

참뿌리의 섬유 자원화에 관한 연구(제 1보)

– 참뿌리의 해부학적 및 화학적 특성 –

조현진¹ · 윤승락^{2†} · 황병호³

(2011년 2월 19일 접수: 2011년 3월 15일 채택)

Studies on the Application of Arrowroots for the Use of Paper Fiber (Part 1)

– Anatomical and Chemical Properties of Arrowroots –

Hyun-Jin Jo¹, Seung-Lak Yoon^{2†} and Byung-Ho Hwang³

(Received February 19, 2011: Accepted March 15, 2011)

ABSTRACT

The purpose of this research is to investigate the anatomical and chemical properties of arrowroots for the use of paper fibers.

The cells consisting of arrowroots showed certain affinities with those in the fibers and vessels of hardwood. Its parenchyma cells showed different shapes with those of hardwood. It was observed that starch was filled in the multi-shape cells. The average width and length of arrowroot fibers were 15.2 μm (11.1-20.3 μm) and 1.9 mm (1.49 mm-2.31 mm), respectively.

In the chemical characteristics of arrowroots, the contents of cold- and hot-water, alcohol-benzene, and alkali extractives were 12-17%, 15.6%, and 38.8%, respectively. Its chemical composition was 61.3% holocellulose, 15.5% lignin and 2.0% ash.

Keywords : Arrowroot, Arrowroot fiber, Anatomical characteristic, Chemical characteristic, Fiber characteristic

1 남강제지기술연구소(Namgang Institute of Paper Technology, Jinju, 660-802 Korea)

2 경남과학기술대학교 인테리어재료공학과(Dept. of Interior Materials Engineering, Gyeongnam National University of Science and technology, Jinju, 660-758 Korea)

3 강원대학교 산림바이오소재공학과(Dept. of Biomaterials Engineering, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701 Korea)

† 주저자(Corresponding author): slyoon@gntech.ac.kr

1. 서론

칩(*Pueraria thunbergiana* Benth)은 콩과(Legninosae)에 속하는 다년생 낙엽활엽덩굴성 식물로서 지리적으로는 동북아시아의 일본, 중국, 대만, 만주에 분포하고 북미에는 귀화되어 분포하고 있다. 세계적으로 10종이 분포하고 있지만 우리나라는 1종이 서식하고 있다. 전국산야의 표고 100~1,200 m 사이의 양지에 자생하는 식물로서 비옥하고 습기가 적당한 곳에서는 번식력이 아주 강한 식물이다

칩은 예로부터 농촌에서 섬유질 성분을 이용하여 새끼줄 대용으로 사용되어 왔으며, 절개지 사면 보호를 위한 사방용 및 퇴비나 사료용으로도 사용되어 왔다. 또한 줄기를 이용하여 삼태기, 광주리, 바구니 등을 제작하였으며 줄기를 가공한 섬유는 청울치 또는 청오락이라 하여 갈포를 짤 뿐 아니라, 갈포벽지¹⁾의 제조 원료로 사용되어져 왔다.

칩뿌리는 곡물에 버금가는 구황식물(救荒植物)로 갈분을 생산하여 갈분국수, 갈분 죽을 만들어 먹었다. 또한, 자양강장 식품인 갈분에 생강즙과 꿀로 반죽을 해서 만드는 갈분다식, 갈분을 묽게 섞어 생강즙과 꿀을 탄 갈분 등은 술이 깎 뒤에 먹는 음식으로도 유명하였다.

이외에도 한방에서 칩의 어린순을 갈용이라 하고, 칩꽃은 갈화라 하여 식욕부진, 구토, 장출혈, 술 중독 등에 처방하여 사용하고 있다. 또한 뿌리는 갈근이라 하여 고열, 두통, 고혈압, 주독, 설사, 귀울림, 경련방지제 등의 처방에 이용되며 갈근탕은 한약의 한 종류로 감기 증세에 사용되고 있다.

칩뿌리의 주요성분은 전분(10-15%), D-mannitol 등이며, 그 외에 isoflavonoid계통의 daidzin, daidzein, puerarin, puerarin xyloside 등이 함유되어 있다. 그 중에서도 puerarin은 순환기 계통의 질병에 효과가 있다고 보고²⁾되고 있다. 칩 성분에 대한 약리적인 효과는 아직 구명된 부분이 적은 실정이지만 칩은 상당히 많은 생리적인 활성 능력과 약리 기능을 가지고 있는 훌륭한 식물 자원으로 이용되어 지고 있다.

