

## 접시꽃 (*Althaea rosea*) 엽육표피에서의 모용의 분화 발달

김인선\*, 이승희  
계명대학교 자연과학대학 생물학과

### Trichome Type and Development in Leaves of *Althaea rosea*

InSun Kim\* and Seung-Hee Lee

Biology Department, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

(Received June 13, 2005; Accepted June 24, 2005)

#### ABSTRACT

Plant epidermis consists of relatively unspecialized cells and more specialized cells of various structure and function. Trichomes are specialized cells originated from the epidermis and much attention has been paid to the plants developing trichomes with peculiar structure and function. The present study has been undertaken to examine the trichome type noticed in the leaf epidermis of *Althaea rosea* using scanning electron microscopy. Four types, namely simple, short and long tufted, and glandular hairs, were detected in their epidermis. Their Distribution, frequency and structure varied by the development and epidermal surface. The most frequently distinguished type was the tufted ones growing in young leaves of the abaxial epidermis, while the simple hairs were rare throughout the examination. The short tufted hairs branched up to seven times having each branchlet about 160~210  $\mu\text{m}$  in length at maturity. The long tufted hairs exhibited up to ten branchlets, where branchlets could reach up to 900~1,000  $\mu\text{m}$  long when fully expanded. Glandular trichome was the peltate type comprising 1~2 secretory head cells, 2 stalk cells and a basal cell. The short peltate glandular hairs, usually not exceeding 40  $\mu\text{m}$ , differentiated more along the areoles in the adaxial epidermis. The function of these trichomes in *A. rosea* has been still obscure, but it has been speculated that they probably play a role in protection; non glandular ones possibly providing a defense against insects and secretory glandular type participating in chemical defense. Structural features of these trichomes at cellular level will be discussed in the following study of transmission electron microscopy.

**Key words** : *Althaea rosea*, Development, Leaf epidermis, Protection, Trichomes, Type

#### 서 론

표피는 비교적 분화하지 않은 세포가 모여 기본적인 조직을 형성하나 조직 내 일부세포는 고도로 분화

된 다른 형태의 이행세포로 발달할 수 있다. 이들은 다양한 기능을 수행하고, 기본 표피세포에 비해 크기 및 형태, 구조, 함유성분 등이 현저하게 다른 구조가 되기도 한다 (Esau, 1979, Mauseth, 1988; Hallahan et al., 2000; Lee, 2000).

\* Correspondence should be addressed to Dr. InSun Kim, Biology Department, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea. Ph: 053-580-5305, FAX: 053-580-5305, E-mail: botany@kmu.ac.kr

모용은 표피조직의 표면에서 현저히 돌출된 이형세포로 모용이 잘 발달하는 식물에서는 대부분 동일 식물체 내에서도 여러 종류가 형성될 수 있다(Hallahan et al., 2000; Werker, 2000; Vrachnakis, 2002, 2003; Park & Kim, 2004). 이들은 분비성 모용(glandular trichomes)과 비분비성 모용(non-glandular trichomes)으로 대별되고 유형에 따라 매우 다른 구조적, 생리·생화학적, 기능적 특성을 지니게 된다. 방향성 식물과 같이 분비성 모용이 잘 발달하는 분비식물에서는 분비기작 및 그 성분 등이 독특하여 이들이 형성하는 분비 모용의 구조 및 기원, 발생과정 등의 연구가 집중적으로 잘 이루어져 있다(Roshchina & Roshchina, 1993; Ascensao & Pais, 1998; Hallahan et al., 2000).

약용식물로 활용되고 있는 접시꽃은 dibenzoyl carbinol, dihydrokaemferol, kaemferol, herbacin 등의 성분을 함유하는 식물로 한방에서 이뇨, 배농 및 소염작용 등에 널리 활용되고 있다(Yoon, 1995; Park & Lee, 2000). 이와 같이 오랫동안 유용식물로 이용되고 있는 접시꽃에 대해서는 유용활성 물질의 추출 및 이들에 대한 생리생화학적 연구(Gopalakrishnan et al., 1982)가 수행되어 있다. 그러나 접시꽃의 표피조직에서 기원하는 여러 이형세포에 대해서는 자세히 연구되어 있지 않다. 이에 본 연구에서는 접시꽃(*Althaea rosea*) 엽육 표피조직에 발달하는 모용의 분화발달 양상을 주사전자현미경적으로 연구하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

연구대상 식물인 접시꽃(*Althaea rosea*)은 대구광역시 달서구 신당동 계명대학교 성서캠퍼스에 재배되는 식물로 2003년 6~8월 수차례 시료를 채취하였다. 엽육조직은 성장단계별로 각각의 시료가 sampling 채취되어 실험에 사용되었다.

