

인삼 분비도관의 조직화학적 염색에 의한 연근판별

이경환 · 이성식* · 이명구* · 김은수#

건국대학교 이과대학 생명과학과, *한국인삼연초연구원
(2001년 1월 2일 접수)

Identification of Root Age by Histochemical Staining of Secretory Duct Layers in Ginseng

Kyoung-Hwan Lee, Sung-Sik Lee*, Myong-Gu Lee* and Eun-Soo Kim#

Department of Biological Sciences, Konkuk University, *Korea Ginseng & Tobacco Research Institute
(Received January 2, 2001)

Abstract : Identification of the age of ginseng root is very important in commercial market as well as in research field. However, any criterion about it has not been clearly established yet. We studied to find a clear morphological key for identification of ginseng root's age using the histochemical staining method. Fresh sections of 3, 4, 5, and 6 year old roots were stained with 1% Nile blue, observed under the light microscopy, and compared each other. The number of secretory duct layers(SDL) is a useful key to confirm the age of ginseng root as follow; three-year-old root has two, four-year-old one has three, five-year-old one has four, and six-year-old one has five resin duct layers on each cortical region of roots. Secretory ducts are thought to be formed by the vascular cambium every year. Unlike the surrounding parenchyma cells, secretory epithelial cells lack starch grains in the cytoplasm.

Key words : Root age, ginseng, *Panax*, secretory duct, histochemistry

서 론

인삼은 반음지성 다년생 속근성 식물로서 재배조건이 까다로우며 동일포장에서 3~5년간 재배하여 대개 4~6년생에서 채굴하여 수확한다. 포장에서 수확한 인삼은 수삼이라 하며, 수삼을 박피하여 건조시킨 것을 백삼이라 하고, 박피하지 않고 건조시킨 것을 피부백삼이라 한다. 또한 수삼을 80~90°C 물에서 10~20분간 침적하여 데친 후 건조시킨 것을 태극삼이라 하며, 수삼을 증숙 건조하여 제조한 것을 홍삼이라 한다.¹⁾ 시장에서 이러한 인삼류는 크기 뿐만 아니라 年根에 따라 판매가격의 차이가 크다. 현행 인삼산업법에는 인삼의 머리, 몸통 및 표피의 형태, 다리부분의 발달정도, 절단시의 나이테 등을 검사의 기준으로 하여 年根을 육안으로 판별하도록 되어있다.²⁾

그렇지만, 시장에서 종종 年根판별이 위장되어 유통질서를 무너뜨리는 일이 발생하는 경우가 흔히 있어 왔다. 그간 인삼

의 年根판별을 위한 방법으로서 뇌두판별법,³⁾ 나이테판별법,⁴⁾ 지근발달형태 판별법,⁵⁾ ginsenoside 함량법⁶⁾ 등이 시도되었다. 그러나, 뇌두판별법은 정확도가 떨어지고 뇌두가 손실되거나 파괴되었을 경우 적용하기가 어렵고, 나이테판별법에서도 나이테의 판독이 불분명하여 판별에 오차가 크다. 또한 지근 발달형태 판별법은 뇌두판별법이나 나이테판별법 보다 더 오차가 커서 年根판별의 보조적 수단으로만 활용이 가능한 수준이었다. 또한 고년근이 저년근보다 ginsenoside 함량이 많다는 결과⁶⁾는 아직까지 정확도가 낮아서 年根 판별에 활용하기는 어려운 실정으로, 보다 객관적이고 확실한 年根측정 방법이 필요 하다. 따라서, 본 연구는 인삼 年根판별의 객관적인 판단기준과 방법을 확립하고자, 뿌리절편에 조직화학적 염색방법을 사용하여 분비도관층 수를 조사하는 방법을 시도하였다.

