

한국특산식물 섬시호의 해부학적 연구

최효정* · 김무열** · 허 권*†

*강원대학교 농업생명과학대학 식물응용과학부, **전북대학교 자연과학대학 생물과학부

Anatomy of *Bupleurum latissimum* Nakai (Apiaceae), an Endemic Species of Korea

Hyo Jeung Choi*, Muyeol Kim**, and Kweon Heo*†

*Division of Applied Plant Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

**Division of Biological Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea.

ABSTRACT: Anatomical characters of the *Bupleurum latissimum* Nakai, an endemic species of Korea, were investigated to confirm its phylogenetic relationships. Compare to other species with anatomical characters, *B. latissimum* is very similar with *B. euphorbioides* and *B. longeradiatum* in point of lacking of pith in the stem, shape of involucre, number of vascular bundles in radical leaf and cauline leaf, and lacking stomata in adaxial leaf surface. The other hand, protruded pollen aperture character appears in *B. latissimum* and *B. euphorbioides*. On the based of anatomical characters, therefore, *B. latissimum* has closest relationships with *B. euphorbioides* and *B. longeradiatum*. It also needs molecular study including Asian species in order to confirm phylogenetic position and speciation process apparently.

Key Words : Anatomy, Apiaceae, *Bupleurum latissimum*, Endemic species, Morphology

서 언

시호속 (*Bupleurum* L.)은 산형과 (Apiaceae)에 속하는 식물로, 주로 유라시아 대륙의 온대지역을 중심으로 150종 이상이 자생하며, 아프리카 북부, 카나리제도, 북미 북부지역에도 극소수 분포하는 것으로 알려져 있다 (Neves & Watson, 2004). 우리나라에는 시호 (*Bupleurum falcatum* L.), 개시호 (*B. longiradiatum* Turcz.), 등대시호 (*B. euphorbioides* Nakai), 섬시호 (*B. latissimum* Nakai), 참시호 (*B. scorzonrifolium* Willd.) 등 5분류군이 분포하는 것으로 보고되어 있다 (이, 1980).

시호속은 형태적으로 다양한 변이를 보이지만, 잎이 단엽이고 전연 (entire)인 점, 잎 표면이 반질한 (glabrous)점, 대부분이 평행맥을 갖는 점, 항상 소총포 (involucre bracts = bracteoles)가 존재하는 점, 분과가 대칭이며 5개의 작은 날개상 과를 갖는 점 등, 다른 속들과 쉽게 구별될 수 있는 특징을 가지고 있다 (Neves & Watson, 2004).

시호속의 형태학적 연구로는 지금까지 기공에 대한 연구 (Guyot, 1966), 해부학적 연구 (Metcalf & Chalk, 1950; Mittal, 1961; Panelatti, 1959; Cauwet-Marc, 1976; Kim &

Yoon, 1990; Arenas & Garcia, 1993), 화분학적 연구 (Ikuse, 1956; Cerceau-Larrival, 1962, 1971; Cerceau-Larrival & Roland-Heydacker, 1978; Punt, 1984; Leonardis *et al.*, 1997) 등이 행하여 졌다. 이중 한국산에 대한 형태학적 연구로는 Nakai (1937)와 Kim & Yoon (1990)의 연구가 있으며, 최근에 안 (2004)은 염색체 및 화분형태를 보고하였다. 그러나 한국특산식물인 섬시호 (Nakai, 1937)에 대한 해부학적 연구는 전무한 상태이다.

