

정상홍삼과 불량홍삼의 조직학적 특성

이종원# · 김천석 · 채순용 · 양재원 · 도재호

한국인삼연초연구원
(2001년 1월 15일 접수)

Histological Characteristics of Normal and Inferior Parts in Korean Red Ginseng

Jong-Won Lee#, Chun-Suk Kim, Soon-Yong Chae, Jae-Won Yang and Jae-Ho Do

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute

(Received January 15, 2001)

Abstract : This study was carried out to investigate a point of difference between normal and inferior Korean red ginseng (Naeback red ginseng = red ginseng with white part of clear boundary in phloem and/or xylem of ginseng body, saengnaeback red ginseng = red ginseng with white part of indistinct boundary). White part with clear or indistinct boundary in center of ginseng body was observed in inferior red ginseng (naeback and saengnaeback red ginseng), and the differences in the internal color intensity was also found with naked eye. In hunter color values of normal and inferior parts of red ginseng in accordance with particle size, L value was increased with a diminishment in particle size, while a and b value were decreased. Absorbance at visible spectrum did not differ from water and 70% ethanol extract from normal and inferior parts of red ginseng, but absorbance in UV spectrum of extract from naeback part showed higher than those of normal and saengnaeback part. In comparison of intrastructure by electron microscope, the horizontal and vertical section of cortex and pith layer from normal part showed the very dense state, but small holes were found in naeback part of red ginseng by naked eye and electron microscope. The specific surface area of normal, naeback and saengnaeback part appeared 3.02, 3.33 and 6.55 m²/g, respectively. From above results, we consider saengnaeback red ginseng is red ginseng in the intermediate process which normal red ginseng changes to naeback red ginseng.

Key words : Histological characteristics, Koreanred ginseng, naeback and saengnaeback part, color intensity, electron microscope, specific surface area

서 론

홍삼은 가공방법과 성상에 따라 원형유지 홍삼과 가공홍삼으로 분류할 수 있으며 특히 원형유지 홍삼에서는 외관, 색상 등의 품질요소를 중요시하고 있다. 홍삼은 내부조직의 내공, 내백 및 표피 등의 유무에 따라 등급 판정의 기준으로 하고 있기 때문에 우수한 홍삼으로서의 품질향상과 수율 제고를 위해서는 품질 저해 요인을 최소화시킬 필요성이 있다. 홍삼을 제조하는 과정에서 전체가 암갈색 및 갈색으로 내공, 내백, 생내백이 없는 것을 정상조직, 정상조직과 경계가 뚜렷한 백색이나 정상조직과 경계와 뚜렷하지 않으면서 다공성

백색을 띠는 것을 내백조직 그리고 정상조직보다 백색을 띠나 육안으로 다공성이 보이지 않는 것을 생내백조직 홍삼이라고 부르고 있다. 최근에는 생내백조직홍삼이 품질저해 요인으로 많이 지적되고 있다.

내백 및 내공의 발생은 주로 재배적 측면과 가공과정으로 구별할 수 있는데, 재배환경에 관한 연구로서 밝 등¹⁾은 채굴시 생주율이 높을수록 내백이 적어지고, 낙엽율이 높은 실험구는 수량이 낮고 내백율이 높으며, 낙엽이 지연될수록 건비중과 수용성 단백질이 증가되면서 내백이 감소한다고 보고하였다. 특히 월동전후 급격히 변화되는 성분은 주로 탄수화물이었으며, 이것은 성장기에 재충전되지 않으면 내백이 발생하는 것으로 생각되며 실제로 내백이 발생한 인삼의 경우 조직이 치밀하지 않을 뿐만 아니라 전분 함량이 적다고 보고하였다. 밝 등²⁾은 채굴시기가 늦을 경우 근아가 많

#본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) 042-866-5322; (팩스) 042-862-2522
(E-mail) jwlee@gtr.kgtri.re.kr

이 생장하는데 이 근아의 생장은 내공과 관계가 없으나 토양의 수분이 적을 때 조직이 치밀하지 못하거나 다경종에서 내공이 많이 발생한다고 하였고, 또한 홍 등³⁾도 내공의 원인을 뿌리에서 양분 소화에 의한 영양부족 때문이라고 보고 염경제거 실험을 한 결과 당과 아미노산이 현저하게 감소하는 것을 확인하였지만, 내공발생과 직접적인 관계는 없는 것으로 보고하였다.