재료 및 방법

공시재료는 1999년 9월에 한국 인삼연초연구원의 대전 인삼포장에서 3, 4, 5, 6년생 인삼 시료를 채취하여 물로 세척한

*본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) 02-450-3430; (팩스) 02-3436-5432
(E-mail) kimes@konkuk.ac.kr

뒤 잔뿌리를 제거한 후 주근의 동체부분을 실험재료로 사용하였다. 채취된 인삼을 각 年根별로 골라 길이와 무게를 조사한 후, 각 年根의 평균 동체 크기의 인삼을 10개체씩 선발해서 실험재료로 이용하였다. 광학현미경 관찰을 위해 이들의 소편을 Lillie's neutral buffered formalin, FAA에서 고정 한 후, section에 의해 만들어진 절편을 1% Nile blue로 염색하고 acetic acid 수용액으로 탈색한 뒤, 광학현미경을 사용하여 관찰하였다. 또한, 영구 조직 표본제작을 위해 해부현미경하에서 인삼의 피층조직 부위를 2~3 mm 두께로 적출하여 2시간 동안 전고정(25 mM phosphate buffer, 2% glutaraldehyde)시킨 후, 동일한 완충액으로 5분 간격으로 3회 수세시키고 2% osmium tetroxide에서 1시간 후고정 시켰다. 증류수로 여러 차례 수세시켜 ethanol 농도상승순으로 탈수시킨 다음, Spurr 혼합액에 포매하여 초박절편기(Reichert-Ultracut S)로 절단하였다. 0.5 μm 절편을 슬라이드 위에 취한 다음 toluidine blue-basic fuchsin으로 염색하여 광학현미경(Axiphot 2, Carl Zeiss)으로 관찰하였다.

결과 및 고찰

인삼은 연생이 증가할 수록 뿌리의 크기가 일반적으로 커지지만 생육이 왕성한 경우는 저년근도 고년근과 비슷하거나 오히려 더 큰 경우가 종종 있다. 본 실험에서는 이와 같은 뿌리시료 크기의 오차를 줄이기 위하여 채취한 시료의 무게와 길이를 측정 한 후 평균값에 근사한 10개의 시료를 각각

선발하여 실험재료로 사용하였다. 조사한 인삼뿌리의 평균직경은 3년근의 경우 8 mm 였으며, 4년근의 경우에는 15 mm, 5년근의 경우에는 21 mm, 6년근의 경우에는 26 mm 이었다. 특히, 6년근의 경우 3, 4, 5년근에 비해 지세근이 상대적으로 더 많이 발달되어 있었다. 뇌두의 크기는 6년근의 경우 지름이 15 mm 내외였다(Fig. 2).

인삼 3년근의 뿌리 절단시에 육안으로 관찰할 수 있는 나이테와 유사한 환상의 선은 가장 바깥쪽에서부터 유관속형성층, 그 밑에 2개 층으로 이루어진 도관층이었다(XI, XII) (Fig. 1). 또한, 6년근의 뿌리 횡단면에서는 3년근과 비슷하게 유관속형성층 1개와 그 밑의 도관층 3개가 관찰되었다. 이들 환상층은 뿌리를 절단하면 염색하지 않아도 매우 쉽게 관찰되기 때문에 인삼을 연구하는 학자뿐 아니라 이를 생산하는 농민에 이르기까지 이것을 나이테로 오인하고 年根판정에 사용하여 왔다. 그러나, 이들 환상층은 나이테와 같이 年根에 따라 비례하여 증가하지 않고, 환상층의 종류와 유형이 서로 같지 않기 때문에 年根측정의 기준으로서 결코 사용될 수가 없다. 따라서, 지금까지 인삼뿌리의 年根을 판정하는데 일부에서 이용되어왔던 나이테란 개념은 식물조직학적 지식이 아닌 매우 부정확한 일반개념으로서 학계뿐만 아니라 산업계에도 상당한 혼란과 오류를 가져온 용어임이 이번 연구결과로서 밝혀지게 되었다.

