밀생하여 분포하였다(Figure 3C-D). 악편 내면(inner side)의 표피세포는 등방형으로 나타났다. 수층벽은 외면과 유사하게 직선형과 곡선형이 동시에 관찰되었으나, 병층벽은 외면과 다르게 매끈하고, 오목

(concave)하게 관찰되었으며, 무모로 확인되었다(Table 2, Figure 3E-F). 악편 내면에는 약 25 × 14 μm 크기의 기공이 산생하였다.

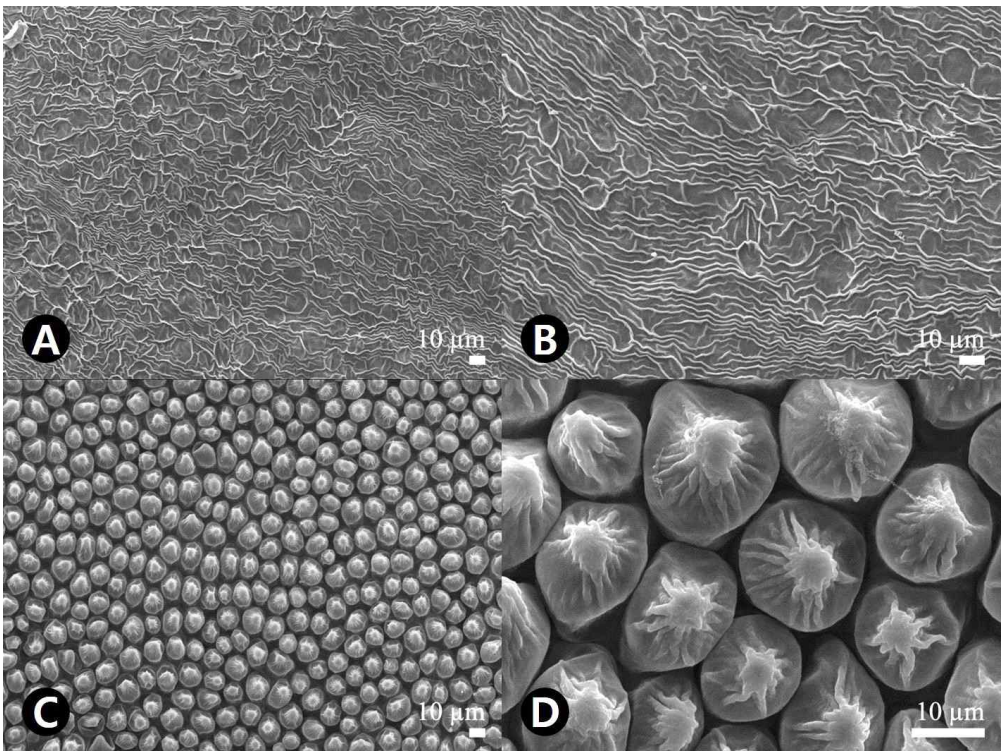

Figure 4. Scanning electron micrographs of petal of the *Rosa laevigata*. A-B. Outer side of petal. C-D. Inner side of petal.

3) 화판 표피 미세구조

화판(petal) 외면의 표피세포는 불규칙하게 배열되었으며, 수층벽은 직선형과 곡선형이 동시에 관찰되었고, 병층벽은 매끈하고 볼록하게 나타났다(Table 2, Figure 4A-B). 내면의 표피세포는 등방형으로 배열되었고, 수층벽은 곡선형, 병층벽은 유선형으로 볼록하게 관찰되었다(Table 2, Figure 4C-D). 화판 세포의 유형은 외면에서 주름판상의 세포형(tabular rugose with longitudinal striations), 내면에서 원추형 유두상의 세포형(papillose conical with striations)으로 확인되었다(Figure 4). 특히 외면에는 지름 약 10 μm의 원형 또는 타원형의 매끈한 유형의 표피가 다수 관찰되었다(Figure 4A-B).

Table 2. Micromorphological characteristics of sepals and petals of *Rosa laevigata*.

