

감果實의 탄닌物質의 生成 및 脱澁機構에 關한 研究

제 2 보 : 탄닌 細胞의 현미경적 관찰

孫 泰華 · 成 宗煥*

慶北大學校 食品加工學科, *密陽農蠶專門大學 食品製造科
(1981년 6월 11일 수리)

Studies on the Mechanism of Nonstringency and Production of Tannin in Persimmon Fruits

II. Microscopic Observation of Tannin Cells in Persimmon Fruits during Growth

Tae-Hwa Sohn and Jong-Hwan Seong*

Department of Food Technology, Kyungpook National University, Daegu 635

*Department of Food Technology, Milyang Agricultural and Sericultural Junior College

(Received June 11, 1981)

Abstract

In order to clarify the removal of astringency in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) and its mechanism, a comparative histology of tannin cells in the cultivars of astringent persimmon fruits (Sangju Dungsì, Daegu Bansì, Cheongdo Bansì) and a sweet persimmon fruit (Fuyu) was observed.

Tannin cells were widespread in all fruits tissue except for early tissue of ovule before full blossom. The epidermal cells of ovary, flower and calyx consist of tannin cell. Arrangement of tannin cells has radiated type toward the upper directions in the calyx. The major part of seed coat consisted of tannin cells.

The epidermal cells of persimmon fruits were consisted of small tannin cells, and the inner part of epicarp of the astringent persimmon was consisted of stone cells, but the sweet persimmon was consisted of parenchymatous cells.

It was suggested that differentiation of tannin cell in persimmon fruits occurred until about the middle of August. Some tannin cells of matured astringent persimmon fruits was coagulated and wall of tannin cell produced protuberance, and most of tannin cells of matured sweet persimmon fruits was coagulated or ruptured.

序 論

감果實(*Diospyros kaki* L.)은 보통 收穫期까지 樹上에서 脱澁된 정도에 따라 단감과 밭은감으로 구분하

고 있다. 이러한 구분은 결국 品種에 따른 脱澁速度의 差異라 할 수 있다. 品種에 따른 脱澁速度의 差異는 현재까지 alcohol dehydrogenase 活性의 差異⁽¹⁾, 탄닌 (tannin) 物質組成의 差異⁽²⁾, 탄닌 細胞의 gel 化의 差異⁽³⁾ 등의 結果로 추정하고 있으나 불확실한 사실

이 많이 있다. 감果實의 脫澁은 탄닌 細胞內에 含有되어있는 탄닌 物質이 縮合하여 不溶性 즉 縮合型 탄닌⁽⁴⁾으로 되는 것으로, 이러한 現象은 탄닌 細胞 內部에서 일어난다. 脫澁과 關連한 탄닌 細胞의 관찰은 Lloyd⁽⁵⁾가 처음으로 시도했으며 그 후 德川等^(6,7)이 成熟한 단감의 탄닌 細胞를 관찰한 바 있고, 北川⁽⁸⁾은 脫澁한 감果實의 탄닌 細胞를 관찰하여 褐變型, 收縮型, 凝固型 및 破裂型等 다섯 종류로 분류하였다. 그 후 吉村等⁽⁹⁾은 脫澁過程中에 일어나는 탄닌 細胞의 변화에 대하여 관찰한 바 있다. 그러나 탄닌 細胞에 대한 根本的인 문제인 탄닌 細胞의 分化, 肥大, 分布 그리고 단감과 浬은감의 탄닌 細胞의 差異等도 脫澁 및 탄닌 生成과 關連하여 매우 중요하다고 생각된다. 그러나 여기에 대한 報告는 거의 없어 본인 등은 開花前부터 果實의 成熟期까지 단감과 浬은감의 탄닌 細胞를 比較 觀察하였기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗에 사용한 감果實은 浬은감 품종으로 種子形成力이 弱한 淸道盤柿(Cheongdo Bansi: 淸道郡 一圓)와 種子形成力이 強한 大邱盤柿(Daegu Bansi: 慶北大附屬農場), 그리고 단감 품종인 상주동시(Sangju Dungs: 尙州郡 一圓)를 사용하였다. 이와 대조적인 단감 품종으로 富有(Fuyu: 慶北大附屬農場)를 사용하였고, 이들을 5月 初旬부터 10月 下旬까지 經時的으로 收穫하여 試料로 하였다. 탄닌 細胞의 관찰은 部位別로 3mm 정도의 크기로 hand section 하고 10% 중성 포르마린(formalin) 용액으로 固定한 후 standard paraffin method⁽¹⁰⁾로 10~15μ의 連續切片을 얻어 鹽化 第2鐵⁽⁹⁾ 또는 Heidenhein's Iron-Hematoxylin⁽⁶⁾으로 染色하여 永久標本⁽¹⁰⁾을 제작한 후 현미경으로 관찰하였다.