이와 같이 칩은 과거부터 현재까지 우리와 밀접한 관계를 맺어 다양하게 사용되는 유용한 성분임에도 불구하고 오늘날에는 단지 칩차로서만 응용되는 정도에 그치고 있어 다양한 용도개발이 기대되는 식물이지만 왕

성한 번식력으로 인하여 산림내의 수목생장에 지장을 주는 피해 때문에 요즘에는 제거의 대상이 되고 있다.

최근에는 칩 제거와 그 제거된 칩의 이용에 관한 연구가 함께 진행되고 있으며, 채취된 칩은 대부분 칩즙 및 한방재료로 이용되어 지고 일부 신약개발^{3,4)}에 대한 연구가 이루어지고 있다. 최근에는 칩 전분을 이용한 식품⁵⁾이 개발되어 갈분, 칩 냉면, 칩차, 칩 국수, 칩 캔디, 생 칩즙 등이 상품화되어 시중에 판매되고 있으며, 관광단지 등에서는 칩을 이용한 여러 가지 토속식품을 개발하여 먹거리로 활용되고 있다. 가공제품을 제조하고 남은 칩뿌리 섬유의 잔사는 식물성 섬유소로서 현재 대부분 폐기되거나 일부 양축농가의 사료로 활용되고 있는 실정이다.

칩 섬유는 목본류 섬유, 초본류 섬유와 비교하여 뿌리섬유이기 때문에 섬유의 종류, 형태 및 화학적 특성이 다를 것으로 추정되어 진다. 오래 전부터 칩의 재배, 전분의 식품화, 칩을 원료로 한 염색자원으로 특성, 칩의 성분분석, 칩 성분을 이용한 생약 및 약학에의 이용 및 사료에 관한 연구는 상당히 진행되어져 왔다. 그러나, 칩 섬유의 특성 및 섬유를 이용한 종이제조에 대한 연구는 Kim 등⁶⁾이 보고한 칩 섬유의 특성 및 제지용 원료로서의 활용방안에 대한 연구 이외에는 없는 실정이다.

본 연구는 농산 및 산림 폐기물인 칩뿌리 섬유의 잔사를 제지용 원료로서 이용하기 위한 기초 자료를 얻기 위해 칩뿌리의 해부학적, 화학적 특성에 대하여 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

본 연구에서 사용된 칩뿌리(*Pueraria thunbergiana* Benth)는 국립산림과학원 남부산림연구소 월야 시험림(경남 진주시 금산면)에서 채취하였다. Fig. 1과 같이 길이 156 cm, 중간 직경 12 cm, 두께 5 cm의 원판을 채취하여 공시재료로 사용하였다.

화학성분 분석을 위한 칩뿌리의 시료는 진주시 상평동 소재 K식품에서 파쇄기(Fig. 2)로 파쇄, 칩즙을 추출하고 난 후의 잔사 섬유를 분양받아 사용하였다.

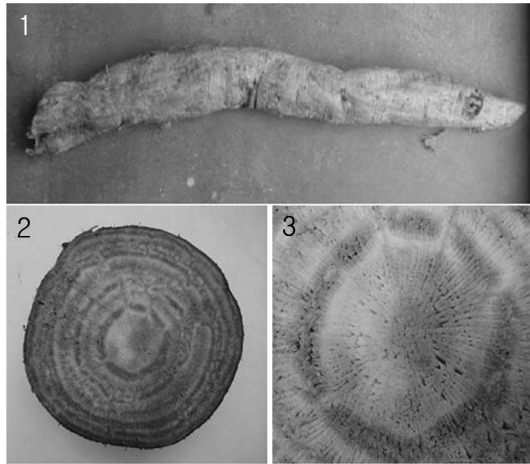


Fig. 1. Arrowroot sample
1: Arrowroot, 2,3: Cross section of arrowroot

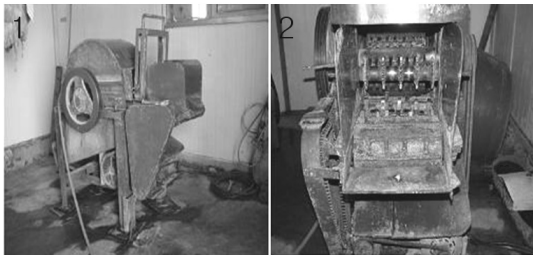


Fig. 2. Disintegrator used for this experiment.
1: Disintegrator, 2: Commitment entrance

2.2 실험방법

2.2.1 현미경 관찰

광학현미경 관찰은 3단면(횡단면, 방사단면, 접선단면)의 시험편에서 활주식 마이크로톰으로 두께 20 μ m의 절편을 제작하여 safranin으로 염색하여 광학현미경(Olympus BH-2)으로 관찰하였다.