	Outer side	Inner side
Sepal		
Epidermal cell arrangement	irregular	isodiametric
Anticlinal cell wall	straight to curved	straight to curved
Periclinal cell wall	striate, convex	smooth, concave
Trichome type/density	simple/abundant	absent
Petal		
Epidermal cell arrangement	irregular	isodiametric
Epidermal cell type	tabular rugose with longitudinal striations	papillose conical with striations
Anticlinal cell wall	straight to curved	curved
Periclinal cell wall	smooth, convex	striate, convex

3. 고찰

본 연구를 통해 금앵자(金櫻子, Rosae Laevigatae Fructus)의 기원종인 왕찔레나무의 잎·엽병·악편·화판 표피의 미세구조를 전계방출형 주사전자현미경(FE-SEM)을 이용하여 관찰하고, 자세히 기재하였다.

잎 표피세포의 배열 및 수층벽의 형태는 배축면과 향축면에서 서로 다르게 관찰되었으며, 양면·엽연에서 모용 및 표피상 납질은 관찰되지 않았다. 장미속 내 일부 분류군에서는 엽연의 거치 끝에 분비 선모(secretory gland)가 산생 내지 밀생하는 것으로 보고되어 있으며[16], 장미속 *Caninae* 절 *Rubiginosae* 아절에서는 모든 분류군에서 표피상 납질이 관찰되는 것으로 보고된 바 있다[17]. 본 분류군이 장미속 *Laevigatae* 절 내 1종이므로, 장미속 *Laevigatae* 절 잎 표피에는 모용 및 표피상 납질이 나타나지 않는 것으로 제시될 수 있다. 한편, 왕찔레나무와 근연 분류군인 찔레나무(*Rosa multiflora* Thunb.) 잎 표피의 경우 배축면에 단모가 산생 내지 밀생하는 것으로 나타나 왕찔레나무와 구별되었다[18]. 찔레나무는 *Synstylae* 절에 속하는 바, 잎 표피 모용의 유무 및 밀도가 장미속 내 절 분류체계를 지지하는 형질인지 확인할 필요가 있겠다.

기공 복합체의 경우 배축면에만 존재하는 이면기공엽으로, 불규칙형이 나타났으며, 엽병에도 역시 비슷한 크기의 기공이 확인되었다. 다만, 엽병 표피에는 잎 표피에서와는 다르게 판상의 표피상 납질이 밀생하여 구별되었다. 근연 분류군인 찔레나무에서도 불규칙형의 이면기공엽이 나타나 두 분류군이 동일한 형질을 공유하는 것으로 확인되었다[18]. 기공 복합체와 표피상 납질은 분류학적으로 가치 있는 정보를 제공하는 매우 유용한 형질로 알려져 있다. 특히 장미과에 속하는 분류군 내 쉬땅나무족(Sorbarieae), 나도국수나무족(Neillieae)에서 잎 표피 미세형태학적 형질의 분류학적 유용성이 확인된 바 있다[19,20]. 이에 이들 형질의 분류학적 유용성을 확인하기 위해 근연 분류군이 속한 절(section) 수준, 아속(subgenus), 속(genus) 수준으로 확장하여 비교 분석할 필요가 있겠다.

악편에는 가장자리에 자루형 선모가 산생하였고, 외면에 단세포 단모가 밀생하였으며, 내면은 무모로 관찰되었다. 최근 장미속 화부 미세형질 연구에서 악편 외면에 분포하는 다세포 선모

(multicellular glandular trichome), 내면에 분포하는 리본형 모용(ribbon trichome)의 형질이 분류군을 구별하는 유용한 형질임이 밝혀진 바 있다[21]. 악편에서 확인 할 수 있는 다양한 형질을 통해 분류학적 가치를 확인하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