### 2. 실험방법

#### 1) Scanning electron microscopy (SEM)

채취된 재료는 Yim & Kim(2002)에 의한 주사전자

현미경 시료제작 방법에 따라 다음과 같이 처리되었다. 먼저 3% glutaraldehyde 용액으로 실온에서 3시간 동안 전고정한 후, 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 6.8~7.2)로 15분씩 3회 세척하였다. 세척된 시료는 2% aqueous osmium tetroxide ( $OsO_4$ )에 의해 4°C에서 2~6시간 후고정(postfixation) 처리되어 다시 0.1 M sodium phosphate buffer로 세척되었다(15분 3회). 이어 30% acetone을 시작으로 10%씩 상승된 graded acetone series 탈수과정을 거치고, 탈수된 시료들은 isoamyl acetate에 3~4회 교체된 후 4°C에서 냉장 보관되었다. 이후 이들 시료는 Hitachi HCP-2 critical point dryer를 이용하여 liquid  $CO_2$ 에 의한 임계점 건조 과정(critical point drying, CPD)을 거쳐 Hitachi E-1030 sputter 장치로 약 10 nm 두께의 금속피막(Au gold coating)을 입힌 후 한국기초과학지원연구원 대구센터 소재 Hitachi S-4200 주사전자현미경으로 연구되었다. 각 시료에는 SEM photomicrocopy가 실시되어 수집된 image data는 file에 저장된 후 출력되어 각각의 성장단계별로 비교·연구되었다.

## 결 과

접시꽃(*Althaea rosea*)의 엽육 표피조직에는 단모와 장상 및 단상의 총생모로 이루어진 비분비성 모용과 peltate형 분비성 모용 등 모두 4가지 형태의 모용이 발달하였다. 위 네 유형 중 총생모의 발달이 가장 현저하였으며, 전 단계의 엽육표피에는 단상 총생모, 장상 총생모, peltate 분비모용의 순으로 밀생하였다. 이들 모용의 분포 및 분화 양상은 발달 단계 및 표피면에 따라 차이를 보였고, 특히 엽육성장 초기에 빠른 속도로 형성되어 표피면에 발달하였다. 미성숙 표피조직에는 성숙한 잎에 비해 모용의 발달이 현저하여 매우 조밀하게 분포하였다. 어린 조직 및 성숙한 조직에 분화 발달하는 유형별 모용의 특성 및 발달 양상은 다음과 같다.

### 1. 비분비성 모용(non-glandular trichomes)

#### 1) 단모(simple hairs)

하나의 세포로 이루어진 전형적인 단순 모용으로

약 50~400  $\mu\text{m}$  크기로 형성된다. 하피 조직에서 보다 상피조직에 발달하나 미성숙 표피는 물론 성숙한 조직에서도 매우 드물게 관찰되었다.

## 2) 총생모 (tufted hairs)

### (1) 단상 총생모 (short-tufted hairs)

전 단계 엽신의 상피 및 하피 표면 전체에 발달하며 (Figs. 1-4), 분지하여 2-7 분지상(branchlet)을 이룬다. 표피면의 기저세포는 약간 돌출되는 형태로 나타나고, 각각의 분지는 분화 초기에는 20~60  $\mu\text{m}$ 으로 매우 짧으나 이후 160~210  $\mu\text{m}$ 의 크기로 자란다 (Figs. 5-6). 단상 총생모는 어린 잎의 표피조직에 더 많이 분포하며 (Figs. 1-2) 상피에 비해 하피에 더 발달한다 (Fig. 3). 엽신이 신장된 성숙 표피조직에서는 이들 총생모의 밀도가 현저히 감소한다 (Fig. 4).