울릉도에만 분포하는 섬시호는 Nakai (1917)가 신종으로 발표 후, 1970년대 이후 멸종된 것으로 알려져 왔으나, 지난 2000년에 울릉도에서 재발견되면서, 지금까지 수행되지 못한 해부형태 연구를 가능케 하였다. 따라서, 본 연구는 기존에 발표된 (Kim & Yoon, 1990) 다른 분류군들과의 비교연구를 통하여 섬시호의 계통유연관계 및 진화적 위치를 추정하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 섬시호의 재료는 2002년 전북대학교로부터 분양받은 열매를 강원대학교 유전자원 포장에 파종하여 개

†Corresponding author: (Phone) +82-33-250-6412 (E-mail) laurus@kangwon.ac.kr

Received October 20, 2006 / Accepted November 28, 2006

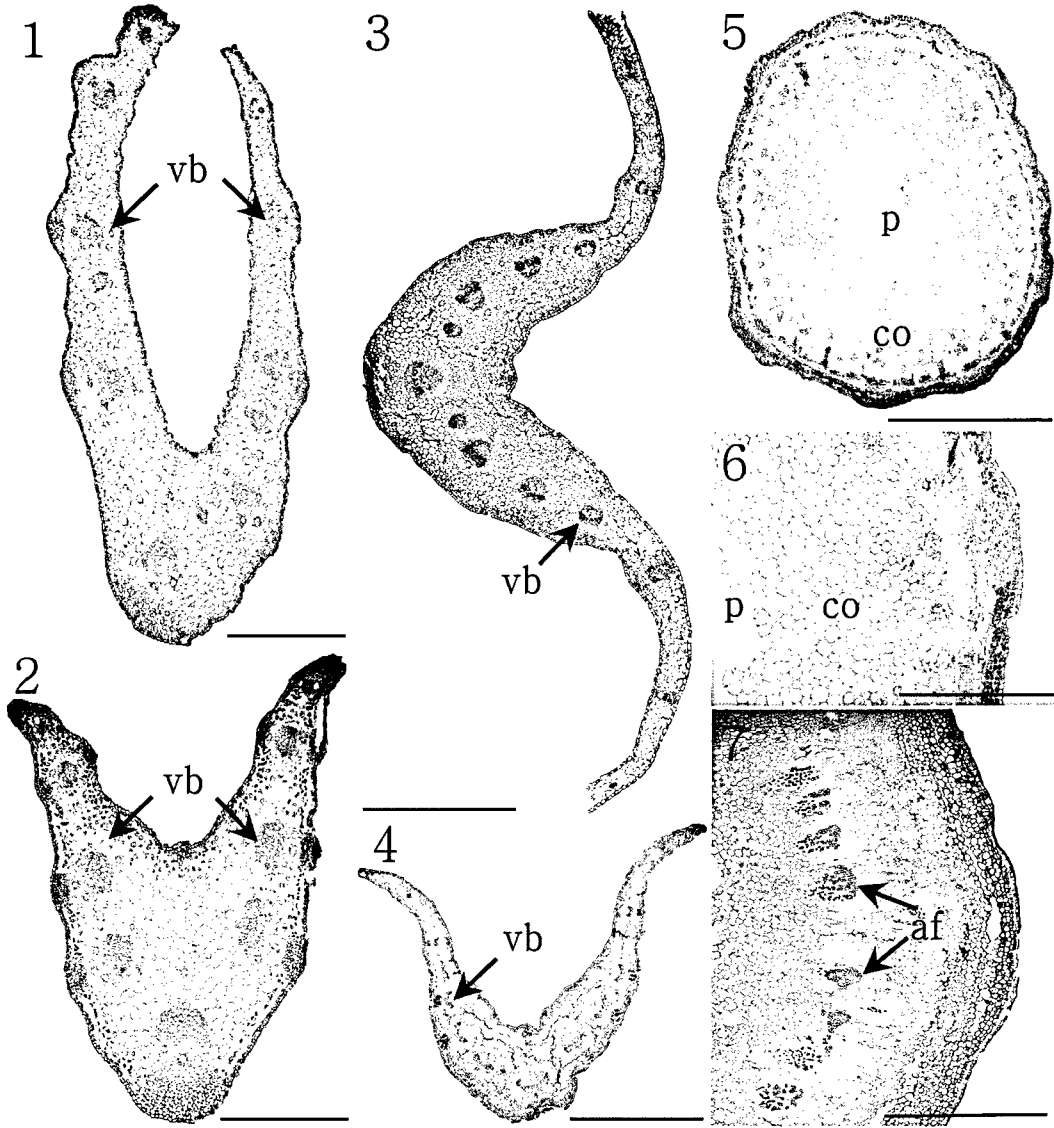
체번식을 실시한 후 실험에 이용하였고, 확증표본은 강원대학교 농생대 식물표본실에 수납하였다 (K. Heo #2792, KNUA). 완전히 성장한 개체의 근생엽과 경생엽의 주맥부와 엽병, 줄기, 뿌리, 및 열매 등의 일정부위를 절취하여 F.A.A.에 고정하고, TBA series를 거쳐 탈수시킨 후, paraffin으로 포매하고, rotary microtome을 이용하여 두께 8 μm 로 조직절편을 작성하였다. 작성한 절편은 Hematoxyline, Safranin, Fastgreen으로 3중 염색하고, Entellan으로 mounting하였다. 제작된 영구표본 slide는 광학현미경 (Olympus BX50)으로 관찰하였고, 현미경에 부착된 디지털 카메라로 촬영하였다. 열매의 경우는 조직이 단단하여 Technovit 7100 수지로 포매하고, 두께 4 μm 로