結果 및 考察

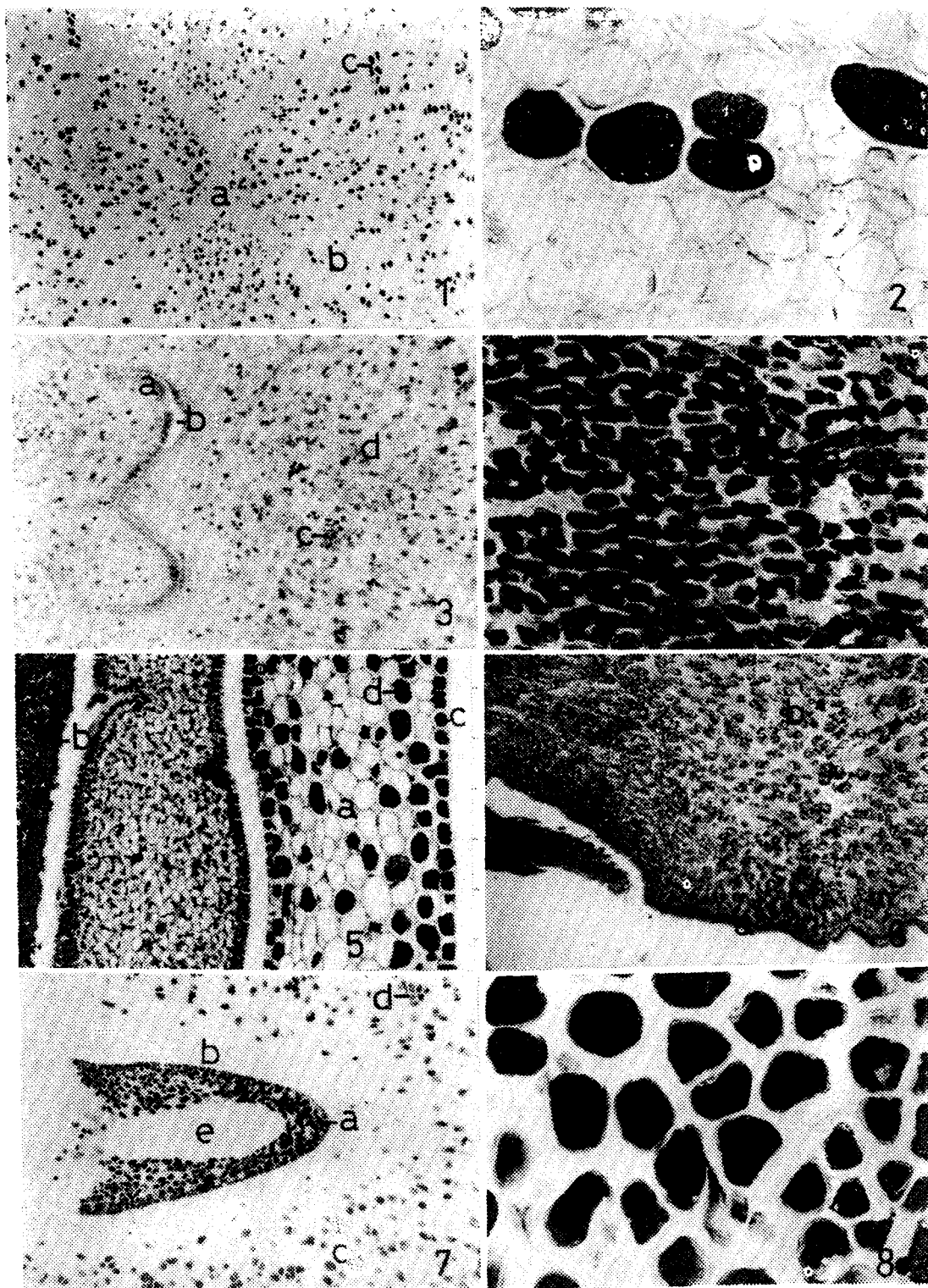
단감과 浬은감의 탄닌 細胞를 成長中에 관찰하기 위하여 開花前 약 0.3g 크기의 子房을 cross section 하여 FeCl₃로 染色한 結果, 단감과 浬은감 모두 開花前부터 탄닌 細胞는 分化하고 있었으나, 탄닌 細胞의 크기, 分布 및 密度는 다소 差異가 있었다(Plate 1).