### (2) 장상 총생모 (long-tufted hairs)

위의 단상 총생모의 형태와 유사하나 크기와 분지 상태에서는 큰 차이를 보이며 분화 발달한다. 발달 초기에는 엽신의 상·하피 표면 전체에 분포하나, 엽육 조직이 신장함에 따라 성숙한 엽육 표피에서는 특히 엽맥을 따라 더 발달한다 (Fig. 3). 이러한 장상 총생모는 분지된 한 가닥의 분지모가 하나의 세포로 구성되며, 분화초기에는 그 길이가 50~170  $\mu\text{m}$  정도이나 표피 발달과 함께 240~1,000  $\mu\text{m}$  길이로 다른 모용 유형에 비해 월등히 길게 신장한다 (Fig. 7). 이들 총생모는 분화 초기에는 단순모의 형태로 시작하여 9~10개까지 분지되며 (Fig. 8), 대체로 일정한 방향으로 분지되는 양상을 보인다. 장상 총생모는 어린 잎 보다는 성숙한 표피조직에 더 많이 발달한다.

## 2. 분비성 모용 (glandular trichomes)

### 1) Peltate형 분비모 (peltate glandular hairs)

본 유형은 단상, 장상의 총생모와는 달리 엽육 상피에 더 발달하며 엽신 표면의 함몰된 망목극(areole)을 따라 대부분 형성된다. 분비모는 1~2개의 분비 두정세포(head cell, 직경 20~35  $\mu\text{m}$ ), 2개의 자루세포(stalk cell, 길이 10~15  $\mu\text{m}$ ), 그리고 기저세포(basal cell)로 구성되는 대부분의 경우 길이 40  $\mu\text{m}$  미만의 짧은 peltate형 분비성 모용이다 (Fig. 9). 분비기능을 지닌 두정세포는 물질 배출 후 (Fig. 10) 급격히 수축되

나 자루세포는 일정 기간동안 남아 있게 된다.

## 고 찰

모용은 표피조직의 유세포인 기본 표피세포(ordinary epidermal cell)가 분열하여 표피 표면에 돌출구조를 형성한 이형세포로 (Mauseth, 1988; Fahn, 1990; Lee, 2000) 이들이 수행하는 기능과 형태에 따라 다양하게 나뉘어진다. 식물 종에 따라 환경 및 기능에 다양하게 적응한 결과에 의해 생긴 구조이므로 모든 모용이 동형적이 될 수는 없지만, 일차적으로 표피세포에서 기원한 일체의 돌기물 또는 돌기구조를 모용으로 간주하는 최근의 경향이 받아들여지고 있다 (Hallahan et al., 2000; Lee, 2000). 많은 식물에서는 한 가지 이상의 모용이 발달하며 한 식물이 서로 다른 종류의 모용이 분화되는 경우가 흔히 보고 되어 있다 (Hallahan et al., 2000; Vrachnakis, 2002, 2003; Park & Kim, 2004). 본 연구의 점시꽃 엽육표피에서는 네 종류의 모용이 발달하는 것으로 조사되었다. 이들 중 총생모는 특히 하피의 엽맥을 따라 발달하는 장상의 총생모와 하피 엽신에 밀집해 있는 단상의 총생모로 분화되고, 장상 총생모는 1~2개의 단순모로부터 출발하여 10개까지 분지되었다. 분비모는 1~2개의 분비두정세포, 2개의 자루세포, 기저세포로 이루어지고, 총생모와는 달리 대부분 상피의 함몰된 망목극을 따라 더 발달하는 양상을 보였다.