주사 전자현미경 관찰은 관찰하고자 하는 면을 마이크로톰으로 균일하게 절삭한 후 SEM용 시료대에 도전성 접착제로 접착시킨 후 ion sputter coater (E-1010, Hitachi)를 사용하여 15mA에서 60초 동안 Au 증착하여 주사전자현미경(S-3500N, Hitachi)으로 25kV의 가속전압에서 관찰하였다. 쑥뿌리 조직과 비교하기 위해 자작나무의 조직도 동일조건으로 관찰하였다.

2.2.2 섬유장 및 섬유폭

Schurtze용액에 48시간 쑥뿌리를 침적시켜 해리시킨 섬유는 safranin으로 염색하여 광학현미경(Olympus BH-2)으로 10배 확대하여 관찰하면서 Image analyzer (BMI-Plus)로 20회 측정 후 산술평균으로 계산하였다. 쑥뿌리 섬유와 비교하기 위해 쑥 줄기 섬유, 단나무 인피섬유 및 단나무 목질부 섬유의 치수도 동일한 방법으로 측정하였다.

2.2.3 화학성분 분석

추출성분은 냉수온수추출물(KS M 7034), 알코올벤젠추출물(KS M 7035), 1%-NaOH 추출물(KS M 7047)이 측정되었고, 전섬유소(KS M 7064), 리그닌(KS M 7045), 회분(KS M 7033)도 측정되었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 쑥뿌리의 해부학적 특성

3.1.1 3단면의 광학현미경 관찰

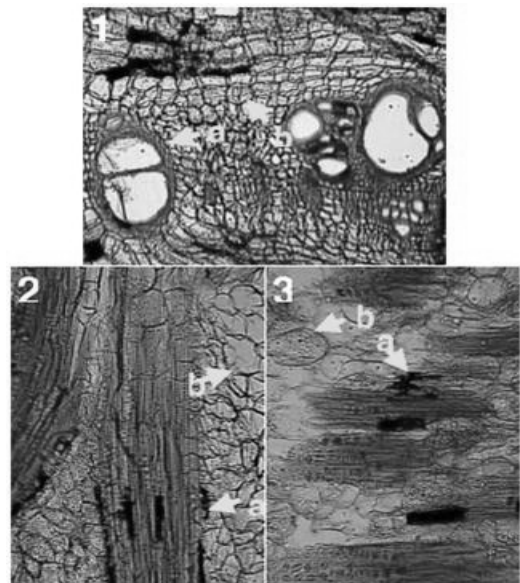


Fig. 3. Optical micrographs of arrowroots($\times 10$).
1: Cross section, 2:Tangential section, 3:Radial section, a:vessel, b:fiber

광학현미경으로 관찰한 칩뿌리의 3단면의 구조는 Fig. 3과 같다.

횡단면(Fig. 3의 1)에서는 세포내강이 큰 도관세포(a)와 짙게 염색된 목섬유 및 박벽의 유세포가 관찰되었다. 방사단면(Fig. 3의 2)과 접선단면(Fig. 3의 3)에서는 목섬유와 유세포가 용이하게 관찰되었다. 특히 유세포는 3단면에서 거의 동일한 장방향 내지 타원형의 형태를 보여주고 있어 코르크 세포와 유사한 구조를 갖고 있는 것으로 생각된다.

목본류의 활엽수 조직과 비교하면 세포내강이 큰 세포는 도관에 해당되고, 세포내강이 작은 것은 목섬유에 해당된다. 활엽수 조직과 비교하는 이유는 현재 까지 칩에 대한 연구는 각 분야별로 많이 이뤄졌지만 칩뿌리 조직에 대한 연구는 전무한 상태이며, 각 세포의 명칭에 대해서는 Fig. 4의 활엽수재인 자작나무(*Betula platyphylla* var. *japonica* Hara)의 목섬유, 도관, 유세포와 유사하여 편의상 칩섬유, 도관, 유세포로 하였다.