홍삼의 가공과정에서 품질면에 미치는 영향인자로서 홍삼 제조 가공시 온도와 시간 그리고 건조시 온도와 시간이 내백, 생내백, 내공 및 균열 등에 영향을 미치는 것으로 추측하고 있으나 이에 대한 과학적인 기초연구가 부족한 편이고, 지금까지 재배적인 환경위주로 내공과 내백홍삼 연구가 수행되어 왔으며 가공과정시 일어나는 내백, 내공 및 생내백과 관련된 연구는 거의 없는 실정이다

따라서 본 연구에서는 6년근 고려홍삼의 품질저해 요인이 되는 내백 및 생내백조직홍삼과 정상조직홍삼과 비교하여 각 조직간의 육안관찰, 입도의 크기에 따른 색상, 갈색도, 비표면적 및 전자현미경 관찰을 하였으며, 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시 료

홍삼은 한국인삼공사에서 1999년 10월에 수매한 6년근 수삼을 홍삼제조 규정에 의하여 제조한 후 크기와 굵기가 비슷한 것을 선별하여 연구용 시료로 사용하였다. 시료전처리하는 정상, 내백 및 생내백 부분을 가진 홍삼시료를 각 부위별로 분리하여 시료로 사용하였다.

2. 분말의 색도 측정⁴⁾

각 시료의 색도 조사는 Chroma meter(Minolta, CR-200, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 표준광원은 D65로 하였고 측정된 값은 Hunter's color value로 나타내었으며 L값은 100(white)에서 0(black)까지, b는 +60(yellow)에서 -60(blue)까지, a는 +60(red)에서 -60(green)까지, 전체 색차는 ΔE(overall difference)로 나타내었다. 이때 사용된 표준값은 L은 97.67, a는 -0.57, b는 2.70이었다.

3. 물 및 70% 에탄올 추출물의 색도 측정

각 시료 0.5g에 증류수 및 70% 에탄올 20ml를 가하여 상온에서 24시간 추출한 후 Whatman No. 42 여과지로 여과하고 4°C에서 8,000 rpm으로 20분간 원심 분리한 다음 Spectrophotometer(Hewlett Packard 8452, U.S.A)를 이용하여 파장별로 흡광도를 측정하였다.

4. 비표면적(Specific surface area, SSA)⁵⁾

홍삼분말 약 0.5g를 취하여 비표면적분석기(ASAP 2000, Micrometrics U.S.A) 내부에 장착된 시험관에 투입한 다음 헬륨(He)으로 충전하고 80°C에서 48시간 건조하여 수분을 완전히 제거한 후 측정하였으며 다음 식에 의하여 비표면적을 구하였다.

$$A = a_m \cdot n_m \cdot N \tag{1}$$

여기서 A : 비표면적(m²/g)

a_m : monolayer에서 흡착질 1분자가 차지하는 단면적(Å²)

N : Avogadro상수 (6.023 × 10²³/mol)

n_m : 흡착제 1g당 소요되는 흡착물질의 몰 수

비표면적을 단분자층 흡착 증량(X_m)으로부터 환산하면 다음과 같다.

$$A(m^2/g) = (X_m/M) a_m N \times 10^{-20} \tag{2}$$

여기서 M은 분자량이다.

비표면적을 단분자층 흡착용량(V_m)으로부터 환산하면

$$A(m^2/g) = \frac{V_m}{22414} \times 6.023 \times 10^{23} \times 16.2 \times 10^{-20} \tag{3}$$

이때 적용되는 흡착 기체 한 분자가 차지하는 면적은 Table 1과 같다.

Table 1. Cross sectional area of adsorbate

Gas	Area (Å ²)	Temperature (K at 760 torr)
Nitrogen	16.2	77

6. 전자현미경 관찰

각 시료의 표면구조를 조사하기 위하여 각 시료를 수직 및 수평으로 절단하여 stage에 carbon 양면 tape를 이용하여 접착시킨 후 고진공증착기(Polaron SC502 sputter coater)에서 gold coating한 후 주사현미경(Scanning Electron Microscope, SEM, DSM960A, Zeiss)을 이용하여 각 배수별로 확대하여 관찰하였다.

