

# 제60회 한국분석과학회 춘계 학술대회

The 60<sup>th</sup> Biannual Conference of The Korean Society of Analytical Sciences



**일 시** 2018년 5월 17일(목)~18일(금)

**장 소** 경주 현대 호텔

**주 관** (사)한국분석과학회

**후 원** 한국과학기술단체총연합회, 영인과학(주), Phenomenex, 서도비엔아이(주)



## 협 찬

(재)한국화학융합시험연구원, (주)나노베이스, (주)애니랩, (주)영린기기, 동문이엔티(주), 동일시마즈(주), 리코코리아, 보성과학(주), 삼인싸이언스(주), 서울대학교 공동기기센터 NICEM 분원, 씨모피셔사이언티픽코리아(주), 씨케이아이씨(CKIC)코리아, 에펜도르프코리아(주), 엠케이사이언스 주식회사, 연세대학교 공동기기원, 영성테크피아, 이크롬사이언스, 인성크로마텍, 중원통상, 한국퍼킨엘머

# ■ 목 차 ■

초대의 글 .....	1
학술대회 운영 공지 사항 .....	2
2018년도 춘계 학술대회 프로그램 .....	3
포스터 발표 목록 .....	10
<b>[초 록]</b>	
대학원생 구두 발표 .....	27
Plenary Lecture .....	47
분석과학 30년 - 과거, 현재 그리고 미래 -	
과거. 원로 학자 회고사 .....	51
현재. 영인 분석과학자상 수상강연 .....	55
미래. 분석과학에서 인공지능의 활용 .....	59
Early Bird Seminar .....	63
심포지엄 강연 .....	67
포스터 발표	
의약품/화장품 .....	107
식품/농학 .....	130
무기/재료 .....	147
원자력/방사선 .....	165
표준 .....	167
법과학 .....	171
환경 .....	182
일반 .....	207
인명 색인 .....	248
<b>[총 회]</b>	
총회 식순 .....	256
제60회 춘계 학술대회 상 .....	257
2017년도 결산서 .....	263
2017년도 재무 및 업무 감사 보고서 .....	264
2018년도 예산(안) .....	265
2018년도 수입·지출 현황 .....	266
2018년도 업무 보고 .....	267
<b>[기타 안내 사항]</b>	
학술대회 발표회장 도면 .....	268
한국분석과학회 임원 명단 .....	269

이 발표 논문집은 정부재원(과학기술진흥지금 및 복권기금)으로  
한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 발간되었음.

**This work was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies(KOFST) Grant funded by the Korean Government.**



# 초대의 글

창립 30주년 기념식 및 제60회 한국분석과학회 춘계 학술대회를 2018년 5월 17일(목)~18일(금) 경주 현대호텔에서 개최합니다. 학회 회원은 물론, 분석과학 분야에 관심 있는 모든 분들을 정중히 초대합니다.

창립 30주년을 맞이한 이번 춘계 학술대회에서는 화학, 식품/농화학, 약학, 환경, 표준/원자력/안전, 법과학 분야의 특별 심포지엄을 다양하게 구성하였습니다. 특히 학회 창립 30주년을 기념하여 일본 JAIMA의 Kyoichi Komori 박사를 plenary lecture로 초대하였습니다. 포스터 발표는 예년과 같이 제한 없이 진행됩니다.

고도 경주에서 개최되는 창립 30주년 기념행사 및 제60회 춘계 학술대회가 국내외 분석과학자 간의 유익한 학술적 교류의 공간이 되고, 기초과학 및 다양한 응용기술의 영역에서 분석과학의 위치와 역할을 새롭게 발견하는 기회가 될 수 있기를 기대합니다. 아울러 참석하신 모든 분들이 회원 간의 학술적 대화와 친교로부터 휴식은 물론 학술적 도약을 위한 에너지를 받아갈 수 있기를 기원합니다. 아울러 본 학회를 통하여 분석과학 분야의 연구와 기술이 한 단계 발전하는 귀한 기회가 되기를 기원합니다.

특히 이번 학술대회가 성공적으로 조직, 진행될 수 있도록 총괄하여 주신 한상범 학술부회장님과 각 분야 심포지엄을 조직, 운영해주신 각 분야 부회장님께 깊은 감사의 말씀을 올립니다.

끝으로 참석해주신 학회 회원 여러분들과 학술대회 후원기관 및 기기전시 참여업체 관계자 분들께도 심심한 감사의 말씀을 드립니다.

2018년 5월  
사단법인 한국분석과학회  
회장 이 승 호 드림

# 학술대회 운영 공지 사항

## 1) 참가비 안내

2018년도 연회비를 납부하지 않은 분은 연회비 ₩30,000 (학생 ₩20,000)과 등록비를 함께 납부하여 주시기 바랍니다.

회원 구분		연회비	참가비	
			사전 등록비	당일 등록비
정회원	일반	30,000원	90,000원	100,000원
	학생	20,000원	50,000원	60,000원
비회원	일반		130,000원	
	학생		80,000원	

- 참가하시는 모든 회원께서는 필히 등록하시고, 학회장에서는 등록 명찰을 지참하여 주시기 바랍니다.
- 발표장 질서유지를 위해 명찰을 지참하지 않은 회원은 발표장 및 간담회장 입장이 제한될 수 있습니다.

## 2) 구두 발표

- 발표자에게 배정된 시간은 학술상 수상 강연 25분, 심포지엄 강연 20분, 대학원생 구두 발표 10분입니다.
- 발표자께서는 발표시간 시작 전에 발표장에 도착하셔서 발표 자료를 도우미 학생에게 전달하고 발표 내용을 현장에서 미리 확인하시길 바랍니다.
- 발표자께서는 배정된 시간의 2/3 발표 시간으로, 1/3 토의 시간으로 활용해 주시고 발표 시간을 엄수해 주시기 바랍니다.
- 좌장께서는 발표자가 배정 시간을 절대 초과하지 않도록 운영 바랍니다.

## 3) 포스터 발표

장 소	부착 시간	발표 일시	철수 시간
다이아몬드 홀	2018. 05. 17(목) 10:30-14:00	2018. 05. 17(목) 14:20-15:30	2018. 05. 17(목) 18:00-18:40

- 포스터 규격은 가로 90cm × 세로 120cm 입니다. 발표 예정자는 이 크기에 적합하게 제목, 저자, 연구 내용을 준비하시면 됩니다.
  - 발표자는 포스터 앞에서 정해진 시간 동안 대기하시어 질문과 토의에 응하셔야 합니다. 본회에 별도의 연락 없이 포스터를 게시하지 않으면 추후에 본인 뿐 아니라 해당 연구실의 차기 논문 발표에 제한이 있사오니, 유의하여 주시기 바랍니다.
  - 철거하지 않은 포스터는 임의 폐기합니다.
- ※ 우수 포스터 4편, 대학원생 우수 구두 2편을 선정하여 2018년 추계 학술대회에서 시상할 예정입니다.

## 4) Early Bird Seminar에서는 참석자에게 간단한 조식과 기념품이 제공됩니다. (선착순 100명)

## 5) 기타 자세한 사항은 아래로 문의바랍니다

- 학회 사무실      담당 강미경: 02-701-8661

## 2018년도 춘계 학술대회 프로그램

05/17(목)	컨벤션 홀 A	컨벤션 홀 C	다이아몬드 홀	로 비
10:30 -			포스터 게시	등록
13:00 - 14:20	대학원생 구두발표 I	대학원생 구두발표 II		기기 전시
14:20 - 15:30			포스터 발표	
15:30 - 16:20	<b>Plenary Lecture</b>			
16:20 - 16:40	<b>분석과학 30년!</b> 과거, 현재 그리고 미래			
16:40 - 16:50	과거: 원로 학자 회고사			
16:50 - 17:40	현재: 영인 분석과학자상 수상강연			
17:40 - 18:00	미래: 분석과학에서 인공지능의 활용			
18:10 - 18:40	<b>총 회</b>			
18:40 -	<b>창립 30주년 기념행사(만찬)</b>			
05/18(금)	컨벤션 홀 A	컨벤션 홀 C	다이아몬드 홀	
08:00 -				등록
08:10 - 08:50	<b>Early Bird Seminar</b>			기기 전시
09:00 - 10:20	<b>Symposium I</b> (표준, 원자력, 안전)	<b>Symposium II</b> (식품, 농화학)	<b>Symposium III</b> (약학)	
10:20 - 10:30	Coffee Break & 전시 Booth 관람			
10:30 - 12:10	<b>Symposium IV</b> (환경)	<b>Symposium V</b> (화학)	<b>Symposium VI</b> (법과학)	
12:10 - 12:20	<b>행운권 추첨 및 폐회식</b>			

## 05월 17일(목), 컨벤션홀 A

10:30 -	등록 및 포스터 게시	로비
13:00 - 14:20	대학원생 구두 발표 I	
좌장: 정영림(서울의약연구소)		
13:00-13:10	HPLC separation of carnosine enantiomers by using pre-column derivatization method Maftuna Shamshiddinova(충북대학교)	
13:10-13:20	Screening and identification of PDE-5 inhibitors and counterfeit drugs in supplements by GC-MS/MS-dynamic MRM combined with trimethylsilylation 박나현(경희대학교)	
13:20-13:30	Validation of analytical method for determination of HSG4112(S) and HSG4112(R) using UPLC-MS/MS 배인용(한양대학교)	
13:30-13:40	Development of HPLC-DAD and LC-Q-TOF/MS for chemical profiling of <i>Aspergillus flavipes</i> extract 지영석(한양대학교)	
13:40-13:50	MC-ICP-MS를 이용한 우라늄 입자의 동위원소비 분석 최은주(한국원자력연구원, 과학기술연합대학원대학교)	
13:50-14:00	Screening and confirmation test for 50 kinds of prohibited drugs in equine serum for strengthening anti-doping in horse racing 곽영범(한국마사회, 한양대학교)	
14:00-14:10	Improving geographical origin discrimination accuracy by cooperative combination of two different spectroscopic methods 음창환(한양대학교)	
14:10-14:20	Development of In-situ dual-camera fluorescence imaging device for rapid detection of fecal contamination on green leaves 조현정(국립농산물품질관리원)	

**05월 17일(목), 컨벤션홀 C**

10:30 -	등록 및 포스터 게시	로비
<b>13:00 - 14:20 대학원생 구두 발표 II</b>		
<b>좌장: 한영지(강원대학교)</b>		
13:00-13:10	<b>Synthesis of Silicon Coated Gold Nanoparticles for Dual Imaging and Dual Therapy</b> 황수민(한양대학교)	
13:10-13:20	<b>Nickel foam caging Ag-Au bimetallic nanostructure as a SERS substrate</b> Tung Duy Vu(한양대학교)	
13:20-13:30	<b>Synthesis of carbon nano-spheres as adsorbent and hyperpolarized MRI probe for environment and cancer diagnosis</b> 김도경(한양대학교)	
13:30-13:40	<b>Application of standard RSF(Relative Sensitivity Factor) in GD-MS analysis</b> 양재열(한국기초과학지원연구원, 충남대학교)	
13:40-13:50	<b>분해법과 희석법에 따른 혈액 속의 매트릭스 영향 감소 비교</b> 최경윤(공주대학교)	
13:50-14:00	<b>Simultaneous determination of 15 hydroxyl biomarkers of BTEX in urine by HS-SPME GC-MS</b> 이정이(공주대학교)	
14:00-14:10	<b>Metabolism, excretion and pharmacokinetics for isosorbide as BPA alternatives</b> 김기범(한양대학교)	
14:10-14:20	<b>Determination of phthalate metabolites in human milk for environmental monitoring research</b> 안진영(중앙대학교)	



**05월 17일(목), 컨벤션홀 A, B, C**

<b>15:30 – 16:20</b>	<b>Plenary Lecture</b>
<b>좌장: 김진석(한국표준과학연구원)</b>	
15:30-16:20	<b>History, Subjects at Present, and Vision of the Future for Instrumental Analysis</b> Kyoichi Komori(JAIMA, Japan)
<b>분석과학 30년! 과거, 현재 그리고 미래</b>	
<b>16:20 – 16:40</b>	<b>과거: 원로 학자 회고사</b>
<b>좌장: 이종해(한국표준과학연구원)</b>	
16:20-16:30	<b>한국분석과학회의 창립 과정 이야기</b> 김영상(고려대학교 명예교수)
16:30-16:40	<b>한국분석과학회의 지난 30년 -분석과학인의 사명-</b> 이원(경희대학교 명예교수)
<b>16:40 – 16:50</b>	<b>Coffee Break</b>
<b>16:50 – 17:40</b>	<b>현재: 영인 분석과학자상 수상 강연</b>
<b>좌장: 이원용(연세대학교)</b>	
16:50-17:15	<b>Optical force chromatography separating molecules using mechanical forces of light</b> 정두수(서울대학교)
17:15-17:40	<b>Versatile metallic nanodendrites for SERS/electrochemical analysis and peptide-incorporated SERS schemes for bio-analyte detection</b> 정희일(한양대학교)
<b>17:40 – 18:00</b>	<b>미래: 분석과학에서 인공지능의 활용</b>
<b>좌장: 김정권(충남대학교)</b>	
17:40-18:00	<b>Artificial intelligence approach for screening an illicit drug screening</b> 오한빈(서강대학교)
<b>18:10 – 18:40</b>	<b>총회</b>
<b>18:40 –</b>	<b>창립 30주년 기념행사(만찬)</b>

**05월 18일(금), 컨벤션홀 A**

<b>08:00 -</b>	<b>등록</b>	<b>로비</b>
<b>08:10 - 08:50</b>	<b>Early Bird Seminar</b>	
	<b>좌장: 최기환(한국표준과학연구원)</b>	
08:10-08:50	<b>Rome wasn't built in a day - give me 12 hours: productivity enhancements for UHPLC</b> Eddie Lim(Thermo Fisher Scientific, Singapore)	
<b>09:00 - 10:20</b>	<b>Symposium I. Analysis for better and safer world with atomic energy</b>	
	<b>좌장: 박종호(한국원자력연구원)</b>	
09:00-09:20	<b>Synergy between metal and ligand for molecular probes aimed at biomedical applications</b> Nobuhiko Iki(Tohoku University, Japan)	
09:20-09:40	<b>국내 방사능 측정기관 대상 속련도 시험 사례</b> 오정석(한국표준과학연구원)	
09:40-10:00	<b>국가 환경방사능 감시를 위한 방사성 핵종의 분석</b> 임성아(한국원자력안전기술원)	
10:00-10:20	<b>KOMAC 1.7 MV 가속기 기반 이온빔 분석 기술 현황</b> 석재권(한국원자력연구원)	
<b>10:20 - 10:30</b>	<b>Coffee Break</b>	
<b>10:30 - 12:10</b>	<b>Symposium IV. 생활 속에 환경 오염물질 노출과 모니터링</b>	
	<b>좌장: 김희갑(강원대학교)</b>	
10:30-10:50	<b>화학사고 대비 환경 중 사고우려물질 분석방법 개발</b> 황승율(화학물질안전원)	
10:50-11:10	<b>Association between urinary levels of bisphenol-A and estrogen metabolism</b> 이정애(한국과학기술연구원)	
11:10-11:30	<b>국내유통 담배의 연초첨가물 정성 및 정량분석</b> 임현희(공주대학교)	
11:30-11:50	<b>Metabolomic approaches to monitoring of biomarkers in asthma mouse model</b> 백만정(순천대학교)	
11:50-12:10	<b>Sorbent tube-thermal desorption based quantitation method for airborne phthalates and its application to environmental analysis</b> 조상희(한양대학교)	
<b>12:10 - 12:20</b>	<b>행운권 추첨 및 폐회식</b>	

05월 18일(금), 컨벤션홀 C

08:00 -	등록	로비
09:00 - 10:20	<b>Symposium II. 식품 중 미량유해물질 국내 관리현황 및 모니터링 방법</b>	
	좌장: 박현미(한국과학기술연구원)	
09:00-09:20	식품 중 부정물질에 대한 기준 설정 및 관리 현황 임무송(경인지방 식품의약품안전청)	
09:20-09:40	<b>Guidelines for the analytical quality assurance and quality control in total diet study</b> 박현미(한국과학기술연구원)	
09:40-10:00	<b>Acrylamide monitoring and its intake estimation in processed foods from Korean market</b> 이상희(한국식품연구원)	
10:00-10:20	<b>Determination of ethyl carbamate in fermented foods and alcoholic beverages</b> 고은미(서울여자대학교)	
10:20 - 10:30	<b>Coffee Break</b>	
10:30 - 12:10	<b>Symposium V. REACH-화평법의 화학물질 규제와 분석과학기술</b>	
	좌장: 선일식(한국화학융합시험연구원)	
10:30-10:50	2018년 이후 EU REACH 전망 및 화평법으로의 적용 방안 모색 김상헌(KIST Europe)	
10:50-11:10	고분자물질의 물질 확인 / 동질성 분석 프로파일(SIP) 준비 전략 노예철(한국화학연구원)	
11:10-11:30	<b>Status Quo in Computational Toxicology for Mixture Toxicity Prediction</b> 김종운(한국화학연구원)	
11:30-11:50	화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률에 따른 화학물질 위해성에 관한 자료 작성을 위한 노출 및 위해성 평가 방법론에 관한 연구 나진성(한국생산기술연구원)	
11:50-12:10	화평법 · 살생물제 관리법 및 관련 분석 이슈 박상희((주)켄토피아)	

## 05월 18일(금), 다이아몬드 홀

08:00 -	등록	로비
09:00 - 10:20	<b>Symposium III. 천연물 품질과학의 진보</b>	
	좌장: 이용문(충북대학교)	
09:00-09:20	<b>High-throughput analysis of allergens in food matrices</b> 홍영민(동일시마즈(주) 기술연구소)	
09:20-09:40	<b>Detection of antidiabetic drugs used as adulterants in traditional herbal medicines and dietary supplements by various liquid chromatographic techniques</b> Pham Thi Thanh Ha(Hanoi University of Pharmacy, Hanoi, Vietnam)	
09:40-10:00	<b>한약의 이론 기반 천연물 의약품 개발 연구 사례</b> 박용기(동국대학교)	
10:00-10:20	<b>Differences in phenolic compounds between normal and viroid apples using HPLC-PDA-ESI-MS and linear discriminant analysis</b> 강종성(충남대학교)	
10:20 - 10:30	<b>Coffee Break</b>	
10:30 - 11:50	<b>Symposium VI. 사회 안전을 향한 분석과학</b>	
	좌장: 권미아(국립과학수사연구원)	
10:30-10:50	<b>Use of atmospheric pressure chemical ionization in GC coupled to qTOF for suspect and non-target screening</b> 류태인(화학물질안전원)	
10:50-11:10	<b>Variations of visible characteristics and bio-metabolite profiles in edible plants through acid chemical exposures</b> 이진환(화학물질안전원)	
11:10-11:30	<b>DNA typing process for racing horse &amp; case of parentage test</b> 강신욱(한국마사회)	
11:30-11:50	<b>윤활유 중 에틸렌글리콜의 cyclohexanone 및 phenylboronic acid를 이용한 GC/MS 분석</b> 이준배(국립과학수사연구원)	

\*: 교신저자, \_(밑줄): 발표자

## 의약품/화장품: PT-001 ~ PT-023

- PT-001 Analysis of phenolic compounds in different species of apples by HPLC-DAD-ESI-MS**  
GAO DAN, Thi Phuong Duyen Vu, Chong Woon Cho, Seo Young Yang, Young Ho Kim,  
 Jong Seong Kang\*  
 충남대학교 약학과
- PT-002 Development of simultaneous analytical method for two marker compounds in Pico AC-3 herbal mixture by HPLC**  
Hyun June Kim<sup>1</sup>, Chong Woon Cho<sup>1</sup>, Kyung Tae Kim<sup>2</sup>, Cheong-Weon Cho<sup>1</sup>,  
 Young Ho Kim<sup>1</sup>, Jong Seong Kang<sup>1,\*</sup>  
<sup>1\*</sup>충남대학교 약학과, <sup>2</sup>동의대학교 바이오응용공학부
- PT-003 Development of the simultaneous HPLC analytical method for six prenylated flavonoids in Sophorae Radix using HPLC**  
Chong Woon Cho<sup>1</sup>, Jang Hoon Kim<sup>1</sup>, Hyun Jun Kim<sup>1</sup>, Young Ho Kim<sup>1</sup>, Kyung Tae Kim<sup>2</sup>,  
 Jong Seoung Kang<sup>1,\*</sup>  
<sup>1\*</sup>충남대학교 약학과, <sup>2</sup>동의대학교 바이오응용공학부
- PT-004 Discrimination of agarwood generated from different *Aquilaria* species using metabolomics and DNA-based method**  
Jung Eun Min<sup>1</sup>, Huy Truong Nguyen<sup>1,2</sup>, Nguyen Phuoc Long<sup>1</sup>, Ma Chi Thanh<sup>1</sup>, Jeongmi Lee<sup>2</sup>,  
 Jeong Hill Park<sup>1</sup>, Sung Won Kwon<sup>1,\*</sup>  
<sup>1\*</sup>서울대학교 약학과, <sup>2</sup>성균관대학교 약학과
- PT-005 Development of Universal Sample Preparation Method for Glyco-Omics Studies**  
박종문<sup>1</sup>, 이후근<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>가천대학교 약학과
- PT-006 LC-MS/MS analysis of major ethanolamines found in cosmetics**  
Kyung-Ran Min, Kyong-Oh Shin, Maftuna Shamshiddinova, Yong-Moon Lee\*  
 College of Pharmacy, Chungbuk National University, Korea
- PT-007 Evaluation of dissolution and pharmacokinetics of enteric-coated tablets of acetyl-L-carnitine**  
정성우<sup>1</sup>, 정연복<sup>1</sup>, 신대환<sup>1</sup>, 박천웅<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>충북대학교 약학대학원 약학부
- PT-008 Simultaneous determination of fluorometholone and tetrahydrozoline hydrochloride in ophthalmic suspension by HPLC**  
Thuy-Vy Pham<sup>1</sup>, Xuan-Lan Mai<sup>1</sup>, Ha-Ram Song<sup>1</sup>, Soo-Bin Ahn<sup>1</sup>, Min-Jeong Cha<sup>1</sup>,  
 Jong-Seong Kang<sup>2</sup>, Mi Hee Woo<sup>3</sup>, Dong-Hee Na<sup>4</sup>, In-Koo Chun<sup>5</sup>, Kyeong Ho Kim<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>College of Pharmacy, Kangwon National University, <sup>2</sup>College of Pharmacy, Chungnam National University, <sup>3</sup>College of Pharmacy, Catholic University of Daegu,  
<sup>4</sup>College of Pharmacy, Chungang University, <sup>5</sup>The Society of Korean Official Compendium for Public Health