칩뿌리의 횡단면 상(Fig. 3의 1)에서 세포내강이 큰

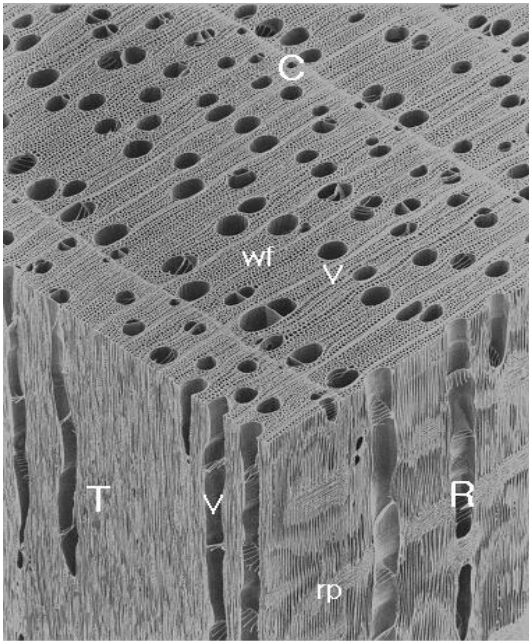


Fig. 4. SEM micrograph of *Betula platyphylla* var. *japonica* Hara.

C: Cross section, T:Tangential section, R:Radial section
wf: Wood fiber, v:Vessel, rp:Ray parenchyma cell

세포(a)는 활엽수재인 자작나무의 도관(Fig. 4의 v)과 비슷하였으며, 세포내강이 작은 세포(b)는 목섬유(Fig. 4의 wf)와 비슷하였다.

3.1.2 3단면의 주사전자 현미경 관찰

칩뿌리 조직의 횡단면, 방사단면, 접선단면을 주사전자현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 5, 6, 7, 8과 같다.

Fig. 5는 칩뿌리의 횡단면 사진이며, Fig. 6-1의 화살표시 부분을 확대한 것이 Fig. 6-2이다. Fig. 6-2의 횡단면 사진에서 도관(a), 칩뿌리 섬유(b) 및 유세포(c)가 관찰되었다. 도관의 배열은 조직 내에서 불규칙하게 분포되어 있었고 그 숫자는 자작나무재(Fig. 4)에 비해 많지 않았다.

방사단면(Fig. 6)에서는 도관(a)과 유세포(c)가 관찰되었는데, 특히 도관 내부에 벽공의 구조가 명확히 관찰되었다.

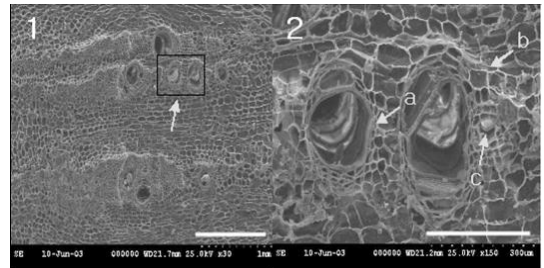


Fig. 5. SEM micrograph of cross section in arrowroots.

a : Vessel b : Fiber c : Parenchyma cell

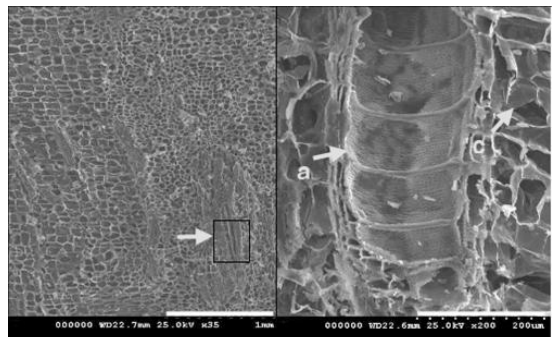


Fig. 6. SEM micrograph of radial section in arrowroots.

a : Vessel c : Parenchyma cell



Fig. 7. SEM micrograph of tangential section in arrowroots.

c : Parenchyma cell

접선단면(Fig. 7)에서는 전체적으로 원형 내지 다각형의 유세포가 관찰되었다.

각 단면에서 관찰된 세포는 활엽수재를 구성하고 있는 세포와 유사한 칫뿌리 섬유, 도관, 유세포가 존재하고 있음을 알 수 있었다. 각 세포의 형태적 관찰은 3.1.2 항의 구성세포의 형태적 특징에서 상세히 검토되었다.

Fig. 8에서 섬유표면에 전분으로 생각되는 원형 혹은 다각형의 물질이 상당량 부착되어 있는 것이 확인되었다.