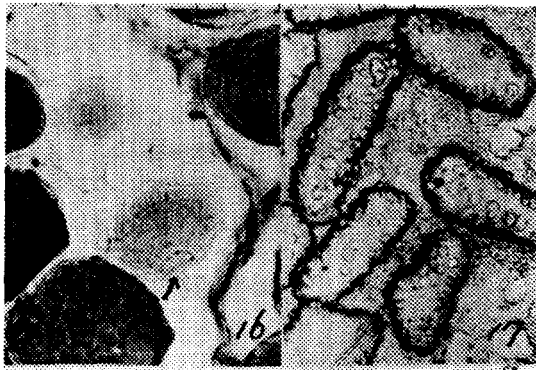
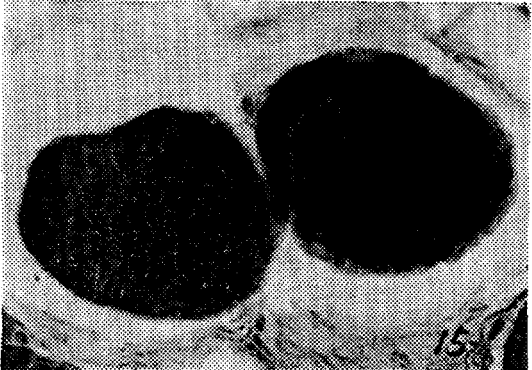
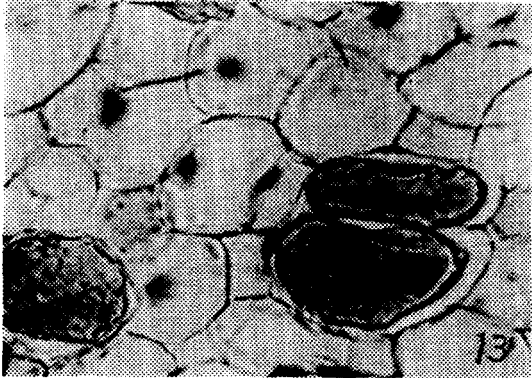
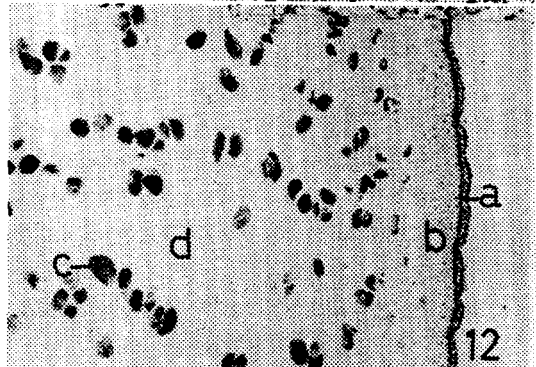
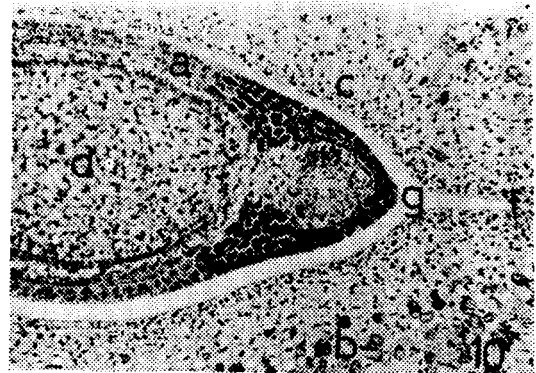
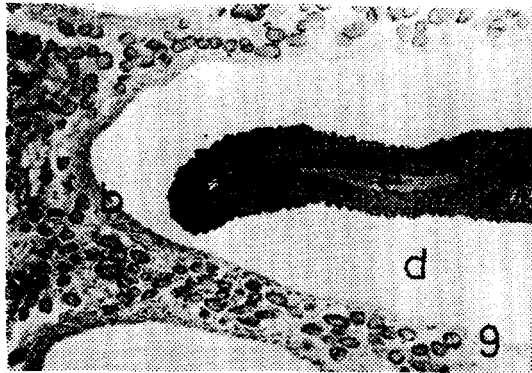
Plate 1은 단감품종인 富有의 開花前 子房인데, 黑色으로 染色된 탄닌 細胞는 開花前부터 거의 모든 곳에 널리 分布하고 있었으며, 단감과 浬은감 모두 胚珠의 初期組織에는 탄닌 細胞가 存在하지 않았다. 탄닌 細胞의 分布를 보면 浬은감이 더 稠密하였고, 어느 것이

