

# 테라헤르츠 시간축 분광학을 이용한 베타 글루칸 구조 특성 분석

## Characteristics of $\beta$ -glucan in Laminarin

### by Terahertz Time-Domain Spectroscopy

신희준<sup>a</sup>, 오승재<sup>a,b</sup>, 김성인<sup>c</sup>, 김하원<sup>c</sup>, 손주혁<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>서울시립대학교 물리학과

<sup>b</sup>연세대학교 세브란스 병원 영상의학과

<sup>c</sup>서울시립대학교 생명과학과

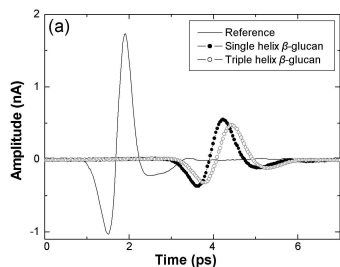
☎ 130-743 서울특별시 동대문구 시립대길 13 (전농동 90번지)

\*e-mail : [joohiuk@uos.ac.kr](mailto:joohiuk@uos.ac.kr)

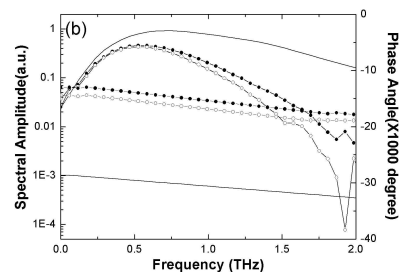
최근 국외 및 국내에서 많은 연구가 이루어지고 있는 테라헤르츠(THz) 주파수 영역의 전자기파는 라디오 주파수 영역과 가시광선 및 X선 사이에 위치해 있으며 직진성 및 투과성을 동시에 가지고 있는 전자기파이다. 극초단 펄스 레이저의 개발로 테라헤르츠 전자기파의 발생 및 검출이 용이해지면서 그동안 반도체 및 나노물질과 같은 다양한 물질의 유전 및 전도 특성을 분석할 수 있었다.<sup>[1]</sup> 특히 대부분의 거대분자의 결합 및 회전에너지가 테라헤르츠 영역에 포함되어 있다. 또한 테라헤르츠 전자기파는 낮은 에너지를 가지고 있어 물질의 파괴 없이 측정이 가능하여 최근에는 DNA와 같은 바이오 물질의 구조 분석에도 활발히 이용되고 있다.<sup>[2]</sup>

베타 글루칸은 버섯류 및 갈조류에 많이 분포되어있는 물질로 특히 항암효과가 뛰어난 것으로 알려져 있다. 천연물질 중 뛰어난 항암물질중 하나로 알려져 있는 베타 글루칸은 직접 암세포를 공격하지 않고, 비특이적 면역반응으로 정상세포나 면역세포 T세포 등의 면역기능을 활성화하여 암세포의 증식을 억제한다.<sup>[3]</sup> 삼중구조로 형성되어 있는 베타 글루칸은 NaOH 을 이용하여 단일구조로 변성시킬 수 있는데 이런 구조적 차이는 항암효과에 대해서도 큰 차이를 보이는 것으로 알려져 있다.<sup>[4]</sup>

본 연구에서는 테라헤르츠 시간축 분광학을 이용하여 베타 글루칸( $\beta$ -glucan)의 광학상수를 획득하여 구조에 대한 광학특성을 분석하였다.



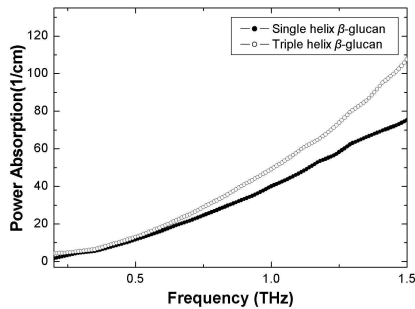
그림(1-a)



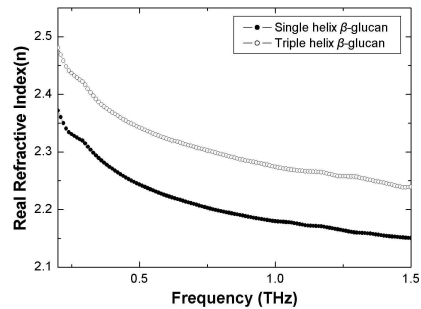
그림(1-b)

그림(1-a) 시료에 따른 테라헤르츠 시간축 분광학 신호 및 그림(1-b) 주파수축에 따른 푸리에 변환

그림(1-a)는 Reference 및 시료에 대한 테라헤르츠 펄스를 나타낸다. Reference를 기준으로 시료의 진폭이 줄어든 것을 확인 할 수 있고 특히 삼중구조 시료의 경우 단일구조 보다 진폭의 크기가 줄어들고 위상지연이 더 많이 된 것을 확인 할 수 있다. 테라헤르츠 펄스는 진폭 및 위상 정보를 모두 포함하고 있으며 이 신호를 푸리에 변환(Fourier transformation)을 하게 되면 진폭 및 위상 정보를 주파수 대역별로 추출할 수 있다. 그림(1-b)는 Reference 및 시료를 푸리에 변환한 결과이다. 이렇게 획득한 정보를 통해 시료에 대한 광학상수를 계산할 수 있다.



그림(2) 시료에 따른 흡수율



그림(3) 시료에 따른 굴절률

그림 (2)은 베타 글루칸의 구조에 따른 흡수율을 계산한 결과이다. 주파수가 증가함에 따라 각각의 시료에 대한 흡수도가 증가하였으며 특히 삼중구조 베타 글루칸에 대한 흡수도는 단일구조 보다 주파수에 따른 흡수도가 더 큰 결과를 확인하였다. 또한 단일구조의 경우 증가하는 기울기가 완만한 반면 삼중구조의 경우 주파수가 증가함에 따라 그 기울기가 증가하는 것을 확인 하였다. 그림 (3)는 시료에 대한 굴절률의 실수부를 계산한 결과이며 삼중구조의 라미나린이 단일구조 보다 주파수에 따른 굴절률이 더 큰 결과를 나타냈다.

참고문헌

1. I. Maeng, C. Kang, S. J. Oh, K. H. An, Y. H. Lee and J. -H. Son "Terahertz electrical and optical characteristics of double-walled carbon nanotubes and their comparison with single-walled carbon nanotubes" *Appl. Phys. Lett.* **90**, 051914 (2007).
2. M. Brucherseifer, M. Nagel, P. Haring Bolivar, and H. Kruz, "Label-free probing of the binding state of DNA by time-domain terahertz sensing", *Appl. Phys. Lett.* **77**, 4049 (2000).
3. L. Zhang, X. Li, X. Xu and F. Zeng, "Correlation between antitumor activity, molecular weight, and conformation of lentinan", *Carbohydrate Research* **340**, 1515 (2005).
4. N. Ohno, T. Hashimoto, Y. Adachi, T. Yadomae, "Conformation dependency of nitric oxide synthesis of murine peritoneal macrophages by  $\beta$ -glucans in vitro", *Immunol. Lett.* **52**, 1 (1996).