결과 및 고찰

1. 각 조직의 육안적 관찰

정상, 내백 및 생내백조직홍삼을 육안으로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 정상홍삼 조직은 내백, 생내백 및 내공이 전혀 없고 홍삼고유의 황갈색을 나타내었다. 내백은 주로 중심부에 많이 발생하고, 흰색을 띄면서 정상조직과 경계가 뚜렷하였다. 그러나 생내백조직은 경계가 뚜렷하지 않으며 정상

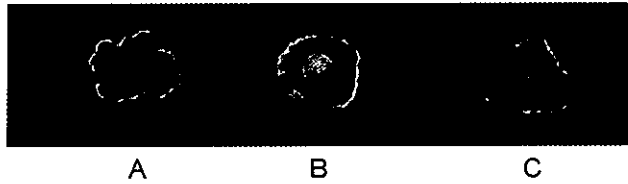


Fig. 1. Internal appearances of normal, naeback and saengnaeback part in red ginseng. A : Normal B : Naeback C : Saengnaeback

조직보다 백색을 띠나 육안으로 다공성이 보이지 않는 것으로 관찰되어 생내백조직은 내백조직으로 변화하는 중간단계인 것으로 추측된다.

윤 등⁶⁾에 의하면 홍삼의 내공조직은 주피부나 중심부의 경계를 이루는 형성층에 생기는 형성층형이 약 70%이고 26% 정도는 중심부에 나머지 4%는 주피부에 생긴다고 보고하고 있다. 이런 결과를 볼 때 내공조직이 형성층형에 많다는 것은 뿌리전체의 소질보다는 주피부와 중심부간의 물리적 또는 화학적 소질이 다르기 때문에 생기는 것으로 추측된다. 밝 등⁷⁾은 정삼수삼의 중심부 조직과 내백수삼 조직의 성분을 조사한 결과 전분, 환원당, 총단백질의 함량이 총량적으로 내백부위가 적다고 보고한 바 있다.

2. 각 조직의 분말 색도

정상, 내백 및 생내백조직홍삼의 입자크기에 따른 육안적 색상을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 입자의 크기가 클수록 색상이 진하게 나타났고, 색상의 강도는 정상, 생내백, 내백 조직 순으로 조사되었다. 또한 입자크기에 따른 색상을 Chroma meter로 측정된 결과는 Table 2와 같다. 입자크기에 따른 각 조직간의 색도 조사 결과 L값은 정상조직홍삼의 경우 14~40 mesh일 때 52.11에서 70 mesh이하일 때는 62.58로 입자가 작아질수록 명도 값이 증가하였고, 내백삼의 경우 14~40 mesh일 때 68.32에서 70 mesh이하일 때는 64.80으로 감소하였으며 생내백조직홍삼은 정상조직홍삼과 비슷한 경향을 나타내었다. a값은 정상조직홍삼의 경우 14~40

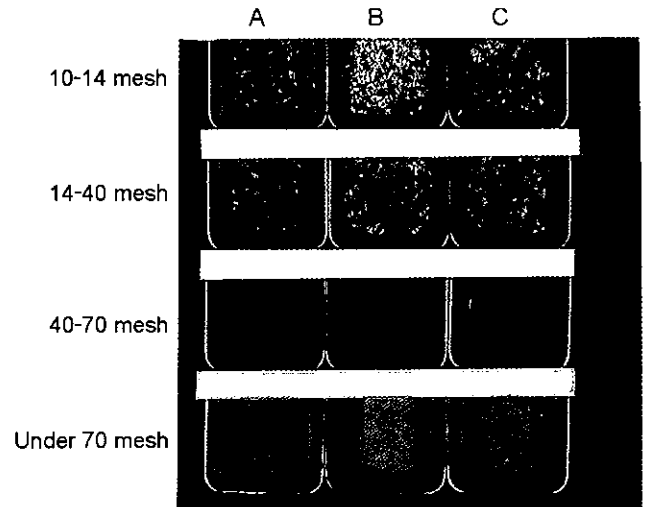


Fig. 2. Appearances of normal, naeback and saengnaeback part in red ginseng powder by particle size. A : Normal B : Naeback C : Saengnaeback

mesh일 때 7.71에서 70 mesh이하일 때 0.93으로 감소하였고, 내백과 생내백조직도 입도가 작아질수록 감소되었다.

