

## 토마토 (*Lycopersicon esculentum*) 표피조직의 이형세포 분화 발달

박 은 희, 김 인 선\*  
계명대학교 자연과학대학 생물학과

### Development of Epidermal Idioblasts in the Reproductive Structures of *Lycopersicon esculentum*

Eun Hee Park and InSun Kim\*

Biology Department, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea  
(Received December 3, 2004; Accepted December 22, 2004)

#### ABSTRACT

Plants of *Lycopersicon esculentum*, containing various organic compounds, are known to develop idioblasts in their epidermis. *Lycopersicon esculentum* have long been investigated in many areas, but structural aspects of the epidermis of various organs have not been carried out in detail. Thus, the present study attempted to reveal the patterns of idioblast development, particularly those of the reproductive organs, in *L. esculentum* epidermis using scanning electron microscopy. The present study mainly focused on patterns of the stomata and trichome types.

Two types of stomata were developed in the flowers and fruits: anomocytic stomata (stomata type I) were distributed normally throughout the epidermis, whereas actinocytic raised stomata (stomata type II) were found variously in different epidermal tissues. For the trichomes, both glandular and non glandular types were developed in the epidermis. The former included peltate glandular trichomes having four head cells (trichome type I) and capitate multicellular glandular trichomes (trichome type II). The latter included non glandular short trichomes (trichome type III) and considerably elongated trichomes with basal rosette cells (trichome type IV). In particular, the raised stomata were well developed in the peduncles and the peltate glandular trichomes were prominent in the sepal and ovary epidermis. Transmission electron microscopy on the ontogeny and ultrastructural differentiation of these idioblasts, associated with the current result, will aid us in better understanding of the structure and functional relationship in the epidermal differentiation of *Lycopersicon esculentum*.

**Key words** : Development, Epidermis, Idioblasts, *Lycopersicon esculentum*, Reproductive structures

#### 서 론

표피조직은 식물체 내 모든 대사과정을 보호하고

조절해 줄 수 있는 살아있는 조직으로 식물이 조절할 수 없는 다양한 외부환경에 접해 있다. 이러한 표피조직은 형태적 또는 기능적으로 복잡하고 다른 조직에 비해 폭넓은 탄력성(plasticity)을 갖으며(Mauseth,

\* 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

1988; Fahn, 1990), 동일 식물체 표피조직에서도 매우 다른 뚜렷한 표피세포형이 분화하기도 한다(Glover & Martin, 2000). 발달 초기의 표피조직은 비교적 분화하지 않은 세포들이 모여 기본적인 조직을 형성하나, 성숙하면 그 조직 내에 특수화된 세포들이 산재하게 된다. 특수화된 이들 표피세포에는 기공복합체의 공변세포, 돌출된 기공, 분비성 또는 비분비성 모용, 유지선, 근모 등의 이형세포가 포함된다. 이형세포(idioblast)란 동일조직 내에 있는 다른 세포에 비해 크기 및 형태, 구조, 함유물 등이 현저하게 다른 세포를 말하며(Esau, 1979; Lee, 2000), 표피조직에서 이들은 다양한 기능을 수행한다(Glover & Martin, 2000; Werker, 2000).

기공복합체 내 공변세포는 표피조직에 발달하는 또 다른 대표적인 이형세포로 식물의 표피세포가 특수분화하여 생기는 구조이다. 기공복합체를 이루는 공변세포 및 이들에 직접 접하고 있는 부세포의 유무와 수, 기공의 배열상태 등은 식물의 종류에 따라 다르게 나타난다(Esau, 1979; Mauseth, 1988). 기공복합체는 일반적으로 잎의 표피에 고르게 분포하나 일부 식물에서는 엽육조직상에서 불연속적인 다발을 구성하거나(Tuner & Lersten, 1983), 함몰 또는 돌출되기도 한다. 표피 위로 돌출된 기공은 독특한 기공의 형태로 수분이 있는 환경에 서식하는 식물의 줄기에서 보고된 바 있다(Tuner & Lersten, 1983). 모용(trichome)은 표피조직의 표면에서 현저히 돌출된 이형세포로 모용이 잘 발달하는 식물에서는 대부분 식물체에 한 종류 이상을 형성하기도 한다. 분비성 모용과 비분비성 모용으로 대별되는 모용은 현저하게 다른 형태 및 기능을 가진 구조로 분화할 수 있다(Fahn, 2000; Kolb & Müller, 2004).