- PT-009 Determination of triflusal in raw material and capsules by HPLC**  
Thuy-Vy Pham<sup>1</sup>, Xuan-Lan Mai<sup>1</sup>, Ji-Hyeon Lee<sup>1</sup>, Jong-Ha Lee<sup>1</sup>, Jong-Seong Kang<sup>2</sup>,  
 Mi Hee Woo<sup>3</sup>, Dong-Hee Na<sup>4</sup>, In-Koo Chun<sup>5</sup>, Kyeong Ho Kim<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>College of Pharmacy, Kangwon National University, <sup>2</sup>College of Pharmacy, Chungnam  
 National University, <sup>3</sup>College of Pharmacy, Catholic University of Daegu,  
<sup>4</sup>College of Pharmacy, Chungang University, <sup>5</sup>The Society of Korean Official Compendium for  
 Public Health
- PT-010 On-Line 고체상 추출법과 semi-microbore HPLC를 이용한 혈액 중 니코틴 및 코티닌의 정량에  
 관한 연구**  
이성연<sup>1,\*</sup>, 정홍주<sup>2</sup>, 최정락, 임찬호  
<sup>1</sup>삼육대학교 공통기기실, <sup>2</sup>삼육대학교 화학과
- PT-011 Simultaneous Analytical method development of Telmisartan and Amlodipine in combination  
 tablet**  
Yeong-hyun Cho, Young-Joon Park<sup>\*</sup>  
 College of pharmacy, Ajou university, Korea
- PT-012 Rapid screening and confirmation of 98 illegal adulterants in dietary supplement and sp  
 using extracted common ion chromatograms and neutral loss scan by UHPLC-Q/TOF-MS**  
Jisu Hur, Na-Hyun Park, Beom Hee Kim, Jongki Hong<sup>\*</sup>  
 College of Pharmacy, Kyunghee University
- PT-013 Study on effect of particle size and Mica content on sun protection factor (SPF) using  
 gravitational field-flow fractionation (GrFFF) and dynamic light scattering (DLS)**  
Ji Hye Kim<sup>1,2</sup>, Jeong Hoon Jin<sup>2</sup>, Woo Jin Jeon<sup>2</sup>, Ji Hoon Baek<sup>2</sup>, Ji Woo Hwang<sup>2</sup>, Ki Han Cho<sup>2</sup>,  
 and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of chemistry, Hannam University, Daejeon 34054, Korea  
<sup>2</sup>Namdaejeon High School, Daejeon 35051, Korea
- PT-014 The Metabolic Study of Trenavar in Human Urine by HPLC/DAD and GC/MSD**  
Jinyoung Wang<sup>1,2</sup> and Yunje Kim<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Environmental Technology Research Center, Korea Institute of Science and Technology  
<sup>2</sup>Department of Chemical & Biological Engineering , Korea University
- PT-015 Simultaneous determination of 10 new amphetamines in human urine by protein  
 precipitation and LC-MS/MS**  
Kyojin Kim, Hyewon Seo, Hye jin Cha, Jisoon Shin, Young-Hoon Kim, Jayoung Jeong and  
 Soo Kyung Suh<sup>\*</sup>  
 Pharmacological Research Division, Toxicological Evaluation and Research Department,  
 National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety
- PT-016 Identification of phase I metabolites of 25I-NBF in human liver microsomes by LC-high  
 resolution MS/MS**  
Hyewon Seo, Kyojin Kim, Hye Jin Cha, Jisoon Shin, Young-Hoon Kim, Jayoung Jeong, Soo  
 Kyung Suh<sup>\*</sup>  
 Pharmacological Research Division, Toxicological Evaluation and Research Department,  
 National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety

- PT-017 Optimization of Simultaneous Analytical Method using UPLC-DAD for Unauthorized Pharmaceutical Compounds associated with treating senile diseases illegally Adulterated in Dietary Supplements**  
 Nam-Sook Kim, Ji Hee Kim, Sun Hee Moon, Sung-Kwan Park, and Hoil Kang\*  
 Division of Advanced Analysis, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation,  
 Ministry of Food and Drug Safety.
- PT-018 Determination elemental impurities in pharmaceutical products and ingredients according to USP <232>/<233> and ICH Q3D using ICP-MS**  
 Dong-Woo Yeom, Gyuyon Jung and Young-Rim Jung\*  
 Seoul Pharma Laboratories, Crystal Genomics Inc.
- PT-019 A simple, rapid and sensitive for quantification of Dienogest in healthy Korean women plasma using by LC-MS/MS : Application in Bioequivalence Study**  
 A-Ram Kim, Gyuyon Jung and Young-Rim Jung\*  
 Seoul Pharma Laboratories, Crystal Genomics Inc.
- PT-020 Quantitative analysis of hair samples for methotrexate (MTX) and metabolite using high-performance liquid chromatography triple quadrupole mass spectrometry (LC-MS/MS) detection**  
 유영석<sup>1</sup>, 이상광<sup>2</sup>, 조건<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>\*한국기초과학지원연구원 생의학오믹스연구부, <sup>2</sup>대전 을지 대학병원 내과
- PT-021 Testing & Validation of Various Eye drops for all Elemental Impurities in Pharmaceutical Products Following ICH Q3D and USP <232>/<233>**  
 CHANGHWAN LEE\*, SUNGHEE JI, SANGBAEK JEON  
 Perkin Elmer Korea Inorganic Application Team
- PT-022 Development of environmentally friendly eyebrow pencil using natural ingredients**  
 Hee Jin Lee<sup>1</sup>, Mihyun Lee<sup>1</sup>, Seyoung Yoon<sup>1</sup>, Kyong Eun Yu<sup>1</sup>, Dongyoung Kang<sup>3</sup>,  
 Woonjung Kim<sup>2</sup> and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>\*Chemtree Co. Ltd. R& D Center, Daejeon, Korea, <sup>2</sup>Department of Chemistry, Hannam University, Daejeon, Korea, <sup>3</sup>Center for Research Facilities, Yonsei University, Seoul, Korea
- PT-023 Study on the composition of vesicle for different size with asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4): Effect of phospholipid types**  
 Hyemin Kim<sup>1</sup>, Jaeyeong Choi<sup>1,2</sup>, Lars Nilsson<sup>2,\*</sup>, Björn Bergenståhl<sup>2</sup>, and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University, Daejeon, Republic of Korea  
<sup>2</sup>Department of Food Technology, Engineering and Nutrition, Lund University, Lund, Sweden

식품/농학: PT-024 ~ PT-040

- PT-024 Study on the Actual Conditions of Non-Confident Metals for Sea foods in Busan**  
Sung-ah Park<sup>1,\*</sup>, Yon-koung Park, Yung-ran Na, Hyeon-jin Kim, Jung-mi Kang  
<sup>1</sup>Busan Metropolitan City Institute of Health & Environment
- PT-025 Monitoring of Aflatoxins on Herbs Commonly Used for Food and Medicine**  
Nam-Ho Kim<sup>\*</sup>, Eun-Jung Jeong, Jong-Bae Youn, Sang-Kee Min  
<sup>\*</sup>Drug Analysis Team, Busan Metropolitan City Institute of Health and Environment
- PT-026 Development of method for determination of Inorganic arsenic in Water plants using reversed phase column HPLC-ICP/MS**  
Ka Ye Kim, Min Su Shin, Min Hui Kim, Sheen Hee Kim, Jang Duck Choi, Gill Jin Kang  
Division of Food Cotaminants, Department of food safety evaluation, Ministry of Food Drug Safety, Osongsengmyeong 2-ro, Chungju, Chungcheongbuk-do, 28159, Republic of Korea
- PT-027 Optimization of LC-MS/MS method for the determination of theanine**  
Dong Su Shin<sup>1</sup>, Ka Yun OH, Won Jo Choe, Sung Boo Kang, Eun Young Kwon,  
Hee Jung Lee, Hun Jung Gwak, Ju Young Lee, Ji Hun Kim, Jung Su Park, Won Min Pak,  
Cheol Woo Park, Dong Gil Leem, Dong Sul Kim, Chang Hee Lee<sup>2,\*</sup>  
Center for Food and Drug Analysis, Busan Regional Office of Food and Drug Administration,  
Ministry of Food and Drug Safety, Republic of Korea
- PT-028 LC-MS/MS를 이용한 축·수산물 중 구충제 동시시험법**  
한수정<sup>1</sup>, 이상목<sup>1,\*</sup>, 조병훈<sup>1</sup>, 홍진환<sup>2</sup>, 박현진<sup>1</sup>, 조소영<sup>1</sup>, 이강봉<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과, <sup>2</sup>식품의약품안전평가원 식품위해평가부
- PT-029 LC-MS/MS를 이용한 축산물 중 139종 동물용의약품 동시다성분 시험법**  
박현진<sup>1</sup>, 이상목<sup>1,\*</sup>, 조병훈<sup>1</sup>, 홍진환<sup>2</sup>, 한수정<sup>1</sup>, 조소영<sup>1</sup>, 이강봉<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과, <sup>2</sup>식품의약품안전평가원 식품위해평가부
- PT-030 LC-MS/MS를 이용한 참다래, 배, 파프리카에서 Spinosad, Cyenopyrafen, Cyflumetofen 분석법 확립**  
김연경, 조지미<sup>\*</sup>, 이현선, 이재근, 이성우, 최재태  
국립농산물품질관리원 전남지원
- PT-031 GC×GC TOF를 이용한 쌀 신·구곡 판별**  
조순길<sup>1</sup>, 최경후, 박혜진, 김호진, 이승화, 박수민, 박영준, 이민휘, 안종성<sup>1,\*</sup>  
<sup>1,\*</sup>국립농산물품질관리원 시험연구소
- PT-032 FT-IR 스펙트럼 데이터 기반 다변량 통계분석을 이용한 마늘 대사체 수준 원산지 판별**  
Discrimination of Geographical origin of garlic metabolite level using FT-IR spectroscopy based multivariate statistical analysis  
김현정, 신병곤, 이지혜, 동혜민, 김혜경<sup>\*</sup>  
국립농산물품질관리원 시험연구소 원산지검정과
- PT-033 Geographic identification of roasted burdocks by electronic tongue**  
Ji-Hye Lee, Hyun-Jung Kim, Hye-Min Dong, Byeung-Kon Shin, Hye-Kyung Kim<sup>\*</sup>  
Experiment Research Institute of National Agricultural Products Quality Management Service



- PT-034 Origin discrimination of onion using UHPLC-Q-Orbitrap HRMS with multivariate analysis**  
Dong-Jin Kang, Eun-Hee Chang, Da-Jeong Jeong, Young-dae Choi, Suel hye Hur,  
 Hyemin Dong, Ji-Young Moon, Seong-Hun Lee, Hyeo-Kyeong Kim, Byeung-Kon Shin\*  
 Experiment Research Institute of National Agricultural Products Quality Management Service,  
 141, Yongjeon-ro, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do, 740-220, Korea
- PT-035 Development of method to discriminate the geographical origin of onion using ICP-OES with multivariate data analysis**  
Suel hye Hur, Eun-Hee Chang, Da-Jeong Jeong, Dong-Jin Kang, Young-dae Choi,  
 Hyemin Dong, Hyeo-Kyeong Kim, Byeung-Kon Shin\*  
 Experiment Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service,  
 141, Yongjeon-ro, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do, Korea
- PT-036 Development of a Quantitative Analytical Method for Fenbutatin Oxide using LC-MS/MS in Agricultural Products**  
Hyo Young Kim, Chai Uk Lim, Ka-Yeon Lee, Su Min Hong, Dong-Ho Kim, Hyunjeong Cho\*  
 Experiment & Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service
- PT-037 A Simultaneous Analysis Method of Streptomycin, Dihydrostreptomycin in Agricultural Products**  
Chai Uk Lim\*, Hyo Young Kim, Ka-Yeon Lee, Hyunjeong Cho, Dong-Ho Kim  
 Experiment & Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service
- PT-038 Simultaneous Determination of Plant Growth Regulators in Brown rice using QuEChERS with LC-MS/MS**  
 QuEChERS와 LC/MSMS를 이용한 현미 중 식물생장조절제의 동시분석  
 김난영, 오문석, 전종섭\*, 성진희, 최영주, 류지은, 성진희  
 경기도보건환경연구원 농수산물검사부
- PT-039 Pattern analysis of the bio-converted *M. alba* leaf products for the quality control**  
Jin Hyeok Kim<sup>1</sup>, Tae Jung Kim<sup>1</sup>, Kyung Tae Kim<sup>2</sup>, Young Ho Kim<sup>1</sup>, Cheong Won Cho<sup>1</sup>,  
 Jong Seong Kang<sup>1,\*</sup>  
<sup>1\*</sup>충남대학교 약학과, <sup>2</sup>동의대학교 바이오응용공학부
- PT-040 Comparison of Supercritical Fluid and Liquid Chromatography coupled to Tandem Mass Spectrometry in the Multi-Class Multi-Residue Method for Veterinary Drugs in Bovine Muscle**  
 김정현, 조현덕, 안진영, 현승묵, 김준희, 한상범\*  
 중앙대학교 약학과

무기/재료: PT-041 ~ PT-058

- PT-041 Phase quantitative analysis of gypsum according to the temperature changes with XRD compared with KS specifications (KS L 9003)**  
Ji-yeon Lee<sup>1</sup>, Han-jung Jo  
<sup>1</sup>KCC central research institute, Comprehensive Analysis Research Team

- PT-042 세라믹 소재 지르코니아의 분석 방법**  
 유지혜<sup>1</sup>, 임경미<sup>2</sup>, 최철호, 이명규, 안옥성, 최진섭, 최기인\*  
<sup>1</sup>한국세라믹기술원, 인하대학교 <sup>2</sup>\*한국세라믹기술원
- PT-043 국내 규석 규사 광물의 주성분 및 미량성분 정량분석**  
 Quantitative Analysis of Major and Trace Elements in Korean Silica and Silica Sand  
 김건한, 정은숙, 정민기, 이현아\*, 김현구\*, 최병인\*\*, 안상호\*\*  
 대덕분석기술연구소, \*한국세라믹기술연구원 분석인증센터, \*\*한국지질자원연구원, 기술사업화센터
- PT-044 Competitive adsorption of metal ions from aqueous solutions using different types of carbon nanotubes**  
 Myung Sub Han<sup>1</sup>, Young Ran Lim<sup>1</sup>, and Jung Ki Suh<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Center for Analytical Chemistry, Division of Chemical and Medical Metrology, Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS), 267, Gajeong-Ro, Yuseong-Gu, Daejeon, 34113, Rep. of Korea.
- PT-045 ICP-OES에 의한 자동차 폐촉매 중 Pt, Pd, Rh 정량을 위한 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용융법 및 공존원소 보정 분석법 연구**  
 이덕환, 최원명, 음철현\*  
 한국지질자원연구원 지질자원분석센터
- PT-046 NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub>-HNO<sub>3</sub> 분해법 및 ICP-MS에 의한 고순도 연강시료 중 미량원소 분석법 개발**  
 최원명, 이덕환, 음철현\*  
 한국지질자원연구원 지질자원분석센터
- PT-047 XRF를 활용한 제철 산업의 원료 및 공정시료 분석**  
 김성남\*, 김선혜, 이윤희, 이재우, 정성욱  
 포항산업과학연구원 분석평가그룹
- PT-048 접지자재 성능평가 위한 토양 환경 가속열화시험법**  
 김성남<sup>1,\*</sup>, 김선혜, 이동길, 박종원<sup>2</sup>, 최선규<sup>3</sup>  
<sup>1,\*</sup>포항산업과학연구원 분석평가그룹, <sup>2</sup>소재이용그룹, <sup>3</sup>한국전력 전력연구원 스마트배전연구소
- PT-049 Carbothermic에 의해 제조된 Ferro-Alloy 생산 제품 중 Total Cr, Metal Cr 정량 분석기술**  
 양정환<sup>1,\*</sup>, 전영태<sup>2</sup>, 정용수<sup>3</sup>  
<sup>1,2</sup>(재)포항산업과학연구원 화학조성섹션, <sup>3</sup>(재)포항산업과학연구원 환경자원연구그룹
- PT-050 Hydrolysis and condensation kinetics of silane coupling agent studied by MALDI-ToF and NMR**  
 Junghan Kim, Guiduk Yu, Hyojin Yoon, Jongyun Kim\*  
 Samsung electro-mechanics
- PT-051 Insights into the sorptive removal properties of various adsorbent against gaseous hydrogen sulfide compounds**  
 이민희, 김기현\*  
 \*한양대학교 건설환경공학과
- PT-052 폴리머 소포제를 첨가한 세리아 슬러리의 소포력 및 분산안정성 연구**  
 김병준<sup>1</sup>, 배지현<sup>1</sup>, 안세영<sup>2</sup>, 김운중<sup>1,\*</sup>  
<sup>1,\*</sup>한남대학교 화학과, <sup>2</sup>(주)엠에스머트리얼즈

**PT-053 Synthesis and characterization of ZAIS (ZnS-AgInS<sub>2</sub>) nanocrystal using thermal field-flow fractionation (ThFFF) and Dynamic light scattering (DLS)**

Eun Hee Jeon<sup>2</sup>, Seyoung Yoon<sup>1</sup>, Hyun Jung Seo<sup>2</sup>, Jihyun Bae<sup>2</sup>, Woonjung Kim<sup>2</sup>, Jongjin Jung<sup>2</sup> and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>R&D center, Chemtree Co. Ltd. <sup>2</sup>Department of chemistry, Hannam University

**PT-054 Study on elution behavior of non-spherical particles in FFF: Effect of aspect ratio**

Jangjae Lee<sup>2</sup>, Kyong Eun Yu<sup>1</sup>, Woonjung Kim<sup>2</sup>, Seong Ho Choi<sup>2</sup>, Joontaek Park<sup>3</sup>, Emad.S.Goda<sup>2</sup> and Seongho Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>R & D center; Chemtree Co. Ltd, Korea republic, <sup>2</sup>Department of Chemistry, Hannam University, Deajeon, 305-811, Korea republic, <sup>3</sup>Dept. Of Chem. & Biochem. Engineering, Missouri University of Sci. & Technol. USA

**PT-055 Application of thermal field-flow fractionation/multi angle light scattering and size-exclusion chromatography for analysis of emulsion styrene-butadiene rubber**

Dongsup Song<sup>2</sup>, Seyoung Yoon<sup>1</sup>, Woonjung Kim<sup>2</sup>, Seong Ho Choi<sup>2</sup>, Seung Hwa Lee<sup>3</sup>, A-Ju Kim<sup>3</sup> and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>R & D center; Chemtree Co. Ltd, Korea republic, <sup>2</sup>Department of Chemistry, Hannam University, <sup>3</sup>R&BD center, korea kumho petrochemical Co.Ltd.

**PT-056 A sensitive fluorescent probes for the detection of hydroxyl radicals in living cell**

Na Young Lim, Jong Hwa Jung<sup>\*</sup>

경상대학교 화학과

**PT-057 활성산소 (ROS) 검출용 트리페닐포스핀 유도체를 도입한 시아노스틸벤 유도체 합성**

최원진, 임나영, 정종화<sup>\*</sup>

경상대학교 화학과

**PT-058 Development of Magnetic Resonance Imaging Probe Based on Silicon Nanoparticles**

김지원<sup>1</sup>, 이영복<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>한양대학교 바이오테크놀로지학과 <sup>\*</sup>한양대학교 바이오테크놀로지학과

**원자력/방사선: PT-059 ~ PT-060**

**PT-059 LIBS를 이용한 LiCl-KCl 정련염 내 U, La, Ce 스펙트럼 측정**

한슬기<sup>1</sup>, 박세환<sup>1,\*</sup>, 안성규<sup>1</sup>, 구정희<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국원자력연구원 핵주기전략개발부

**PT-060 LIBS를 이용한 LiCl-Li<sub>2</sub>O 환원염 내 U 정량 분석**

박세환<sup>1,\*</sup>, 한슬기<sup>1</sup>, 안성규<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국원자력연구원 핵주기전략개발부

**표준: PT-061 ~ PT-064**

**PT-061 레이저섬광법을 이용한 열확산계수 측정의 상향식과 하향식 측정 불확도 비교**

박용현<sup>1</sup>, 유정현<sup>1</sup>, 서금희<sup>1</sup>, 주광국<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국기술교육대학교 공용장비센터, <sup>2</sup>(주)광국컨설팅

**PT-062 바이오디젤 중의 FAME 함량 분석 시험방법 개선**

전철환<sup>1,2</sup>, 황인하<sup>1,2</sup>, 나병기<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>한국석유관리원 석유기술연구소, <sup>2,\*</sup>충북대학교 화학공학과

**PT-063 동위원소희석 질량분석법을 이용한 굴 내 수은 측정을 위한 인증표준물질의 개발**

김휘진<sup>1,2</sup>, 이종화<sup>2</sup>, 임영란<sup>2</sup>, 황의진<sup>2</sup>, 임용현<sup>2</sup>, 허성우<sup>2</sup>, 민형식<sup>2</sup>, 임명철<sup>2</sup>, 이경석<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술연합대학원대학교 생물분석, <sup>2,\*</sup>한국표준과학연구원 분석화학표준센터

**PT-064 Determination of 17 $\alpha$ -hydroxyprogesterone in human serum by IDMS and the traceability establishment**

동위원소희석 질량분석법에 의한 혈청 속 17 $\alpha$ -hydroxyprogesterone 분석과 소급성 확립

Hwashim Lee

Division of Chemical and Medical Metrology, Korea Research Institute of Standards and Science

**법과학: PT-065 ~ PT-075**

**PT-065 외부 개시제를 이용한 노화 잠재지문 현출증강에 관한 연구**

이다은<sup>1</sup>, 이나연<sup>1</sup>, 임재근<sup>1</sup>, 김수정<sup>1</sup>, 박성수<sup>2</sup>, 최성운<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2</sup>대전지방경찰청 형사과 과학수사계, <sup>3,\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

**PT-066 지문현출 후 추가현출 가능성에 관한 연구**

김수정<sup>1</sup>, 이다은<sup>1</sup>, 김현정<sup>1</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2,\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