홍삼의 주된 색소인 적색의 강도는 정상, 생내백 및 내백 조직의 순으로 나타났고, 이러한 결과를 볼 때 조직의 색도는 조직의 구조에 따라 큰 차이가 있다는 것을 알 수 있었다. 금 등⁸⁾은 쌀가루의 색도 및 이 등⁹⁾이 연구한 제분기 종류별로 만들어진 보리분말의 색도도 입자가 작을수록 L값은 증가하고 a, b값은 감소한다는 실험 결과와 비슷한 경향이였다.

3. 각 조직 추출물의 갈색도

정상, 내백 및 생내백조직홍삼을 물과 70%에탄올로 추출, 원심분리한 후 상정액을 취하여 각 파장별로 흡광도를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 가시광선 영역에서는 정상, 내백 및 생내백 조직의 흡광도가 비슷하게 나타났으나 자외부에서는 내백조직홍삼의 흡광도가 가장 크게 나타났고, 그 다음으로 정상, 생내백조직홍삼의 순으로 나타났으나 뚜렷한 차이

Table 2. Hunter color values of normal, naeback and saengnaeback part in red ginseng

Part	Sieve No.	E	E-L	E-a	E-b	L	a	b
Normal	14-40 mesh	50.73	-45.56	8.28	20.74	52.11	7.71	23.44
Naeback	14-40 mesh	35.87	-29.35	4.31	20.18	68.32	3.74	22.88
Saengnaeback	14-40 mesh	44.22	-37.81	6.66	21.96	59.86	6.09	24.66
Normal	40-70 mesh	48.57	-44.82	5.09	18.02	52.85	4.52	20.72
Naeback	40-70 mesh	35.43	-28.95	3.83	20.07	68.72	3.26	22.77
Saengnaeback	40-70 mesh	47.97	-46.37	5.00	16.68	51.30	4.43	19.38
Normal	70 mesh under	37.77	-35.09	1.50	13.90	62.58	0.93	16.60
Naeback	70 mesh under	36.09	-32.87	1.76	14.82	64.80	1.19	17.52
Saengnaeback	70 mesh under	38.39	-35.65	1.74	14.15	62.02	1.17	16.85

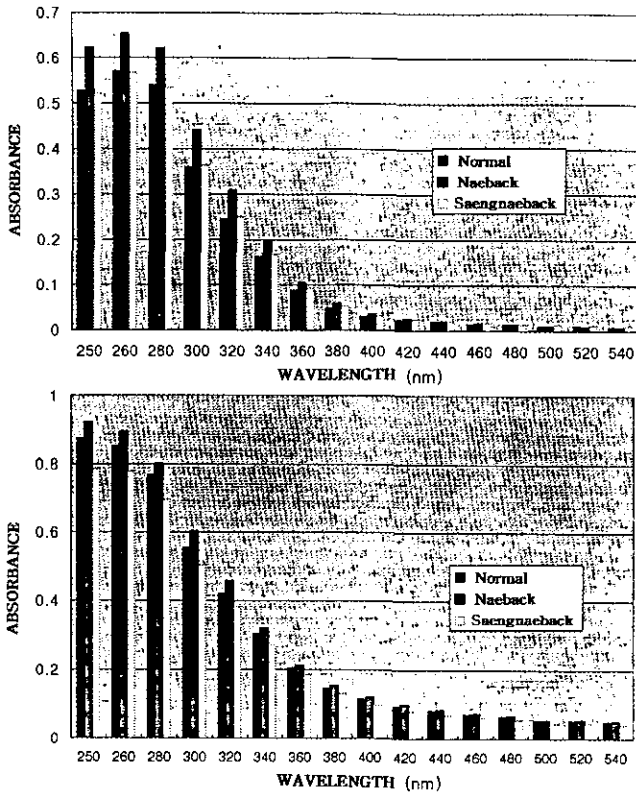


Fig. 3. The visible and UV absorbance of water and 70% ethanol extract of normal, naeback and saengnaeback part in red ginseng. A; Water extract B; 70% ethanol extract

는 보이지 않았다. 이러한 결과를 볼 때 내백조직홍삼이 정상조직홍삼에 비해서 amino-carbonyl반응의 기질이 되는 당이나 질소화합물의 양이 적게 함유되어 있음을 추정할 수 있다. 도 등¹⁰⁾은 정상과 내백조직을 염산으로 가수분해시킨 후 200 nm에서 700 nm까지의 흡광도를 조사한 결과 갈색도 및 UV흡수도가 모두 정상조직홍삼이 많은 것으로 보고하고 있어 본 실험 결과와 유사한 경향이였다.