3.1.3 구성세포의 형태적 특징

칫뿌리 조직에 관한 연구가 전무한 실정으로 칫뿌리를 구성하는 세포를 활엽수인 자작나무재의 세포와 비교하기 위해 술즈용액으로 분리시킨 칫뿌리 섬유와 자작나무재의 각 세포에 대하여 광학현미경과 주사 전자현미경으로 관찰하였다. 도관은 Fig. 9, 유세포는 Fig. 10, 칫뿌리 섬유와 목섬유는 Fig. 11에 나타냈다.

Fig. 9에서 광학현미경으로 관찰한 칫뿌리와 도관의 형태는 자작나무의 목재도관과 유사하였고 벽공도 많이 존재하는 것으로 나타났다. Fig. 9-1에서 화살표시가 되어있는 칫뿌리의 도관은 활엽수재의 도관(Fig. 9-2)와 같은 형상이었다. 좀 더 확대하여 활엽수 조직과 비교하기 위하여 주사전자현미경으로 촬영한 것이 Fig. 11-3이다. 도관 내의 벽공이 확연히 나타나는 것을 알 수 있으며 활엽수재의 도관과는 약간의 형태적 차이가 있음을 알 수 있다.

Fig. 10에서 작은 형태로 보이는 칫뿌리 유세포(Fig.

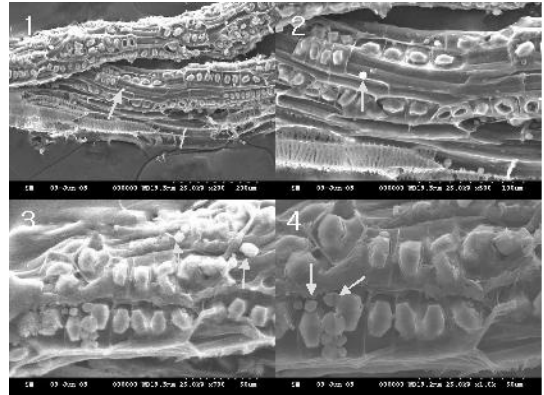


Fig. 8. SEM micrograph of parenchyma cell in arrowroots.

1 : x200 2 : x500 3 : x700 4 : x1,000

10-1)는 활엽수재의 유세포(Fig. 10-2)와 비교하기가 어려워 주사전자 현미경에서 관찰(Fig. 10-3)하였다. 칫뿌리의 섬유는 활엽수재인 자작나무의 목섬유와 비슷한 형상을 보였다. 그러나 각 세포를 확대하여 관찰하여 보면 유세포는 활엽수 유세포와 형태적으로 약간 다르지만 4각형의 세포에 물질이 충전되어 있는 것을 알 수 있었는데 전분으로 추정된다.

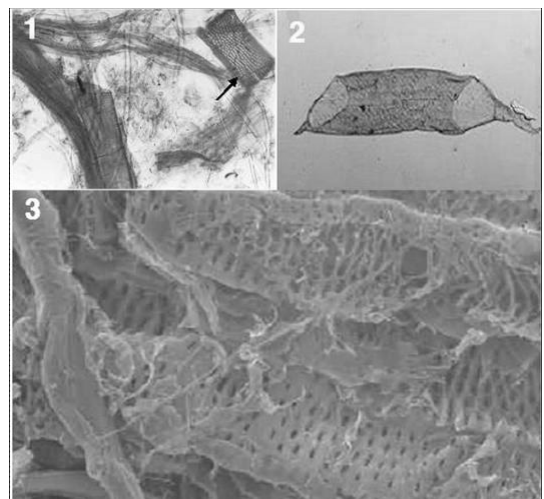


Fig. 9. Vessel element in arrowroots(1, 3) and birch(2).

1:Vessel element in arrowroot(Optical micrograph), 2:;Vessel element in birch(Optical micrograph) 3:Vessel element in arrowroot(SEM micrograph)

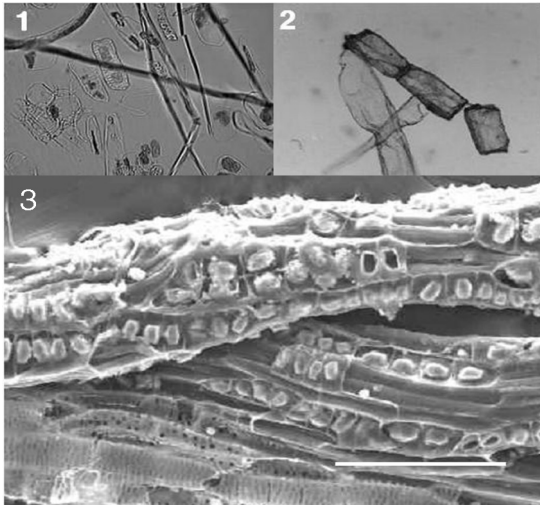


Fig. 10. Parenchyma cell in arrowroots(1, 3) and birch(2).