**PT-067 다양한 혈액 오염물질에 따른 Urine strip의 혈흔 검출한계 및 농도계 이미지를 통한 연구**

김현정<sup>1</sup>, 이다은<sup>1</sup>, 김수정<sup>1</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2,\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

**PT-068 챔버 내 fan과 분말을 이용한 잠재지문 현출**

김은지<sup>1</sup>, 허보름<sup>1</sup>, 김효원<sup>1</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2,\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

**PT-069 잠재지문에 대한 4종의 아미노산 분말 전 처리를 통한 CA (cyanoacrylate) 훈증 증강 비교**

강민지<sup>1</sup>, 허보름<sup>1</sup>, 김효원<sup>1</sup>, 김수정<sup>1</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2,\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

**PT-070 Forensic Application of X-ray Diffraction (XRD) in Death Cases**

Hye-Jin Choi<sup>\*</sup>, Yuna-Kim, Ji-Sook Min

Department of Forensic Chemistry, National Forensic Service

**PT-071 Py-GC/MS 분석에 의한 차량 보수도장 보험사기 여부 규명사례**

A case of insurance fraud for the refinish paint through analyzing with Py-GC/MS

이준배\*, 손성건<sup>2</sup>, 박우용<sup>1</sup>, 정지은<sup>1</sup>, 정용애<sup>1</sup>, 권오성<sup>1</sup>, 팽기정<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>국립과학수사연구원 대전과학수사연구소, <sup>2</sup>대전보건대학교 과학수사과, <sup>3</sup>연세대학교 화학과

**PT-072 Dual column Gas Chromatograph를 활용한 휘발성 유기용제의 정성 및 정량 분석**

김기욱\*, 이동계, 김시원

부산과학수사연구소 법독성화학과

**PT-073 고분해능 질량분석기를 이용한 문서 내 잉크 작성 시기 분석**

김은영, 손경진, 강동영, 고원건\*, 김민정<sup>1</sup>

연세대학교 공동기기원, <sup>1</sup>대검찰청 과학수사담당관실

**PT-074 Analysis of surfactants in Women's Inner Cleanser by ultra-high performance liquid chromatography-mass spectrometry**

Ah Ram Choi<sup>1,2</sup>, Sang Chul Huh<sup>1</sup>, Jin Mee Jung<sup>1</sup>, Kyoung-Min Kim<sup>1</sup>, Su Hyeon Lee<sup>1</sup>,

Jong Shin Park<sup>1</sup>, Jae Kyun Kim<sup>1</sup>, Nam Yee Kim<sup>1</sup>, Ji-Sook Min<sup>3</sup>, Hyun Kyoung Ju<sup>1,\*</sup>,

Sunyoung Bae<sup>2,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>Seoul institute, National Forensic Service, <sup>2,\*</sup>Department of Chemistry, Seoul Women's University, <sup>3</sup>Department of chemical analysis, National Forensic Service

**PT-075 Particle Analysis of Gunshot Residue(GSR) for Criminal Scientific Investigation**

Won-Seok Park, Bong-Hwan Lim\*

Scientific Investigation Laboratory, Ministry of National Defense, Seoul, Korea

**환경: PT-076 ~ PT-100**

**PT-076 A study on the Treatment of HCBD Containing Waste by Laboratory Scale Reactor**

E. H. Kwon, Y. S. Yoon\*, J. S. Bea, T. W. Jeon, Y. K. Lee

Waste-to-Energy Research Division, Environmental Resources Research Department, NIER

**PT-077 마이크로파 산분해법의 개선을 통한 고형연료제품의 중금속 분석**

박호연, 윤영욱, 권은혜, 조신영, 전태완\*, 이영기

국립환경과학원 환경자원연구부

**PT-078 재활용 가능성 검토를 위한 사업장 열적처리폐기물의 특성 연구**

김규연, 이수영\*, 문희성, 전태완, 이영기

국립환경과학원 폐자원에너지연구과

**PT-079 하수 슬러지와 한약재 부산물의 Bio-SRF 적용성 연구**

이영진<sup>1</sup>, 강준구<sup>1</sup>, 박호연<sup>1</sup>, 전태완<sup>1</sup>, 이영기<sup>1</sup>, 권영현<sup>1</sup>, 이재영<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>국립환경과학원 폐자원에너지연구과, <sup>2,\*</sup>서울시립대학교 환경공학과

**PT-080 위해성평가를 위한 매사추세츠주 환경부의 TPH 분획분석법 적용성 평가: 준휘발성 유류탄화수소를 중심으로**

윤성미<sup>1</sup>, 윤정기<sup>2</sup>, 김지인<sup>1</sup>, 조훈제<sup>1</sup>, 임가희<sup>1</sup>, 변윤주<sup>1</sup>, 김현구<sup>1</sup>, 노회정<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>국립환경과학원 토양지하수연구과, <sup>2</sup>국립환경과학원 연구전략기획과

- PT-081 국내 토양 중 과불화합물의 농도 분포 특성 조사**  
 최민영<sup>1</sup>, 김인자<sup>1</sup>, 윤정기<sup>2\*</sup>, 김지인<sup>1</sup>, 노회정<sup>1</sup>, 임가희<sup>1</sup>, 김현구<sup>1</sup>, 오정은<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>국립환경과학원 토양지하수연구과, <sup>2</sup>\*국립환경과학원 연구전략기획과, <sup>3</sup>부산대학교
- PT-082 Simultaneous arsenic species separation analysis development including synthesis of standard chemicals: iAs<sup>V</sup>, iAs<sup>III</sup>, DMA<sup>V</sup>, MMA<sup>V</sup>, DMMTA<sup>V</sup>, DMDTA<sup>V</sup>**  
 이호섭<sup>1</sup>, 정슬기<sup>1</sup>, 김연태<sup>2</sup>, 윤희온<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>\*한국기초과학지원연구원, <sup>2</sup>연세대학교
- PT-083 X-선 형광분석법에 따른 토양 내 불소 전함량 평가를 위한 표준시편 개발 및 실용화 연구**  
 김도영<sup>1</sup>, 정슬기<sup>1</sup>, 김연태<sup>1,2</sup>, 윤희온<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>\*한국기초과학지원연구원, <sup>2</sup>연세대학교
- PT-084 국내 4대 항만과 양식 밀집 해역 내 신방오도로 잔류량 비교 : 계절별 잔류량 변동 평가**  
 이인석<sup>1\*</sup>, 최민규<sup>1</sup>, 김정배<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>국립수산과학원 어장환경과
- PT-085 제주연안 표층수와 지하수 내 항생제 잔류 현황**  
 이미경<sup>1</sup>, 이인석<sup>1\*</sup>, 최민규<sup>1</sup>, 김정배<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>국립수산과학원 어장환경과
- PT-086 서해안 갯벌지역의 퇴적물 및 생물 내 다환방향족탄화수소류(PAHs) 잔류농도와 분포특성**  
 김예지<sup>1</sup>, 조윤식<sup>2</sup>, 최민규<sup>1</sup>, 김정배<sup>1</sup>, 이인석<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>국립수산과학원 어장환경과, <sup>2</sup>국립수산과학원 갯벌연구센터
- PT-087 국내 양식어장 퇴적물과 생물 중 PCBs와 PBDEs의 잔류농도 및 분포특성**  
 성재현<sup>1</sup>, 박시현<sup>1</sup>, 이미경<sup>1</sup>, 김예지<sup>1</sup>, 최민규<sup>1</sup>, 김정배<sup>1</sup>, 이인석<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>국립수산과학원 어장환경과
- PT-088 GC×GC-TOFMS를 이용한 수질 중 냄새 물질의 고감도 분석법 개발**  
 김윤석<sup>\*</sup>, 이선홍, 윤미애, 나운철, 최재원, 신창수  
<sup>\*</sup>K-water, K-water융합연구원, 수질연구센터
- PT-089 Quantitative Analysis of Antifouling agent in Marine Anti-Fouling Paint**  
 HYE-MI KIM, HAN-JUNG CHO  
 KCC central research institute, Comprehensive Analysis Research
- PT-090 Determination of Cr<sup>6+</sup> in Artificial airborne sample using Ion chromatography and spectrophotometric measurement**  
 이경민, 설혜원, 김정례<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>\*제이엘사이언스 분석기술연구소
- PT-091 Development and Characterization of metal complexed polyurethane air-purification filter**  
 Seyoung Yoon<sup>1</sup>, Hee Jin Lee<sup>1</sup>, Mihyun Lee<sup>1</sup>, Kyong Eun Yu<sup>1</sup>, Jihyun Bae<sup>2</sup>, Woonjung Kim<sup>2</sup>, Jongjin Jung<sup>2</sup>, Seong Ho Choi<sup>2</sup>, In Soo Lee<sup>3</sup> and Seungho Lee<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>\*ChemtreeCo.Ltd. R& D Center, Daejeon 34054, Korea, <sup>2</sup>Department of Chemistry, Hannam University, Daejeon 34054, Korea. <sup>3</sup>Department of Biological Science and Biotechnology, Hannam University, Daejeon 34054, Korea
- PT-092 ICP-MS를 이용한 토양 전처리 방법에 따른 총 우라늄 분석에 대한 연구**  
 신건환, 이군택<sup>\*</sup>, 이광승, 박솔이, 박수주, 정호용  
 서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원(NICEM)

- PT-093 Acidity and Pollution Characteristics of Precipitation at Jeju Island in 2017**  
Soo-Young Kim, Jun-Oh Bu, Sook-Young Park, Jung-Min Song, Chang-Hee Kang\*  
 Department of Chemistry and Cosmetics, Jeju National University
- PT-094 Real-time Monitoring and Background Level of Atmospheric Radon-222 Concentrations at Gosan Site, Jeju Island in 2017**  
Lyun-Kyung Kim, Jun-Oh Bu, Hee-Ju Kang, Jung-Min Song, Won-Hyung Kim,  
 Chang-Hee Kang\*  
 Department of Chemistry and Cosmetics, Jeju National University
- PT-095 춘천시 대기 중 PM2.5 탄소성분 및 무기이온성분에 관한 연구**  
박성원<sup>1</sup>, 김평래<sup>1</sup>, 김대영<sup>1</sup>, 한영지<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>강원대학교 환경학과, 강원대학교 환경융합학부
- PT-096 대기 중 수은의 패시브 시료채취 기법 개발 및 평가**  
전지원<sup>1</sup>, 김지혜<sup>1</sup>, 차승환<sup>1</sup>, 김평래<sup>1</sup>, 김대영<sup>1</sup>, 한영지<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>강원대학교 환경학과, <sup>2,\*</sup>강원대학교 환경융합학부
- PT-097 유도체화 후 HPLC-FLD를 사용한 물 중 나이트로사민류 분석 방법 개선**  
박선영<sup>1</sup>, 이성균<sup>1</sup>, 김희갑<sup>2,\*</sup>  
<sup>1</sup>강원대학교 환경학과, <sup>2,\*</sup>강원대학교 환경융합학부
- PT-098 현장 Olfactometer의 성능평가- 국내 적용 가능성**  
서주희, 조지은, 이용휘, 김만구\*  
 강원대학교 환경융합학부
- PT-099 Simultaneous analysis of environmental phenols and parabens in human milk by liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry**  
Junhee Kim, Junghyun Kim, Hyun-Deok Cho, Jinyoung An, Seung Muk Hyun,  
 and Sang Beom Han\*  
 Department of pharmaceutical analysis, College of pharmacy, Chung-Ang University
- PT-100 Determination of phthalate metabolites in human milk for environmental monitoring research**  
Jinyoung An, Taeyong Eom, Junghyun Kim, Hyun-Deok Cho, Mihee Park, Junhee Kim,  
 Seung Muk Hyun, and Sang Beom Han\*  
 Department of pharmaceutical analysis, College of pharmacy, Chung-Ang University

**일반: PT-101 ~ PT-141**

- PT-101 Simultaneous determination of alkoxyalcohols in household detergents using static headspace gas chromatography and mass spectrometry**  
Yoon Hwan Kim<sup>1</sup>, Heesoo Pyo<sup>1</sup>, Bong Chul Chung<sup>1</sup>, Jeongae Lee<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Molecular Recognition Research Center, Korea Institute of Science and Technology
- PT-102 Analysis of Bio-marker from Faecal Residues in Archaeological Burial Soil using Gas Chromatography-Mass Selective Detector**  
In Suk Woo and Eunyoung Yun\*  
 Conservation Science Division, National Research Institute of Cultural Heritage

- PT-103 Mitochondrial DNA in ancient human bone from the Bangnae-ri Site, Gyeongju in Korea**  
Yun-Ji Kim<sup>\*</sup>, Sue Hoon Kim, Eun Min Cho and Ji Young Shin  
 Conservation Science Division, National Research Institute of Cultural Heritage
- PT-104 Development of method to discriminate the geographical origin of garlic using ICP-OES with multivariate data analysis**  
Eun-Hee Chang, Dong-Jin Kang, Da-Jeong Jeong, Young-dae Choi, Suel-hye Hur, Hye-min Dong, Ji-Young Moon, Seong-Hun Lee, Hyeo-Kyeong Kim, Byeung-Kon Shin<sup>\*</sup>  
 Experiment Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service, 141, Yongjeon-ro, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do, Korea
- PT-105 Case study on identification of UVCB substance : Variable substance in REACH**  
 박광서, 김윤주, 최은경<sup>\*</sup>  
 한국생산기술연구원 환경규제기술센터
- PT-106 Study on the optimization of methyl esterification of fatty acids zinc salts**  
 박광서, 김윤주, 최은경<sup>\*</sup>  
<sup>1</sup>한국생산기술연구원 환경규제기술센터
- PT-107 Case study on identification of mono-substituent inorganic substance in REACH**  
Seung Hwan Son, Kwang Seo Park, Juyang Kim, Young Dal Cho, Eun Kyung Choe<sup>\*</sup>  
 Korea Institute of Industrial Technology
- PT-108 Chemometrics 기반 산화물 신속분석 기술 개발**  
 박상혁<sup>\*</sup>, 정세훈, 김종한<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>포항산업과학연구원
- PT-109 Online SEC-Py-GC/MS를 이용한 PMMA-PS copolymer의 조성 분석**  
 장린, 이경진, 진미경, 이민정, 김병현<sup>\*</sup>  
 LG화학 중앙연구소 분석센터
- PT-110 Comparison of Chiral Recognition between *N*-3,5-Dinitrobenzoyl derived (R)-Phenylglycinol and (1R,2R)-2-Amino-1,2-diphenylethanol Chiral Stationary Phases**  
 유정재<sup>1</sup>, 이재환<sup>2</sup>, 허규성<sup>1</sup>, 김규리<sup>1</sup>, 류재정<sup>3\*</sup>  
<sup>1</sup>경북대학교 화학과, <sup>2</sup>경북대학교 과학교육학과, <sup>3\*</sup>경북대학교 화학교육과
- PT-111 Densitometric quantitative assay for the mass production of sweet-tasting protein in food friendly yeast**  
Sung Jun Lee, Hyeong-Min Lee, Hyun-Joo Jo, Yeseul Ko and Kwang-Hoon Kong<sup>\*</sup>  
 Laboratory of Biomolecular Chemistry, Department of Chemistry, College of Natural Sciences, Chung-Ang University
- PT-112 분광법에 기반한 방향족 아미노산 잔기가 결핍된 단백질 정량 분석**  
 박세웅, 이지인, 김수연, 조선영, 조현주, 공광훈<sup>\*</sup>  
 중앙대학교 화학과 생명분자화학연구실
- PT-113 A Study on Hydrochar from Coffee Sludge as A Smart Adsorbent for 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid**  
Nayeon Shim, Yumin Park, Seungmi Song, Suhyun Lee, Seohee Choi, Sunyoung Bae<sup>\*</sup>  
 Department of Chemistry, Seoul Women's University



- PT-114 Validation of Selective Extraction of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde using Molecularly Imprinted Polymer**  
Hyeyoung Jung, Sunyoung Bae<sup>★</sup>  
 Department of Chemistry, Seoul Women's University
- PT-115 Colorimetric determination of Zinc ion using Zinc Ion Imprinted Polymer**  
Yelin Lee<sup>1</sup>, Soyoung Ahn<sup>1</sup>, Sunyoung Bae<sup>1★</sup>  
<sup>1</sup>Department of Chemistry, Seoul Women's University
- PT-116 Automated LESA-CE for rapid, sensitive detection of pesticides on an apple**  
Sun Kyung Jeong and Doo Soo Chung<sup>★</sup>  
 Department of Chemistry, Seoul National University, Seoul 08826, Korea
- PT-117 Monitoring of epidermal growth factor by high-performance liquid chromatography**  
Moongi Ji<sup>1</sup>, Hyunbin Kim<sup>1</sup>, Chan Seo<sup>1</sup>, Youngbae Kim<sup>1,2</sup>, Jung Dong Kim<sup>3</sup>, Do Hyeon Jeong<sup>3</sup>,  
 Wonjae Lee<sup>4</sup>, Man-Jeong Paik<sup>1★</sup>  
<sup>1★</sup>College of Pharmacy, Sunchon National University, <sup>2</sup>Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, <sup>3</sup>Raphas, Avison Biomedical Research Center, <sup>4</sup>College of Pharmacy, Chosun University
- PT-118 Metabolomic approaches to polyamines in mice with asthma by LC-MS/MS**  
Hyeon-Seong Lee<sup>1</sup>, Chan Seo<sup>1</sup>, Yun-Ho Hwang<sup>1</sup>, Tae Hwan Shin<sup>2,3</sup>, Hyung-Jin Park<sup>2</sup>, Youngbae Kim<sup>1</sup>,  
 Moongi Ji<sup>1</sup>, Jeuk Min<sup>1</sup>, Subin Choi<sup>1</sup>, Hangun Kim<sup>1</sup>, Ae Kyung Park<sup>1</sup>, Sung-Tae Yee<sup>1</sup>, Gwang Lee<sup>2,3</sup> and Man-Jeong Paik<sup>1★</sup>  
<sup>1★</sup>College of Pharmacy, Sunchon National University, <sup>2</sup>Department of Physiology and Department of Biomedical Sciences, Ajou University School of Medicine, <sup>3</sup>Institute of Molecular Science and Technology, Ajou University
- PT-119 High sensitive electrochemical glucose sensor using magnetite prussian blue nano-composite**  
신익수<sup>1,2★</sup>, 우희제<sup>1</sup>, 이하은<sup>2</sup>, 이지영<sup>2</sup>  
<sup>1★</sup>승실대학교 화학과, <sup>2</sup>승실대학교 정보통신소재융합학과
- PT-120 Exosome isolation from human serum using centrifugation at different enrichment speeds**  
김여선, 이다빈, 김소연, 임수정, 한솔, 김소현, 김준석, 김정권<sup>★</sup>  
 충남대학교 화학과
- PT-121 Analysis of disaccharide isomers using graphite oxide as MALDI matrix**  
이다빈, 김여선, 김소현, 한솔, 김소연, 임수정, 김준석, 김정권<sup>★</sup>  
 충남대학교 화학과
- PT-122 Finding an optimized condition to generate unknown N-glycan peaks in MALDI-TOF-MS**  
임수정, 김여선, 이다빈, 김소연, 김소현, 김준석, 한솔, 김정권<sup>★</sup>  
 충남대학교 화학과
- PT-123 Relationship between the microwave power and the effectiveness of weak acid hydrolysis of myoglobin**  
김준석, 김여선, 이다빈, 한솔, 임수정, 김소현, 김소연, 김정권<sup>★</sup>  
 충남대학교 화학과

- PT-124 Analysis of sucrose by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry using ionic liquid matrices**  
 한솔, 김소연, 김소현, 김여선, 김준석, 이다빈, 임수정, 김정권\*  
 충남대학교 화학과
- PT-125 MALDI-MS analysis of membrane proteins of exosomes using microwave-assisted weak acid hydrolysis**  
 김소연, 김여선, 이다빈, 김소현, 김준석, 임수정, 한 솔, 김정권\*  
 충남대학교 화학과
- PT-126 MALDI-MS Analysis of Sucrose using an Oxidized Wood Charcoal Matrix**  
 김소현, 김여선, 이다빈, 한솔, 임수정, 김소연, 김준석, 김정권\*  
 충남대학교 화학과
- PT-127 레이저유도 플라즈마 분광 분석기에서 시료 표면 높이 실시간 모니터링 및 최적화 방법**  
 Real-Time Monitoring and Optimization of Sample Surface Height for Laser-Induced Breakdown Spectroscopy Analysis  
 김향, 이용훈  
 목포대학교 화학과
- PT-128 Analysis of famphur in honey by solid-phase extraction and GC-MS**  
 Seung-Ho Lee, Hyun-Woo Cho, Seung-Woon Myung\*  
 Department of Chemistry, Kyonggi University, Suwon 16227, Korea
- PT-129 Determination of residual pesticides by dispersive Liquid-Liquid Microextraction and HPLC from green tea**  
 Jong Sung Noh, Hyun-Woo Cho and Seung-Woon Myung\*  
 Department of Chemistry, Kyonggi University, Suwon 16227 Korea
- PT-130 Waste oyster shells as potential biofiller for road pavement: State-of-the-Art**  
 Nader Nciri, 신태섭, 이학수, 조남준\*  
 한국기술교육대학교 에너지신소재화학공학과
- PT-131 암피실린과 클로람페니콜에 대한 대장균의 단기간 순환 배양 관찰**  
 정현수, 최지용, 이미니, 차동준, 변창규\*  
 대전대학교 응용화학과
- PT-132 LUV 이중막에서 인지질 분자의 flip-flop 속도에 대한 DMSO 영향 연구**  
 박우현, 정진주, 김철\*  
 한남대학교 화학과
- PT-133 Study on conformation and composition of *Gum Acacia* byasymmetrical flow field-flow fractionation (AF4) coupled online with multiple detectors**  
 Ki Hyun Kim<sup>1</sup>, Jaeyeong Choi<sup>1,2</sup>, Bo Bae Kim<sup>1</sup>, Meiyu Zhang<sup>1</sup>, Lars Nilsson<sup>2,\*</sup>, and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University, Daejeon, Republic of Korea  
<sup>2</sup>Department of Food Technology, Engineering and Nutrition, Lund University, Lund, Sweden
- PT-134 Phosphoproteomic analysis of chlorenchyma cells in single cell C4 photosynthetic plants by 2D-DIGE technology**  
 Namgoong Hwan, Lorrenne Caburatan, Jnagseung Yoon, Hyejin Kong, Joonho Park

Seoul National University of Science and Technology, Department of Fine Chemistry, Korea