4. 각 조직의 비표면적 비교

정상, 내백 및 생내백조직홍삼의 비표면적을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 각 조직간의 비표면적을 조사한 결과 정상조직홍삼은 3.02 m²/g, 생내백조직홍삼은 3.33 m²/g로 정상조직홍삼과 비슷한 경향이였으나, 내백조직홍삼은 6.55 m²/g로 정상 및 생내백조직홍삼 보다 2배정도 높았다.

NMR측정인자와 용적밀도의 상관성 실험에서 용적밀도가 0.8이하인 경우는 백피 또는 내백정도가 아주 심하였고, 주사현미경으로 관찰했을 때 정상조직홍삼은 막물질이 충분하여 연속성을 보이고 표면이 상당히 매끄러운 특성을 지니고 있었으나, 내백조직홍삼은 막과 막사이에 미세 동공이 많이 생성되어 있고 막 물질 표면에 주름이 많이 나타났다고 보고하

Table 3. Specific surface area of normal, naeback and saengnaeback part in red ginseng

Part	Specific surface area (m ² /g)
Normal	3.02
Naeback	6.55
Saengnaeback	3.33

고 있어 정상조직홍삼은 구조적 특징으로 미루어 볼 때 용적 밀도가 높은 홍삼은 낮은 홍삼에 비해 내부조직홍삼이 더욱 충실한 상태 즉, 치밀한 조직을 가진 상태라고 할 수있다. 조직이 치밀한 경우 양자가 흡수한 에너지를 주위의 격자에 공급하는 과정에서 Larmor세차운동과 더 밀접히 부합하므로 이완이 촉진된다고 보고하고 있다.¹¹⁾

5. 각 조직의 전자현미경 관찰

정상, 내백 및 생내백조직홍삼의 내부조직의 구조 특성을 조사하기 위하여 주사전자 현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 5, 6 및 7과 같다. 수직 및 수평절단면 모두 2000배까지 확대하여 관찰한 결과 정상조직홍삼은 막 물질이 충분하여 연속성을 보이고 표면이 상당히 매끄러운 것이 특징이고, 빛의 투과도가 양호하면서 치밀한 면을 유지하고 있으나, 내백조직홍삼은 수직 및 수평절단면을 관찰한 결과 100배 절단면에서 육안으로 동공이 관찰되지 않았지만 2000배 확대에서는 막과막 사이에 동공이 많이 생성되어 있고, 막 물질 표면에 주름이 있으며 빛의 연속성도 보이지 않았다. 현미경으로 내백부위를 확대하여 미세구조를 관찰하였을 때 내백부위의 전분입자 또는 얇은 막 물질의 크기와 배열상태가 정상부위와 차이 있는 것으로 관찰되었다. 또한 생내백조직홍삼은 미세한 균열 및 틈으로 인한 난 반사로 조직의 투명도가 낮아지며 절단하여 관찰했을 때 정상보다 약간 백색으로 보이는 것으로 나타나 내백으로 가는 전 단계인 것으로 추측된다.