오랫동안 유용식물로 재배되고 있는 토마토에 대하여는 많은 영역에서 활발하게 집중 연구되고 있다. 이들에 대하여는 특히 품종개량을 위한 유전학적 연구(Reeves, 1977; Ding & Wang, 2003; Hiroaki & Tokao, 2003), 유용활성물질의 추출 및 이들에 대한 생리생화학적 연구(Chatterjee & Chatterjee, 2003; Cosima et al., 2003; Mulholland et al., 2003), 병충해에 대한 병리방어기작 연구(Channarayappa et al., 1992) 등이 전 세계적으로 활발하게 진행되고 있다. 그러나 분비 및 발향 특성에 중요한 역할을 하는 표피조직에 대해서는 광

학현미경적 수준에서의 일차적인 연구가 수행되어 있는 정도이고(Luckwill, 1943; Sekhar & Sawhney, 1984; Snyder & Cater, 1985), 표피조직에서 기원하는 여러 이형세포에 대한 특성이나 이에 연관된 특수조직 및 세포유형에 대해서는 자세히 연구되어 있지 않다. 이에 본 연구는 토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill) 생식구조의 표피조직에 발달하는 이형세포들의 구조 및 분화발달 양상을 상세히 밝혀 보고자 꽃과 열매의 표피조직에 분화하는 이형세포들을 생장단계별로 나누어 주사전자현미경적인 방법으로 실험 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

실험대상 식물인 토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill)는 2003년 4~6월에 걸쳐 경상북도 가창읍의 토마토 농장으로부터 구입되어 상온에서 생육·재배되어 잎, 줄기 등의 영양기관과 꽃, 열매 등의 생식기관이 실험에 사용되었다. 엽육 및 엽병을 비롯하여 꽃, 열매의 과피 및 과병의 각 조직을 2×2 mm로 일정하게 세절하여 주사전자현미경으로 연구하였다.

### 2. Scanning electron microscopy (SEM)

채취된 재료는 Kim & Fisher (1990) 및 Sohn (1991)에 의한 전자현미경 시료제작법에 따라 다음과 같이 처리되었다. 먼저 3% glutaraldehyde 용액으로 실온에서 3시간 동안 전고정한 후, 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 6.8)로 15분씩 3회 세척하였다. 세척된 시료는 2% aqueous osmium tetroxide에 의해 4°C에서 2~6시간 후고정되어 동일 buffer로 세척되었다(15분, 3회). 이어 10% acetone을 시작으로 10%씩 상승된 graded acetone series 탈수과정을 거치고, 탈수된 시료들은 isoamyl acetate에 3회 교체된 후 4°C에서 보관되었다. 이후 Hitachi HCP-2 critical point dryer를 이용하여 liquid CO<sub>2</sub>에 의한 임계점 건조(critical point drying, CPD)를 거쳐 Hitachi E-1030 sputter로 약 10 nm 두께의 금속피막(Au gold coating)을 입혀 한국기초과학지원연구원 대구센터에 설치되어 있는 Hitachi

S-4200 주사전자현미경으로 연구되었다. 각 시료에는 SEM photomicroscopy가 실시되어 수집된 image data는 file에 저장된 후 출력되어 성장단계별 및 기관별로 비교·연구되었다.

## 결 과

발달단계에 따라 연구된 토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill) 식물체 각 기관의 표피조직에서는 여러 형태의 이형세포들이 다양한 구조로 분화하였다. 가장 특이한 구조는 돌출기공으로 잎의 상피, 과피 및 과병, 엽병의 기저부위에서 잘 발달하였다. 또한 두 유형의 분비성 모용(trichome type I, II)의 발달도 식물체 전 표피조직에 걸쳐 뚜렷하였다. 이들과 함께 2종류의 비분비성 모용(trichome type III, IV)이 발달하여 이형세포의 분화양상을 용이하게 추적 비교할 수 있었다. 발달단계에 따라 토마토 식물체 내 각 기관의 표피조직, 특히 꽃과 열매 등의 생식구조에 분화하는 이형세포들의 특성 및 발달양상은 다음과 같다.