이에 비하여 분비도관은 환상으로 배열하면서 年根에 비례해서 1년에 1개층씩 증가하기 때문에 이것을 조사하여 확인하면 정확한 年根측정이 가능하다. 다만 이들 분비도관은 육

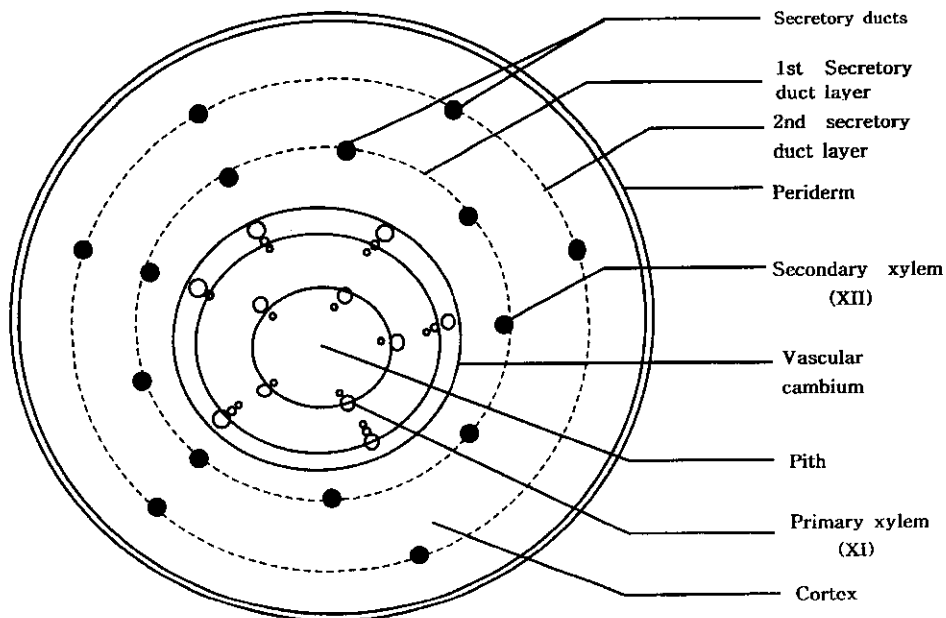


Fig. 1. Diagram of a transverse section of three-year-old ginseng root.

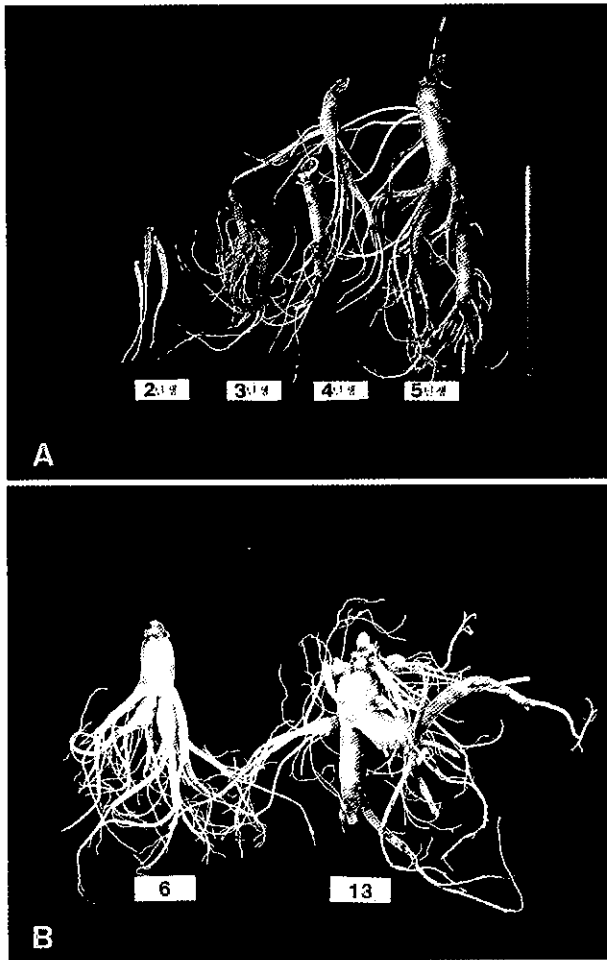


Fig. 2. The external feature of 2- to 13-year-old roots of ginseng. These roots show their different lengths and diameters. (A) 2- to 5-year-old roots (B) 6-and 13-year-old roots.