수삼을 증삼하여 홍삼으로 제조할 때 호화된 홍삼의 전분이 건조과정에서 그대로 치밀하게 건조된 것은 정상조직홍삼이 되고, 전분입자의 부족으로 내부조직이 치밀하게 형성하지 못한 것은 내백 및 생내백조직이 되는 것으로 사료되며, 내백의 원인은 전분의 부족에도 부분적으로 연유하겠지만 이들 막 물질의 부족에 의한 것이라고 판단된다. 수용성 단백질이 전분보다 더 깊게 내백의 원인이 되는 것은 막 물질의 결손에 대한 막의 부실로 홍삼제조시 내부의 어떤 홍삼 특유의 필수구조가 이루어지지 못하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 원인에 대해 재배학적인 환경에서 이 등¹²⁾이 보고한 평균기온 차이(산지별), 토질, 낙엽시기가 빠를 때, 수광량이 많을 때, 체형계수(인삼동체의 직경과 길이의 비)가 클수록, 비중이 적을수록 내백 홍삼이 많이 생기며, 동화, 이화량의 차이

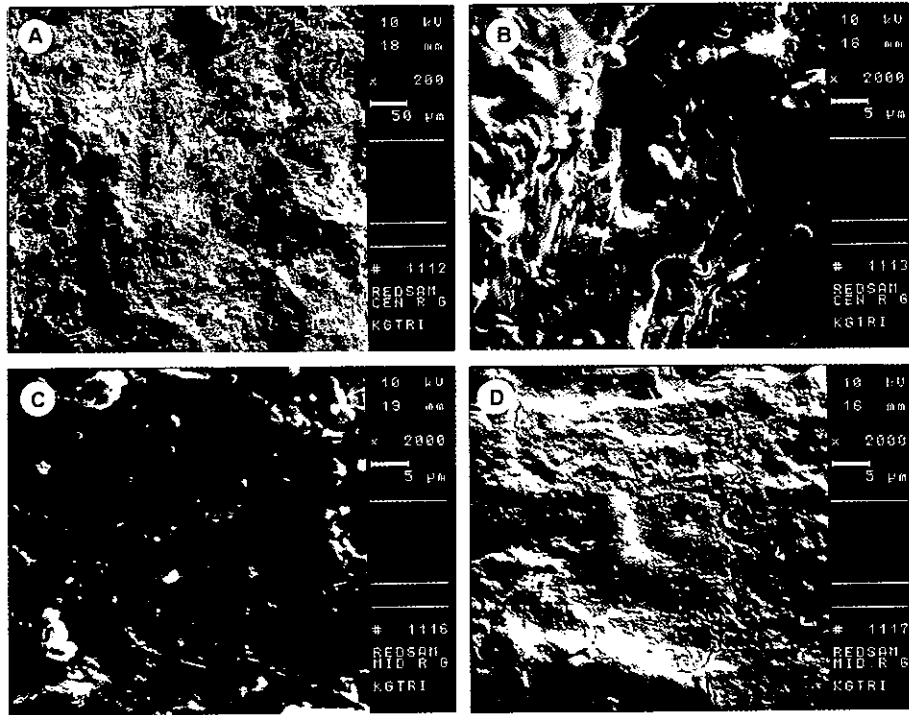


Fig. 4. Scanning electron micrographs of normal part in red ginseng.
 Vertical section (Pith layer: A×200, B×2000, Cortex layer C×2000) Horizontal section (Cortex layer D×2000)

