

식초 성분 '아세트산' 이용한 분석법으로 벼짚 속 고부가가치 원료물질 쉽고 정확히 발굴한다!

- 식물 바이오매스 내 '리그닌' 검출에 활용...기존 대비 최대 13배 분석 감도 향상
- 지구.환경공학부 김태영 교수팀, 크로마토그래피 분야 국제학술지에 논문 게재



▲ (왼쪽부터) 김태영 교수, 송우영 박사후연구원, 박혜진 연구원

지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 연구진이 친환경 자원으로 주목받고 있는 식물 바이오매스*로부터 고부가가치 원료인 리그닌*(lignin)을 효과적으로 검출하는 새로운 고감도 분석법을 개발했다.

* 바이오매스(biomass): 에너지원이나 원료로 사용할 수 있는 생물체와 이로부터 얻어지는 유기물. 식물로부터 유래된 바이오매스로는 옥수수대나 벼짚 등 농업 부산물과 폐목재 등이 있다. 식물은 자라는 과정에서 이산화탄소를 흡수하고 소비하기 때문에 '식물 바이오매스'는 화석 연료를 대체할 수 있는 친환경 자원으로 각광받고 있다.

연구팀이 개발한 분석법을 이용하면, 바이오매스를 구성하는 화학적 구성 성분 중에서 친환경 자원으로 주목받고 있는 '리그닌' 분해 산물의 종류와 함량을 보다 정확히 파악해 더 많은 종류의 화석 원료 대체 물질을 리그닌으로부터 추출하는 데 도움이 될 것으로 예상된다. 아울러 이번 분석법은 생활화학제품에 포함될 수 있는 미량의 유해 성분을 찾아내는 데도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

'리그닌'은 목재, 대나무, 짚과 같은 목화(木化)한 식물체의 20~30%를 차지하며 향기를 내는 고리 모양의 고분자 화합물로, 바이오 플라스틱, 의약품, 화장품 등의 원료로 이용된다. 전 세계적으로 약 9억 달러(2021년 기준)의 고부가가치를 창출하는 친환경 원료로 주목받고 있다.

리그닌을 식물체에서 분리하는 방법에는 주로 ▲식물체 내의 다른 성분을 분해, 제거하여 리그닌을 불용성 잔유물로 남게 하는 방법과, ▲리그닌을 가용성으로 하여 용출시키는 방법의 두 가지가 있는데, 바이오매스에 포함된 적은 양의 리그닌은 매우 복잡한 혼합물로 존재하기 때문에 이를 효과적으로 검출하는 데 어려움이 있다.

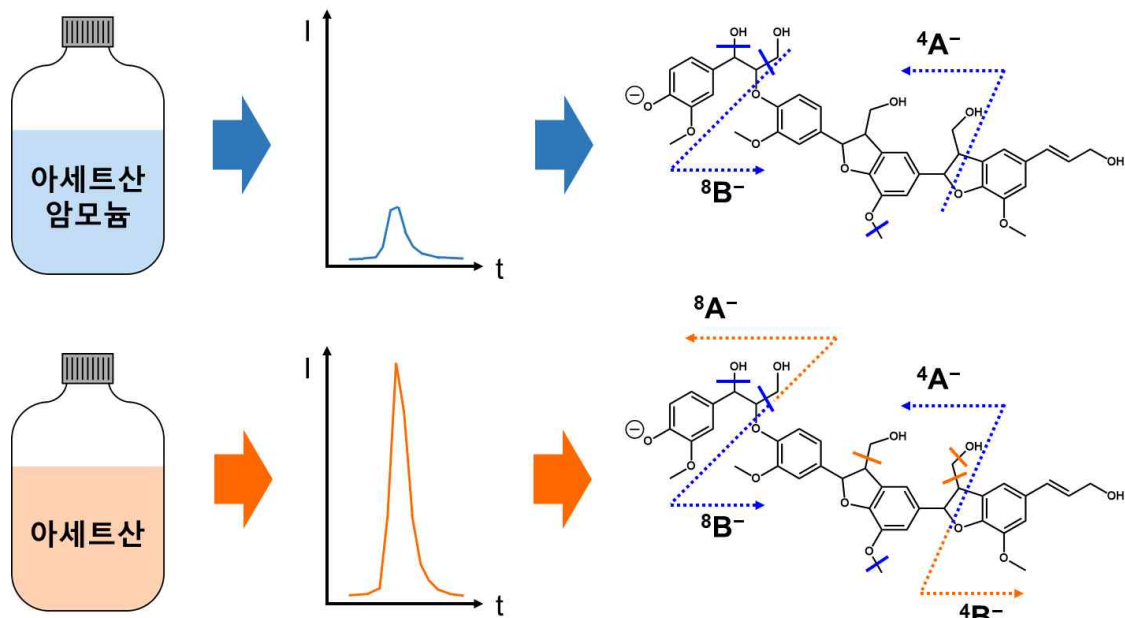
따라서 바이오매스에 들어 있는 다양한 종류의 리그닌 분해 산물을 화학제품의 원료로 활용하기 위해서는 각 리그닌 성분을 최대한 정확하게 알아내기 위한 분석법이 필요하다.