안으로는 전혀 관찰이 불가능하고, 일반적인 염색방법으로도 관찰이 쉽지 않기 때문에 이들만을 특수하게 염색시킬 수 있는 염색방법이 필요하다. 분비도관은 지질을 분비하므로⁷⁾ 지질의 종류에 따라 선별적으로 염색시킬 수 있는 Nile blue를 이용하여 이들을 선별적으로 구분할 수 있었다(Fig. 3).

분비도관은 6~8개의 상피세포가 한 개 층으로 구성되어 내강에 면하고 있는데 분비도관의 주위를 피층세포가 둘러싸고 있다(Fig. 3A). 상피세포의 안쪽부분인 내강에서는 10 μm 크기의 지질과립이 자주 관찰된다(Fig. 3B). 또한, 분비상피세포에 의해 분비된 지질과립은 Nile blue 염색에서 붉은 색으로 염색되는 것으로 보아 oxazone에 반응하는 중성지질임을 알 수 있었다(Fig. 3B).

한편, 각각의 인삼 분비도관층의 수는 Table 1과 같다. 분비도관은 매년 1개 층이 증가되므로, 인삼은 年根에서 1을 뺀 수만큼의 분비도관층을 갖는다. 이들 분비도관층은 유관

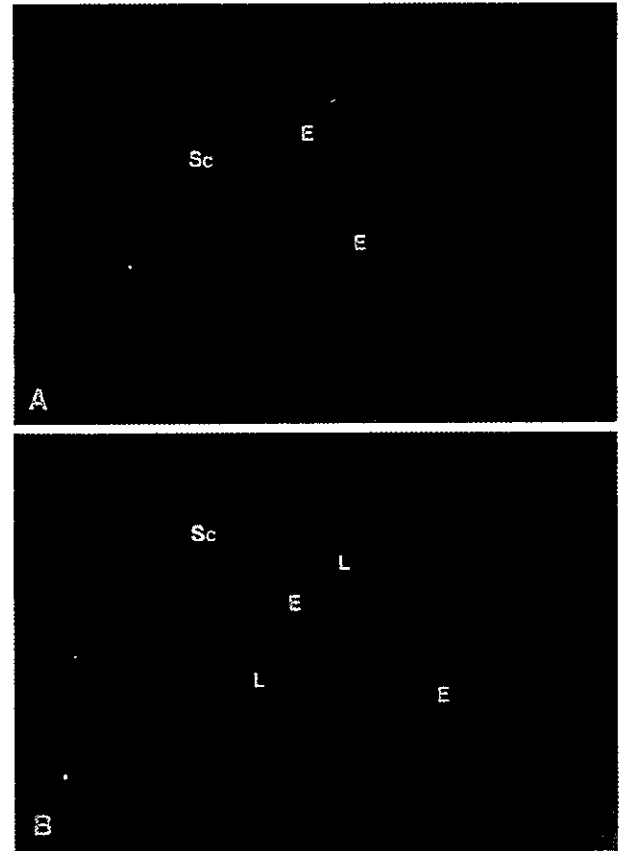


Fig. 3. (A) A transverse section of secretory duct composed of six to eight epithelial cells(E) contains lipid droplets (L) stained with Nile blue in red color. (B) A semisection of epoxy resin block shows a secretory duct which has seven epithelial cells containing some starch grains. Note the central vacuoles of the epithelial cells comparing with those of cortical cells.

Table 1. Comparative relationship between the age and the number of secretory duct layers in ginseng root

Age (year)	3	4	5	6
diameter (mm)	8	15	21	26
Number of duct layers	2	3	4	5

속 형성층의 바깥 부위 즉 피층 부위에 환상으로 배열되어 나타나는데 안쪽에 위치한 것이 바깥쪽에 위치한 분비도관층보다 분비도관의 수가 많고 분비도관간의 거리도 짧다(Fig. 1).