화판의 세포는 외면에서 주름판상, 내면에서 원추형 유두상의 세포형으로 나타났다. 특히 원추형 유두상의 세포형은 현화식물군 내 75~80%의 분류군에서 확인되는 형질로 본 유두상 세포는 곤충의 수분매개와 연관이 있다고 보고된 바 있다[22,23]. 왕찔레나무의 수분매개자 역시 꿀벌 등 곤충류로 해당 형질과 수분매개와의 연관성을 나타내는 추가적 형질로 확인되었다. 한편, 화판의 표피세포는 계통분류학적 연구에 적용되기도 하는데, 장미과 내에서는 *Sibbaldia* 속[24], 쉬땅나무족[25], 조팝나무족[26]에서 그 유용성과 진화 방향성이 제시된 바 있다. 이에 다른 형질과 마찬가지로 왕찔레나무의 근연 분류군이 속한 상위 계급으로 확장하여 화판 형질을 비교 분석할 필요가 있겠다. 또한, 전체적인 화판의 미세형태는 동일 속에 속하는 해당화(*Rosa rugosa* Thunb.)의 이전 연구 결과와 일치하였다[27]. 추후 본 연구에서 확인된 미세형질과 화판에서의 향 발산, 향 분석 등과의 연관성에 대한 연구로 확장해 볼 필요가 있을 것이다. 또한, 약재 금앵자로 사용되는 열매의 경우, 국내에 유통되는 유통약재와 왕찔레나무 열매의 비교 형태학 및 분석학적 연구가 수행되어야 할 것이다.

결론

금앵자의 기원종이자 최근 국내 분포가 확인된 왕찔레나무의 잎, 엽병 및 악편, 화판 표피 미세형태학적 연구 수행 결과는 다음과 같다.

1. 잎 표피 세포의 배열 및 수층벽의 형태는 배축면과 향축면에서 서로 상이하게 나타났으며, 양면과 엽연에서 모용 및 표피상 납질은 관찰되지 않았다.
2. 기공 복합체의 경우 배축면에만 존재하는 이면기공엽으로 불규칙형으로 나타났으며, 엽병에는 판상의 표피상 납질이 밀생하였다.
3. 악편에는 가장자리에 자루형 선모가 산생, 외면에 단세포 단모가 밀생하였으며, 내면은 무모로 확인되었다.
4. 화판의 세포는 외면에서 주름판상, 내면에서 원추형 유두상의 세포형으로 나타나 수분매개와의 연관성을 나타내는 추가적 형질로 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 한국한의학연구원 주요사업인 「지속가능한 한약표준자원 활용기술 개발」 과제(KSN2021320)의 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

1. Kalkman C. Rosaceae. In: Kubitzki K (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. Vol. 6. Flowering Plants-Dicotyledons: Celastrales, Oxalidales, Rosales, Cornales, Ericales. Berlin:Springer. 2004:343-86.