지구·환경공학부 김태영 교수 연구팀은 액체 크로마토그래피-전기분무 이온화 질량 분석법*을 이용해 바이오매스에 포함된 다양한 리그닌의 질량과 구조를 매우 적은 양으로도 효과적으로 분석할 수 있는 고감도 분석법을 개발했다.

* 액체 크로마토그래피-전기분무 이온화 질량분석법: 액체 크로마토그래피를 통해 분리된 용매에 녹아 있는 액상 성분은 고전압 조건에서 분무되어 전하를 띤 작은 방울을 형성하며, 고온 조건에서 용매가 증발하면서 점점 더 작은 크기의 미세방울로 쪼개지면서 최종적으로 분자 이온을 생성한다. 이후 질량분석기에서 분자 이온의 질량을 측정하여 화학 성분을 알아낼 수 있으며, 나아가 분자 이온을 깨뜨린 후 여기서 발생한 파편 이온을 분석하는 직렬 질량분석을 통해 해당 성분의 분자 구조를 규명할 수 있다.

연구팀은 바이오매스 분석을 위한 최적의 조건을 찾기 위해 다양한 액체 크로마토그래피 용매 첨가물을 비교 분석했으며, 그 결과 기존 액체 크로마토그래피 분석법에서 주로 사용되는 암모늄염 대신에 식초의 주성분인 아세트산을 이용하면 리그닌의 신호가 평균 4배, 최대 13배 이상 향상되는 것을 발견했다.

연구팀은 아세트산 첨가제로 인해 향상된 감도(感度) 덕분에 기존 방법으로는 규명할 수 없었던 리그닌 분자의 정확한 구조를 규명하여 화학 원료 후보 물질을 발굴할 수 있었다.



▲ 아세트산 첨가물을 이용한 바이오매스 분석 감도와 정확도 향상. 기존에 이용되던 아세트산 암모늄 대신 아세트산을 사용했을 때 높은 분석 신호 세기(평균 4배, 최대 13배 이상 향상)를 얻을 수 있었으며, 이로 인해 리그닌 분자의 구조를 좀 더 정확하게 규명할 수 있음을 확인할 수 있다.

또한 연구팀은 새로 개발된 분석법으로 실제 뱃짚에서 추출한 리그닌의 분해 산물을 규명하는 데 효과적으로 이용될 수 있음을 규명했다. 뱃짚을 분해하여 나온 성분 중 바닐라 향료인 바닐린을 비롯하여 총 6종의 리그닌의 종류와 함량을 확인할 수 있었다.

김태영 교수는 “이번에 새로 개발한 분석법은 식물 바이오매스 내 고부가가치 원료인 리그닌의 종류와 함량을 보다 정확하게 알아내 다양한 친환경 원료 개발에 기여할 수 있을 뿐만 아니라, 생활화학제품에 포함될 수 있는 미량의 유해 성분을 찾아내는 데도 활용될 수 있다”며 “가습기 살균제 사건 이후 생활화학제품 내 유해물질에 대한 국민적 관심이 높아지고 있는데, 인체에 노출될 수 있는 유해한 화학물질을 고감도로 검출해냄으로써 국민 건강 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대한다”고 전했다.

김태영 교수가 주도하고 송우영 박사후연구원과 박혜진 석사과정 졸업생이 참여한 이번 연구는 한국환경산업기술원 생활화학제품 안전관리 기술개발사업의 지원으로 수행됐으며, 크로마토그래피 분야의 권위지인 '크로마토그래피 저널 A(Journal of Chromatography A)'에 2022년 10월 23일(일) 온라인 게재되었다.

논문 주요 정보

1. 논문명, 저자정보

- 논문명 : Improving liquid chromatography-mass spectrometry sensitivity for characterization of lignin oligomers and phenolic compounds using acetic acid as a mobile phase additive
- 저자 정보 : 송우영 (제1저자, GIST 지구환경공학부, 박사후연구원), 박혜진 (제2저자, GIST 지구환경공학부, 석사과정 졸업생), 김태영(교신저자, GIST 지구환경공학부, 교수)