### I. 기공(stomata)

#### 1. 불규칙형 기공(anomocytic stomata, stomata type I)

토마토 각 기관의 표피조직에 발달하는 대표적인 기공은 공변세포가 기본 표피세포(ordinary epidermal cells)에 인접하여 부세포(subsidiary cell)를 뚜렷이 형성하지 않는 불규칙형 기공(anomocytic stomata)이다. 불규칙형 기공은 특이하게 발달하는 돌출된 기공과 구분하여 이후 본 논문에서는 stomata type I으로 기재되었다. 기공이 형성되는 과정은 특히 어린 조직에서 잘 관찰되었는데, 세포분열에 의해 기공모세포를 형성할 시원세포(initial)로부터 2개의 공변세포 모세포가 형성되었다. 연속적으로 빠르게 진행되는 분화에 의해 꽃받침에서는 여러 크기의 불규칙형 기공들이 발달하였다(Fig. 1). 특히 초기 분화단계의 어린 줄기 표피조직에서는 다수의 기공이 산재되어 있었으며, 토마토 과피에서도 소수의 성숙한 불규칙형 기공이 분포하였다(Fig. 2).

#### 2. 방사형 돌출기공(actinocytic raised stomata, stomata type II)

정상적으로 형성되는 불규칙형 기공과 함께 대부분 기관의 표피조직에는 표피면에서 길게 위로 돌출하는 특이한 형태의 기공들이 발달하였다. 특히 과병, 꽃받침, 그리고 화경에서 돌출기공이 다수 관찰되었다. 과병의 표피조직에서는 돌출기공으로 분화될 일부 기본 표피세포들의 공변세포가 표피면 위로 솟아오르기 시작하였고(Fig. 3), 계속된 분열로 새로운 세포층을 형성하며 위로 돌출하는 특이한 형태로 발달하였다(Fig. 4). 표피조직 표면 위로 돌출되는 공변세포 주위에는 5~6개의 부세포가 방사상으로 분화하였으며, 이러한 돌출기공은 비교적 불규칙적으로 분포하였으며, 다른 식물종의 표피조직에서는 거의 관찰되지 않는 방사형 돌출기공을 형성하였다.

### II. 모용(trichomes)

#### 1. 분비성 모용(glandular trichomes)

(1) peltate trichome type I : 분비성 모용은 특히 꽃받침 및 자방, 과병, 엽병에서 현저하게 발달하였다. 이 형세포로 분화할 시원세포는 표면에서 신장하여 돌기 형태로 발달하기 시작하였으며 이러한 시원세포는 특히 자방 표피조직에 밀생하였다(Fig. 5). 표피층의 분열에 의해 시원세포가 2개의 세포로 분화된 후(Fig. 6) 이들은 각각 하나의 두정세포(head cell)와 병세포(stalk cell)로 발달하였다. 이후 발생 중의 두정세포는 다시 분화하여 성숙한 4 세포로 되고, 더욱 발달하여 잎, 줄기, 여러 꽃 기관에 분포하였다. 성숙한 모든 표피조직에서는 4개의 세포로 되며(Fig. 7), 확연히 구분된 두정세포와 병세포로 분화된 peltate형의 분비모(peltate glandular trichomes)로 잘 발달하여 생식구조 각 표피조직에 널리 분포하였다.

(2) capitate trichome type II : 이 유형의 분비모는 병세포가 신장된 다세포성이며 정단의 두정부위는 작은 곤봉상을 이루며, 꽃받침 및 과병의 표피조직에 비교적 잘 발달하였다. 성장 중에 있는 꽃받침의 표피조직의 경우, 세포분열이 계속됨에 따라 분비모는 2개 이상의 세포로 구성되고, 말단부위는 점차 둔첨모형(capitate)으로 변형되었다(Fig. 8). 완전히 성숙한 과병

의 표피조직에서는 이들은 3~4개의 긴 세포로 신장되며 말단의 정단부위는 capitate형을 이룬 약 200~400  $\mu\text{m}$  정도의 비분비성 모용으로 발달하였다.