3년근은 2개의 분비도관층이 관찰되었고, 4년근의 경우에는 3개의 층이 나타났으며(Fig. 4A), 5년근의 경우 4개의 층이 관찰되었고, 6년근은 5개의 분비도관층이 관찰되었다(Fig. 4B). 이와같이 3, 4, 5, 6년근에서 분비도관층의 수가 자신의 年根수와 비례하여 정확하게 나타났다. 또한, Table 2와 같이 형성층에 가까운 분비도관층은 바깥쪽 분비도관층에 비하여 분비도관의 수가 훨씬 많았으며 분비도관간의 거리도 짧았다. 6년근의 경우 분비도관은 형성층과 인접한 첫 번째 층에서는

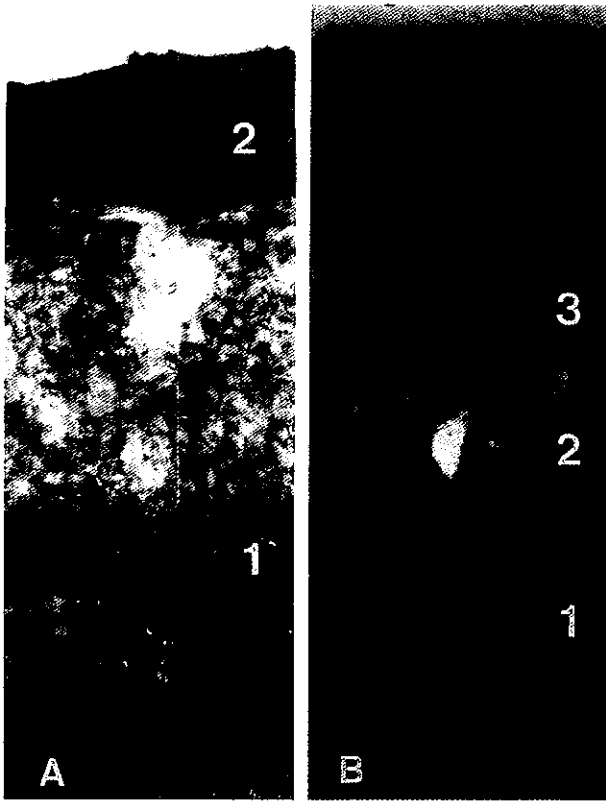


Fig. 4. Transverse section of roots showing their secretory duct layers. (A) 3- year- old root has two duct layers, (B) 4- year- old root has three duct layers.

Table 2. Analysis of secretory duct layers between the circular layers and their number of ducts in ginseng root

Secretory duct layer	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th
Total number of ducts	140	110	80	60	37

평균 140개, 두 번째 층에서는 110개, 세 번째 층에서는 80개, 네 번째층은 60개, 다섯 번째층은 37개씩 관찰되었다.

분비도관은 각 年根별로 크기와 갯수에서도 차이를 나타내었다. 분비도관의 크기는 바깥쪽의 오래된 것일수록 크기가 컸으며, 이들은 경우에따라 분비도관끼리 서로 붙어서 하나의 분비도관을 만드는 경우도 있었다. 분비세포에는 전분과립이 없었고 상피세포를 둘러싸고 있는 피층세포의 경우 중심액포가 발달하고 있었다. 분비도관은 유관속형성층으로부터 생성되어 바깥쪽으로 밀려나면서 크기가 점점 확장되는 것으로 관찰되었다. 아마도, 분비도관의 확장은 Setia 등⁹⁾이 보고한 방법과 유사하게 이루어질 것으로 추정된다. 분비도관들의 환상배열인 분비관층은 인삼이 오래될 수록 더 많은 층을 가지는데, 동일한 年根일 경우 인삼의 크기와는 상관없이 동일한 층의 수를 보였다. 이러한 결과는 Liu 등⁸⁾이 보고