모용은 보호와 방어기능을 수행하는 비분비성 모용과 분비물질을 합성, 분비하는 분비성 모용으로 나눌 수 있다. 분비(secretion)란, 세포가 대사물질을 외부에 분리하거나 세포 내 일정한 공간에 유리(sequestration), 축적, 배출하는 현상이다 (Mauseth, 1988; Hallahan et al., 2000; Lee, 2004) 식물체의 다양한 부위에서 나타난다. 분비구조는 식물의 종류에 따라 구조적으로 매우 복잡하고 매우 다양하며, 표피조직의 일부에서 분화되기도 하고 분비모(glandular trichome) 또는 분비선(secretory gland) 같이 표피세포나 아표피층(subepidermal cell layer)이 분비구조로 변하기도 한다 (Esau, 1979; Mauseth, 1988; Fahn, 1990; Glover & Martin, 2000; Lee, 2004). 많은 경우 엽육 표피조직에 많이 분

포하는 분비성 모용은 물질을 분비하는 유세포로 구성되어 있고, 세포 내 함유물질 속에는 다양한 이차대사 유기화합물이 포함되어 있어 분비기능과 방어의 역할도 효과적으로 수행할 수 있다(Esau, 1979; Roshchina & Roshchina, 1993; Cho et al., 1999; Hallahan et al., 2000). 분비성 모용은 분비두정세포(secretory head cell), 자루세포(stalk cell), 기저세포(basal cell)로 구성되어 표피조직에서 기원하고(Ascensao & Pais, 1998; Glover & Martin, 2000) capitate형과 peltate형으로 구분된다(Hallahan et al., 2000; Werker, 2000). 분비성 모용은 특정 물질을 세포 바깥 또는 세포간극으로 방출하는 매우 분화된 세포들로 구성되며, 분비물질은 플라 여러 ion 등 세포 내에서 합성되지 않은 물질을 함유하기도 한다(Ascensao & Pais, 1998). 여러 유형의 비분비성 모용이 각기 수행하는 기능 및 기작은 정확하게 알려져 있지는 않으나, 일반적으로 비분비성 모용의 경우에는 강렬한 광선으로부터 엽육조직을 절연, 보호하는 기능을 수행하는 것으로 추정되고 있다(Mauseth, 1988; Lee, 2000). 다양하게 변형된 모양과 기능을 가지는 모용이 분포하는 식충식물의 경우에도 모용들이 같은 방향으로 일시에 움직일 수 있어 포획한 곤충을 소화 분비선 쪽으로 이동시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(Roshchina & Roshchina, 1993; Lee, 2000). 많은 식물에 있어서 모용의 분포 밀도는 곤충의 먹이, 산란 및 유충 성장 등에 간접적으로 영향을 미칠 수 있다. 본 연구의 접시꽃 엽육조직의 경우에도 어린 미성숙 시기에는 조직이 유연하여 많은 곤충류에 쉽게 먹이가 될 수 있으나 Fig. 1과 3에서 보듯이 여러 모용들이 밀생하고 있어 내부의 엽육조직이 철저히 보호를 받을 수 있을 것이다. 또한 정단 부위가 예리한 단모 또는 총생모는 식물체에 해를 입히는 곤충과 유충을 찔러 퇴치할 수 있고, 분비성 모용은 이들이 합성하여 축적하는 화학성 물질로도 충해를 막을 수 있을 것이다.

이와 같이 식물은 식물체를 둘러싸는 주위의 생육 환경에 적응하여 살아남기 위한 각각의 식물 종 고유의 구조적, 생리적 특성을 가지며 다양한 방어기작을 발달시킨다. 많은 식물 종들이 개발하는 대표적인 방어기작은 분비기능을 수행하는 분비모 형성으로 이러한 기능을 갖는 식물들로는 약용식물, 식충식물, 방항

식물 등이 있다(Outenreath & Dauwalder, 1986; Owen & Thomson, 1988; Ascensao & Pais, 1998; Hallahan et al., 2000; Moro et al., 2001; Lee, 2004). 약용식물인 접시꽃은 예로부터 민간에서 잎 또는 꽃 등의 부위가 약으로 쓰이는 유용한 식물로(Kim & Sung, 1997; Park & Lee, 2000; Mitchell, 2002) 본 연구에서는 이들 모용의 다양한 유형 및 발달, 분포양상이 확인되었다. 접시꽃의 엽육 표피조직에는 앞에서 설명하였듯이 단모, 단상 및 장상의 총생모, peltate형 분비모 등이 발달하여 보호 및 방어 기능을 수행하는 것으로 추정되었다. 이들 모용 중 총생모는 엽육 표피의 보호기능을 주로 수행할 것으로 추측되며, 분비모는 두정세포내 함유되어 있는 성분이 유용한 이차대사 물질을 분비하는 기능 및 보호기능에도 중추적인 역할을 하는 것으로 추정된다. 본 연구에서의 결과 및 이후 TEM으로 이들 모용에 대하여 수행될 세포학적 연구에서 수집되는 구조적 정보는 종합적으로 분석되어 이들 이형세포 등이 분비하는 유용한 2차 대사물질의 분석 연구는 물론 적응을 위한 방어기작 규명 등에 이르기까지 매우 유용하게 쓰일 것이다.