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

(3) 단상모 (short trichome type III) : 여러 표피조직에는 2~3개의 세포로 이루어진 약 30~80  $\mu\text{m}$ 의 비교적 짧은 비분비성 모용들이 다수 분포하였다. 이러한 단상의 비분비성 모용들은 꽃받침의 표피조직에 밀생하였고, 단상모 표면에는 소돌기들이 잘 발달되어 다른 유형의 모용과 쉽게 구별되었다. 특히 이러한 단상모용은 성숙한 꽃받침 표피조직에도 다수 분포하였다 (Fig. 9).

(4) 장상모 (elongated trichome type IV with basal rosette cells) : 짧은 단상모들과는 대조적으로 과병, 꽃받침에서는 긴 장상의 비분비성 모용들이 발달하였다. 과병에서는 약 4~6개의 세포로 구성된 약 800~810  $\mu\text{m}$  길이의 긴 모용 (conically elongated trichomes) 들이 잘 관찰되었다 (Fig. 10). 분화초기 모용의 기저부 위에서는 특이할만한 구조적 변화가 나타나지 않으나, 분화가 진행되어 표피조직이 점차 성숙 발달함에 따라 이들 모용은 약 8~10개의 세포로 이루어진 매우 긴 장상의 모용으로 발달하였다. 이때 장상모용의 기저부 위에는 표피세포들이 돌출하여 약 10~15개의 원좌형 (rosette)으로 배열되며 길게 신장된 장상의 다세포성 모용을 지지하는 양상을 나타내었다.

## 고 찰

표피조직은 식물체 최외층에 발달하여 내부의 조직을 보호하는 역할을 한다. 영양기관 및 생식구조 등의 표피조직에 발달하는 기공은 2개의 공변세포에 의해 형성되고, 광합성을 위한 기체교환, 호흡, 증산을 원활하게 해준다. 모용은 표피면에서 현저하게 솟아오른 돌기물 표피세포로 분비 및 비분비성 모용으로 대별된다. 이와 같이 동일 표피조직 내에서 주위의 세포에 비해 구조를 달리하며 다양한 기능을 수행하는 이형 세포로는 모용, 공변세포, 돌출된 기공, 결정세포 등이 있다 (Mauseth, 1988; Fahn, 1990; Lee, 2000). 본 연구

에서 조사된 토마토 식물체, 특히 생식구조의 표피조직에서는 이형세포들이 뚜렷하게 분화하였는데, 특히 돌출된 기공과 여러 형태의 모용이 잘 발달하였다. 이들은 불규칙형 기공과 방사형 돌출기공으로 발달하는 두 기공 유형 (stomata type I, II)과 peltate 및 capitate 형의 두 분비모 유형 (trichome type I, II), 단상 및 원좌형 기저세포로 된 장상의 두 비분비모 유형 (trichome type III, IV)으로 크게 대별되었다.

부세포가 뚜렷하게 형성되지 않는 불규칙형 기공은 식물체 전 표피조직에 정상적으로 분포하나, 특히 과병과 꽃받침 조직에서 잘 발달하였다. 또한, 부세포를 방사상으로 형성하고 표피면에서 길게 돌출하는 방사형 돌출기공은 특히 화경에서 밀생하는 것으로 나타났다. 일반적으로 사막과 같은 건조한 환경에 서식하는 다육질성 식물종의 기공은 수분증발을 최소화하기 위해 표피면에서 함몰되어 있으나 (Mathew & McCracken, 1995), 이와는 반대로 토마토의 경우에는 수분을 많이 필요로 하는 생육환경 특성상 수분을 원활히 소통하고자 하는 기능으로 기공이 발달하면서 돌출하여 돌출기공을 형성하는 것으로 추정된다. 또한, 화경에도 돌출기공이 집중 분포하였는데, 이는 생식기관이 증산과 더불어 광합성에 필요한 기체교환 및 호흡작용을 더욱 효율적으로 수행하기 위하여 발달하는 것으로 보인다.