**PT-135 Profiling of bile acid and histidine metabolic pathways in gastric juice by LC-MS/MS : biomarkers of gastric cancer?**

Keon-hee Ko, Wonwoong Lee, Jinhee Um, Jongki Hong\*

College of Pharmacy, Kyung Hee University, Seoul 02447, Korea

**PT-136 Ultrasensitive Detection of Protein by TIRS based Super-Resolution Microscopy for Super-Localization of Nano-Immunoplasmonics**

Seungah Lee, Seong Ho Kang\*

Department of Applied Chemistry and Institute of Natural Sciences, Kyung Hee University

**PT-137 PY-GC-MS를 이용한 프탈레이트 21종 분석방법 개발**

이민진<sup>1,2</sup>, 이지은<sup>1</sup>, 허지선<sup>1</sup>, 김재우<sup>1</sup>, 이정현<sup>1</sup>, 왕만식<sup>1</sup>, 박영권<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>KOTITI 시험연구원, <sup>2,\*</sup>서울시립대학교 환경공학과

**PT-138 마이크로 플레이트 분광광도계를 이용한 섬유제품에서 가수분해 및 유리된 포름알데히드 정량 분석**

유희주, 박상준\*

(재)FITI시험연구원 유해물질시험팀

**PT-139 Poly(p-phenylene terephthalamide) oligomers analysis using direct Infusion-mass spectrometry (DI-MS)**

정영한, 심아름, 남궁현\*

코오롱인더스트리 중앙기술원

**PT-140 Enhanced passive infrared sensor (TOR, Thermoreflectance) development with mid infrared region for harmful gases**

조남욱\*, 심재웅

한국건설기술연구원 화재안전연구소

**PT-141 탄화 온도별 커피잔류물(Bio-SRF) 연료특성 및 열적안정도 분석**

Carbonization by Temperature of Coffee Residues(Bio-SRF) Fuel Characteristic and Thermal Stability

서지미, 김소희, 최승욱

한국에너지기술연구원 플랫폼연구센터

# 대학원생 구두 발표 I



GI-1

## HPLC separation of carnosine enantiomers by using pre-column derivatization method

Maftuna Shamshiddinova and Yong-Moon Lee<sup>★</sup>

College of Pharmacy, Chungbuk National University, South Korea

<sup>★</sup>Corresponding author: ymleefn@cbnu.ac.kr

The stereochemistry of short chained peptides can deeply impact their pharmacological activities. For instance, L-carnosine ( $\beta$ -alanyl-L-histidine) is widely spread in mammalian tissues, especially in skeletal muscle and presents numerous of biochemical properties including scavenging activity, pH buffering, suppression of forming advanced glycoxidation and lipoxidation end-products. However, D-carnosine can't be hydrolyzed by carnosinase, making it possible to cross the blood-barrier and maintain the same antioxidant activity as its optical antipode. Recent studies on chiral separation of small peptides usually focused on the separation of either enantiomers or diastereomers by using specific chiral stationary phases. In the present study, we developed the fluorescent detection of D and L form of carnosine by using N-isobutyryl-L-cysteine (NIBC). Separation of both enantiomers relies on the formation of diastereomers by using ortho-phthalaldehyde (OPA) and chiral reagent N-isobutyryl-L-cysteine. HPLC fluorescent detection of both enantiomers was performed with a monolithic column (Chromolith) by using gradient elution system involving 50 mM sodium acetate buffer and methanol. Reaction conditions such as reaction temperature, reaction time, derivatization reagent mole ratio was set up. The reaction was carried out at 55°C for 30 minutes. Mole ratio of derivatization mixture (OPA/NIBC) was 10:1 After derivatization samples were injected to HPLC system and it was found that D-carnosine was eluted at 12.573 minutes whereas the retention time of L-carnosine was 13.134 minutes. Resolution factor was 1.1 which means in this condition both forms were separated totally. The performance of the method was evaluated with quality parameters such as specificity, carry-over, linearity and calibration, correlation of determination ( $R^2$ ), detection limit, precision, accuracy and recovery. Calibration curves of L and D-carnosine were constructed by plotting concentration versus peak-area ratio (analyte/internalstandard). Correlation of determination was 0.9999 for L-carnosine and 0.9977 for D-carnosine. This method was applied into meat samples (equine meat, beef, chicken breast, lamb, salmon, flat fish, tuna, mackerel) to detect D and L-form of carnosine. In first 4 types of meat L-carnosine was founded in high amount whereas in fish samples it was not detected. D-carnosine were not detected in all types of meat. Recovery of D and L-carnosine was established by spiking known amount of D and L-carnosine into a mackerel and comparing it with standard. This novel separation method simplified the detection of D and L-carnosine in trace amounts in biological samples.

GI-2

**Screening and identification of PDE-5 inhibitors and counterfeit drugs in supplements by GC-MS/MS-dynamic MRM combined with trimethylsilylation**

**Na-Hyun Park<sup>1</sup>, Hyun Ji Kim<sup>1</sup>, Wonwoong Lee<sup>1</sup>, Hyunjung Lee<sup>1</sup>, Jongki Hong<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>College of Pharmacy, Kyung Hee University, Seoul 02447, Korea

PDE-5 inhibitor counterfeit drugs have been increasingly adulterated in supplement diets and widely distributed through internet markets and underground routes. The screening method for simultaneous analysis of 63 erectile dysfunction drugs in supplements was developed using gas chromatography-tandem mass spectrometry (GC-MS/MS) dynamic multiple reaction monitoring (dMRM) mode. Various types of supplements (liquid, capsule, powder, pill and tablet) with complicated matrices were pretreated by alkaline pH control liquid-liquid extraction and trimethylsilyl (TMS) derivatization procedure was applied. With aid to dMRM mode and TMS derivatization, target drugs were enabled to obtain high detection sensitivity and selectivity and then sample sized were down-scaled to 2 mg. The MS/MS spectra of TMS derivatives exhibited the characteristic common ions according to similar structural moiety of PDE-5 inhibitor counterfeit drugs. Specific common fragments were observed to reflect their structural characteristic: m/z 383, 384 and 265 for sildenafil analogues, m/z 241 for tadalafil analogues, and m/z 384 for vardenafil analogues. Extracted common ion chromatograms (ECICs) based on specific fragments of similar molecular moieties could effectively apply for rapid screening of target analytes and new emerging counterfeit drugs. For accurate identification of analogues, the retention time windows ( $\pm 0.2$  min) and the ratios of MRM transitions ( $\pm 20\%$ ) were performed by UN guideline. The established method was successfully applied for the monitoring of several types of dietary supplements to protect the public health and consumer safety.

**Key words:** PDE-5 inhibitors; counterfeit drugs; supplement diets; screening; trimethylsilylation; extracted common ion chromatogram; GC-MS/MS

**Validation of analytical method for determination of HSG4112(S)  
and HSG4112(R) using UPLC-MS/MS**

**In Yong Bae<sup>1</sup>, In Geun Jo<sup>2</sup>, Min Sun Choi<sup>1</sup>, Young seok Gi<sup>1</sup>,  
Gi Beom Kim<sup>1</sup>, Jun Sang Yu<sup>1</sup>, Hye Hyun Yoo<sup>\*</sup>**

<sup>1</sup>한양대학교 약학대학, <sup>2</sup>쥬글라세움

\*Corresponding author: yoohh@hanyang.ac.kr

HSG4112, the candidate for the new drug, is a optical isomers, and has HSG4112(S) and HSG4112(R) forms. HSG4112 was being developed as a treatment for obesity. HSG4112 has different pharmaceutical activity depending on its form. The aim of this study was to develop and validate UPLC method for HSG4112(S) and HSG4112(R) analysis in rats plasma. analytical method was performed using a the Acquity UPLC-MS/MS system (Waters, Milford, MA, USA) with an electrospray ionization source. The column used for the separation was CHIRALPAK IC-U(1.6  $\mu$ m, 3.0  $\times$  100 mm). The method was fully validated according to the Ministry of Food and Drug safety guidelines by determination of specificity, linearity, precision, accuracy, carry over, matrix effect, recovery and stability. The calibration curve for HSG4112(S) and HSG4112(R) were linear from 5 to 5000 ng/mL. The regression coefficient for HSG4112(S) and HSG4112(R) was  $\geq 0.997$ . The intra- and inter-day accuracy and precision were determined with QC samples. All QC samples for HSG4112(S) and HSG4112(R) were satisfied with accuracy and precision within 15%. The resolution for HSG4112(S) and HSG4112(R) was 2.14. The developed method was successfully applied to quantify HSG4112(S) and HSG4112(R) in rat plasma.



**Development of HPLC-DAD and LC-Q-TOF/MS for chemical  
profiling of *Aspergillus flavipes* extract**

**Young Seok Ji<sup>1</sup>, Min Sun Choi<sup>1</sup>, Jun Sang Yu<sup>1</sup>, Yonghui Zhang<sup>2</sup>, Hye Hyun Yoo<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>\*Department of Pharmacy, Hanyang University, Korea,

<sup>2</sup>Department of Science and Technology, Huazhong, China

\*Corresponding author: yoohh@hanyang.ac.kr

*Aspergillus flavipes* are a soil mold and have many metabolite activities. Previous studies have shown that the activity of these components has anticancer and antibiotic effects. Among the active ingredients in *Aspergillus flavipes*, Asperchalsine A was isolated from the Chinese team and the purity test and chemical profiling proceeded. In addition, components known as metabolites in *Aspergillus flavipes* were identified by chemical profiling. We have developed analytical methods for HPLC-DAD and LC-Q-TOF/MS for chemical profiling of *Aspergillus flavipes*. Analytical method was developed by an Agilent 1260 Quaternary HPLC system and Agilent Technologies DAD instrument, and Capcell Pak C18 column (4.6 mm \* 250 mm, 5 µm). Also, the LC-Q-TOF/MS used an Agilent 1260 Quaternary HPLC system and an Agilent Technologies 6530 Q-TOF instrument. Column used Capcell Pak C18 (2.0 mm \* 250 mm, 5 µm). In this study, HPLC-DAD was used to evaluate the purity of Asperchalsine A, an active ingredient isolated from *Aspergillus flavipes*. In addition, 19 major peaks of *Aspergillus flavus* extract were screened. Aspochalsin K, H, I, C, D, J, M, P, E, U, N, Q, and Z were predicted as components contained in *Aspergillus flavipes* using LC-Q-TOF/MS. For the study, A variety of studies on the physiological activity of the components extracted from *Aspergillus flavipes* using the developed method are needed.

## MC-ICP-MS를 이용한 우라늄 입자의 동위원소비 분석

최은주<sup>1,2</sup>, 임상호<sup>1,2,\*</sup>, 한선호<sup>1</sup>, 박난희<sup>1</sup>, 박진규<sup>1</sup>, 이치규<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국원자력연구원 원자력화학연구부,

<sup>2</sup>과학기술연합대학원대학교 방사화학 및 핵비확산과

\*Corresponding author: slim@kaeri.re.kr

IAEA(국제 원자력기구)는 국제 원자력 안전조치의 일환으로 환경시료분석법을 도입하였다. 원자력관련 시설에서 채취한 환경시료를 분석하는 방법은 크게 총량분석과 입자분석으로 나뉜다. 이 중 입자분석은 환경시료 내 포함되어 있는 핵물질 입자를 개별 분석하는 방법으로 주로 FT-TIMS(핵분열트랙-열이온화질량분석) 기법과 SIMS(이차이온질량분석) 기법이 사용된다. FT-TIMS 기법은 입자분석 방법 중 가장 정확하다고 평가되고 있지만 중성자 조사를 위한 원자로가 필요하다는 단점이 있고 SIMS 분석법은 상대적으로 분석시간이 빠르지만 동중원소간섭이 있기 때문에 Pu 분석에는 사용이 어렵다. 총량분석은 시료전체를 사용하는 방법으로 시료 내에 함유되어 있는 핵물질이 극미량인 경우 유효한 분석법이다.

본 연구에서는 단일입자에 포함되어있는 불순물 등의 영향을 제거할 목적으로 총량분석에 많이 사용하는 MC-ICP-MS(다중검출기-유도결합플라즈마-질량분석기)를 입자분석에 활용하는 연구를 진행하였다. 먼저 MC-ICP-MS의 측정 조건을 입자분석에 이용할 수 있도록 최적화하고 여러 종류의 표준물을 측정하여 극미량 핵물질 분석 능력을 평가하였다. 그리고 Carbon planchet 위에 U020-A 표준물을 도포한 후 SEM-EDS(주사전자현미경-에너지분산형 분광분석)와 Micro-manipulator(현미 조작 장치)를 이용하여 다양한 크기의 우라늄 표준물 입자 하나를 떼어내어 질산을 이용해 용액화하고 MC-ICP-MS를 이용하여 동위원소비를 측정하였다. 측정 결과 입자 크기가 약 1  $\mu\text{m}$  정도인 우라늄 입자의 동위원소비가 인증 값과 오차범위 내에서 일치하였다. 따라서 이 실험을 통해 미세입자분석에 MC-ICP-MS가 적용 가능함을 확인하였다.

GI-6

**Screening and confirmation test for 50 kinds of prohibited drugs in equine serum for strengthening anti-doping in horse racing**

**Youngbeom Kwak<sup>1,2</sup>, Jong Gak An<sup>1</sup>, Nam Jib Go<sup>1</sup>, Eun Youl Ru<sup>1</sup>, Yoo Jin Jeong<sup>1</sup>,  
Man Bae Huh<sup>1</sup>, Young Jin Yang<sup>1</sup>, Hye Hyun Yoo<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Korea Racing Laboratory, Korea Racing Authority,

<sup>2</sup>Department of Pharmacy, Hanyang University

\*Corresponding author: yoohh@hanyang.ac.kr

Korean racing authority (KRA) has been testing for 300 kinds of drugs in the serum in order to prevent drug doping in horse racing, This experiment was conducted to add screening and confirmation method for 50 inhibited drugs in the serum of horses and to validate the drug. The collected samples were subjected to LC/QtoF analysis by solid phase extraction (SPE) and washing steps. As a result of screening test, 50 kinds of drugs could be analyzed in 0.5 to 50 ng/ml within 4.5 minutes and accuracy, precision (%CV) were within 5pmm, 25%.

## **Improving geographical origin discrimination accuracy by cooperative combination of two different spectroscopic methods**

**Changhwan Eum, Hoeil Chung\***

Hanyang University Department of Chemistry

\*Corresponding author: hoeil@hanyang.ac.kr

Two different spectroscopic methods (Near-infrared spectroscopy (NIRS) and laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS)) have cooperatively combined to improve accuracy for identification of the geographical origin of milk vetch root samples. Indeed, these two methods provide complementary spectral information that was expected to improve the ability to accurately discriminate the samples of different geographical origins. For initial evaluation, NIRS and LIBS were separately employed to discriminate domestic milk vetch root samples from imported ones using support vector machine (SVM). The near-infrared (NIR) information in a full spectral range was used for the analysis, while in LIBS spectra, the intensities of 35 selected discrete atomic lines were used. The use of whole NIR spectrum resulted in a discrimination accuracy of 91.5%, better than that of using selected LIBS peak intensities (73.1%), although LIBS reflected fairly different Na concentrations between the domestic and imported samples. Next, to successfully combine both data for discrimination, support vector regression (SVR) was used to represent whole NIR spectrum as an information-carrying single variable, and then the data were merged with the existing discrete LIBS intensity data; accuracy was improved to 95.8%. The cooperative combination of information on molecular structure and elemental composition of the samples was the root of improvement.

## **Development of In-situ dual-camera fluorescence imaging device for rapid detection of fecal contamination on green leaves**

**Hyunjeong Cho<sup>1,\*</sup>, Moon S. Kim<sup>2</sup>, Hoonsoo Lee<sup>2</sup>, Sungyoum Kim<sup>1</sup>,  
Hyo Young Kim<sup>1</sup>, Chai Uk Lim<sup>1</sup>, Dong-Ho Kim<sup>1</sup>, Sang-Guen Oh<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Experiment & Research Institute, National Agricultural Products  
Quality Management Service

<sup>2</sup>Environmental Microbial and Food Safety Laboratory, Agricultural Research Service

\*Corresponding author: hjcho201@korea.kr

Regarding outbreaks related to fresh produce, various routes of pathogenic contamination are considered from farm to table, such as domesticated wild animals, biological soil amendments, agricultural water, worker health and hygiene, and equipment and tools, etc. Most of the outbreaks, about 83%, were reported being contaminated from zoonotic pathogens, notably *Salmonella* and pathogenic *Escherichia coli* in the field according to the reports, fresh-produce related outbreaks from 1996 to 2011 by the US Food and Drug Administration(FDA) and the Center for Disease Control and Prevention (CDC). For the safety of fresh produce, rapid detection of fecal contamination in the agricultural environment and green leaves that usually eaten raw has been required. In this study, single bands and optimal multi-wave bands for detecting spectral image-based animal feces were investigated and evaluated using a hyperspectral imaging system with the light source of Violet LED (405 nm). For the selecting optimal bands, single-wave band and two-band ratio classification algorithms were evaluated, and F-values of one-way Analysis of Variance (ANOVA) between areas of fecal contaminants and uncontaminated green leaves were calculated for spectra of 400 nm to 800 nm. The light pass filters of optimal bands were introduced for implementation with the portable device. Finally, dual-camera fluorescence imaging device equipped monochrome cameras of two, bandpass filters, Violet LED (405 nm), and beam splitter was developed for rapid detection of fecal contamination; it can detect bovine fecal matter up to a 20-fold diluted concentration with distilled water. The designed device is expected to be utilized as the imaging technique to ensure the safety of fresh produce in the Good Agricultural Practice (GAP) or the facilities that agricultural products are processed such as cutting, packing, peeling, etc.

# 대학원생 구두 발표 II



## Synthesis of Silicon Coated Gold Nanoparticles for Dual Imaging and Dual Therapy

황수민, 김지원, 이영복\*

한양대학교 바이오테크놀로지학과

\*Corresponding author: yblee@hanyang.ac.kr

In this research, silicon coated gold nanoparticles (Au NPs@Si) for dual imaging and therapy were synthesized. Gold nanoparticles (Au NPs) can be used for Surface-Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) substrates and thermal therapy for cancer as photo-thermal agents. And then, silicon (Si) can make an amplified signal by DNP, one of the hyperpolarization phenomena, so that it can be used for MR imaging probe and also drug delivery through pores. The Au NPs made by seeded growth method were coated with silica using stöber method. The thickness of the silica shell was adjusted by varying the amount of TEOS, and the scale was gradually increased to obtain sufficient amount for reduction. Silica coated gold nanoparticles were converted to Au NPs@Si by magnesiothermic reduction. Reduction process was proceeded using a closed reactor and the optimized conditions to obtain Au NPs coated with a high raio of silicon were found by varying the reduction temperature and time. It was confirmed that the silica shell was reduced to silicon by the observation of the crystallinity of silicon, and that the Au NPs remained after the reduction process through the TEM images. Au NPs@Si can give an ampliflicated Raman signals compared to the conventional signals by SERS effect and increase temperature when the laser is applied. Then fluorescent material can be loaded and released by Au NPs@Si to evaluate drug delivery efficiency and amplified signal by DNP can be used for MR imaging. Therefore, through these methods, the effectiveness of synthesized Au NPs@Si as probes for dual imaging and dual therapy for cancer diagnosis and therapy can be evaluated.



## Nickel foam caging Ag-Au bimetallic nanostructure as a SERS substrate

Tung Duy Vu, Hoeil Chung\*

Hanyang University Department of Chemistry

\*Corresponding author: hoeil@hanyang.ac.kr

A three-dimensional (3D) nickel foam (NF) caging Au-Ag bimetallic nanostructure (Au-Ag/NF) has been demonstrated as a highly stable and rugged surface-enhanced Raman scattering (SERS) substrate. The main strategy was the protection of SERS-generating nanostructures by building them inside a sturdy frame. For this purpose, NF was readily chosen as a substrate frame to secure ruggedness since its structural strength and chemical stability were superior. Also, its porous structure was adequate and facile to host nanostructures inside. The next issue was the construction of SERS-efficient nanostructures with good stability inside NF. To fulfill the demand, Au-Ag bimetallic nanostructure combining the individual advantages of each metal, the high SERS efficiency of Ag and good surface stability of Au was decided. For the fabrication, Ag-Sn alloy was initially constructed on NF by electrodeposition and the incorporated Sn was then de-alloyed from the Ag-Sn alloy by free corrosion in NaOH solution. The de-alloying of Sn was uniquely adopted to make the surface rough and enhance SERS efficiency in a final substrate. Then, Au was incorporated into the pre-built Ag structure by a galvanic replacement reaction to produce a final Au-Ag/NF substrate. The substrate enabled to identify rhodamine 6G peaks when its concentration was dropped as low as 0.1 nM. Even though the substrate was rubbed with a sand paper 100 times or sonicated over 30 minutes, SERS signals were considerably maintained. Also, the decrease of signal was only 4.26% upon 3 day-exposure of the substrate to air. In overall, Au-Ag/NF has practical advantages to make SERS measurement accomplishable in a field lab for routine analysis.

## Synthesis of Carbon Nano-Spheres as Adsorbent and Hyperpolarized MRI probe for Environment and Cancer Diagnosis

김도경<sup>1</sup>, Luu Son Quy<sup>1</sup>, 이영복<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>한양대학교 바이오테크놀로지학과, <sup>2,\*</sup>한양대학교 바이오테크놀로지학과

\*Corresponding author: yblee@hanyang.ac.kr

Carbon is widely used as a new material in a wide range of fields such as electric and electronic fields, mechanical and energy fields, and bio-medical and environmental fields. The properties of carbon such as a high affinity with biomaterials, paramagnetic properties, easily size control are great advantages that can be utilized as a hyperpolarized MR imaging probe. Biocompatibility and biodegradability of carbon make it possible to utilize particles even in vivo. In addition, flexible surface functionalization of carbon and surface pore make it possible to use the imaging probe as a diagnosis material to carry the drug to target cells. Carbon Nano Spheres(CNS), composed of polydopamine, are doped by nitrogen. So, stable free radicals present on the surface of CNS that can eventually be amplified by a DNP effect. To improve the DNP signal, CNS must have high crystallinity because high crystallinity has a long T1 time. Therefore, we had attempted to synthesize CNS with high crystallinity in various ways. 1) High temperature treatment : After high temperature treatment, 002 diffraction profile be shifted to high angle side and sharpened. With increasing temperature, carbon layers grew and the number of stacked layers increased. Therefore, turbostratic structure changes to graphite structure by high temperature. 2) Catalytic carbonization : Among the various transition metals, gold had a diamagnetic property that does not block the DNP signal was selected. So dopamine is coated on the gold which is synthesized into spheres and carbonized. At carbonization step, Gold particles work as catalysts for graphitization. Finally obtained CNS having high crystallinity can potentially be utilized as biocompatible and targetable imaging probe for hyperpolarized MRI researches.