나 胚珠의 初期組織가 가까운 곳이 다른 部位에 비하여 다소 稠密하였다. 그리고 탄닌 細胞는 몇개씩 모여서 group 단위로 관찰되었는데, 이는 감의 柔組織의 細胞 相互間에 일어나는 原形質系(protooplasmic thread)를 통한 原形質의 連絡(plasmodesmata)과 關連이 있을 것으로 생각된다⁽¹³⁾ (Plate 2). 開花前 子房內탄닌 細胞의 크기는 0.5~2μ(長軸)인데 子房內部보다 外部의 것이 컸다. 그러나 단감의 탄닌 細胞는 浬은감의 것에 비하면 크기도 적고 密度도 낮으나 分布는 類似한 정도였다(Plate 4).

감果實의 유관속의 篩管部內에서도 탄닌 物質의 존재를 관찰할 수 있었는데(Plate 4), 이는 吉村等⁽⁹⁾의 報告와 일치하며 감葉의 유관속중 篩管部內에서도 탄닌 物質을 본인 등⁽¹⁴⁾은 관찰한 바 있다. 開花時 꽃받침에도 탄닌 細胞가 존재하고 있었으며 특히 그들의 表皮細胞도 탄닌 細胞로 이루어져 있었다(Plate 5-c). 그리고 꽃받침과 子房 사이에 있는 外 表皮細胞도 거의 대부분 크기가 작은 탄닌 細胞로 이루어졌음을 알 수 있었다(Plate 5). 開花後 10日頃 尙州동柿의 어린 果實을 longitudinal section 하여 관찰한 결과 다른 품종에 비하여 탄닌 細胞는 대단히 稠密하였으며, 그 分布를 보면 中果皮에서 쪽지부위와 外果皮쪽으로 갈수록 稠密하였고, 그 配列은 쪽지부위에서 頂部쪽을 向한 放射型임을 알 수 있었다(Plate 6). 開花後 20日頃 감果實의 內果皮 및 種子部位를 관찰한 결과는 Plate 7, 8, 9 및 10과 같다. 種子形成力이 強한 大邱盤柿는 種皮가 거의 탄닌 細胞로 이루어져 있었는데, 이는 種皮에 탄닌 細胞가 가장 稠密하다는 宮林等⁽¹¹⁾의 報文과 일치하는 결과였다(Plate 8). 種子形成力이 弱한 淸道盤柿의 種子는 小果(2g 內外)일 때 이미 退化해 있었다(Plate 9). 단감 품종인 富有의 種子部位는 浬은감의 形態와 다소 차이가 있었다. 그중 種皮는 그 대부분이 탄닌 細胞로 형성되었으며 染色程度에 있어 다소 차이가 보였다. 그리고 內果皮에는 탄닌 細胞가 거의 存在하지 않았다(Plate 10). 大邱盤柿와 富有의 外果皮中 表皮는 미세한 탄닌 細胞로 이루어져 있었고 表皮 아래쪽의 外果皮는 품종에 따라 差異가 있었다. 즉 大邱盤柿는 石細胞로 이루어져 있었으나, 富有는 크기가 다소 작은 一般細胞로 이루어져 있었다(Plate 11, 12). 탄닌 細胞의 分化와 감果實의 成長中 탄닌 細胞의 肥大를 조사하기 위하여 탄닌 細胞의 크기와 果實의 相對生長을 調査한 결과는 Fig. 1과 같다.