모용은 식물체에서 성장함에 따라 탈락하는 일시적인 것과 영구적으로 분포하는 것 등 두 유형이 있다 (Lee, 2000). 많은 식물들은 다양한 모용을 발달시키며, 동일한 식물체 내에서도 서로 다른 종류의 모용이 분화하기도 한다 (Esau, 1979; Lee, 2000; Werker, 2000). 본 연구의 토마토 표피조직에서도 적어도 4 종류로 뚜렷하게 분화·발달하여 분비물질을 합성·분비하는 분비성 모용 (type I, II)과 방어기능을 수행하는 비분비성 모용 (type III, IV)으로 대별되었다. 일반적으로 분비성 모용이 함유한 분비물질 내에는 당분, 염분, 점액질, 소화효소, 알카로이드 등의 다양한 화학성 물질이 포함되어 있어 여러 기능을 보다 효과적으로 수행하는 것으로 알려져 있다 (Cho et al., 1999; Fahn, 2000; Kolb & Müller, 2004). 이러한 분비모의 기능은 많은 식물종에서 보고되고 있다 (Acensao & Pais, 1998; Hallanhan et al., 2000; Kolb & Müller, 2004). 본

비성 모용은 비분비성 모용과 유사한 형태로 발달할 수 있으나 분비특성상 적절한 변형 또는 특수한 분화를 동반하게 된다. 고도로 분화된 분비성 모용은 병세포 위에 분비 두정세포가 형성되고 기저세포에 의해 표피에 부착되는데, 이들 세 부분은 각각 단세포 또는 다세포로 분화한다(Werker, 2000). 본 연구에서 밝혀진 토마토 표피조직내 분비성 모용은 두정세포가 4개의 세포로 분화되며, 두정세포와 병세포의 두 부분으로 나뉘는 전형적인 peltate 형태의 trichome type I과 점차 성숙해감에 따라 말단부위가 작은 둔침형(capitate)을 이루며 3~4개의 세포가 길게 기저세포에 의해 표피에 부착된 다세포성의 신장된 trichome type II 분비모로 분화되었다. 특히 trichome type I은 화아내 자방의 표피조직에서 잘 발달하였다. 이와 같이 식물체 생식기관의 표피조직에 분비성 모용이 잘 발달하는 이유는 식물체 내에서 중요한 역할을 수행하는 생식기관에 분비물을 함유한 분비성 모용을 발달시켜 생식시 수분 매개자를 유인하는데 도움을 주거나 이후 성숙해가며 식물체를 보호하는 역할을 수행하는 일종의 방어기작으로 추정된다.

비분비성 모용은 분비물이 없는 대신 각질소가 밀랍과 더불어 과다한 햇빛으로부터 잎을 보호하는 작용을 한다(Karabourniotis et al., 1992, 1993). 또한 모용세포가 사멸하여 건조되어 잔존하게 되면 이들의 세포벽이 햇빛을 굴절·분산시키거나 곤충과 유충을 찌르기도 하며 곤충의 침입을 방어하기도 한다(Lee, 2000). 토마토의 비분비성 모용으로는 표면에 소들기를 형성하는 약 30~80  $\mu\text{m}$ 의 단상모 trichome type III와 기저세포가 원좌형을 이루며 약 800  $\mu\text{m}$  내외로 길게 신장하는 trichome type IV의 두 유형이 발달하였다. 이러한 비분비성 모용들은 발달 초기의 표피조직에 밀생하였는데, 성숙한 조직의 표피면보다 어린 조직의 표피면에서 모용이 더욱 밀생하는 것은 큐티클층이 완전히 형성되기 전인 어린 조직을 모용이 분포하여 강력한 태양 빛으로부터 이들을 보호하며, 공기순환에 의한 수분소실을 방지하기 위한 일종의 방어기작으로 추정된다(Valkama et al., 2004). 이와 같이 식물체는 곤충 및 동물들로부터의 주어진 생육환경을 극복하기 위하여 표피에서 다양한 기능을 수행하는 이형세포를 분화·발달시켜 다양한 방어기작을 수행

하여 환경에 적응 생존한다.