## Application of standard RSF(Relative Sensitivity Factor) in GD-MS analysis

**양재열<sup>1,2</sup>, 장민경<sup>1,3</sup>, 윤재식<sup>1,\*</sup>**

<sup>1\*</sup>한국기초과학지원연구원 지구환경연구부, <sup>2</sup>충남대학교 물리학과,  
<sup>3</sup>충남대학교 신소재공학과

\*Corresponding author: jaesiky@kbsi.re.kr

일반적인 무기물 원소 정량분석은 matrix 원소의 종류에 따라 불순물 원소의 이온화 효율이 다르기 때문에 보다 신뢰성 있는 정량분석을 위해서는 certified reference materials(CRM)을 분석하여 계산한 RSF가 이용된다. GD-MS를 활용한 정량분석에서는 크게 반 정량분석과 정량분석으로 나뉜다. 첫 번째로, 반 정량분석법은 element ion intensity(cps)/matrix ion intensity(cps), 즉 ion beam ratio(IBR)를 이용하여 분석하며, 두 번째로, 정량분석에서는 CRM을 분석하여 각 원소에 대한 RSF를 계산하고, IBR에 적용하여 정량분석을 진행한다. 하지만 bulk type의 CRM의 경우 불순물의 함유량을 조절할 수 없으며, matrix 원소 또한 선택이 어렵기 때문에 standard RSF 구축이 필요하다.

본 연구에서는 GD-MS를 활용하여 standard RSF를 계산하고 다양한 matrix 원소 시료에 대해 적용하였다. Standard RSF는 문헌에도 제시되어 있지만, RSF는 분석 조건에 따라 변화가 있으며, fast Ar flow type인 문헌의 장비와(Element GD, Thermo, Germany)분석 특성이 다른 slow Ar flow type GD90(MSI, UK)와 비교하였다. 또한 문헌에서는 CRM의 불순물 농도 함유량이 다양하지 않았지만, 본 연구에서는 3종류의 CRM을 활용하여 다양한 농도에 대응하도록 하였다.[1] GD90을 이용한 분석 시에는 일정한 분석 조건으로 3종류의 Fe matrix CRM(NIST)을 분석하여 C, Si, S, V, Cr, Mn, Ni, Cu, 8개 원소에 대한 RSF 및 RSF slope를 계산하여 일정한 RSF를 얻었다. 각 원소에 대한 평균 RSF slope은 8.6(C), 1.9(Si), 1.6(S), 0.8(V), 2.5(Cr), 2.2(Mn), 2.5(Ni), 6.2(Cu)이며, 각 RSF의 relative standard deviation(RSD)는 7%, 13%, 16%, 11%, 2.2%, 18%, 18%, 31% 로 적은 오차범위이다. CRM은 각 원소의 certified value가 수십 mg/kg, 수백 mg/kg, 수천 mg/kg으로 약 10배수의 함유량을 사용하여 unknown sample에 대해 폭넓은 정량값을 계산할 수 있도록 하였다. 또한 여기서 계산한 RSF는 Copper matrix용 RSF로 재계산하였고, 그 값은 0.2(Fe), 1.4(C), 0.3(Si), 0.3(S), 0.1(V), 0.4(Cr), 0.4(Mn), 0.4(Ni), 1(Cu)이다. 마지막으로 Copper matrix CRM(NIST-C1253a)을 이용하여 IBR을 측정하고, Si, S, Cr, Mn, Ni, Fe, 6개 원소에 대해 RSF를 적용하여 정량분석을 진행하였다. 6개 원소에 대해서 적은 오차범위를 확인하였으며, 이는 matrix원소가 바뀌더라도 계산한 standard RSF에 대해서 신뢰성이 우수함을 확인하였다.

\* Reference [1] J. Anal. At. Spectrom., 2010, 25, 314-321

## 분해법과 희석법에 따른 혈액 속의 매트릭스 영향 감소 비교

최경윤, 신호상\*

공주대학교 대학원 환경과학과

\*공주대학교 사범대학 환경교육과

\*corresponding author: hshin@kongju.ac.kr

혈액 속의 금속의 농도는 독성 금속 노출에 대한 평가나 특정 질병의 검진하는데 중요한 정보를 제공한다. 하지만 혈액같이 고농도의 염과 단백질로 구성된 복잡한 매트릭스에서 금속의 정확한 측정에는 매트릭스 영향으로 인해 어렵다. 따라서 간섭을 줄이기 위한 전처리는 중요한 역할을 한다. 많은 문헌에서 전처리 방법으로 산 분해법과 희석법을 사용하고 있다. 하지만 각 전처리법의 매트릭스의 간섭제거에 대한 비교된 정보가 없다. 이에 본 연구에서 증류수와 혈액시료에 표준물질을 첨가하고 각 전처리방법에 따른 매트릭스 간섭을 비교하였다. 실험은 마이크로웨이브 산 분해법과 알칼리희석법을 비교하였다. 이때 각 항목의 정량은 내부표준법을 사용하였다. 마이크로웨이브 분해법은 시료 0.5 ml에 표준물질 0.1 ml와 65% 질산 2 ml를 넣고 마이크로웨이브로 분해하여 내부표준물질(IS) 0.1 ml을 넣고 증류수로 10 ml까지 희석하였다. 희석법은 시료 0.1 ml에 표준물질 0.1 ml와 희석액으로 50배 희석하였다. 희석액은 0.4% 수산화테트라메틸암모늄(Tetramethylammonium hydroxide, TMAH), 1% 에탄올, 0.01% 암모늄 피롤리딘다이티오카바메이트(ammonium pyrrolidinedithiocarbamate, APDC), 0.05% 트리톤 X-100, 10 µg/L 내부표준물질로 구성되었다. ICP-MS로 20가지 금속(Be, Al, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, Hg, Tl, Pb)를 측정하여 증류수와 혈액에서의 검정곡선을 비교하고, 증류수와 혈액에서의 신호강도의 상관성을 비교하여 매트릭스 간섭이 제거되었음을 확인하였다. 결론적으로 혈중 20 개 전 항목에서 산 분해법과 알칼리희석법 모두에서 매질에 의한 suppression 효과가 없는 것으로 나타났으며 전처리가 간단한 알칼리희석법이 바람직한 것으로 나타났다.

**Simultaneous determination of 15 hydroxyl biomarkers  
of BTEX in urine by HS-SPME GC-MS**

**이정이<sup>1</sup>, 신호상<sup>2,\*</sup>**

<sup>1</sup>공주대학교 환경과학과, <sup>2,\*</sup>공주대학교 환경교육과

\*Corresponding author: hshin@kongju.ac.kr

A simple and convenient headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) gas chromatography–mass spectrometry method was described for the simultaneous determination of 15 hydroxyl biomarkers of benzene, toluene, ethylbenzene, *o*-, *m*-, and *p*-xylene in urine. Hydroxyl biomarkers in urine were vaporized and adsorbed onto a selected fiber after enzyme hydrolysis with  $\beta$ -glucuronidase/arylsulfatase. The optimal HS-SPME conditions were achieved with an 85- $\mu$ m-carboxen-polydimethylsiloxane fiber, an extraction temperature of 70 °C, a heating time of 30 min, and a pH of 4.0. The desorption was performed for 1 min at 250 °C. Under the established conditions, the lowest limits of detection were from 0.02 to 0.15  $\mu$ g L<sup>-1</sup> in 5.0 mL of urine, and the intra- and inter-day relative standard deviations were less than 12.7% at 0.5, 2.0, 50, and 200  $\mu$ g L<sup>-1</sup>. The calibration curve demonstrated good linearity with greater than  $r=0.99$  in synthetic urine. This method is convenient, simple, environmentally friendly, and amenable to automation.

**Metabolism, excretion and pharmacokinetics  
for isosorbide as BPA alternatives**

**Gi Beom Kim<sup>1</sup>, Myong Chan Gye<sup>2</sup>, Hye Hyun Yoo<sup>1</sup>,\***

<sup>1</sup>Department of pharmacy, Hanyang University, Ansan, Korea

<sup>2</sup>Department of Life Science, Institute of Natural Sciences, Hanyang University

\*Corresponding author: yoohh@ehanyang.ac.kr

As the use of plastics increases year by year, there is growing interest in substances where bisphenol A (BPA) is not detected. That is Isosorbide in the market. These substances are widely used as baby products and disposable products. This substance is known to be free of environmental hormone disturbances. However, since these substances do not know how they function in the human body, basic properties must be identified. So we conducted pharmacokinetic tests. In this study, as parts of *in vitro* pharmacokinetic studies, the stability of Isosorbide in rat, human liver microsomes and rat plasma was evaluated. As a part of *in vivo* pharmacokinetic studies, PK parameters were evaluated about Isosorbide. Protein precipitation and derivatization were used as pretreatment. The reaction mixture was analyzed using GC-MS. The result for the metabolic stability of Isosorbide in liver microsomes and rat plasma is stable. In a pharmacokinetic study of Isosorbide, bioavailability was approximately calculated 100%. In a excretion study of Isosorbide, that was excreted through the kidneys in 24h.

**Determination of phthalate metabolites in human milk  
for environmental monitoring research**

**Jinyoung An, Taeyong Eom, Junghyun Kim, Hyun-Deok Cho, Mihee Park,  
Junhee Kim, Seung Muk Hyun, and Sang Beom Han\***

Department of pharmaceutical analysis, College of pharmacy, Chung-Ang University

\*Corresponding author: hansb@cau.ac.kr

Human milk is effective matrix in an evaluation of phthalate toxicity study in infants, because it is main nutritional source of them. Here we describe the development and validation of an analytical method for phthalate metabolites in human milk. The target phthalate metabolites are mono-(3-carboxy propyl) phthalate (MCPP), mono-(2-ethyl-5-carboxy pentyl) phthalate (MECPP), mono-(2-ethyl-5-hydroxyhexyl) phthalate (MEHHP), mono-(2-ethyl-5-oxohexyl) phthalate (MEOHP), mono-n-butyl phthalate (MnBP), mono-(carboxyoctyl) phthalate (MCOP), mono-benzyl phthalate (MBzP), and mono-(carboxynonyl) phthalate (MCNP). In this study, a simple, rapid and economical method based on QuEChERS (quick, easy, cheap, effective, rugged and safe) was established. Mass spectrometric detection was carried out using electrospray ionization in negative mode with multiple reaction monitoring (MRM). The performance of LC-MS/MS method was evaluated by assessing specificity, linearity, recovery, limit of quantification (LOQ), accuracy and precision. The method shows good reproducibility and accuracy. LOQs were ranged from 0.1 to 0.5 ng/g and recoveries were between 72.9% and 96.0%.

# Plenary Lecture





## **History, Subjects at Present, and Vision of the Future for Instrumental Analysis**

**Kyoichi Komori**

Japan Analytical Instruments Manufacturers' Association (JAIMA)

Instrumental analysis is the basic tool for various industries, human health, and science.

It is not the main actor, but supports them as the backstage by the extensive capabilities.

The history of analytical instruments in Japan will be introduced. I believe this history should give us many important suggestions, because it depends on what kind of analysis was demanded in each of the era.

We, JAIMA, summarized the chronology of analytical instruments eight years ago, and we can overview the important record for instrumental analysis. The first products on this chronology are "pH meter" and "Polarograph". Each product was released in 1927. We can recognize the importance of quantification for characterizing the target material. In the 1950s and 1960s, many Japanese industries achieved the rapid development, and it caused the serious environmental pollution. Since the 1970s, the development of electric technology made analytical instruments easier to use and give them the capability of managing sophisticated data. From the late 1990, the demand for analytical techniques began increasing in many industries, food, pharmaceutical, medical, and new materials.

We can find the subjects at present and vision of the future for instrumental analysis, for example, importance of data, required specification in the future, data federation, with consideration based on the history.



**분석과학 30년!**  
**과거, 현재 그리고 미래**

**- 과거: 원로 학자 회고사 -**



## 한국분석과학회의 창립 과정 이야기

### 김 영 상

고려대학교 명예교수(신소재화학과)  
yskim41@korea.ac.kr

1987년 가을이었다. 한국지질조사소 소장을 하였고 그 당시 과학기술처 장관이셨던 박肯植박사께서 제안하여 기기분석학회를 만들고자하였다. 그래서 관련 분석학자들이 모여 의견을 모으기 시작하였는데. 논의과정에서 화학 이외 분야에서 화학분석을 담당하는 모든 분들이 참여할 수 있는 한국분석과학회로 하자고 하여 학회 이름을 정하였다. 그리고 화학, 약학, 재료, 환경, 식품, 농학 등 각 분야에서 분석업무를 맡고 있는 전문가들을 참여하도록 하여 종합적인 분석과학을 공유하는 학회가 만들어지게 되었다.

각 분야 전문가들인 화학분야의 박冕用교수, 金宅濟박사, 李垣교수, 李澈교수, 成鶴濟박사 등 여러분들과 타 분야로 약학 분야에서 朴萬基박사, 재료분야 崔柱박사, 환경분야 徐潤洙박사, 농학분야에 韓基確박사 등과 상의하여 학회를 만들기로 하였고 논의를 거쳐 의견을 모아서 1988년 1월 20일 KIST 존슨강당에서 창립총회를 개최하여 학회가 발족하였다. 이를 기념하여 분석분야의 원로이신 고려대학교 朴基采교수님의 특별강연 “과학에서 분석과학의 중요성에 관하여”라는 제목의 특강도 있었다. 그리고 초대회장으로 박肯植장관(현 명예회장)을 추대하였고, 총무상임이사에 成鶴濟박사, 편집에 박冕用교수, 기획에 朴萬基박사, 홍보 및 사업에 金宅濟박사 등이 책임을 맡게 되었다.

학회의 얼굴인 학회지는 한글로 “분석과학”이라는 제목을 정하였는데, 영어 제목은 일본분석화학회 잡지 “Analytical Sciences”와 다르게 하기 위하여 “Analytical Science & Technology”로 결정하였다. 그래서 한글을 주 제목으로 하고 영어는 부제로 사용하여 왔는데 최근에는 한글을 없애고 영어로만 사용하여 국제화된 잡지가 되게 하였다. 그리고 수록되는 논문들이 글로벌하게 인용되게 하기 위하여 ISSN number를 받았고 “Chemical Abstracts”에 초록이 수록되도록 하였고 CSI Index로 평가받게도 하였다.

학회살림은 창립부터 두 번의 임기인 4년간을 박肯植-成鶴濟팀이 맡아서 발전의 토대를 만들었다. 그리고 故 崔柱박사님이 이어받아 金宅濟박사와 함께 2년간의 살림을 꾸려갔다. 이어서 박冕用-李垣, 朴萬基-朴正一, 金宅濟-金善太, 崔德壹-羅辰均, 金榮相-朴松子, 李垣-李剛奉, 朴成雨-김연제와 金殷浩, 金永萬-명승운 팀의 순서로 학회살림을 맡아왔고, 이어서 유능한 분들이 책임을 맡아서 현재의 학회로 발전시켜왔다.

크게 자랑스럽게 생각되는 것은 학회창립해인 1988년에 개최된 “88 Seoul Olympic Game”에서 Topping Test를 통하여 한국분석과학의 최고 능력을 세계과학계에 과시하였다는 것이다. 그 결과로서 대한민국의 과학적 국격을 향상시키는데 중요하게 기여하였고 한국의 분석과학자로서 자긍심을 가지게도 하였다.

한국분석과학회의 지난 30년  
- 분석과학인의 사명 -

이 원

경희대학교 명예교수

wonlee@khu.ac.kr

20세기가 저물어 가던 1999년 말 세계적 시사주간지인 “타임”은 지난 세기동안 인류의 삶에 가장 큰 영향을 끼친 인물로 “아인슈타인”을 선정하였다. 그동안 세계역사를 주물러 왔던 수많은 문학가나 정치가, 그리고 사상가들을 제치고 과학자를 선정한 이유에 대해서 “타임”은 “아인슈타인”이 금세기 최고의 천재라서가 아니라 인류사회의 복지에 과학기술이 가장 큰 영향을 미쳤기 때문에 그 상징으로 선정하게 된 것이라고 밝혔다.

그렇습니다. 인류사회의 발전과 변화를 이끄는 것은 “시끄럽고 돈 안 되는” 정치가나 사상가가 아니라 “묵묵히 삶의 기반을 닦고 바꾸는” 과학기술이라고 할 수 있습니다. 지난 30년 동안 여러 가지 어려움 속에서도 멈추지 않고 저희 분석과학회는 큰 발전을 이루어 왔다고 자부하고 싶습니다. 이것은 오로지 평소 회원 여러분들의 애정 어린 깊은 관심과 적극적인 지원을 바탕으로 전임 회장님들을 비롯한 임원진 여러분들께서 헌신적으로 노력하신 결과라고 생각합니다.

회원여러분! 지금 우리는 첨예한 국제경쟁시대의 한가운데에 서 있습니다. 이와 같은 무한 경쟁 시대를 슬기롭게 극복하고 국가 경쟁력을 극대화하기 위해서는 과학기술 발전만이 유일한 길이라는 것은 자명한 이치라고 생각합니다. 그럼에도 불구하고 오늘날 우리에게 주어진 상황은 그렇지 못한 것이 현실입니다. 최근 어떤 학자께서 젊은이들이 인문계를 기피하면 국가의 기강이 바로 서지 못하고, 문화 예술계를 기피하면 국가의 정서가 메마르지만, 이 공계를 기피하면 국가의 존립이 위태롭다는 사실을 깨달아야 할 때라는 말씀이 기억납니다.

“인류를 먹여 살리는 건 과학기술이고, 그것을 이끌어 가는 것은 기초과학이며, 그 중에서도 분석과학은 인간생활은 물론 국가경쟁력을 좌우하는 과학 기술발전을 가능케 해주는 가장 중요한 원천 학문분야라는 사실을 후배여러분들은 깊이 인식해야 합니다.”

**- 현재: 영인 분석과학자상  
수상 강연 -**





## Optical force chromatography separating molecules using mechanical forces of light

Doo Soo Chung<sup>★</sup>

Department of Chemistry, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

★Corresponding author: dschung@snu.ac.kr

In molecule optics, a matter wave of molecules is manipulated by a molecule-optical component made of external, typically radiative, fields. The molecule-optical index of refraction,  $n$ , for a nonresonant IR laser pulse focused onto a molecular beam can be obtained from the energy conservation and wave properties of molecules. Experimentally measured values of  $n$  for benzene and nitric oxide agreed well with the calculated values. Since  $n$  depends on the properties of molecules as well as those of the laser field, a molecule prism composed of the focused nonresonant laser field can separate a multi-component molecular beam into several components according to their molecule-optical refractive indices  $n$ . We obtained a chromatographic resolution of 0.90 for the spatial separation of a mixture beam of benzene and nitric oxide using a focused Nd:YAG laser pulse as a molecule prism.

In addition, ways of improving the efficiency of optical forces will be discussed. We report on the rotational state-dependent, transverse acceleration of CS<sub>2</sub> molecules affected by pulsed optical standing waves. The steep gradient of the standing wave potential imparts far stronger dipole forces on the molecules than propagating pulses do. Moreover, large changes in the transverse velocities (i.e., up to 80 m/s) obtained with the standing waves are well reproduced in numerical simulations using the effective polarizability that depends on the molecular rotational states. Our analysis based on the rotational state-dependent effective polarizability can therefore serve as a basis for developing a new technique of state selection for both polar and nonpolar molecules.

수상 강연 II

## Versatile metallic nanodendrites for SERS/electrochemical analysis and peptide-incorporated SERS schemes for bio-analyte detection

**Hoeil Chung**\*

Department of Chemistry, Hanyang University 222 Wangsimni-ro,  
Seongdong-gu, Seoul 04763, Korea

\*Corresponding author: hoeil@hanyang.ac.kr

A three dimensional (3D) metal-based nanodendrite network porous structure was constructed by a simple electrochemical synthetic method, and its potential for sensitive electrochemical as well as surface enhanced Raman scattering (SERS) measurements were demonstrated in this presentation. Due to the 3D nanodendrite network porous structure, much more sensitive detections of diverse analytes were possible. Further for practical applicability, a mechanical pencil lead (MPL), an easily obtainable carbon-based material with a consistent size, was used as a frame to construct an MPL-supported carbon nanotube/Au nanodendrite (MPL-CNT/AuND) sensor and the corresponding analytical performances were discussed.

Next, an analytical strategy to improve the sensitivity for detecting a protein biomarker through signal multiplication by manipulating multiple peptide-based SERS probes to bind the biomarker. Protective antigen (PA) was used as an *Anthrax* biomarker in our study. For this purpose, five small peptides selective to various PA epitopes with different binding affinities were chosen and peptide-conjugated Au nanoparticle (AuNP) SERS probes were individually prepared using each peptide. When PA samples at seven different concentrations were measured with the found optimal probe-addition sequence, the limit of detection (LOD) was 0.1 aM, and the enhancement was more effective at lower PA concentrations.

**- 미래: 분석과학에서  
인공지능의 활용 -**



미래

## Artificial intelligence approach for screening an illicit drug screening

오 한 빈\*

서강대학교 화학과

\*Corresponding author: hanbinoh@sogang.ac.kr

In these days, illicit drugs are widely spreading due to the active online advertisement of illegal drugs. One of the examples for illicit drugs is a sexual enhancement drug, e.g., viagra-modified drugs. Dishonest drug manufacturers slightly modify the part of the drug compounds which do not much affect their pharmaceutical efficacy. These modified drug compounds bypass strict validation by the drug regulation authorities and therefore expose a health hazard to the public. However, the screening these illegal compounds is not an easy task technically, because these illegal drugs are not listed in the database. Thus, we propose an artificial intelligence approach and also smartly-designed classical screening algorithm that can function well in screening these newly modified drugs using LC-MS/MS. More specifically, we have used an artificial neural network computations by training the network using the preexisting tandem mass spectrometry data for the viagra-type drugs. In addition, we propose a computational algorithm in which hybrid theoretical tandem mass spectra are constructed based on the simple modification of the preexisting database tandem mass spectra. The details will be given in the symposium.