1:Parenchyma cell in arrowroot(Optical micrograph),
2:;Parenchyma cell in birch(Optical micrograph)
3:Parenchyma cell in arrowroot(SEM micrograph)

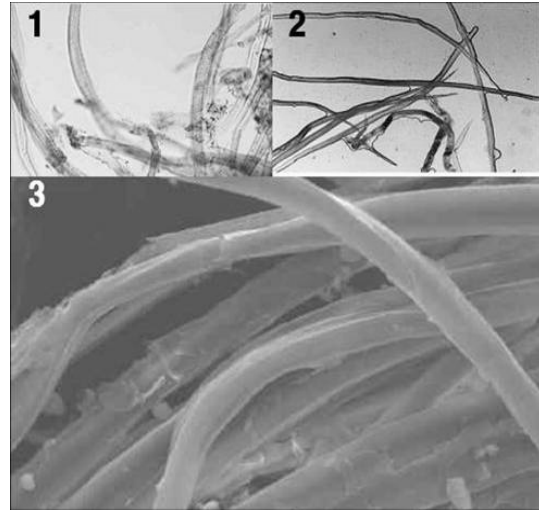


Fig. 11. Wood fiber in arrowroots(1, 3) and birch(2).

1:Wood fiber in arrowroot(Optical micrograph),
2: Wood fiber cell in birch(Optical micrograph),
3:Wood fiber in arrowroot(SEM micrograph)

Fig. 11에서 나타난 칩뿌리 섬유(Fig. 11-1)의 광학현미경으로는 자작나무 목섬유(Fig. 11-2)와 동일하게 관찰되었다. 주사전자현미경으로 확대한 칩뿌리 섬유(Fig. 11-3)의 표면이 매우 매끄럽게 관찰되었다. 이것은 목재 섬유와 다른 형상을 나타내고 있다.

칩뿌리 조직을 구성하고 있는 세포를 광학 및 전자주사현미경으로 관찰한 결과, 활엽수재의 목섬유와 도관과 동일한 세포가 발견되었고, 활엽수재의 유세포와 같은 기능을 갖고 있다고 추정되는 세포가 발견되었다. 그것은 활엽수재의 유세포와 형태적으로는 약간 차이가 있지만 전분으로 추정되는 영양분을 저장 및 공급하는 기능을 갖고 있는 세포라고 추정되어 칩 조직의 유세포로 하였다.

앞에서 언급했듯이 칩뿌리 조직을 구성하고 있는 각 세포의 정확한 명칭이 확립되어 있지 않으므로 본 연구

에서는 편의상 칩뿌리 섬유, 도관, 유세포로 표기하였다.

2.2 섬유 폭 및 섬유장

칩뿌리 내에 존재하는 섬유의 폭과 길이를 측정할 결과는 Table 1과 같다. 한편, 칩뿌리 섬유와 비교하기 위하여 칩 줄기와 닥나무의 섬유를 측정할 결과도 함께 언급하였다.

칩뿌리 섬유의 폭은 약 15.2 μm 로서 닥나무의 인피섬유보다 좁았고, 칩 줄기섬유와 닥나무 목질부 섬유와는 비슷한 것으로 나타났다.