토마토 조직에서 생성되는 토마틴, 루틴, 라이코펜과 같은 성분은 세포 내 여러 물질의 대사작용에 의해 생성되며, 일부 화합물은 에너지 생성 대사과정의 산물로 알려져 있다(Sohn et al., 1988). 이러한 유용성분을 함유한 분비성 모용은 대부분 표피조직에서 기원하는 이형세포들의 발달에 의하는 것이다. 그러므로 본 연구의 결과에서 밝혀진 이형세포의 유형 중 발향작용에 직접 관여할 것으로 추정되는 분비성 모용과 특이하게 표피표면에서 현저하게 돌출하는 돌출기공의 분화발달을 세포수준에서 연구할 필요가 있다. 이러한 연구에서 밝혀지는 이들 구조의 분비기작 관여 등에 대한 세포학적 특성들은 현재 활발하게 진행되고 있는 토마토의 품질개량 및 약용자원화는 물론, 식물성 퇴치제 및 향수개발 등의 산업제품화에도 중요하게 쓰일 자료가 될 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.
- Channarayappa, Shivashankar G, Muniyappa V, Frist RH: Resistance of *Lycopersicon* species to *Bemisia tabaci*, a tomato leaf curl virus vector. *Can J Bot* 70 : 2184-2192, 1992.
- Chatterjee J, Chatterjee C: Management of phytotoxicity of cobalt in tomato by chemical measures. *Plant Sci* 164 : 793-801, 2003.
- Cho BS, Ko KN, Kim ES: Ultrastructural study of glandular trichomes in *Pelargonium peltatum*. *Kor J Electron Microsc* 29 : 125-136, 1999.
- Cosima B, Wiese CB, Pell EJ: Oxidative modification of the cell wall in tomato plants exposed to ozone. *Plant Physiol Bioch* 41 : 375-382, 2003.
- Ding CK, Wang CY: The dual effect of methyl salicylate on ripening and expression of ethylene biosynthetic genes in tomato fruit. *Plant* 164 : 589-596, 2003.
- 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.
- Fahn A: Structure and function of secretory cells. In: Hallahan DL, Gray JC, Callow JA, eds, *Advances in Botanical Research. Plant Trichomes*, pp. 37-75, Academic Press, New York, 2000.
- 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.
- Hallahan DL, Gray JC & Callow JA: *Advances in Botanical Research: Plant Trichomes*. Academic Press, New York, pp. 1-316, 2000.
- Hiroaki K, Tokao K: Transgenic tomato plant carrying a gene for NADP dependent glutamate dehydrogenase from *Aspergillus nidulans*. *Plant Sci* 164 : 35-42, 2003.
- Karabourniotis G, Papadopoulou K, Papamarkou M, Manetas Y: Ultraviolet B radiation absorbing capacity of leaf hairs. *Physiol Plantarum* 84 : 414-418, 1992.
- Karabourniotis G, Kyparissis A, Manetas Y: Leaf hairs of *Olea europaea* L. protect underlying tissue against UV B radiation damage. *Environ Expt Bot* 33 : 341-345, 1993.
- Kim IS, Fisher DG: Structural aspects of the leaves of seven species of *Portulaca* growing in Hawaii. *Can J Bot* 68 : 1803-1811, 1990.
- Kolb D, Müller M: Light, conventional and environmental scanning electron microscopy of the trichomes of *Cucurbita pepo* subsp. *pepo* var. *styriaca* and histochemistry of glandular secretory products. *Ann Bot* 94 : 515-526, 2004.
- Lee Y S: *Modern Plant Morphology*. Woosung Publishing Co., Seoul, pp. 181-204, 2000. (Korean)
- Luckwill LC: *The Genus Lycopersicon: An Historical, Biological, and Taxonomic Survey of the Wild and Cultivated Tomatoes*. Aberdeen University Press, Aberdeen, pp. 218-224, 1943.
- Mathew J, McCracken D: B. West Publishing, San Francisco, pp. 152-159, 1995.
- Mauseth JD: *Botany: An Introduction to Plant Biology*, 2nd ed. Saunders College Publishing, Boston, pp. 167-198, 1988.
- Mulholland BJ, Taylor IB, Jackson AC, Thompson AJ: Can ABA mediate responses of salinity stressed tomato? *Environ Expt Bot* 50 : 17-28, 2003.
- Reeves AF: Tomato trichomes and mutations affecting their development. *Amer J Bot* 64 : 186-189, 1977.
- Sekhar KNC, Sawhney VK: A scanning electron microscope study of the development and surface features of floral organs of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Can J Bot* 62 : 2403-2413, 1984.
- Sohn TH, Cheon SH, Choi SW, Moon KD: Identification of flavor components in tomato fruit. *J Kor Agric Chem Soc* 31 : 292-297, 1988.
- Sohn TJ: *Diagnostic Electron Microscopy*. Daehan Textbook Co, Seoul, pp. 83-111, 1991.
- Snyder JC, Cater CD: Trichomes on leaves of *Lycopersicon hirsutum*, *L. Esculentum* and their hybrids. *Euphytica* 34 : 53-64, 1985.
- Turner GW, Lersten NR: Raised stomatal clusters on *Coleus* (Lamiaceae) stems. *Amer J Bot* 70 : 975-977, 1983.
- Valkama E, Salminen J, Koricheva J, Pihlaha K: Changes in leaf trichomes and epicuticular flavonoids during leaf development in three birch taxa. *Ann Bot* 94 : 233-242, 2004.
- 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.