단감의 탄닌 細胞의 크기(長軸)는 子房이 1g 정도 일때 23μ 內外였고, 成熟했을 때는 300~400μ 였다. 그 반면 浬은감의 탄닌 細胞는 富有에 비하여 탄닌 細胞의 크기가 전반적으로 컸으며, 成熟時의 탄닌 細胞





17

Observation of tannin cell in persimmon fruits during growth

- Plate 1.** Transverse section through ovary of sweet persimmon at 10 days before full blossom
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 40$)
(a) Early tissue of ovule, (b) Mesocarp
(c) Tannin cell
- Plate 2.** Transverse section through ovary of sweet persimmon at 10 days before full blossom
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 400$)
A group of tannin cell in persimmon tissue
- Plate 3.** Transverse section through ovary of sweet persimmon at 5 days before full blossom
Heidenhein's iron-hematoxylin stained ($\times 40$)
(a) Early tissue of ovule, (b) Loculus of ovule
(c) Tannin cell (d) Mesocarp
- Plate 4.** Longitudinal section through Daegu Bansi persimmon at 10 days before full blossom
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 150$)
(a) Tannin cell, (b) Vascular bundles
- Plate 5.** Transverse section through calyx of a flower at full blossom
Heidenhein's iron-hematoxylin stained ($\times 50$)
(a) Calyx, (b) Epicarp, (c) Epidermal cell
(d) Tannin cell
- Plate 6.** Longitudinal section through Sangju Dungsui at 10 days after full blossom
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 30$)
(a) Epicarp, (b) Mesocarp, (c) Upper part of pedicel, (d) Calyx
- Plate 7.** Longitudinal section through Daegu Bansi at 18 days after full blossom
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 100$)
(a) Seed coat, (b) Endocarp, (c) Mesocarp
(d) Tannin cell, (e) Endosperm
- Plate 8.** Tannin cell of seed coat in sweet persimmon fruits
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 400$)
- Plate 9.** Longitudinal section through seed of Cheongdo Bansi having week seed-producing abilities (at 18 days after full blossom)
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 150$)
(a) Degenerated seed, (b) Endocarp, (c) Tannin cell, (d) Loculus of ovule, (e) Endosperm
- Plate 10.** Longitudinal section through seed of sweet persimmon fruits at 14 days after full blossom
Heidenhein's iron-hematoxylin stained ($\times 150$)
(a) Seed coat, (b) Tannin cell, (c) Endocarp
(d) Endosperm, (e) Epidermis of carpel
(f) Loculus of ovule
- Plate 11.** Transverse section through Daegu Bansi in astringent persimmon fruits at 25 days after full blossom
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 150$)
(a) Epidermis, (b) Stone cell, (c) Tannin cell
(d) Parenchymatous cell
- Plate 12.** Transverse section through sweet persimmon fruits at 20 days after full blossom
Heidenhein's iron-hematoxylin stained ($\times 150$)
(a) Epidermis, (b) Inner epidermal cell
(c) Tannin cell, (d) Mesocarp
- Plate 13.** Tannin cell in sweet persimmon fruits at 60 days after full blossom
Heidenhein's iron-hematoxylin stained ($\times 200$)
- Plate 14.** Tannin cell in matured fruits of astringent persimmon
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 600$)
- Plate 15.** Tannin cell in matured fruits of sweet persimmon
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 600$)
- Plate 16.** Ruptured tannin cell (Arrow) and coagulated tannin cell in matured fruits of sweet persimmon
4% solution of FeCl_3 stained ($\times 400$)
- Plate 17.** Tannin cell in over-ripened astringent persimmon fruits
Unstained ($\times 150$)

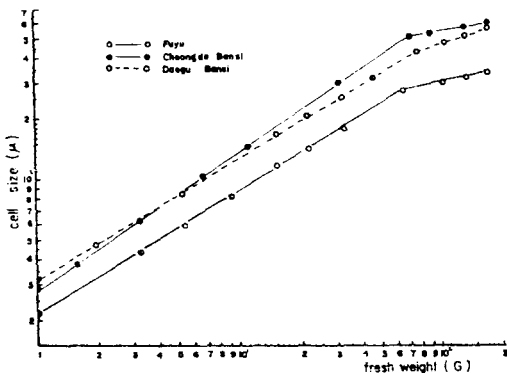


Fig. 1. Elongation of tannin cell on growth

의 크기는 500~600 μ 內外였다.

相對生長에 따른 탄닌 細胞는 전반적으로 重量이 70 g 정도로 될때 까지 對數的으로 肥大됨을 알 수 있었다. 이로 미루어 볼때 탄닌 細胞는 7月 下旬에서 8月 初旬頃까지 分化되고 있음을 알 수 있었으며 이는 狩野等⁽⁸⁾의 報文과 거의 일치하는 결과였다. 그리고 이 時期에 淸은감과 단감의 탄닌 細胞를 관찰한 결과 淸은감의 탄닌 細胞는 큰 변화가 없었으나, 단감인 富有柿의 탄닌 細胞는 原形質이 分離된 상태였음을 알 수 있었다(Plate 13).