칩뿌리 섬유의 길이는 평균 1.9mm로서 칩 줄기섬유의 길이와 비슷하지만 닥나무 인피섬유의 길이 6.6mm에 비해 매우 짧았으나 닥나무의 목질섬유보다는 약간 길었다. 목재섬유의 길이는 칩섬수⁷⁾가 약 2-3mm, 활엽

Table 1. Width and length of arrowroots fibers

Fibers		Fiber width(μm)	Fiber length(mm)
Arrowroots	Stem fiber	16.9 \pm 3.44(10.6~28.6)	2.0 \pm 0.31(1.63~2.87)
	Root fiber	15.2 \pm 2.86(11.1~20.3)	1.9 \pm 0.24(1.49~2.31)
Paper mulberry	Bast fiber	22.7 \pm 3.24(14.1~32.0)	6.6 \pm 2.69(3.1~10.1)
	Wood fiber	17.9 \pm 2.85(12.8~22.9)	1.1 \pm 0.21(0.82~1.52)

Table 2. Chemical characteristics of arrowroots

Extractives(%)				Holocellulose	Lignin	Ash
Cold water	Hot water	1%-NaOH	Alcohol-benzene	(%)	(%)	(%)
12.4	16.6	38.8	15.6	61.3	15.5	2.0

수⁸⁾는 약 0.5-1.3mm, 맹종죽⁹⁾은 약 0.5-4.7 mm이므로 칠틈수 섬유의 길이와 비슷하였다.

칠틈리 섬유의 폭과 길이는 인피섬유, 초본류 식물 섬유보다 좁고 짧은 특징을 갖고 있었다. 그러나 제지 용으로 많이 사용되고 있는 목질섬유보다 섬유장이 길어서 특수지 용도로서 사용이 가능하다고 사료된다.

3.3 칠틈리의 화학적 특성

칠틈리의 화학적 특성을 검토하기 위해 추출성분, 전섬유소, 리그닌, 회분 등을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

칠틈리 추출성분은 냉수추출물 12.4%, 온수추출물 16.6%, 알칼리추출물 38.8%, 알코올-벤젠추출물 15.6%이었으며, 알칼리추출물이 가장 높은 38.8%를 보였다. 냉수와 온수추출물은 약 12~17%로서 목재의 추출성분보다 매우 높은 편이었고, 이런 결과는 알코올-벤젠 추출물에서도 같은 경향을 나타내었다.

전섬유소량은 61.3%로서 목재의 전섬유소의 비교하면, 칠틈수의 평균 전섬유소는 약 70%, 활엽수는 약 80%보다 10~20% 적었다. 김 등⁶⁾은 칠틈 섬유의 전섬유소 함량을 46.9%라 보고하였다. 한편, 정¹⁰⁾은 칠틈 생뿌리의 전섬유소의 양을 17.0%라 보고하였는데, 이것은 수분의 양이 72.8%되어 수분이 포함된 전섬유소이며, 전건성분을 기준으로 계산하면 62.4%로서 본 실험의 전섬유소와 동일한 함량으로 생각된다.

한지의 원료로 사용되는 인피섬유의 전섬유소¹¹⁾는 닥나무가 69.1%, 삼지닥나무와 산닥나무는 45.7% 등으로 칠틈리의 전섬유소의 양과 비교하면 닥나무 인피섬유와는 비슷하였고, 산닥나무와 삼지닥나무 인피섬유보다는 높았다.

리그닌 함량은 15.5%로서 목재의 리그닌과 비교하면 칠틈수의 약 30%, 활엽수의 약 21%보다 적었다. 정¹⁰⁾은 칠틈 생뿌리의 리그닌 함량이 4.41%라 보고하였다. 이것은 수분의 양이 72.8%되어 수분이 포함된 리그닌의 양이며, 전건성분을 기준으로 계산하면 16.2%로서

본 실험의 리그닌 함유량과 유사한 것으로 생각된다.

회분 함량은 2%로서 정¹⁰⁾이 보고한 회분량 1.9%와 동일하였다. 목재의 회분량은 약 1%이하로서 칠틈리의 회분량이 많았다.

본 실험에서 측정된 칠틈리의 성분 이외에 안등²⁾의 보고에 의하면 칠틈리의 성분은 isoflavanoid 성분인 daidzein과 daidzin이며 이들 추출함량은 daidzein과 daidzin이 각 0.08% 및 0.66% 함유하고 있으며 catechin, puerarin 등도 추출되었고, 그 외에 D-mannitol, succinic acid, miroestrol 및 전분 등이 함유되어 있다고 하였다. 한방에서 같은 것은 isoflavanoid 성분의 puerarin, daidzein, 베타-스토스테롤, 아라카산과 다량의 전분(신선한 것에는 19~20%)이 함유되어 있다고 향약대사전은 분석하고 있다.