절편을 작성하여 광학현미경으로 관찰하였다.

화분 관찰을 위해서는 개화직후의 약 (anther)을 초산분해 후, 원심분리하여 피펫으로 stub위에 놓고 실온건조 한 후, E-1010 ion-coater로 gold coating하여 주사전자현미경 (Hitachi S4300)으로 관찰하였다.

결 과

한국산 시호속의 형태학적 비교 및 계통관계를 추정하기 위하여 본 연구에서 수행된 섬시호의 해부학적 특징의 결과는 다음과 같다.



Figs. 1-7. Anatomical views of leaf, stem, and root of *Bupleurum latissimum*. **Fig. 1.** Radical leaf; **Fig. 2.** Petiole of radical leaf; **Fig. 3.** Cauline leaf; **Fig. 4.** Petiole of cauline leaf; **Fig. 5.** Stem without pith; **Fig. 6.** Magnified stem; **Fig. 7.** Root with aggregated fibers. Abbreviation: af, aggregated fiber; co, cortex; p, pith; vb, vascular bundle. Scales equal to 100 μm in Figs. 1, 2, 3, and 4; 5 mm in **Fig. 5**; 2 mm in **Fig. 6**; and 2.5 mm in **Fig. 7**.

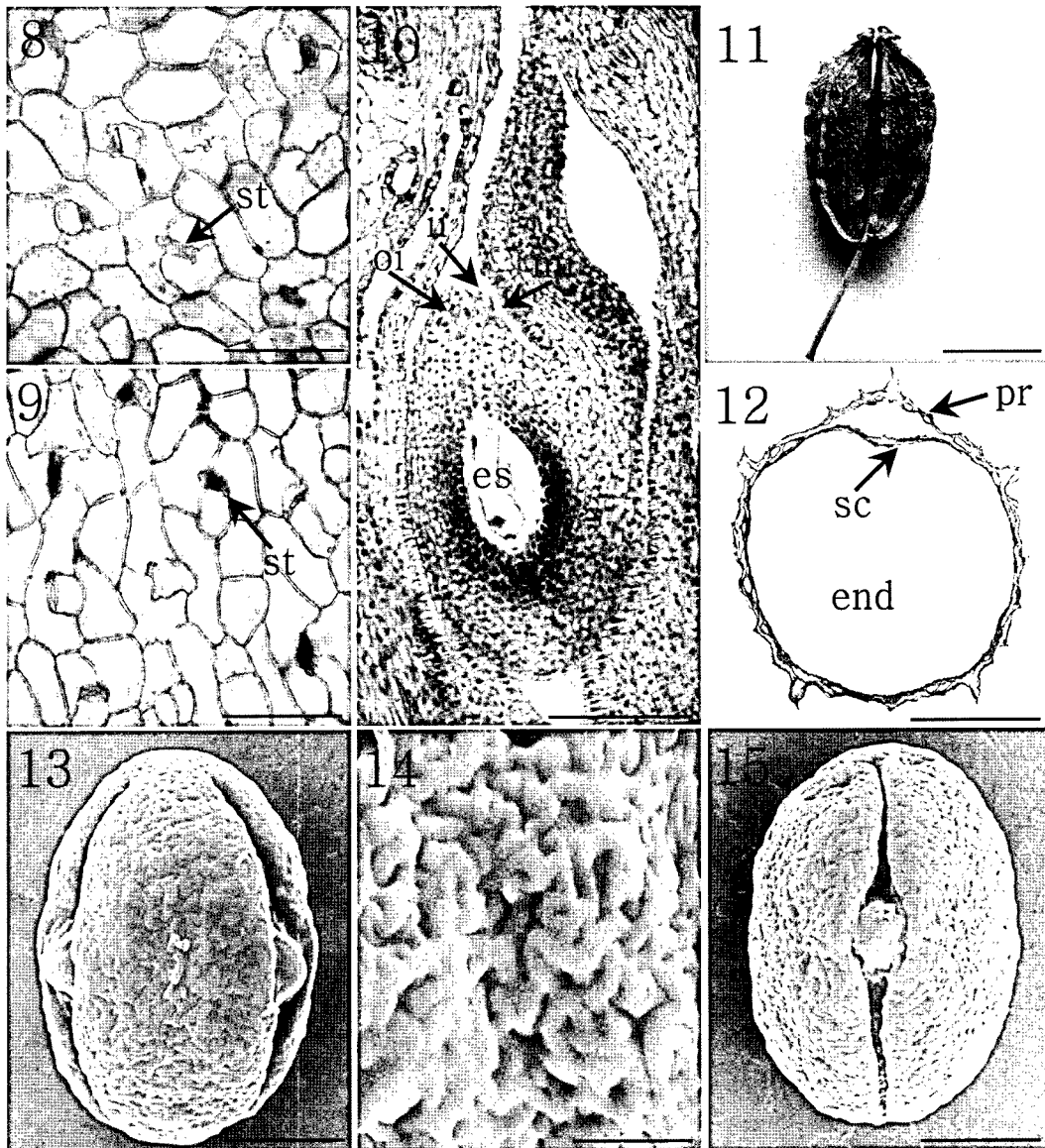
1. 근생엽(Radical leaf) 및 근생엽병

근생엽은 타원형으로 다른 시호 종 (이, 1980)보다 뚜렷하게 크며, 단엽이고 전연이다. 호생배열하며, 엽연부가 다소 물결상으로 발달한다. 또한 날개상 엽병을 가지며 엽초가 있다. 엽맥은 평행맥이다. 해부형태적 특징을 보면, 근생엽 (Fig. 1) 및 근생엽병 (Fig. 2)의 횡단면은 V자형이며, 주맥은 하표피쪽으로 치우쳐 있다 (Figs. 1, 2). 유관속은 불규칙 병립유관속으로, 형성층을 중심으로 상부에는 목부, 하부에는 사부가 발달하며, 사부 아래에 3-6개의 유관이 분포한다 (Figs. 1, 2, 16).