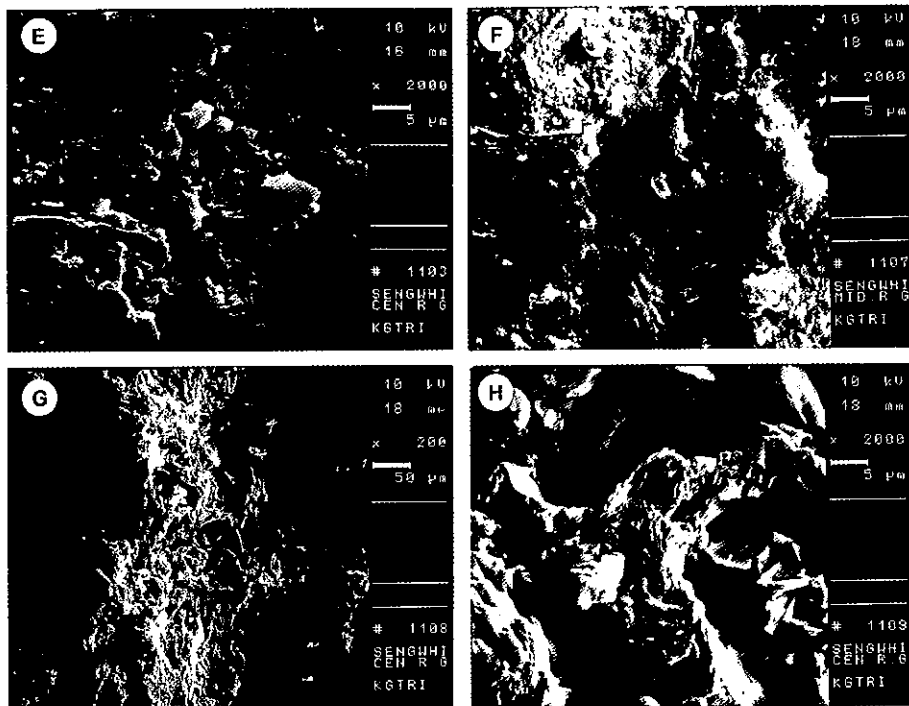


Fig. 5. Scanning electron micrographs of naeback part in red ginseng.
 Vertical section (Pith layer: E×2000) Horizontal section (Cortex layer: F, Pith layer: H×2000, G×200)

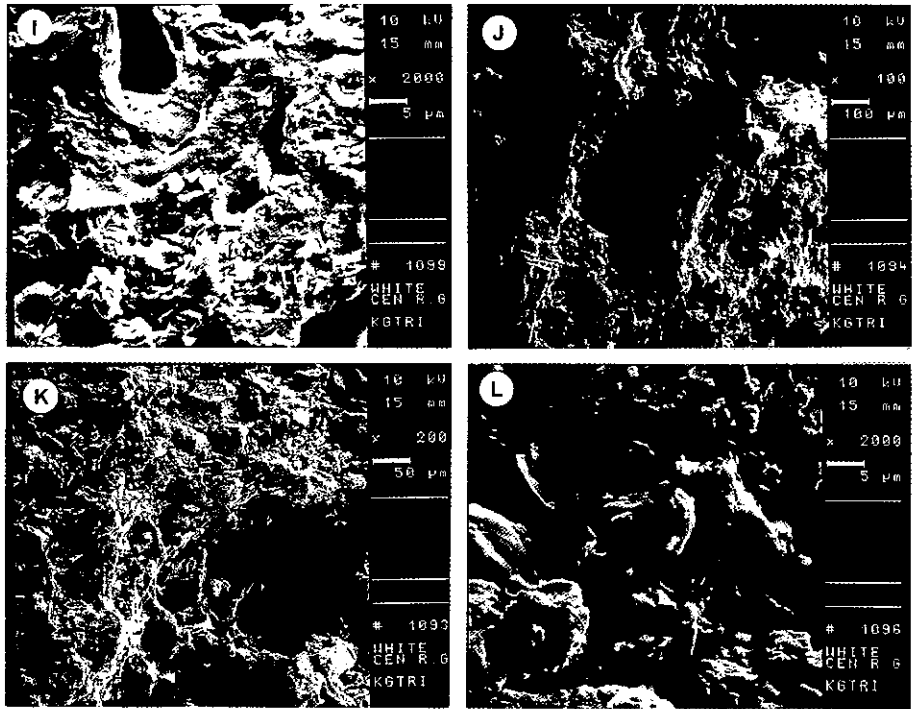


Fig. 6. Scanning electron micrographs of normal part in red ginseng.
 Vertical section (Cortex layer : I×2000) Horizontal section (Cortex layer : J×100, K×200, L×2000)

가 시기적으로 또는 양적으로 클 때는 내공이 많이 생기나 그 차이가 시기적으로 천천히 일어나거나 양의 차이가 적을 때에는 적게 생긴다고 보고한 바와 같은 결과를 생리적 영향에 의한 저장물질량, 주로 전분의 함량차이 때문인 것으로 추정하고 있다. 밝 등¹³⁾은 홍삼의 내백조직은 X선 흡수가 적었으며, 정상홍삼조직은 X선 투과량이 적었고, 요오드 반응 실험 결과 내공 및 내백조직은 전분 결핍에서 오는 것으로 추정하였다.