## 참 고 문 헌

- Ascensao L, Pais MS: The leaf capitate trichomes of *Leonotis leonurus*: histochemistry, ultrastructure and secretion. *Ann Bot* 81 : 263-271, 1998.
- Cho BS, Ko KN, Kim ES: Ultrastructural study of glandular trichomes in *Pelargonium peltatum*. *Kor J Electron Microsc* 29 : 125-136, 1999.
- Esau K: *Anatomy of Seed Plants*, 2nd ed, Wiley, New York, pp. 12-16, 1979.
- Fahn A: *Plant Anatomy*. 4th ed. Pergamon Press, Oxford, pp. 152-184, 1990.
- Glover BJ, Martin C: Speciation of epidermal cell morphology. In: Hallahan DL, Gray JC, Callow JA, eds, *Advances in Botanical Research. Plant Trichomes*, pp. 193-217, Academic Press, New York, 2000.
- Gopalakrishnan N, Kaimal T, Lakshminarayana G: Fatty acid changes in *Aithaea rosea* tissues during growth. *Phytochemistry* 21 : 2205-2208, 1982.
- Hallahan DL, Gray JC, Callow JA: *Advances in Botanical*

- Research: Plant Trichomes. Academic Press, Boston, pp. 1 316, 2000.
- Kim IH, Sung HK: Medicinal Herbs and Trees. Chung ang University Press, Seoul, pp. 205, 1997.
- Lee KB: Plant Morphology. Life Science Publishing Co., Seoul, pp. 115 124, 2004.
- Lee YS: Mordern Plant Morphology. Woosung Publishing Co., Seoul, pp. 181 203, 2000.
- Mauseth JD: Botany: An Introduction to Plant Biology, 2nd ed, Saunders College Publishing, Boston, pp. 123 125, 1988.
- Mitchell WA Jr: Plant Medicine in Practice. Churchill Livingstone, St. Louis, pp. 163 164, 222 224, 2002.
- Moro FS, Pinto AC, Santos JM, Filho CF: A scanning electron microscopy study of the seed and post seminal development in *Angelonia Salicariifolia* Bonpl. (*Scrophulariaceae*). Ann Bot 90 : 169 174, 2001.
- Outenreath RL, Dauwalder M: Ultrastructural and radioautographic studies of the digestive gland cells of *Drosera capensis*. J Ultrast Mol Struct Res 95 : 164 174, 1986.
- Owen TP Jr, Thomson WW: Sites of leucine, argine, and glycine accumulation in the absorptive trichomes of a carnivorous bromeliad. J Ultrast Mol Struct Res 101 : 215 223, 1988.
- Park EH, Kim IS: Development of epidermal idioblasts in reproductive structures of *Lycopersicon esculentum*. Kor J Electron Microsc 34 : 295 303, 2004.
- Park JH, Lee JK: The Encyclopedia of Medicinal Plants. Shinilbooks, Seoul, pp. 363 364, 2000.
- Roshchina VV, Roshchina VD: The excretory function of higher plants. Springer Verlag, Berlin, pp. 1 245, 1993.
- Vrachnakis TG: On the epidermal elements of *Origanum calcaratum* JUSS. (Labiatae). Phytion 42 : 39 67, 2002.
- Vrachnakis TG: Thrichomes of *Origanum calcaratum* L. (Labiatae). Phytion 43 : 109 133, 2003.
- Werker E: Trichome diversity and development. In: Hallahan DL, Gray JC, Callow JA, eds, Advances in Botanical Research. Plant Trichomes, pp. 1 35, Academic Press, New York, 2000.
- Yim JE, Kim IS: Morphological and cellular characteristics of aerial roots in the epiphytic American Ivy (*Parthenocissus* sp.). Kor J Electron Microsc 32 : 329 337, 2002.
- Yoon SY: Coloured Resources Plants of Korea. Academy Publishing Co., Seoul, pp. 317, 1995.