2. Simpson MG. Plant Systematics. 3rd edition. California:Academic press. 2019.
3. Hummer KE and Janick J. Rosaceae: taxonomy, economic importance, genomics. In: Folta KM and Gardiner SE (eds.), Genetics and Genomics of Rosaceae. New York: Springer. 2009:1-17.
4. Flora of Korea Editorial Committee. The Genera of Vascular Plants of Korea. In: Park CW (ed.), Hongreung Publishing Co. 2018.
5. Korea Food and Drug Administration. The Korean Pharmacopoeia 11th edition. The KFDA Notification No. 2017-63. 2016 Jul 31th.
6. Korea Food and Drug Administration. The Korean Herbal Pharmacopoeia 4th editio n. The KFDA Notification No. 2012-135. 2012 Dec 28th.
7. Liu YT, Lu BN and Peng JY. Hepatoprotective activity of the total flavonoids from *Rosa laevigata* Michx fruit in mice treated by paracetamol. Food Chemistry. 2011;12 5(2):719-25.
8. Li X, Cao W, Shen Y, Li N, Dong XP, Wang KJ and Cheng YX. Antioxidant compoun ds from *Rosa laevigata* fruits. Food Chemistry. 2012;130(3):575-80.
9. Liu X, Gao Y, Li D, Liu C, Jin M, Bian J. Lv M, Sun Y, Zhang L and Gao P. The neuroprotective and antioxidant profiles of selenium-containing polysaccharides fr om the fruit of *Rosa laevigata*. Food & Function. 2018;9(3):1800-8.
10. Zhan Q, Wang Q, Lin R, He P, Lai F, Zhang M and Wu H. Structural characterizatio n and immunomodulatory activity of a novel acid polysaccharide isolated from the pulp of *Rosa laevigata* Michx fruit. International Journal of Biological Macromolec ules. 2020;145:1080-90.
11. Zhang J, Song Z, Li Y, Zhang S, Bao J, Wang H, Dong C, Ohizumi Y, Xu J and Guo Y. Structural analysis and biological effects of a neutral polysaccharide from the fruits of *Rosa laevigata*. Carbohydrate Polymers. 2021;265(1):118080.
12. Gu C and Robertson KR. *Rosa* Linnaeus. In: Wu ZY and Raven PH (eds.) Flora of China. Vol. 9. Pittosporaceae through Connaraceae. Science Press, Beijing & St. Louis:Beijing & Missouri Botanical Garden Press. 2003:296-339.
13. Lee W, Kim JH and Kim JS. *Rosa laevigata* Michx. (Rosaceae): A Newly Alien Plant in Korea. Korean Journal of Plant Resources. 2021;34(3):197-202.
14. Sun Z, Shi S, Pang X, Chen J and Wu Y. Characterization of the complete chloropla st genome of *Rosa laevigata* var. *leiocarpus* in China and phylogenetic relationship s. Mitochondrial DNA Part B. 2020;5(2):1996-7.
15. Yin X, Liao B, Guo S, Liang C, Pei J, Xu J and Chen S. The chloroplasts genomic analyses of *Rosa laevigata*, *R. rugosa* and *R. canina*. Chinese Medicine. 2020;15(1): 1-11.
16. Adumitresei L and Gostin I. Morphological and micromorphological investigations regarding the leaves of several *Rosa* L. species. Journal of Plant Development. 201 6;23:127-38.
17. Wissemann V. Epicuticular wax morphology and the taxonomy of *Rosa* (section

Caninae, subsection *Rubiginosae*). Plant Systematics and Evolution. 2000;221(1):107–12.
18. Song JH, Kong MJ and Hong SP. *Rosa multiflora* Thunb. In: Hyun JO (ed.), Life Characteristics of Plant Resources from Korean Forest (6). Chungju:Korea Forest Seed and Variety Center. 2014:273–301.
19. Song JH and Hong SP. Taxonomic significance of the leaf micromorphology in the tribe Sorbarieae (Spiraeoideae: Rosaceae). Korean Journal of Plant Taxonomy. 2016;46(2):199–212.
20. Song JH and Hong SP. The systematic implications of leaf micromorphological characteristics in the tribe Neillieae (Spiraeoideae, Rosaceae). Korean Journal of Plant Taxonomy. 2017;47(3):222–35.
21. Žarković LD, Stanković SS, Veljić MM, Marin PD and Džamić AM. Flower micromorphology of eight wild-growing *Rosa* species (Rosaceae) from Serbia. Biologia. 2022;77(2):351–9.
22. Christensen KI and Hansen HV. SEM studies of epidermal patterns of petals in the angiosperms. Opera Botanica. 1998;135:5–91.
23. Kay QON, Daoud HS and Stirton CH. Pigment distribution, light reflection and cell structure in petals. Botanical Journal of the Linnean Society. 1981;83(1):57–83.
24. Tahir SS and Rajput MTM. SEM studies of petal structure of corolla of the species *Sibbaldia* L. (Rosaceae). Pakistan Journal of Botany. 2010;42(3):1443–9.
25. Song JH and Hong SP. A study on the petal micromorphological characteristics of the tribe Sorbarieae (Rosaceae). Korean Journal of Plant Resources. 2016;29(4):376–84.
26. Song JH, Roh HS and Hong SP. Petal micromorphology and its systematic implications in Rosaceae tribe Spiraeeae. Brittonia. 2020;72(2):111–22.
27. Sulborska A, Weryszko-Chmielewska E and Chwil M. Micromorphology of *Rosa rugosa* Thunb. petal epidermis secreting fragrant substances. Acta agrobotanica. 2012;65(4):21–8.

ⓒ The Author(s) 2022, khmi.or.kr