# **Early Bird Seminar**





## Early Bird Seminar

### **Rome wasn't built in a day – give me 12 hours: Productivity Enhancements For UHPLC**

**Eddie Lim**

APAC Regional Marketing Manager – HPLC, Thermo Fisher Scientific, Singapore  
Eddie.lim@thermofisher.com

As typical for many businesses, laboratories are assessed on their efficiency in terms of operations excellence, costs, quality, and response time by measuring key performance indicators (KPI). KPIs are based on the output at a certain quality per unit time. This output is balanced against related costs. Analytical laboratories must meet these demands for enhanced productivity, as well as demands for use of multiple and diverse chromatography techniques, by analyzing more samples in the same time with the same amount of personnel, equipment and space, while maintaining rigorous quality standards. Highly automated lab equipment contributes the most to increased productivity and allows laboratories to deliver improvements in KPIs.

The Thermo Scientific™ Vanquish™ UHPLC productivity workflows address the productivity demand with a smart combination of unique dual technologies, by building two flow paths into a conventional UHPLC housing. Each flow path consists of a pump, an injection unit, a column and a detector. This Dual LC technology doubles the number of assays in the same time. Similarly, a second pump in a system can also reduce the overall analysis time by up to 60% when used for overlapped offline column wash and re-equilibration in a Tandem LC setup. Another use is the example of a Charged Aerosol Detector combined with a Dual Gradient Pump in an Inverse Gradient setup to quantify unknown compounds without the need for expensive standards. These three examples highlight the benefits of an UHPLC system and show how it maximizes efficiency.



# **Symposium I**

- Analysis for better and safer world with atomic energy –**



## Synergy between Metal and Ligand for Molecular Probes Aimed at Biomedical Applications

**Nobuhiko Iki**

Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Sendai 980-8579, Japan  
Email: iki@tohoku.ac.jp

Modern medical diagnostics rely on imaging techniques such as X-ray, PET, and MRI enabling highly resolved visualization of organs locating deep inside the body. By contrast, molecular imaging using fluorescence and absorption in visual wavelength region is still in its infancy, suffering from scattered light, auto-fluorescence, and low ability to penetrate into tissues. To circumvent the problems, we have engaged in a study to use metal-ligand complexes exhibiting signaling such as long-lifetime emission and one in near-infrared (NIR) region, which cannot be afforded by organic dyes relying on  $\pi$ - $\pi^*$  transition. In this talk, two metal complex systems will be presented to highlight the synergistic effect between metal ions and ligands to lead to signaling suitable for medical diagnostics.

**Lanthanide(III)-thiacalixarene complexes** - Thiacalix[4]arene-p-sulfonate (TCAS, Fig. 1) forms various types of heteronuclear cluster complexes with  $\text{Ag}^{\text{I}}$  and lanthanides(III) with characteristic luminescence properties. For example,  $\text{Ag}_2\text{Tb}_1\text{TCAS}_2$  exhibited exceptionally long-lived luminescence ( $t = 4.6$  ms), owing to a supramolecular cage surrounding  $\text{Tb}^{\text{III}}$  to expel coordinating water responsible for the luminescence quenching [1].  $\text{Nd}^{\text{III}}$  afforded  $\text{Ag}_4\text{Nd}_1\text{TCAS}_2$  having luminescence quantum yield of  $4.9 \times 10^{-4}$ , which is the second largest ever reported in  $\text{H}_2\text{O}$  [2].

**Platinum(II)-o-diiminobenzosemiquinonato complexes**- Water-soluble o-phenylenediamine ligands affords a diradical complex (1, Fig. 1), exhibiting a strong NIR absorption band ( $\epsilon \approx 10^5 \text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) [3]. The oxidized dimer 2 in the NIR-off state was introduced into cells to exhibit NIR absorption by reduction to 1 with glutathione in the cell. This could lead to an NIR probe to selectively stain cancer cells with the aid of a suitable targeting substance.

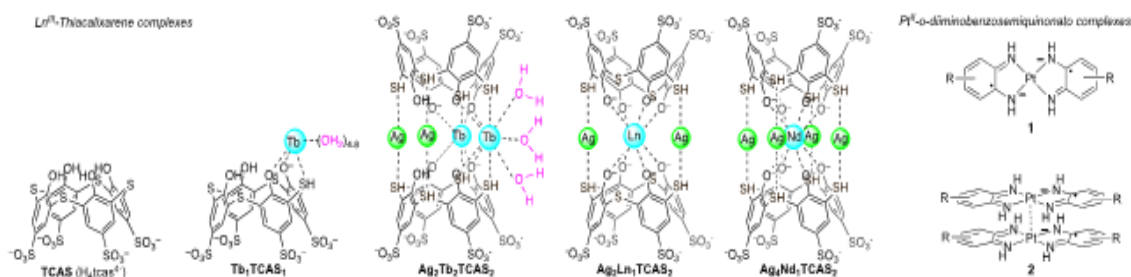


Fig. 1. Structures of the complexes.

[1] *Chem Asian J*, 2008, 3, 849.[2] *Inorg. Chem*, 2012, 51, 1648.[3] *Chem Commun*, 2013,49, 4812 (2013).

Key words: Lanthanide luminescence, Diradical complex, Near infrared, Molecular probe, Medical diagnostics

## 국내 방사능 측정기관 대상 숙련도 시험 사례

**오정석\*, 이상한, 이종만, 이경범, 황상훈, 이민기, 허동혜**

한국표준과학연구원 화학의료표준본부 방사선표준센터

\*Corresponding author: jsoh@kriss.re.kr

2011년 3월 발생한 후쿠시마 다이치 원전사고 이후 정부부처, 연구기관, 민간 분야에서 방대한 양의 방사능 분석결과들이 보고되고 있다. 정부부처로는 식품의약품안전처 (지방 식약청)에서 유통식품 및 수입식품에 대한 방사능 분석을 시행하고 있으며, 환경부에서는 국립환경과학원을 중심으로 4대강 유역 연구소에서 전국 물환경 측정망을 이용한 방사능 분석을 실시하고 있다. 해양수산부에서도 해수와 해저퇴적물, 해양생물에 대하여 정기적인 시료채취를 통한 방사능 분석을 최근 더욱 강화되어 실시하고 있다. 연구기관으로는 한국원자력안전기술원이 환경 중 방사능 모니터링을 실시하여 매년 보고서를 발간하고 있으며, 원전주변은 한국수력원자력 및 민간 환경 감시기구 그리고 주변 대학들이 다양한 시료에 대한 방사능 분석을 수행하고 있다.

한국표준과학연구원 방사선표준센터에서는 이러한 방사능 분석결과들의 신뢰성 확보를 위하여 2015년부터 방사능 측정 숙련도시험을 실시하였다. 2016년부터는 한국 인정기구 (KOLAS) 인정 타부처 숙련도시험으로 등록되어 매년 진행되고 있다. 3가지 시료의 형태 (감마용액, 베타용액1, 베타용액2) 중 원하는 시료를 참석기관이 신청하여 제공받은 후 결과를 제출하면 ISO13528:2015 에 제시되어 있는 평가방법을 사용하여 각 참석기관의 결과를 평가한다. 2017년까지는 만족과 불만족, 두 가지의 평가결과를 사용하였으나 2018년부터는 만족, 검토, 불만족, 세 가지의 평가결과를 적용할 계획이다.

지난 3년간의 숙련도시험 결과를 살펴보면 참석기관의 방사능 측정 숙련도가 매년 향상되고 있음을 확인할 수 있다. 이는 참석기관들의 측정 품질관리가 제대로 이루어지고 있음을 의미한다. 다수의 분석기관이 하나 이상의 숙련도시험 혹은 교차분석에 참석하여 최적/최상의 분석결과를 생산하기 위해 노력하고 있고 이는 숙련도시험 결과를 통하여 증명되고 있다. 다만 측정 불확도에 대한 내용은 아직 많은 분석기관들이 어려움을 호소하고 있음을 feedback을 통해 확인하였다. 측정 불확도에 대한 내용은 지속적인 교육을 통해 개선해 나가야 할 사항으로 매년 숙련도시험 워크샵을 통하여 보다 쉬운 방법으로 교육할 수 있도록 최선의 노력을 기울이고 있다.

## 국가 환경방사능 감시를 위한 방사성 핵종의 분석

임성아<sup>1,\*</sup>, 김철수<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국원자력안전기술원 <sup>1,\*</sup>방사선안전연구실, <sup>2</sup>방사능분석센터

\*Corresponding author: sayim@kins.re.kr

국가 환경방사능감시는 원자력 안전법에 근거하여 국내·외 원자력 및 방사선사고 등 방사능 이상사태를 조기에 탐지하고 적시에 방사능방재대책 마련에 필요한 정보를 제공하기 위한 목적으로 전국토 환경방사선/능 준위변동에 대한 일상 감시와 비상시 환경영향평가를 위한 생활환경 방사능조사 등으로 수행되고 있다. 또한 국내 원자력이용시설에 대한 확인감시는 원자력 안전법 제104조(환경보전) 제2항에 근거하여 시설 주변 환경에 대한 규제점검을 통해 원자력이용시설의 설치 운영으로부터 주민과 환경에 대한 환경방사능 오염여부를 객관적 입장에서 재확인 평가함으로써 환경을 보전하고 국민의 건강을 보호하는데 그 목적이 있다. 특히 원자력이용시설주변에 대한 방사선환경 감시는 시설주변 환경 중 방사성핵종에 대한 현재의 농도준위와 시설로부터 환경으로 유출된 방사성물질의 축적경향을 파악하는 데 중점을 두고 있다.

이러한 국가 환경방사능감시를 위하여 전국의 다양한 환경 시료에 대한 방사능 분석이 수행되고 있으며, 분석 결과의 정확도 및 정밀도 향상, 그리고 시간적 경제적인 효율성을 높이기 위한 분석법 개발과 분석 절차의 개선도 지속적으로 이루어지고 있다. 복잡한 환경 매질로부터 분석 대상 핵종의 분리와 농축이 요구되는 경우에는 이에 적합한 화학적전처리가 수반되며 각 핵종별 검출 가능한 계측기를 이용하여 계측 하게 된다. 감시 결과, 국내 환경 중 인공 방사성핵종의 농도는 그 준위가 매우 낮아 최소검출가능농도(MDA: Minimum Detectable Activity) 수준으로 검출되거나 그 미만으로 검출이 되는 경우도 많으며 이러한 결과들에 대한 자료의 처리는 원안위고시 제2017-17호에서 정한 바에 따르고 있다. 한국원자력안전기술원은 환경방사능감시를 위한 방사능 분석 및 기술 개발 뿐만 아니라, 방사능 분석에 적용되는 전처리 과정과 계측 방법, 계측기의 교정 및 분석자의 숙련도 등 방사능 분석에 대한 품질관리를 위하여 국내·외적으로 다양한 품질관리 활동을 수행해 오고 있으며, 환경방사능 감시 목적에 부합되도록 자료의 처리 및 결과의 평가에 대한 연구도 지속적으로 수행하고 있다.

본 발표에서는 이와 같은 내용으로 국가 환경방사능 감시를 위해 수행하고 있는 환경시료에 대한 방사성 핵종의 분석과 이와 관련된 다양한 활동들에 대하여 발표 논의하고자 한다.



## KOMAC 1.7 MV 가속기 기반 이온빔 분석 기술현황

석재권<sup>1\*</sup>, 하준목<sup>1</sup>, 김민영<sup>1</sup>, 김계령<sup>1</sup>, 조용섭<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국원자력연구원 양성자가속기연구센터

\*Corresponding author: jksuk@kaeri.re.kr

양성자가속기연구센터(KOMAC: Korea Multipurpose Accelerator Complex)의 1.7MV 탄뎀 가속기에는 4개의 빔라인이 각각 표준중성자, 빔조사, RBS(Rutherford backscattering Spectrometry), PIXE(Particle Induced X-ray Emission) 분석을 위해 설치되어 운영중에 있다. 1.7 MV 탄뎀 가속기 기반 이온빔 분석(RBS, PIXE) 기술에 대하여 발표하고자 한다.

RBS 분석은 시료의 성질을 변형시키지 않고 시료의 구성 성분 및 두께를 알 수 있는 분석법이다. 이 분석법은 박막 depth profiling(두께 2um 이하)에 적합한 분석법이라서 박막 연구에 많이 쓰이고 있으며, 이온빔 조사 후에 실제 조사량 확인과 균일도 측정에도 활용되고 있다. KOMAC에서 실제 제작한 박막시료, 이온조사 시료에 대하여 RBS 측정법을 활용하여 depth profiling 및 조사량 확인을 하였다. 또한, 일반적인 RBS 분석법으로는 미량의 C, N, O 등(ex. 표면 자연산화층)의 원소는 검출이 힘든데, 이러한 미량의 원소를 검출하기 위하여 resonant scattering 측정법으로 미량 원소를 검출하였다.

수소 이온빔을 시료에 조사했을 때 발생하는 특성 X선을 검출하여 시료의 조성을 분석하는 PIXE 분석법은 비파괴 정량 분석법이다. 이 측정법은 ppm 단위의 미량원소를 검출할 수 있다. 또한, 수 MeV 급의 수소 이온빔을 주로 사용하기 때문에 외기빔 인출에 용이하다는 장점이 있다. KOMAC에서는 이온빔을 대기 중에 인출하여 시료에 직접 조사하는 외기빔 PIXE 분석 시스템을 구축 중에 있다. 이 외기빔 PIXE 분석 시스템을 이용하면, 진공 챔버에 넣기 힘든 크기가 큰 시료나 수분 함유가 많은 시료, 분말 시료 등의 분석을 비교적 용이하게 할 수 있다. 이 측정법은 유물시료나 유기물시료, 미세먼지의 성분 분석 등에 널리 사용될 것으로 예상된다. 외기빔 분석을 시도하기 전에 진공챔버 내에 시료를 넣고 분석하는 일반적인 PIXE 분석을 먼저 시도하였다. 조성을 미리 알고 있는 CRM (certified reference material) 시료를 먼저 측정하여 분석에 대한 교정을 진행하였고, 이후 다양한 시료(곤충 날개, 찻잎 등)에 대하여 성분 분석을 진행하였다. 이 분석 결과와 외기빔 PIXE 시스템 구성현황에 대하여 발표할 예정이다.

### ACKNOWLEDGEMENT

This work has been supported through KOMAC (Korea Multi-purpose Accelerator Complex) operation fund of KAERI by MSIT (Ministry of Science and ICT)

# **Symposium II**

**- 식품 중 미량유해물질 국내  
관리현황 및 모니터링 방법 -**



## 식품 중 부정물질에 대한 기준 설정 및 관리 현황

박지수<sup>1</sup>, 김형수<sup>1</sup>, 권기성<sup>1</sup>, 임무송<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>식품의약품안전평가원 신중유해물질팀

<sup>2</sup>경인지방식품의약품안전청 유해물질분석과

\*Corresponding author: moosong@korea.kr

식품 중 부정물질이란 식품 내 의약품 성분이 함유되거나, 사용 금지된 원료가 첨가된 경우를 말한다. 예를 들면 의약품 성분인 Sildenafil이나 Sibutramine 등이 함유된 경우와 그 유사물질들을 합성하여 식품에 첨가하는 경우, 혹은 센나, 카스카라사그라다 등과 같은 사용 금지된 원료가 혼입된 경우이다. 최근 인터넷 쇼핑이 편리해지면서 국내 식품 뿐 만 아니라 해외 식품의 직접구매가 증가하였고, 안전성이나 유효성이 입증되지 않거나 사용이 금지된 원료성분이 들어 있는 식품 등도 손쉽게 구매할 수 있게 되어, 식품 내 부정물질에 대한 위험도가 증가함에 따라, 심근경색, 구토, 환각, 궤양 등의 부작용 사례 또한 증가하고 있다. 현재 식품공전에 수재되어 있는 부정물질은 대부분 발기부전치료제 및 비만치료제 유사물질로써, 사용이 금지된 성분이나 기타 의약품 성분에 대한 기준 설정 및 시험법 마련이 필요하다. 이에 식품의약품안전처는 평가원 신중유해물질팀, 경인지방 식약청, 부산지방 식약청이 공동 연구를 진행하여 사용금지 원료 및 의약품 성분의 시험법을 확립하고, 교차검증을 통해 누구나 신뢰할 수 있는 공인된 시험법을 마련하였다. 이번 연구를 통해 검체 300건 중 95건(32%)에서 부정물질이 검출되었고 검출된 95건 모두 해외 직구를 통해 구매한 것이며 이중 8건은 2~5가지 성분이 동시 검출된 것도 있다. 그 결과 작년 대비 발기부전치료제 및 그 유사물질이 신규화합물 두 종을 포함하여 50종에서 52종으로, 기타 의약품 성분이 6종에서 11종으로 추가되었고, 그 각각의 화합물에 대한 분석법을 앞으로도 추가 확대해 나갈 예정이다. 검출된 신규화합물은 기존 부정물질인 Sildenafil 및 Sibutramine과 유사한 구조의 신규 부정물질이 검출되어 MS/MS와 NMR 등의 장비를 사용하여 Dithiopropylcarbodenafil과 Chlorosipentramine으로 구조동정 하여 신물질 규명 전문가 검토회를 통해 신규 화합물로서 구조를 규명하고 이를 합성을 통해 신속하게 표준품을 확보하였으며, 또한 사용금지 원료인 통캣알리의 지표성분 6종을 분리정제하여 표준품을 확보하였다. 이러한 결과를 유관기관 간 정보 교류를 위하여 부정물질 연구회를 정기적으로 참여하여 국내·외 부정물질 연구동향 및 연구결과를 공유하여 협력체계를 더욱 강화해 나가고 있다. 위와 같이 표준품 확보 및 시험법 확립 등의 제반 여건을 수립하고 철저한 검사를 통해 부정물질이 혼입된 식품을 소비자들이 섭취할 수 없도록 함으로써, 국민들이 안전하게 식품을 섭취할 수 있도록 하고 있다.

## **Guidelines for the Analytical Quality Assurance and Quality Control in Total Diet Study**

**Jung Hee Kim, Youngsun Lee, Da Jeong Ryu, Ki Soo Lee, Hyun-Mee Park<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Advanced Analysis Center, Korea Institute of Science and Technology

\*Corresponding author: phm4556@kist.re.kr

Total diet study (TDS) differ from traditional food monitoring in two major aspects: chemicals are analyzed in food in the form in which it will be consumed and it is cost-effective in analyzing composite samples after processing multiple ingredients together. It is often used as a risk assessment tool to evaluate exposure to hazardous elements. In the "Enforcement rule of the Food Sanitation Act", food safety regulations are being implemented based on scientific evidence of total diet study. The use of validated methods is important for an analytical laboratory to show its qualification and competency. Recently, Korean Ministry of Food and Drug Safety (MFDS) made analytical QA/QC guidelines for the Total Diet Study (TDS). It deals with the cases of single-laboratory or in-house validation, inter-laboratory study, internal quality control (IQC), proficiency testing (PT) and measurement uncertainty. Method-performance characteristics includes trueness, precision, specificity, LOD, LOQ, linearity, range, ruggedness and stability. For IQC, the analysis of 'control materials', such as RMs or spiked samples, to monitor trueness and replication of analysis to monitor precision should be undertaken, and all results should be recorded in the control chart. This guidelines could help to the analytical performances for risk management in food.

## Acrylamide monitoring and its intake estimation in processed foods from Korean market

**Sanghee Lee<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>한국식품연구원

\*Corresponding author: shlee@kfri.re.kr

Acrylamide (AA) is a chemical found in starchy foods that have been cooked at high temperatures. The objective of this study is to monitor the levels of AA in potato snack, biscuits, cocoa products, chocolate product, french fries, roasted coffee, instant coffee, tea, breads, roasted laver, nuts and nut products. Samples used for this study were cleaned up using solid-phase HLB Oasis polymeric and Accucat mixed-mode anion and cation exchange solid-phase extraction cartridge. Liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) was validated in-house as an efficient analytical method for the routine analysis of AA in various food products. AA was detected with a Fortis dC18 (1.7  $\mu$ m, 100 mm  $\times$  2.1 mm) column using 0.5% methanol/0.1% acetic acid in water as the mobile phase. Good results were obtained with respect to repeatability (RSDs < 5%). The recoveries obtained for a variety of food matrices ranged between 94.5% and 107.6%. Quantification during routine monitoring was sensitive enough to detect AA at a concentration of 10  $\mu$ g/kg. Based on the measured AA level, the concentrations of potato snacks were 13.9~1435.4  $\mu$ g/kg, snacks (except potato snack) were ND~692.9  $\mu$ g/kg, biscuits were ND~861.0  $\mu$ g/kg (baby biscuit: ND~289.2  $\mu$ g/kg), french fries were 92.8~1079.9  $\mu$ g/kg, nut products were ND~135.0  $\mu$ g/kg, roasted levers were ND~334.8  $\mu$ g/kg, roasted coffee were 57.0~244.0  $\mu$ g/kg, instant coffee were 92.8~989.4  $\mu$ g/kg (including delicatessen coffee), and cereals were ND~306.5  $\mu$ g/kg. Based on probabilistic approach using @Risk program, the estimated daily exposure of AA for an average Korean consumer were determined to be 0.077  $\mu$ g/kg bw/day. Margin of exposure was calculated based on BMDL<sub>10</sub> and the estimated daily exposure to AA. This result could be used to provide basic data for risk management of AA in food.