#### < 국문초록 >

식물체에 여러 유기성분을 함유하는 발향성 식물인 토마토는 표피조직에 여러 형태의 이형세포가 발달한다. 유용식물인 토마토에 대하여는 많은 영역에서 활발하게 집중 연구되고 있으나, 표피조직에 발달하는 이형세포에 초점을 두고 구조적으로는 자세히 연구되어 있지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 토마토 표피조직, 특히 생식기관의 표피조직에 발달하는 이형세포들의 구조 및 분화 발달양상을 주사전자현미경적 방법으로 연구하였다. 토마토 표피조직에는 불규칙형 기공과 방사형 돌출기공의 두 유형의 기공이 발달하였으며, 모용은 분비성과 비분비성의 다양한 4가지 형태로 분화하였다. 분비성 모용은 peltate형과 capitate형 분비모로 대별되었고, 비분비성 모용은 단상모와 원좌형 기저세포의 장상모로 발달하였다. 특히, 화경에는 돌출기공의 발달이 현저하였고, peltate형 분비모는 꽃받침과 지방 표피조직에 뚜렷하였다. 이후 분비모용과 돌출기공에 대한 세포학적 측면에서의 구조적인 연

구가 병행되어 본 결과와 접촉되면 구조와 기능간의 관계가 분명해 질 것이며, 유용성분의 자원화 및 기능물질 개발에 있어 더욱 의미있는 연구가 될 것이다.

## FIGURE LEGENDS

- Fig. 1.** Adaxial epidermis of the sepal showing anomocytic stomata (arrows) and trichomes. Scale bar = 60  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 2.** Fully developed anomocytic stomata (ST) from the pericarp epidermis. Scale bar = 11.5  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 3.** Part of the pedicel epidermis exhibiting both anomocytic stomata (white arrow) and raised stomata (black arrow) at initiation stage. Note the difference in stomata size. Scale bar = 20  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 4.** High magnification of the raised stomata (ST) developed in the fruit peduncle. E = epidermis. Scale bar = 15  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 5.** Part of the ovary (O) and sepal (S) at early development. Scale bar = 380  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 6.** Considerably abundant peltate glandular trichomes at two head cell stage of the young ovary. Higher magnification of ovary (O) surface in Fig. 5. Scale bar = 50  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 7.** Peltate glandular trichomes exhibiting four head cells (H) and a stalk cell (s) in the fruit peduncle. Asterisks indicated collapsed head cells after secretion. Scale bar = 50  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 8.** A capitate multicellular glandular trichome with basal cells observed in the sepal epidermis. Note small, club-shaped apex (arrow). Scale bar = 20  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 9.** Adaxial epidermis of the fully developed sepal showing non-glandular trichomes; numerous short trichomes and one elongated trichome with basal rosette cells (arrow). Scale bar = 120  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 10.** Part of the fruit peduncle showing an unusually elongated trichome (arrow) with basal rosette cells. Scale bar = 200  $\mu\text{m}$ .