유관속의 분포는 근생엽에서는 주맥을 중심으로 좌우로 8-9쌍 대칭으로 발달하였고, 근생엽병에서는 주맥을 중심으로 좌우로 4개씩 대칭으로 발달하였다 (Figs. 1, 2). 유관속 주변의 상표피 및 하표피 지역은 후벽조직이 발달하였다. 따라서 근생엽과 근생엽병의 뒷 표면이 약간 돌출하는 경향을 보인다 (Figs. 1, 2). 잎의 표면은 cuticle 층이 잘 발달하였다.

2. 경생엽(Cauline leaf) 및 경생엽병

경생엽은 넓은 창모양이고, 엽선은 점첨두이며 엽저는 줄



Figs. 8-15. Anatomical and SEM views of leaf epidermis, ovule, fruit, and pollen of *B. latissimum*. Fig. 8. Radical leaf epidermis with stoma; Fig. 9. Cauline leaf epidermis with stoma; Fig. 10. Longitudinal view of ovule; Fig. 11. Schizocarp; Fig. 12. Transverse section of fruit; Figs. 13 to 15. Pollen shapes. Abbreviation: end, endosperm; es, embryo sac; ii, inner integument; mi, micropyle; oi, outer integument; pr, pericarp; sc, seedcoat; st, stoma. Scales equal to 10 μ m in Figs. 8, 9, and 10; 2 mm in Fig. 11; 1 mm in Fig. 12; 5 μ m in Figs. 13 and 15; and 1 μ m in Fig. 14.