## Determination of ethyl carbamate in fermented foods and alcoholic beverages

최보경, 류다연, 장영빈, 고은미\*

<sup>1</sup>서울여자대학교 식품응용시스템학부 식품영양학전공

\*Corresponding author: kohem7@swu.ac.kr

에틸카바메이트(ethyl carbamate)는 발효 및 저장 중에 에탄올과 N-카바밀 화합물이 반응하여 생성되는 동물성 발암물질(Group 2A)이다. 본 연구는 식품 매질 별 에틸카바메이트 분석법을 정립하고, 발효식품 및 알코올 음료 74종에서 에틸카바메이트를 분석하고, 한국인의 에틸카바메이트 섭취량을 추정하고 위해를 평가하였다. 식품매질 9종(사과주스, 소주, 우유, 옥수수유, 흰죽, 땅콩버터, 쇠고기, 생선, 해조류)의 검출한계는 0.69-6.08  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 정량한계는 2.10-18.43  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다. 회수율은 일내(intra-day) 80.75-121.82%, 일간(inter-day) 78.84-116.98%으로 나타났으며, 상대표준편차(relative standard deviations)는 14% 이하 이었다. 시료 74개 중 9개 시료에서 에틸카바메이트가 검출되었으며, 최대 함량은 알코올음료 중에서 매실주(166.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), 발효식품에서는 간장(15.6  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )에서 나타났다. 알코올음료와 발효식품을 통한 에틸카바메이트의 1일 섭취량은 평균 섭취자는 체중 kg 당 4.12 ng, 과다 섭취자(95th percentile)는 체중 kg 당 12.37 ng이었다. 한국인의 식생활에서 에틸카바메이트 노출에 가장 기여하는 식품은 간장(63%), 매실주(30%), 위스키(5%), 복분자주(2%) 순이었다. 에틸카바메이트의 benchmark dose lower confidence limit 10% (BMDL<sub>10</sub>, 0.3 mg/kg bw/ day)로 노출력(margin of exposure, MOE)을 추정한 결과, 평균 섭취자는 128,000 이었지만, 과다 섭취자의 경우에는 40,000으로 크게 감소되었다. 이러한 결과는 한국인의 에틸카바메이트 섭취량은 무시할 수 없는 수준이며, 앞으로 과다 섭취자에 대한 지속적인 조사가 이루어져야 함을 보여준다.

# **Symposium III**

**- 천연물 품질과학의 진보 -**





## High-throughput analysis of allergens in food matrices

홍영민<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>동일시마즈(주) 기술연구소

\*Corresponding author: ymhong@shimadzu.co.kr

식품에 기인한 알레르기(Allergy)는 해당 식품 중의 특정 단백질이 면역계에 비정상적인 과잉 반응을 일으켜 나타나는 현상이며, 최근 공중 보건 및 식품 산업에 관심이 증가하고 있다. 식품의 전형적인 알레르기를 유발하는 항원(알레르겐; Allergen)은 단백질과 그 펩타이드(Peptide)를 들 수 있다. 이러한 식품 알레르기는 피부, 소화기, 순환기 등 다양한 기관에서 증상이 수반되며, 특히, 아나필락시스(Anaphylaxis), 혈관부종, 혈압저하, 천식 발작 등은 즉각적인 응급 처치가 없으면 생명에 위협을 줄 수 있다. 현재까지 식품 알레르기에 대한 대안책은 해당식품을 제외한 식단을 섭취하는 방법밖에 없다. 따라서 식품 알레르겐과의 예기치 못한 접촉을 피하기 위해, 식품에 알레르기 항원의 존재를 엄격하게 표시하는 것이 중요하다. 식품의약품안전처의 '식품 등의 표시기준'에는 한국인에게 알레르기를 유발할 수 있는 21가지의 식품을 표시 대상 식품으로 규정하고 있으며, 미국 FDA의 Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act (FALCPA)에서도 우유, 계란, 생선 (배스, 넙치, 대구), 갑각류 껍질 (게, 바다 가재, 새우), 견과류 (아몬드, 호두, 피칸), 땅콩, 밀, 대두 등 8가지 주요 식품에 대해 알레르겐의 존재를 표시하도록 하고 있다. 일반적으로 식품 중의 알레르겐을 검출하는 방법으로는 ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay)와 PCR (Polymerase Chain Reaction)이 주로 사용되고 있다. 하지만 ELISA법은 교차 반응성으로 인한 위양성 결과를 초래할 위험이 높으며, 각각의 표적별로 개별 분석을 진행해야 하는 단점이 있다. 또한 PCR 분석은 알레르기성 단백질보다는 DNA의 검출에 기초를 두고 있기 때문에, 유사한 식품(우유와 소고기)을 구별하기 어려우며, 매우 민감한 검출방법의 특성으로 인해, 실험과정의 오염 등으로 인한 위양성의 결과를 초래할 가능성이 높다.

반면에, LC-MS법(Liquid Chromatography Mass Spectrometry)은 높은 선택성과 감도를 이용하여, 여러 종류의 알레르겐을 동시에 검출할 수 있는 기술로 평가되고 있다. 이 연구에서는 8종의 식품 알레르겐으로부터 유도된 31종의 펩타이드를 검출하는 방법을 개발하였다.

## SPIII-2

### **Detection of antidiabetic drugs used as adulterants in traditional herbal medicines and dietary supplements by various liquid chromatographic techniques**

**Dao Thi Cam Minh<sup>1</sup>, Pham Thi Thanh Ha<sup>2</sup>, Nguyen Thi Ha Oanh<sup>2</sup>,  
Nguyen Xuan Hieu<sup>2</sup>, Pham Thi Tam<sup>3</sup>, Le Van Vu<sup>4</sup>, Nguyen Thi Kieu Anh<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Drug Quality Control – Analytical Chemistry – Toxicology, Faculty of Pharmacy, Hue University of Medicine and Pharmacy, Hue University, Hue, Vietnam

<sup>2</sup>Department of Analytical chemistry and toxicology, Hanoi University of Pharmacy, Hanoi, Vietnam

<sup>3</sup>Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Thai Binh University of Medicine and Pharmacy, Thai Binh, Vietnam

<sup>4</sup>Center for Material Sciences, Faculty of Pharmacy, Hanoi University of Science, National University of Hanoi, Hanoi, Vietnam

#### **INTRODUCTION**

Over the last decades, the use of traditional herbal medicines and botanical dietary supplements have increased remarkably. Along with that, the amount of incidents detected with synthetic drug adulterated in herbal medicines and dietary supplements also increased. Antidiabetic drug is one of the most commonly found group of adulterants. Due to the complexed nature of herbal preparations, specific, sensitive and reliable analytical methods are required for the detection of adulterants. On the other hand, for the screening of diversified preparations on the market, simple and fast methods are also in need.

#### **OBJECTIVES**

In this study, various liquid chromatographic methods were developed for the detection and quantitation of five diabetic synthetic drugs most commonly used as adulterant, using thin layer liquid chromatography (TLC), high performance thin layer liquid chromatography (HPTLC), thin layer liquid chromatography coupled with surface enhanced raman spectroscopy (TLC-SERS) and liquid chromatography coupled with mass spectrophotometry (LC-MS).

#### **MATERIALS AND METHODS**

Various analytical conditions were screened to develop a method for simultaneous determination of 5 drugs, including metformin and 4 sulfonylureas (glibenclamide, gliclazide, glipizide and glimepiride). Methods were validated according to AOAC (2016) guidelines for dietary supplements and botanicals.

#### **RESULTS**

Two TLC mobile phase systems were chosen, one for the simultaneous analysis of metformin and glibenclamide, and one for the simultaneous analysis of 4 sulfonylureas. Two TLC methods (for identification) and HPTLC methods (for quantitation) were developed and validated, accordingly. A TLC-SERS method of detection for glibenclamide and a LC-MS method for simultaneous determination of 5 drugs were also developed and validated. These methods were applied on 40 real samples collected from market. Eight positive samples were detected with glibenclamide as adulterant.

#### **CONCLUSION**

Different analytical methods were developed and validated for detection and quantitation of 5 diabetic drugs. Results on real samples showed high ratio of adulteration in the unregistered products. TLC and HPTLC methods were found suitable for fast, simple and cheap primary screening analysis. On the other hand, TLC-SERS and LC-MS methods proved to be specific, suitable for final conclusion of adulteration, especially LC-MS with high sensitivity and accuracy. These methods proved reliable for the detection of adulterated antidiabetic products.

**KEYWORDS:** detection, antidiabetic, adulteration, herbal, liquid chromatography

## 한의학 이론기반 천연물 의약품 개발 연구 사례

**박용기\***

동국대학교 한의과대학 본초학교실

\*Corresponding author: yongki@dongguk.ac.kr

최근 고령화시대로 접어들어 복합원인으로 인한 만성 난치성질환이 증가하고 있는 추세이다. 이러한 만성 난치성 질환은 현대 의학계에서는 다양한 원인으로 연구를 하고 있지만 아직 이렇다할만한 구체적인 원인을 밝히지 못한 질환들로서 초기에 원인치료를 하지 못하므로 만성으로 진행하거나 난치성 질환으로 발전하게 된다. 이러한 만성 난치성질환에 대한 신약 개발 연구에서는 아직까지 복합적인 원인을 해결하기 보다는 단일 원인에 대한 기전을 밝히는 연구들이 대부분이다. 이러한 신약으로는 그 단일 원인이 만성 난치성질환의 근본적인 치료를 할 수 없는 경우가 많다. 따라서 만성 난치성질환을 일으키는 복합적인 원인을 동시에 조절해주어 생체가 정상적인 생리작용을 할 수 있도록 하는 치료제 개발이 시급하다.

이러한 요구에 부응하여 질병을 전체적인 관점에서 관찰하고 치료하였던 한의학적인 이론을 현대 과학적인 시각으로 해석하여 만성 난치성질환을 해결하는 연구가 필요할 것으로 생각된다. 현미경과 세포의학이 발전하기 이전에 한의학에서 질병을 파악하기 위한 인체질병 관찰의 자연관적인 관점을 이해하고 그 관점에서 사용된 처방을 통해 인체질병에 따른 기전을 현대 의학적인 관점으로 해석하여 만성 난치성 질환에 대한 인체 전체적인 장기와의 연관성 등으로 동시에 복합원인을 치료할 수 있는 치료제를 개발하는 노력이 필요하다고 생각된다.

이에 논자는 만성신부전과 같은 비가역적인 난치성질환의 경우에 현재 이렇다 할 치료제가 없으므로 한의학 이론기반으로 복합처방을 구성하여 임상 2상 시험을 통해 유의한 결과를 얻은 바 있다. 또한 중풍에 걸리면 대부분 한방병원을 찾아 치료하던 환자들이 최근 중풍에 대한 이해가 부족하여 뇌신경보호제에 의존하고 있는 부분이 있어서 기존에 한의학이론 기반 중풍치료제를 과학적인 증명을 통하여 중풍치료의 방향을 설정하고자 임상 2상 시험을 수행하여 유의한 결과를 얻은 바도 있다. 또한 알레르기 질환도 대부분이 복합원인으로 난치성질환이 되고 있는데 그 중에서 알레르기비염 환자에 면역력을 증강시켜 알레르기비염을 치료하는 임상 2상 시험을 수행한 바 있다.

이러한 임상 2상 시험의 유의한 결과를 얻었음에도 불구하고 아직은 복합약물에 대한 구체적인 HPLC 등의 분석기술로는 복잡한 기전을 밝히는 것이 어려움으로 글로벌신약으로 진행하는 한계성이 있는 것도 사실이다. 그러나 이러한 복합원인질환의 단일원인들을 동시에 치료할 수 있는 치료제가 아니고서는 만성 난치성질환을 극복하기는 어려우므로 한의학이론 기반 복합원인을 현대 과학적으로 해석하고 이러한 임상결과를 바탕으로 분석화학기술을 접목하여 근본적인 치료제를 개발할 수 있는 시대가 올수 있기를 기대합니다.

**Differences in phenolic compounds between normal and viroid apples  
using HPLC-PDA-ESI-MS and linear discriminant analysis**

**Thi Phuong Duyen Vu<sup>1</sup>, Jong Seong Kang<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>충남대학교 약학과

\*Corresponding author: kangjss@cnu.ac.kr

The effects of viroid infection on the content of phenolic compounds in apple peel were studied on three cultivars: "fuji", "gamhong" and "hongro". A high performance liquid chromatography-photodiode array detector coupled with tandem mass spectrometry was utilized for identification and quantification of eleven phenolic compounds in 111 apple samples that harvested in Korea in 2016 and 2017. Responding to viroid infection, the accumulation of dihydrochalcones was considered as principal protective solution, followed by hydroxycinnamic acids (in "fuji") and flavonols (in "hongro") as integrated defense. In viroid "fuji" samples, a considerable decrease on the content of flavonols was observed leading to the low-nutrition for consumers. An effective linear discriminant model was used for the discrimination between normal and viroid samples, with accuracies about 98.2 % and predictive ability about 95.5 %, respectively. The proposed method is useful for identification of viroid apples as well as quality control of apple related products in the market.

# **Symposium IV**

- 생활 속에 환경 오염물질  
노출과 모니터링 -**



## 화학사고 대비 환경 중 사고우려물질 분석방법 개발

황승율\*

화학물질안전원 연구개발교육과

\*Corresponding author: komelong@korea.kr

환경 분야에서 오염원으로 배출되는 화학물질을 찾아내고 심각성을 확인하기 위해 다양한 화학분석이 발전하게 되었다. 초기에 화학물질의 흡광도를 측정하는 분석방법을 기초로 질량분석기를 사용하는 방법까지 이르고 있으며 100만분의 일(1/1,000,000) 수준에서 1조분의 일(1/1,000,000,000,000) 검출할 수 있게 되었다. 최근 화학물질 사용량이 증가하며 화학물질 유출사고에 대한 관심이 증가하고 있다. 화학물질 유출사고가 발생하면 대량의 화학물질이 일시적으로 주변 환경으로 확산될 수 있으므로 기존의 배출원에서 지속적으로 환경에 유입되는 경우와 다른 측면을 가진다. 환경부는 환경기준과 별개로 화학물질관리법에 화학물질 유출사고의 사전예방과 사후처리를 위해 사고대비물질 97종을 지정·운영하고 있다. 이에 따라 화학사고 유출사고 예방, 대응, 수습 현장에서 사고대비물질의 확인을 위한 분석방법을 개발이 요구된다. 일반적으로 환경오염물질에 해당되는 화학물질이 유해성, 환경 잔류성, 생물 농축성 등의 특징이 고려되는 것에 비해 사고대비물질은 화학물질이 대량으로 유출되어 발생할 수 있는 유해성, 반응성 등 급성 피해를 유발할 수 있는 특징이 반영되어 있다. 따라서 환경오염물질에 포함되지 않은 화학물질이 다수 있으며 개별적인 분석방법의 개발이 진행되고 있다. 또한 화학물질의 유출사고로 인한 환경 피해를 조사하기 위해 사고대비물질에 의한 환경 수용체 내부의 변환산물(transformation products)에 대한 확인도 필요할 것으로 생각된다. 현재 국내에서 사용 중인 화학물질의 종류가 약 4만 종인 것을 감안하면 앞으로도 지속적인 사고대비물질의 추가적인 지정이 예상되며 분석방법에 대한 연구도 뒷받침되어야 할 것이다. 사고대비물질은 크게 유기물과 무기물로 구분할 수 있으며 유기물에 대한 분석방법으로 크로마토그래피와 질량분석기를 사용한 방법, 적외선, 라만 등 분광분석법 등이 적용되고 있으며 무기물에 대한 분석방법으로 유도결합 프라즈마분광법, 원자발광분광법, 이온크로마토그래피법 및 이와 연결된 질량분석기를 사용하는 방법 등이 사용되고 있다. 향후, 신규 지정되는 사고대비물질의 물리화학적 특성에 의거하여 기존의 분석방법을 기초로 화학물질 유출사고 발생 시 적용 가능한 분석방법 개발에 대한 연구가 활성화 되어야 할 것으로 생각된다.



## Association between urinary levels of bisphenol-A and estrogen metabolism

김은지<sup>1,2</sup>, 이동호<sup>2</sup>, 정봉철<sup>1</sup>, 표희수<sup>1</sup>, 이정애<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>한국과학기술연구원 분자인식연구센터, <sup>2</sup>고려대학교 생명공학과

\*Corresponding author: frans@kist.re.kr

Bisphenol-A (BPA) possesses estrogenic properties both in vitro and in vivo as an endocrine disrupting chemical. Humans experience a long-term and cumulative exposure to BPA. BPA was detectable in 97.3% of 1904 urine specimens from Korean adults. We investigated urinary estrogen concentrations in subjects with low and high BPA concentrations and its possible association with estrogen metabolism. Urine samples were collected from a high BPA concentration group (BPA-H; n = 100, 11.05 ± 20.47 µg/g creatinine) and a low BPA concentration group (BPA-L; n = 100, 0.70 ± 0.22 µg/g creatinine) from Korea Biomonitoring Program of Hazardous Materials Survey 2009–2010. Urinary estrogens were enzymatically hydrolyzed, extracted, and then derivatized for quantitative analysis by gas chromatography–mass spectrometry. Estrogen levels were higher in the BPA-H group than in the BPA-L group. Concentrations of estrone, 17β-estradiol, and their hydroxylated metabolites in both men and women were significantly higher in the BPA-H group than in the BPA-L group (p < 0.04). Furthermore, in the BPA-H group, estrogen metabolism to 4-hydroxy-estrone and 4-hydroxy-17β-estradiol was more active than that to 2-hydroxy-estrone and 2-hydroxy-17β-estradiol. Although single measurement and/or single spot urine samples limit the measurement of long-term exposure to BPA, we found significant differences of estrogen metabolism in the BPA-H and the BPA-L groups. The increase of hydroxyestrogens, especially 4-hydroxyestrogens, can be an important factor resulting negative effects of prolonged exposure to BPA.

## 국내유통 담배의 연초첨가물 정성 및 정량분석

임현희<sup>1,\*</sup>, 신호상<sup>2</sup>

<sup>1</sup>\*공주대학교 약물남용연구소, <sup>2</sup>공주대학교 환경교육과

\*Corresponding author: limhh@kongju.ac.kr

담배 담배회사는 궐련제조과정에서 담배를 더 친화적으로 만드는 작업을 지속적으로 진행하고 있고, 국내담배에 대한 첨가물 분석 등 디자인에 대한 특성 파악을 통해서 담배 규제에 필요한 기초자료 제공이 필요로 한다. 따라서 본 연구에서는 국내 시판중인 60종의 궐련 담배에서 정성 및 정량분석을 통해 첨가물의 종류와 양을 파악하고자 하였다.

실험은 분석방법에 따라 휘발성, 준휘발성 물질로 나누어 분석하였고, 비의도적으로 함유된 유해물질을 분석하기 위해 TSNAs, 금속류 등을 분석하였다.

궐련 담배의 휘발성 화합물 성분 분석을 위하여 궐련 필러를 취하여 증류수가 담긴 헤드스페이스용 바이알에 넣고 온도를 가열하여 헤드스페이스를 취하여 GC/MS로 분석하였다. 최종 정성 확인한 휘발성 성분에 대해 정량분석법 확립과 정도관리를 수행하였고, 이 방법을 사용하여 성분 분석한 결과 36개 항목이 검출되었다. 궐련 담배 중 준휘발성 화합물 성분 분석을 위하여 궐련의 필러를 취하여 디클로로메탄으로 추출한 후 GC/MS를 사용하여 측정하였다. 최종 정성 확인한 준휘발성 화합물에 대해 정량분석법 확립과 정도관리를 수행하였고, 이 방법을 사용하여 준휘발성 성분을 분석한 결과 등 31개 항목이 검출되었다. 담배의 유해 성분으로 4종의 TSNAs와 13종의 금속류에 대해 우선 선정한 20종을 대상으로 정량분석을 수행한 결과 4종의 TSNAs (NNN, NAB, NAT, NNK)가 대부분 검출되었고, 9종의 금속류가 검출되었다.

담배 제조과정에서 첨가되었을 것으로 추정되는 궐련담배의 연초 내 39종 성분도 대부분 가향성분이었다. 이들 향 성분들은 담배연기의 자극성을 무디게 하고 담배연기의 혐오감을 마스킹 하는 효과를 줄 뿐만 아니라, 냄새와 맛으로 흡연을 유인하는 효과를 주어 청소년, 여성 등의 흡연율을 증가시키고 간접흡연의 정도도 늘어 날 수가 있다. 흡연율 감소를 위하여 국내에서도 궐련 제품에 가향캡슐을 넣거나 연초에 가향성분을 첨가하는 것을 금지할 필요가 있으며, 더불어 담배제품에 사용되는 첨가물에 대해 제조사 또는 수입 판매업자가 성분공개를 의무화하는 제도가 시급히 도입되어야 할 것으로 판단된다.

## Metabolomic approaches to monitoring of biomarkers in asthma mouse model

**백만정**

순천대학교 약학대학

\*Corresponding author: [paik815@sunchon.ac.kr](mailto:paik815@sunchon.ac.kr)

Asthma as a multifaceted chronic disease is caused by an alteration of various genetic and environmental factors, which is increasing in incidence worldwide. However, the biochemical mechanisms regarding asthma are not completely understood. Thus, we performed a metabolomic study for understanding of the biochemical events by monitoring of altered metabolism and biomarkers in asthma. In mice plasma, 27 amino acids (AAs), 24 fatty acids (FAs) and 17 organic acids (OAs) were determined by ethoxycarbonyl/methoxime/tert-butyldimethylsilyl derivatives with GC-MS. Their percentage composition normalized to the corresponding mean levels of control group. They then plotted as star symbol patterns for visual monitoring of altered metabolism, which were characteristic and readily distinguishable in control and asthma groups. The Mann-Whitney test revealed 25 metabolites, including eight AAs, nine FAs and eight OAs, which were significantly different ( $p < 0.05$ ), and orthogonal partial least-squares-discriminant analysis revealed a clear separation of the two groups. In classification analysis, palmitic acid and methionine were the main metabolites for discrimination between asthma and the control followed by pipercolic, lactic,  $\alpha$ -ketoglutaric, and linoleic acids for high classification accuracy as potential biomarkers. These explain the metabolic disturbance in asthma for AAs and FAs including intermediate OAs related to the energy metabolism in the TCA cycle.

## **Sorbent tube-thermal desorption based quantitation method for airborne phthalates and its application to environmental analysis**

**Sang-Hee Jo, Ki-Hyun Kim**\*

Department of Civil and Environmental Engineering, Hanyang University

\*Corresponding author: kkim61@hanyang.ac.kr

The feasibility of sorbent tube (ST)-thermal desorption (TD)-gas chromatography (GC)-mass spectrometry (MS) analysis system was investigated for the quantitation of phthalates present in air. Performance of the thermal desorption-based analysis was assessed using three different sorbent combinations: [1] quartz wool (QW), [2] glass wool (GW), and [3] quartz wool plus Tenax TA (QWTN) in terms of relative recovery in reference to a direct injection method. In an effort to improve the quantitation procedure for phthalates, the adsorption properties of various sorbent materials were investigated to assess the factors causing analytical biases in the ST-based sampling of airborne phthalates. The recovery of phthalates was assessed in relation to four key sampling parameters: (1) three types of sorbent materials (QW, GW, and QWTN), (2) the concentration levels of phthalate standards, (3) purge flow rate, and (4) purge volume for analysis based on a ST-TD-GC-MS system. Among these parameters, the type of ST was the most influential in determining the recovery of phthalates. Then, the applicability of ST-TD method was explored further by quantifying diverse phthalates collected from actual environmental samples (ambient air or five types of plastic products). In the indoor and outdoor sample analysis, the ST-TD based method employed in this study was able to quantify phthalates in indoor air samples at a considerably low sample volume of 20 L (compared to other studies). In addition, emission concentrations of airborne phthalates were measured from five types of polyvinyl chloride (PVC) consumer products (vinyl flooring, wallcovering, children's toy, yoga mat, and edge protector) using a small chamber system made of impinger. Airborne phthalates released from each of those PVC samples were collected using sorbent tube (QWTN) at three temperature control intervals (0, 3, and 6 hours) under varying temperature conditions (25, 40, and 90°C). A total of 11 phthalate compounds were quantified in the five PVC products. The information regarding phthalate composition and emission patterns varied dynamically with type of PVC sample, controlled temperature, and duration of control.