한편, 보건사회부¹²⁾에서 칠틈리 100 g중의 성분은 열량이 125 kcal, 수분 67.4%, 단백질 1.7%, 지질 0.2%, 탄수화물 중 당성분 27.5%, 섬유 2.0% 회분 1.2%이라고 하였으며, 무기질 성분은 칼슘 15 mg, 인 18 mg, 철 1.9 mg, 비타민은 B1 0.13 mg, B2 0.02 mg, 나이신 0.5 mg, 비타민 C 7%이라고 보고하였다.

지금까지 알려진 칠틈리 내의 성분은 이외에도 여러 종의 성분이 함유되어 있을 것으로 추정되고 있다. 특히, 오래 전부터 한방 및 민간요법의 재료로 널리 사용되어져 왔던 것도 이 때문이며 이 부분의 심층적인 연구가 필요하다고 생각된다.

4. 결론

농산 및 산림 폐기물인 칠틈리 섬유의 잔사를 제지용 원료로서 이용하기 위한 기초 자료를 얻기 위해 칠틈리의 해부학적, 화학적 특성에 대하여 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 칠틈리 조직을 구성하고 있는 세포는 활엽수재의 목섬유와 도관과 동일한 세포가 발견되었고, 활엽수재의 유세포와 같은 기능을 갖고 있다고 추정되는 세포가

발견되었다. 활엽수재의 유세포와 형태적으로는 약간 차이가 있지만 전분으로 추정되는 영양분을 저장 및 공급하는 기능을 갖고 있는 세포라고 추정된다.

2. 칩뿌리 섬유는 폭과 길이는 인피섬유, 초본류 식물섬유보다 좁고 짧은 특징을 갖고 있었다. 그러나 제지용으로 많이 사용되고 있는 목질섬유보다 섬유 길이가 길어 특수지 용도로서 사용이 가능하다고 사료된다.

3. 칩뿌리에 함유되어 있는 성분은 냉수, 온수추출물이 약 12-17%, 알칼리추출물 15.6%, 알칼리추출물 38.8%, 전섬유소는 61.3%, 리그닌은 15.5%, 회분 2.0%이었다.

인용문헌

1. 상무달, 갈포벽지 제품의 육성방안에 관한 연구, 새마을 · 지역개발연구:34-52(1982)
2. 안원영, 조용민, 최원실, 정현석, 단기임산 신소득원 개발에 관한 연구(III), 칩 채취방법 및 주요성분과 새 식품 이용개발, 산림청특정연구과제 3차년도 최종보고서: 275-302 (1996)
3. 오만진, 손화영, 강재철, 이가순, 식용유지에 대한 칩뿌리 추출물의 항산화 효과, J. Korean Soc. Food Nutr. 19(5):448-456(1990)
4. 한석현, 김종배, 민상기, 이치호, 사염화탄소를 투여한 흰쥐에 있어서의 간 기능에 미치는 칩 카테킨의 효과, J. Korean Soc. Food Nutr. 24(5):713-719 (1995)
5. 이영순, 임나영, 이경희, 칩전분 첨가국수의 계면특성에 관한 연구, 한국조리과학회지 16(6):681-688 (2000)
6. Kim Chul-Hwan, Ji-Young Lee, Hye-Jeong Gwak, Hui-Jin Lee, kyung-Kil Back, Jung-Mim S대 and Hyun-Jin Park, Study on the Properties of Kudzu Fibers as a Papermaking Material, J. Korea TAPPI 42(2): 53-60(2010)
7. Kang Kyu-Young, Shu Y. Zhang and Shawn D. mansfield, The effects of initial spacing on wood density, fiber and pulp properties in jack pine, Holzforschung 58:455-463(2004)
8. 구자운, 윤승락, 김명수, 조재명, 활엽수재의 수종 혼합 펄프화 특성(I) -한국산 활엽수재의 혼합증해 펄프 특성-, 임업시험장연구보고 27:33-42(1980)
9. Yoon Seung-Lak, Hyun-Jin Jo, Byung-Su, Park and Kyo-Young Kang, Alkali Pulping Charactics of Moso Bamboo with Various Ages, J. Korea TAPPI 38(3):29-37(2006)
10. 정현석, 칩뿌리의 탄닌과 그 유사화합물의 생물학적 활성, 서울대학교 석사학위 논문:1-78(1997)
11. Choi Tae Ho and Nam-Seok Cho, Studies on the Korea Tradition paper manufacturing form Paper mulberies(Part 1) Anatomical and Chemical Properties and Pulping characteristics, J. Korea TAPPI 24(1):32-40 (1992)
12. 보건사회부, 한국인의 영양 권장량, 보건사회부:1-20(1989)