탄닌 細胞의 分布는 開花前 子房內에서도 관찰된 것과 같이 몇개의 탄닌 細胞가 모여서 하나의 群을 이루며, 이러한 群들이 거의 모든 組織內에 分布되어 있었다. 成熟後 탄닌 細胞의 型을 보면 단감의 탄닌 細胞는 전반적으로 둥근형 이었고 淸은감은 타원형에 가까웠다. 그리고 탄닌 細胞의 壁은 단감, 淸은감 어느 것이나 많이 손상되어 있었다(Plate 14, 15, →). 특히 淸은감의 탄닌 細胞壁에는 突起가 生成되었는데(Plate 14, →), 이는 北川⁽⁸⁾이 分離型의 탄닌 細胞로 分類한 바 있다. 이것으로 미루어 볼때, 成熟한 淸은감의 탄닌 細胞도 一部는 凝固되어 있음을 알 수 있었다. 淸은감의 軟柿의 탄닌 細胞壁에도 많은 突起가 生成되어 있었고(Plate 17), 染色을 하지 않고도 凝固된 탄닌 細胞를 관찰할 수 있었다. 단감의 탄닌 細胞도 다소 파괴되어 內部의 탄닌 物質이 外部로 흘러나온 것을 관찰할 수 있었는데(Plate 16, →), 이는 北川⁽⁸⁾이 破裂型 탄닌 細胞로 分類한 바 있다.

要 約

감果實(Diospyros kaki L.)의 脫澱機構 및 탄닌 物質의 生成에 대한 調查의 一環으로 단감인 富有와 淸은감인 淸道盤柿, 大邱盤柿, 尙州동柿 等 4品種을 사

용하여 成長中의 탄닌 細胞를 관찰한 결과는 다음과 같다.

1. 開花前부터 탄닌 細胞는 子房內에 널리 存在하였으나, 胚珠의 初期組織 內部에는 탄닌 細胞가 존재하지 않았다.
2. 子房, 꽃받침, 果實 等の 表皮細胞는 모두 탄닌 細胞로 이루어졌다.
3. 탄닌 細胞의 配列은 꼭지部位에서 頂部쪽을 향한 放射型이었다.
4. 淸은감의 表皮內部는 石細胞인 반면, 단감에서는 적은 一般細胞로 이루어져 있었다.
5. 탄닌 細胞는 몇개씩 모여서 하나의 群을 이루었다.
6. 단감의 탄닌 細胞는 球形인 반면 淸은감의 탄닌 細胞는 타원형에 가까웠다.
7. 탄닌 細胞의 분포는 단감, 淸은감 모두 類似하였으나 密度는 淸은감이 높았으며 크기도 컸다.
8. 成熟한 단감의 탄닌 細胞는 凝固되어 있었고 一部는 破裂되어 있었다.
9. 淸은감의 탄닌 細胞는 成熟時 細胞壁에 많은 突起가 生成되어 있었다.

文 獻

1. Ito, S. and Y. Oshima: *Agr. Biol. Chem.*, **26**, 151 (1962)
2. 駒澤利雄, 內田 泉: *日農産加枝研誌*, **3**(2), 69 (1956)
3. 中林敏郎: *日食品工誌*, **18**(1), 33 (1971)
4. 北川博敏: *日園學雜*, **37**(1), 89 (1968)
5. Lloyd, F. E.: *Trans. Roy. Soc. Can. Ser. 5*, (1912)
6. 徳川義親, 湯淺明: *日植物學誌*, **50** (593), 278 (1936)
7. Joslyn, M. A. and Goldstein, J.: *Agr. Food Chem.*, **12**(6), 511 (1964)
8. 北川博敏: *日園學誌*, **37**(1), 89 (1970)
9. 吉村不二南, 楠本 正次: *Research Reports of the Kochi University*, Vol. 23, *Agr. Sci.* 6, p.65 (1974)
10. 木島正夫: *植物形態學の 實驗法*, 廣川書店, 東京, p.42 (1974)
11. 宮林達夫: *日園學誌*, **12**, 143 (1941).
12. 北川博敏: *カキ의 栽培と 利用*, 養賢堂, 東京, p.45 (1970)
13. 市川收: *食品組織學*, 光生館, 東京, p.86 (1970)
14. 孫泰華, 成宗煥: *慶北大學校 大學院 論文集*(1975)