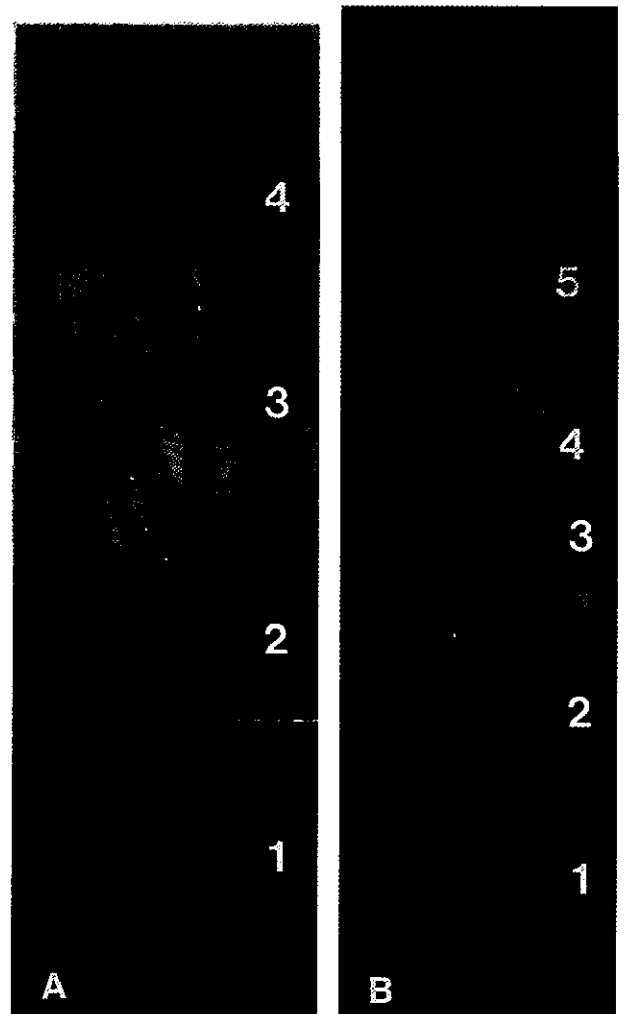


Fig. 5. Transverse section of roots showing their secretory duct layers. (A) 5- year- old root has four duct layers, (B) 6- year- old root has five duct layers.

한 결과와는 차이가 있는데 이것은 인삼 채취시기에서 오는 차이를 간과한 결과로 사료된다. 즉 같은 年根이라 하더라도 이른 봄에 채취한 것과 늦가을에 수확한 인삼에서는 분비도관층의 수가 차이를 나타낼 수 있기 때문이다.

요 약

인삼의 뿌리에서 관찰되는 분비도관(secretory duct)은 피층에서만 출현하고, 다른 조직부위에서는 형성되지 않는다. 분비도관은 환상의 층으로 배열하며 1년에 1개층씩 형성되고 연생과 정비례하여 나타난다. 3년근은 2개의 분비도관층이 관찰되며, 4년근은 3개의 분비도관층이 관찰되었다. 5년근은 4개의 층이, 6년근은 5개의 분비도관층이 나타났다. 각 년근은 자신의 연생보다 하나가 적은 수의 분비도관층을 가졌다. 따

라서, 분비도관의 층수를 조직화학적 염색방법을 통하여 조사하면 인삼의 年根을 정확하게 판별할 수 있음이 입증되었다.

인용문헌

1. 최광태 : 최신고려인삼(재배편), 한국인삼연초연구원, 대전, p. 3 (1996).
2. 농림부 : 인삼산업법, 시행규칙 제8조 (1999).
3. 이장호, 이명구, 최광태, 이성식 : 고려인삼학회지 **20**, 72 (1996).
4. 이종철, 안대진, 변정수 : 인삼연구보고서(재배편), 한국인삼연초연구소, 대전, p. 331 (1987).
5. 이종철, 안대진, 변정수 : 인삼연구보고서(재배편), 한국인삼연초연구소, 대전, p. 175 (1988).
6. William. A. C., Reynolds. L. B. and John. G. H. : *Can. J. Plant Sci.* **76**, 855 (1996).
7. 김우갑, 김은수 : 한국전자현미경학회지 **10**, 77 (1979).
8. Liu, M., Li. R. J. and Li. M. Y. : *Phytomorphology* **40**, 17 (1990).
9. Setia. R. C., Parthasarathy. M. V. and Shah. J. J. : *Ann. Bot.* **41**, 999 (1977).