NMR imaging으로 정상 및 내공조직의 내부 조직단면을 조사한 결과 정상홍삼조직의 경우 NMR 신호세기가 골고루 분포되어 있어 내부조직이 매끄러운 상태로 있었으나, 내백조직의 경우 NMR신호세기가 서로 다르게 분포되고 있어 내부조직이 균일하지 못하였고, NMR에 의한 신호세기에서도 정상조직은 골고루 분포하고 있었다.¹¹⁾

요 약

본 연구는 6년근 고려홍삼의 품질저해 요인인 내백 및 생내백홍삼조직과 정상홍삼 조직간의 육안관찰, 입도의 크기에 따른 색상, 갈색도, 비표면적 및 전자현미경 관찰을 비교 조사한 결과는 다음과 같다.

육안적으로 정상조직홍삼은 전체가 암갈색 및 갈색으로 내공, 내백, 생내백이 없는 것으로 관찰되었고, 내백조직홍

삼은 중심부가 갈색화가 되지 않으면서 정상조직과 경계가 뚜렷한 백색이나 다공성 백색을 띄었으며 그리고 생내백조직홍삼은 정상조직과 경계가 뚜렷하지 않으며 정상조직보다 백색을 띄나 다공성이 보이지 않는 것으로 관찰되었다. 입자크기에 따른 정상, 내백 및 생내백홍삼 조직간의 색도를 Hunter colors values로 비교한 결과 입자가 작을수록 명도는 높아지고 적색도와 황색도는 감소되었으며, 홍삼의 주된 색소인 적색도의 강도는 정상, 생내백 및 내백조직의 순으로 나타났다. 각 조직의 물 및 70% 에탄올 추출물의 갈색도를 조사한 결과 가시부에서는 정상, 내백 및 생내백 조직의 흡광도가 비슷하게 나타났으나 자외부에서는 내백조직의 흡광도가 가장 크게 나타났고, 그 다음으로 정상, 생내백 조직의 순으로 나타났으나 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 비표면적을 조사한 결과 정상조직은 3.02 m²/g, 생내백조직은 3.33 m²/g로 정상홍삼 조직과 비슷한 경향이었으나, 내백조직은 6.55 m²/g로 정상 및 생내백조직 보다 2배정도 높았다. 주사전자 현미경으로 관찰한 결과 정상조직은 수직 및 수평절단면 모두 2000배까지 확대하여 관찰한 결과 정상조직의 홍삼은 막 물질이 충분하여 연속성을 보이고 표면이 상당히 매끄러운 것이 특징이었고, 빛의 투과도가 양호하면서 치밀한 면을 유지하고 있었으나, 내백조직은 수직 및 수평절단면 2000배 확대하여 관찰한 결과 막과막 사이에 동공이 많고, 막 물질 표면에 주름 등이 관찰되었다. 생내백

조직은 미세한 균열 및 틈으로 인한 난 반사로 조직의 투명도가 낮아지며 절단하여 관찰했을 때 정상보다 약간 백색으로 보이는 것으로 나타나 내백조직으로 변화되는 중간 단계인 것으로 추측된다.

인용문헌

1. Park, H., Kim, Y. H. and Yong, C. B. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **17**, 224 (1993).
2. Park, H, Cho, B. G. and Lee, J. S. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **12**, 153 (1988).
3. 홍정주, 남기열 : 인삼연구보고서, 고려인삼연구소, p. 37 (1978).
4. 강석호 : 분체공학, 회중당 (1955).
5. ASTM committee : D-1925-70, D-1729-607, American Society for Testing & Materials, Philadelphia D-1925-70, D-1729-607 (1975).
6. 윤종혁 : 충북대학교 박사학위논문 (1991).
7. Park, H. Lee, M. J. and Cho, B. G. : *Korean Ginseng Sci.*, **8**, 167 (1984).
8. 금준석, 이상효, 이현우, 김길환, 김영인 : *한국식품과학회지*, **25**, 546-551 (1993).
9. 이영택, 석호문, 조미경, 김성수 : *한국식품과학회지*, **28**, 1078-1083 (1996).
10. Do, J. H., Kim, S. D. and Sung, H. S. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **9**, 256 (1985).
11. Jang, G.C. and Ruan, R. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **22**, 96 (1998).
12. 이종화, 신동양, 김명수 : 인삼연구보고서, 전매기술연구소, p. 783 (1977).
13. Park, H., Cho, B. G. and Lee, M. K. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **8**, 167 (1984).