기를 완전히 감싸는 이저(耳底)이다. 경생엽병은 경생엽이 근부에 가까운 1-2개의 엽에서만 발달하고 이저가 되면서부터 없어진다. 유관속은 병립유관속이며 주맥을 중심으로 좌우로 5개가 대칭으로 분포한다 (Figs. 3, 4). 경생엽과 경생엽병은 병립유관속으로 좌우 7쌍씩 대칭하는 유관속을 가지며, 하표피 주변에 후벽조직이 발달하였다. 또한 경생엽과 경생엽병의 윗면 주맥부분은 위로 약간 돌출하는 특징을 나타내었다 (Figs. 3, 4). 경생엽 역시 표면에 cuticle층이 발달하였다.

3. 줄기 및 뿌리

섬시호의 줄기는 2년생이며, 굵고 원형이나 표면에 작은 능선이 발달하였다 (Fig. 5). 병립유관속은 환상으로 배열되었으며, 사부 외층이 후벽조직으로 발달하였다 (Fig. 6). 특히, 섬시호는 피층이 조금 발달하지만 수 (pith)가 발달하지 않아 줄기가 비어 있는 특징을 나타내었다 (Fig. 5). 뿌리는 주근이 잘 발달하였으며 유관속형성층을 중심으로 사부와 목부가 잘 발달하였다. 하표피 (hypodermis)부근의 여러 층은 후각조직으로 발달하였고, 형성층 안쪽에 근집삼 섬유 (aggregated fiber)가 환상으로 발달하였다. 뿌리의 사부와 목부 조직 모두에 유관이 드물게 발달하였다 (Fig. 7).

4. 잎 표피

근생엽 표면의 표피세포는 4~7각형을 이루며, 기공은 존재하지 않았다. 근생엽의 뒷면은 세포벽이 뚜렷하게 보이고 다소 돌출한 모양을 하였다. 기공은 불균등형 (anisocytic type) 이고, 1mm² 당 기공수는 208±30개 었다 (Fig. 8). 경생엽의 표면에도 기공은 존재하지 않았다. 경생엽의 뒷면에는 세포벽이 뚜렷하게 발달하여 약간 돌출한 형태를 나타내었다. 기공은 근생엽과 마찬가지로 불균등형 (anisocytic type)이며, 1mm² 당 기공수는 113±28개 었다 (Fig. 9).

5. 배주(Ovule)

섬시호의 배주는 도생배주(Anatropous)이며, 주피는 양주피성(bitegmic)이고, 배낭형성 패턴은 Polygonum type으로 관찰되었다(Fig. 10).

6. 열매

섬시호는 다른 시호종 (이, 1980)과 마찬가지로 분리과(Schizocarp)이며, 과병에 의해 2개의 분과 (mericarp)가 대칭으로 달린다 (Fig. 11). 색깔은 갈색이며 표면에 털은 없으며, 주름이 있고, 화주가 열매 성숙 후에도 남아 있다 (Fig. 11). 열매의 길이는 4.0-4.5 mm, 폭은 2 mm 정도로 장타원형이며(ellipsoid), 한국산 시호의 열매 중에서 가장 크다. 횡단면은 과육에 의해 오각형으로 보인다 (Fig. 12). 과육은 돌출형이고 짧은 날개상으로 발달하였다 (Figs. 11, 12). 열매의 횡단면 구조를

보면 배유가 잘 발달하였으며, 종피 (seed coat)는 거의 퇴화하였으나 분과 접합면에서 확인할 수 있다. 종피를 제외한 나머지는 다층의 과피(pericarp)이며, 과피 내에 유관이 존재하였다 (Fig. 12). 유관의 분포는 시호의 다른 종과 유사하였다. 섬시호의 접합면에는 2~4개가 분포하며 주로 3개가 가장 많다.