### <국문초록>

표피조직은 비교적 분화되지 않은 기본 표피세포와 식물에 따라 특수하게 분화되어 형태와 기능이 매우 다른 여러 이형세포로 발달할 수 있다. 본 연구에서는 약용으로 활용되는 접시꽃 (*Althaea rosea*)의 엽육 표피조직에 발달하는 모용에 대하여 이들 모용 유형에 따른 분화 발달 양상을 주사전자현미경적으로 연구하였다. 접시꽃 엽육 표피상에 발달하는 모용은 크게 단모 (simple hairs), 총생모 (non glandular tufted hairs)와 분비모 (peltate glandular hairs)로 대별되는데, 총생모는 상, 하피 및 하피의 엽맥을 따라 특히 더 발달하는 장상의 총생모 (long tufted hairs, ~1000 µm, 2~10 branchlet)와 상, 하피 및 하피의 엽신에 더 밀생 분포하는 단상의 총생모 (short tufted hairs, ~210 µm, 2~7 branchlet)로 나뉘어진다. 장상의 총생모는 단순모로부터 시작하여 10개까지 분지되며, 분화 초기에는 비교적 일정한 방향으로 분지되는 양상을 보인다. 반면 분비모는 1~2개의 두정세포 (head cell, 직경 20~35 µm), 2개의 자루세포 (stalk cell, 길이 10~15 µm), 기저세포 (basal cell)로 이루어진다. 또한, 엽신 전체에 발달하는 총생모와는 달리 분비모는 특히 표피면에서 함몰된 망목극 (areole)을 따라 분포한다. 이들 모용 중 총생모는 엽육 표피의 보호 및 방어기능을 주로 수행할 것으로 추측되며, 분비모는 두정세포 내에 함유되어 있는 성분이 유용한 이차대사 물질을 분비하는 기능과 보호기능에도 중요한 역할을 하는 것으로 추정된다. 일반적으로 모용은 분비기능이 활발한 식물에서 유용한 이차대사 화합물을 생성, 축적하고 분비하는데 중추적인 기능을 수행하는 것으로 알려져 있어 이들에 대한 세포수준에서의 연구 및 분비되는 유용한 물질에 대한 연구는 구조적 정보 및 적응을 위한 방어기작 규명 등에 이르기까지 매우 유용하게 쓰일 것이다.

**FIGURE LEGENDS**

- Fig. 1.** Part of the abaxial epidermal surface exhibiting considerably dense trichomes. Young leaf. Bar = 750  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 2.** Adaxial epidermal surface with growing tufted hairs (arrows: long-tufted hairs, arrowheads: short-tufted hairs) and glandular hairs (asterisks). Young leaf. Bar = 230  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 3.** Abaxial epidermal surface from the developing leaf. Notice the tufted hairs (arrow) along the vein (V). Bar = 230  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 4.** Part of the adaxial epidermis where peltate hairs (arrows) have differentiated along the areoles. Mature leaf. Bar = 230  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 5.** Short-tufted hair having two branchlets. Adaxial epidermis. Young leaf. Bar = 40  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 6.** Short-tufted hair with four branchlets growing somewhat counterclockwise fashion. Adaxial epidermis. Mature leaf. Bar = 65  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 7.** Long-tufted hair with eight branchlets. Adaxial epidermis. Mature leaf. Compare the size of branchlets with short-tufted ones located underneath. Bar = 300  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 8.** Part of the long-tufted hair having nine branchlets. The youngest branchlet (arrow) has been differentiated recently from the eighth branchlet (asterisk). Abaxial epidermis. Young leaf. Bar = 75  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 9.** Top view of the peltate glandular hair found in the adaxial epidermis. Developing leaf. The head cell is indicated by an asterisk. Bar = 15  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 10.** Distorted head cell (asterisk) of the peltate glandular hair after secretion. Abaxial epidermis. Young leaf. Bar = 20  $\mu\text{m}$ .