7. 화분형태

섬시호의 화분은 단립이며, 크기는 적도면 (E)의 지름이 16.20±1.20 μm, 극축 (P)의 길이가 30.50±2.0 μm, P/E 비는 1.60±0.08 μm로 장사방형 (rhomboidal type)이다. 발아구는 3공구형이며, 구는 잘 발달하였고, 공구 중앙이 돌출하는 특징을 나타내었다 (Figs. 13, 15). 표면무늬 형태는 알개 주름지는 추문상 (rugulate)이었다 (Fig. 14).

고 찰

이상의 해부학적 특징을 근연분류군과 비교하여 보면 (Kim & Yoon, 1990), 줄기에 수 (pith)가 발달하지 않는 점, 경생엽 및 근생엽의 앞면에 기공이 발달하지 않는 점, 엽신의 횡단면이 V자형인 점, 유관속의 수가 상대적으로 많이 발달하는 점 등은 개시호와 상당히 비슷한 특징을 나타내고 있으며, 화분의 발아구 주변이 약간 돌출하는 특징은 등대시호에 유사하였다. 따라서, 섬시호는 외부형태적으로 이저를 가지며, 소포가 난형인 점 등으로 개시호와 등대시호에 가깝다고 한, Kim & Yoon (1990)의 연구 결과와 일치하였다.

Kim & Yoon (1990)은 줄기에 수 (pith)가 발달하지 않는 형질을 진화적인 형질로 추정하였고 등대시호와 개시호가 이저를 가진다는 특징을 들어 두 종이 상당히 가까운 유연관계임을 시사하였다. 섬시호의 경우도 경생엽의 엽저가 이저이며 줄기에 수가 발달하지 않은 점 때문에 등대시호와 개시호에 가깝다고 생각된다. 또한 Choi *et al.* (1996)도 RFLP 및 ITS 분석에서 개시호와 등대시호가 가까운 유연관계를 가지고 있음을 보고하였다. 한편, Neves & Watson (2004)은 시호속의 ITS sequences로 계통유연관계를 분석하였으나 아쉽게도 동북아시아산은 포함되지 않았다. 최근에 저자들은 아시아산을 포함하여 계통분석을 해 본 결과 (unpublished data), 한국의 개시호와 등대시호, 섬시호, 그리고 유럽 분포의 *B. ranunculoides*가 하나의 분지군을 이룰 수 있었다. 따라서 섬시호는 외부형태나 해부형태와 마찬가지로 등대시호 또는 개시호에 상당히 가까운 유연관계를 갖고 있음을 추정할 수 있었다. 한편, 안 (2004)은 한국산 시호속의 화분형태 및 외부형태 연구를 통하여 섬시호의 화분이 개시호의 화분처럼 발아구 주위가 돌출하지 않는 점, 복산형화서의 형태, 소화경의 수, 줄기의 길이 등에서 등대시호보다는 개시호와 더 깊은 유연관계를 가지고 있다고 보고하였다. 그러나, 김 (*per. com.*)은 섬

시호의 소총포의 크기가 꽃보다 크고, 소화경의 수가 16~26개로 많으며, 염색체수가 $2n=16$ 인 특징을 들어 개시호보다는 등대시호에서 중분화가 이루어졌을 가능성이 있다고 하였다. 따라서, 좀더 정확한 섬시호의 기원을 밝히기 위하여는 DNA 분석 수준의 분자생물학적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

적 요

한국 고유종이며 멸종위기종인 섬시호의 계통유연관계 및 중분화 과정을 확인하기 위한 기초자료로 해부학적 연구가 행하여 졌다. 연구결과를 이미 발표된 다른 종들의 형태와 비교하여 보면, 섬시호는 줄기에 수 (pith)가 발달하지 않는 점, 소포의 모양, 유관속이 상대적으로 많은 점, 그리고 잎의 앞면에 기공이 발달하지 않는 점 등으로 인하여 한반도에 분포하는 개시호 및 등대시호에 가장 가까운 것으로 나타났다. 한편 화분형태에서 구 주변의 돌출형태는 등대시호와 가장 유사하였다. 이러한 해부학적인 특징을 근거로 하여 섬시호는 대륙의 개시호나 등대시호로부터 분화했을 가능성을 추정할 수 있다. 좀 더 명확한 계통학적 위치와 중분화 경로를 밝히기 위하여는 DNA 수준의 분자생물학적 연구가 요망된다.

사 사

본 연구는 환경부 차세대 핵심 환경기술개발사업의 연구비 지원 (과제번호 052-061-050)에 의해 수행되었습니다.

LITERATURE CITED

- Arenas JA, Garcia F (1993) Atlas carpologico y corologico de la subfamilia Apioidea Drude (Umbelliferae) an Espana peninsular y Baleares. Ruizia 12.
- Cauwet-Marc AM (1976) Biosystematique des Espèces de *Bupleurum* L. (Umbelliferae) du Bassin Mediterranéen Occidental. PhD Thesis. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Perpignan, France.
- Cerceau-Larrival MT (1962) Plantules et pollens d'Ombellifères. Memoires du Museum d'histoire Naturelle (Paris) Series B, Botanique 14:1-166.
- Cerceau-Larrival MT (1971) Morphologie pollinique et correlations phylogenetiques chez les Ombellifères. In Heywood VH, ed. The Biology and Chemistry of the Umbelliferae. London: Academic press. p. 112-113.
- Cerceau-Larrival MT, Roland-Heydacker F (1978) Apport de la palynologia a la connaissance des Ombellifères actuelles et fossiles. In Cauwet-Marc AM, Carbonnier J eds. 1982. Les Ombellifères: Centre Universitaire de Perpignan. St. Louis, Missouri Bot. Gard. p. 213-229.
- Choi HK, Kim HJ, Shin H, Kim Y (1996) Phylogeny and ribosomal DNA variations of *Bupleurum* (Umbelliferae). Korean J. Plant Taxonomy 26:219-233.
- Guyot M (1966) Les stomates des Ombellifères. Bull. de la Soc. Bot. de France, Paris. 113:244-273.
- Ikuse M (1956) Pollen grains of Japan. Hirokawa Publish Co., Tokyo. 12.
- Kim YS, Yoon CY (1990) A taxonomic study on the genus *Bupleurum* in Korea. Korean J. Plant Taxonomy 20:209-242 (in Korean).
- Leonardis W, Fichera G, Longhitano N, Marletta G, Fiumara PMR, Zizza A (1997) Indagine palinologica su alcune specie di *Bupleurum* L. e *Smyrniium* L. (Umbelliferae) in relazione alla posizione sistematica. Allionia 35:219-223.
- Metcalf CR, Chalk L (1950) Anatomy of Dicotyledon I. p. 712-724.
- Mittal SP (1961) Studies in the Umbellales II. The vegetative anatomy. J. Indiana Botanical Science 40:424-443.
- Nakai T (1917) *Bupleurum latissimum* Nakai. Bot. Mag. Tokyo 31:28.
- Nakai T (1937) Notulae ad plantas Asiae Orientalis (II). J. Jap. Bot. Vol. 13(7):481-489.
- Neves SS, Watson MF (2004) Phylogenetic relationships in *Bupleurum* (Apiaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequence data. Annals of Botany 93:379-398.
- Panelatti J (1959) Contribution a l'etude anatomique du genre *Bupleurum* L. au Maroc. Travaux de l'Institut Scientifique Cherifien, Series Botanique 15.
- Punt W (1984) Umbelliferae. In Punt W, Clark GC eds. The Northwest European Pollen Flora Vol. 4 (37). Amsterdam: Elsevier Science, p. 155-363.
- 안진갑 (2004) 울릉도 고유종 섬시호의 분류학적 위치. 전북대학교 석사학위논문. p. 1-37.
- 이창복 (1980) 대한식물도감. 향문사. 서울., p. 577-578.