# **Symposium V**

- REACH-화평법의 화학물질  
규제와 분석과학기술-**



## 2018년 이후 EU REACH 전망 및 화평법으로의 적용 방안 모색

김상현\*, 김기은, 전현표

KIST Europe, 환경안전성사업단

\*Corresponding author: shkim@kist-europe.de

2011년 가슴기 살균제 사고를 비롯한 최근까지 빈번히 발생하고 있는 다양한 화학 물질 사고들로 인해 화학 생활 용품을 극도로 꺼리는 '케미포비아(화학 공포증)' 현상이 빠르게 퍼지고 있다. 이러한 화학제품 사고는 근본적으로 화학물질에 대한 규제의 부재로부터 기인하였다 볼 수 있다. 이와 같은 사고를 원천적으로 봉쇄하고 안전한 화학 물질 사용을 위해 2013년 '화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률(화평법)'이 제정되었다. 2018년 6월말, '510종 등록대상 기존 화학물질'의 등록 마감을 목전에 두고, 지난 2월 28일 화평법이 대폭 개정되었다. 개정 전의 진행 중인 화평법과 개정 후 변화할 화평법이 화학물질로부터 안전한 사회를 만들어 줄 수 있는 법적 장치로서 제대로 된 역할을 하고 있는지 짚어보고 더 개선할 방향은 무엇인지 모색할 필요가 있다.

화평법 보다 약 12년 정도 먼저 제정되어 실행해온 유럽의 REACH(화학물질의 등록, 평가, 허가 및 제한에 관한 법률) 법률은 화평법 시행에 있어 시행착오를 줄일 수 있는 길잡이가 되었다 해도 과언이 아니다. 유럽은 EU REACH의 목적에 명기한 것처럼 유해한 화학 물질을 시장에서 퇴출시킬 뿐만 아니라 위해성 제어가 가능한 대체물질 개발을 통한 산업의 혁신을 이루고 있다. 그러나 REACH와 화평법의 약 10년간의 제도와 기술의 격차를 줄이지 못하고 오히려 그 격차가 계속 벌어진다면 이것은 우리 사회를 유해한 화학물질로 지켜내지 못함과 동시에 우리 화학 산업이 유럽 화학 산업에 뒤처지는 결과를 야기시킬 것이다. 이를 위해서는 우선적으로 EU REACH가 향후 추구하고 있는 전략 방향이 무엇인지를 제대로 분석할 필요가 있다. 또한 그것을 통해 화평법 하에서 화학물질의 등록에서부터 시작하여 법의 목적을 달성하기 위하여 추가적으로 어떤 제도적 보완이 필요하고 이를 위한 어떤 연구를 함께 수행해 나가야 하는지 시급한 검토가 필요한 시점이다.

유럽화학물질청(ECHA)은 유해한 화학물질의 스크리닝 진행을 위해 기존에 제출된 화학물질안전성평가 보고서의 미비한 점을 보완하고 1-10톤 물질로 화학물질안전성평가를 확대할 예정에 있다. 또한 기존 등록 대상물질에 포함되지 않은 폴리머 및 기존물질과 구분하여 평가가 필요한 나노물질을 관리 의무 대상으로 추가하기 위한 여러 가지 작업을 진행하고 있다. 뿐만 아니라 혼합물과 완제품 내 유해화학물질도 관리 대상으로 확대할 예정에 있다. 그래서 본 연구에서는 위와 같은 Post REACH의 전략들을 분석하여 화평법 하에서 어떻게 적용 할 수 있는지 그 방안을 모색하고자 한다.



## 고분자물질의 물질확인 / 동질성 분석 프로파일(SIP) 준비 전략

노예철\*, 김종혁, 이은옥, 김태승

한국화학연구원 화학분석센터

\*Corresponding author: rhoyc@kRICT.re.kr

인간의 건강을 보호하고 환경을 증진시키기 위해 전 세계적으로 화학물질에 대한 등록, 평가, 허용(Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals, REACH)을 통한 화학물질의 규제가 강화되고 있다. 화학물질을 등록하고자하는 화학물질 생산자 혹은 수입자는 화학물질의 물질 확인을 위하여 물질 확인 프로파일(Substance Identification Profile, SIP)을 제공하여야 한다. 현재 고분자물질의 경우 저우려 화학물질로 간주되어 등록 및 평가가 면제되나, 고분자물질 내 단량체가 2 wt% 이상 포함되는 경우에 물질등록 대상일 수 있다.<sup>1,2</sup> 고분자 물질의 물질 확인/동질성 분석을 위하여 적합한 화학분석법을 제시하고, 해당 분석 결과를 통하여 REACH 대응을 위한 고분자 물질의 물질 확인/동질성 프로파일(SIP)을 준비한다.

1. 화학안전산업계지원단, 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률해설서.
2. Guidance for monomer and polymer, ECHA, April 2012.

## Status Quo in Computational Toxicology for Mixture Toxicity Prediction

**김종윤\***

한국화학연구원 화학안전연구센터

\*Corresponding author: jkim@kRICT.re.kr

Regulatory chemical risk assessment has mainly focused on individual substances rather than mixtures. However, living organisms and the environment can be exposed to chemical mixtures at the same time and place. Mixture toxicity as combined effects of mixture components can be caused even at levels below their individual no-effect concentrations. The importance of computational toxicology methods continuously increases for predicting the mixture toxicity, since the number of conceivable mixtures is extremely large. Chemical risk assessors face substantial difficulties in using conventional models, this is due to the fact that data on the modes of toxic action of the mixture constituents required in the models still lack. Therefore, alternative models employing different data instead of the modes of toxic action need to be developed and validated not only to surmount the limitations of conventional models, but also to enhance their prediction capacity. The objective of this study was to review the status quo on computational toxicology techniques, e.g. chemo- and bio-informatic techniques, for calculating the mixture toxicity, and to derive future challenges for reliable mixture risk assessment.

## 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률에 따른 화학물질 위해성에 관한 자료 작성을 위한 노출 및 위해성 평가 방법론에 관한 연구

나진성<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 산업용섬유그룹

\*Corresponding author: jinsungra@gmail.com

화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률(이하 화평법)의 목적은 국내 유통되는 모든 화학물질의 정보를 등록, 심사, 평가하여 이를 국민에게 공유 및 확산함으로써 가습기 살균제와 같은 사고를 사전 예방으로 두고 있다. 유해화학물질로부터 국민 건강과 환경 보호를 위한 화평법은 2013년 04월 30일 국회를 통과하여 2013년 05월 22일 공포되었고, 2015년 01월 01일 시행되었다. 오는 2018년 06월 30일에는 법에 따라 지정·고시된 510종의 등록대상 기존화학물질의 1차 등록 마감을 앞두고 있다. 화평법은 총 8개의 장으로 구성되어 있으며, (a) 제조 등의 보고 (b) 화학물질의 등록 (c) 유해화학물질 함유 제품신고 (d) 위해우려제품 안전·표시 기준 준수 및 승인 (e) 화학물질 정보제공 등을 주요 내용으로 다루고 있다. 화평법은 화학물질의 전주기 관리를 위한 체계를 갖추고 있다.

'화평법'에 따라 등록대상기존화학물질 510종을 연간 1톤 이상 제조 및 수입하려 하는 사업자는 등록 유예기간인 2018년 6월 30일 까지 등록서류 제출을 완료해야 한다. 2015년 1월부터 '화평법'이 시행되어 이 후 2015년 8월에 1차 등록대상기존화학물질 510종을 지정하였고 2017년 12월에 등록 자료가 최초로 제출이 되었다. 2016년 12월 27일에 최초로 hydrogen bromide가 등록 완료되었으며, 2017년 6월 까지 등록 신청된 화학물질은 10종이며 이 중 5종이 등록완료 되었다. 2017년 8월 까지는 총 16종이 등록 신청 되었고, 이들 중 8종이 등록완료 되었다. 2017년 9월까지의 통계에는 총 등록 신청된 20종 중 10종이 최종 등록완료 되었으며, 2017년 11월 30일 기준으로 총 38종의 물질이 등록 신청되어 이중 11종이 등록 완료되었으며, 나머지 27종의 물질은 국립환경과학원의 검토 중에 있다. 위해성평가(Risk assessment)란 유해성이 있는 화학물질이 사람과 환경에 노출되는 경우 사람의 건강이나 환경에 미치는 결과를 예측하기 위해 체계적으로 검토하고 평가하는 것을 말한다(국립환경과학원 고시 제2014-48호). 화평법은 위해성 평가에 대한 조항을 포함하고 있으며 구체적인 방법에 대해서는 환경부고시에 규정되어 있다. 또한, 국립환경과학원에서 발간한 "화학물질 위해성에 관한 자료 작성지침" 및 "화학물질 위해성에 관한 자료 작성 해설서"는 화학물질의 등록신청 시 제출 자료로 요구되어지는 "화학물질 위해성에 관한 자료" 작성에 대한 정보 및 예시 등의 내용을 포함하고 있다. 화학물질의 위해성 평가에 요구 되어지는 제출 자료 중 화학물질 사용의 전 과정 취급방법과 노출통제/관리방법을 기술한 내용을 포함한 "화학물질의 위해성에 관한 자료"는 2020년 01월 01일을 기준으로 연간 10톤 이상 제조·수입하는 경우 제출 대상에 해당하며, 화평법 시행(2015. 1. 1.) 이후 톤수 범위에 따라 단계적으로 요구되어지고 있다. 화학물질의 위해성 평가 절차는 크게 ①유해성확인 ②노출량-반응평가/중민감도분포 평가 ③노출평가 ④위해도 결정이며 구체적 방법은 「화학물질 위해성 평가의 구체적 방법 등에 관한 규정」(국립환경과학원 고시 제2014-48호)에 명시되어 있다.

## 화평법 · 살생물제 관리법 및 관련 분석 이슈

**박상희\***

(주)캠토피아

\*Corresponding author: sanghee.park@chemtopia.net

2019년 1월 1일부터 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률(이하 화평법) 개정안과 새롭게 제정되는 생활 화학제품 및 살생물제 안전관리법(이하 살생물제관리법)의 시행을 앞두고 있다. 현행 화평법에 따른 510종 등록대상기존화학물질에 대한 등록경험을 공유하고, 개정 화평법에서는 1톤 이상 모든 기존물질에 대한 등록으로 확대됨에 따라 이에 따른 동질성 파악과 GHS 분류표시, 그 외 시험요건항목 관련 분석 이슈들을 검토하고자 한다. 그 외 살생물제관리법에서 활성물질 및 이를 포함하는 제품에 대한 승인 시 물리화학적 성질로서 효능시험(efficacy) 등 일반화학물질에서 포괄하지 않았던 시험항목들이 예상됨에 따라 이에 대한 국내 준비 현황 등을 점검하고자 한다.



# **Symposium VI**

**- 사회 안전을 향한 분석과학 -**



SPVI-1

## **Use of atmospheric pressure chemical ionization in GC coupled to qTOF for suspect and non-target screening**

**Tae In Ryu, Jin Seon Lee, Min-Sun Kim, Seung-Ryul Hwang, Jin Soo Park\***

Research Development and Education Division, National Institute of Chemical Safety

\*Corresponding author: jsoo725@korea.kr

Gas Chromatography(GC) coupled to quadrupole time-of-flight(qTOF) is a strong analytical technique with good potential due to its high resolving power and accurate-mass measurements. Atmospheric Pressure Chemical Ionization(APCI) is a soft ionization technique occurring gas-phase ion molecule reactions at atmospheric pressure, where ions are generated by corona discharge in chamber. The soft ionization made by APCI shows less fragmentation and more selective molecular ion or protonated ion comparison with electron ionization. These advantages are useful to detect suspect and non-target screening in chemical accident

In this study, chemical ionization of organic compound using APCI was observed not only precursor ion but also product of gas phase reaction in Mass Spectra. For example, the oxidation of acenaphthylene is shown to be due to gas-phase reactions brought on by oxidative radicals such as ozone and OH• derived from oxygen or water in the APCI environment. The major signal in the spectrum of acenaphthylene has a mass 1 Da above that of the reactant. It is due to proton transfer that is major reaction with nebulizer gas, and water in corona discharge region. But, interestingly, signals of  $[M+16]^+$ , and  $[M+32]^+$  are detected due to oxidation of reactant ( $[M+O_n]^+$ ). Addition of oxygen to the acenaphthylene occurred commonly at the unsaturated bond of the cyclo-pentafused ring during gas phase reaction. Signal of  $[2M+H]^+$  is dependent on formation of cluster ion.

These mass spectra patterns of chemical ionization by APCI are promising to confirm easily existence of specific chemical or functional groups in various samples.



## Variations of visible characteristics and bio-metabolite profiles in edible plants through acid chemical exposures

**Jin Hwan Lee<sup>1</sup>, Deulla Min<sup>1</sup>, Jin Su Park<sup>1</sup>, Jin Seon Lee<sup>1</sup>, Min-Sun Kim<sup>1</sup>,  
Jae Hyeong Jeong<sup>1</sup>, Choon Hwa Park<sup>1</sup>, Jae Young Cho<sup>2</sup>,  
Won Tae Shin<sup>2</sup>, Seung-Ryul Hwang<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>Division of Research Development and Education, National Institute of Chemical Safety, Ministry of Environment,

<sup>2</sup>Department of Bioenvironmental Chemistry, Chonbuk National University

\*Corresponding author: komelong@korea.kr

Chemical accidents have increased due to the chemical usage, human error, and technical failures during the last decades. The harmful effects of people and environment also were associated with the accumulation and exposure of chemical substances. Especially, the environmental exposure of chemicals is estimated by measuring concentrations of pollutants in natural plant, air, and soil. For these reasons, we investigated for the first time the changes in bio-metabolite profiles and characteristics from the leaves of edible plants (soybean and perilla) through growth times under acid chemical exposures (sulfuric acid and nitric acid). The leaves of two plants exhibited various appearances including browning, chlorosis, water-soaked blotches, mottle, tip-burn and necrosis according to the chemical concentrations (0.5-3%). Moreover, the bio-metabolite contents in these sources were analyzed between steady state and exposure. Twelve metabolites of soybean (positive mode) and seven metabolites of perilla (negative mode) were elucidated by UPLC-ESI-Q-TOF-MS/MS analysis. Their contents showed remarkable differences according to the growth periods (1, 3, 7, and 14 day) after exposures. In the case of soybean, the contents of twelve metabolites (isoflavones) decreased significantly in chemical exposures. Especially, malonylglycitin exhibited the highest decreases with 3.24-10.58 µg/g (1 day) → 0.42-1.55 µg/g (14 day) [nitric acid] and 16.54-23.59 µg/g (1 day) → 1.02-2.00 µg/g (14 day) [sulfuric acid]. On the other hand, palmitic acid of perilla were detected mildly increases with 1.17-1.55 µg/g (1 day) → 1.45-2.69 µg/g (14 day) [nitric acid] and 1.25-1.66 µg/g (1 day) → 1.75-2.35 µg/g (14 day) [sulfuric acid]. The contents of remaining perilla metabolites decreased mainly according to the growth periods through chemical exposures. Based on the above results, the metabolite contents in natural plants may be affected by environmental stress of chemical exposure.

SPVI-3

## **DNA Typing Process for Racing Horse & Case of Parentage Test**

**Shin-Wook Kang\***, Sun-Young Lee, Dea-Ha Choi, Man-Bea Hu, Young-Jin Yang

Racing Laboratory, Korea Racing Authority

\*Corresponding author: forhose@kra.co.kr

Thoroughbred is a breed of horse improved for their speed and endurance. Their appearance shows that a refined head, long neck, evenly curved back and long, slender legs.

The Korea Racing Authority(KRA) has played its role as a equine registration for the Korean Stud Book. The Book is an official list of animals within a specific breed whose parents are known.

Our lab(KRA) is in charge of horse DNA typing for parentage testing of Thoroughbred horses. DNA typing is used worldwide for individual identification and parentage verification of some species. DNA typing is almost equal to experimental process regardless of species - human, horse, cow, cattle, dog, cat, camel and so on.

Microsatellite are repetitive DNA sequence that are randomly distributed throughout vertebrate genome. Their polymorphism is based on the different number of basic repeat unit and the repeat numbers are inherited in a Mendelian's law. There are regions where a short base sequence is repeated many times within Thoroughbred horses genome.

In this presentation, we introduce equine DNA typing process and parentage testing case for racing horse to analytic scientist.

Key word: racing horse, DNA typing, microsatellite, parentage testing

## 윤활유 중 에틸렌글리콜의 cyclohexanone 및 phenylboronic acid를 이용한 GC/MS 분석

이준배\*, 박우용<sup>1</sup>, 정지은<sup>1</sup>, 정용애<sup>1</sup>, 권오성<sup>1</sup>, 팽기정<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립과학수사연구원 대전과학수사연구소, <sup>2</sup>연세대학교 화학과

\*Corresponding author: pajlee@korea.kr

윤활유는 각종 기기의 접촉부분에서 냉각, 감마, 방청, 밀봉, 세정 및 하중분산 기능을 수행하고 높은 점성과 유동성을 나타내며 많은 성분으로 이루어진 복잡한 매질의 유분이다. 특히 엔진 등의 내연기관에 사용되는 윤활유는 엔진에서 발생하는 고열과 연소 생성물 등으로 인하여 산화 및 변질하게 되며, 아울러 여러 가지 원인에 의하여 외부 불순물이 유입되었을 경우 윤활 성능에 악영향을 초래하여 엔진 기능에 영향을 미칠 수 있다.

내연기관 냉각계를 순환하는 냉각수의 주성분인 에틸렌글리콜은 점성이 있는 2가 알코올로서 윤활계통에 혼입 시 윤활유의 물리화학적 성질을 변화시켜 기관 손상을 야기할 수 있다. 윤활계통에 유입된 에틸렌글리콜의 확인은 Schiff reagent를 이용한 ASTM D 2982 방법에 의해 가능하지만, 사용 윤활유에 혼재하는 각종 오염물질의 방해로 말미암아 정확한 분석이 어려운 경우가 있다. 이에 대처하고자 gas chromatography를 이용한 분석법도 있으나 본 연구에서는 내부표준물질로 중수소로 치환된 에틸렌글리콜과 함께 분석특성을 향상시키기 위해 cyclohexanone (CH-one) 및 phenylboronic acid (PBA)에 의한 유도체화 과정을 거쳐 GC/MS로 분석하였다. 알코올류 분석을 위해 기존에 흔히 사용되는 silylation의 경우 수분에 취약한 점이 있으나 CH-one 및 PBA의 경우 에틸렌글리콜과 반응하여 각각 만들어지는 2-phenyl-1,3,2-dioxaborolane 및 1,4-dioxaspiro[4,5]decane은 수분의 영향을 적게 받아 분석특성이 양호 하였다. 특히 에틸렌글리콜과 CH-one에 의한 생성물에 대해서는 SPME (Solid Phase Microextraction)로 headspace에서 흡착이 가능하여 GC/MS에 의한 분석이 용이하였다.

# 포스터 발표



**Analysis of phenolic compounds in different species of apples  
by HPLC-DAD-ESI-MS**

**GAO DAN, Thi Phuong Duyen Vu, Chong Woon Cho,  
Seo Young Yang, Young Ho Kim, Jong Seong Kang\***

충남대학교 약학과

\*Corresponding author: kangjss@cnu.ac.kr

Phenolic compounds are secondary metabolites of plants and they are synthesized in the course of plant development as a part of responses to several adverse effects such as infection, wounding and UV irradiation. Apple contains quite a number of phenolic compounds. However, the content of these compounds are changed due to various reasons. The aim of this study is to analysis the phenolic compounds in apples from three species: Fuji, Gamhong and Hongro by HPLC-DAD-ESI-MS. HPLC analytical condition was performed on a C18 (250 x 4.6 mm, 5  $\mu$ m) column with mobile phase at 0.5 % acetic acid in water (A) and methanol (B) under the following gradient condition: the elution was linearly increased from 15 % to 60 % B for 60 min. Twelve peaks were preliminary identified, as almost derivatives of chlorogenic acid, quercetin glycoside and phloretin glycoside. T-test was performed to compare the statistical significance of these peaks. As the result, in Fuji viroid apples, peak 2~6 and 10 were increased while peak 7~9, 11~12 were decreased. In Gamhong viroid apples, a rise in peak 5, 6, 9~12 were found. Peak 5 and 10 were increased in Hongno viroid apples when peak 1~3 were decreased. Overall, peak 5 and 10, which were derivatives of phloretin and quercetin were increased in all three species.

## Development of simultaneous analytical method for two marker compounds in Pico AC-3 herbal mixture by HPLC

Hyun June Kim<sup>1</sup>, Chong Woon Cho<sup>1</sup>, Kyung Tae Kim<sup>2</sup>,  
Cheong-Weon Cho<sup>1</sup>, Young Ho Kim<sup>1</sup>, Jong Seong Kang<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>\*충남대학교 약학과, <sup>2</sup>동의대학교 바이오응용공학부

\*Corresponding author: kangjss@cnu.ac.kr

The quality control of herbal mixtures containing various herbs and ingredients is difficult because of various cultivation environments and harvest conditions. Pico AC-3 is consisted of GF, PF, SL, PR and CS as herbal materials. The development of simultaneous analytical method for Pico AC-3 to test the content of marker compounds for the effective quality control is necessary. The aim of this research is to develop the simultaneous analytical method for the quality control of Pico AC-3 by HPLC. HPLC analysis was carried out on a C18 column (250 x 4.6 mm (id), 5 μm) with mobile phase of 0.1% phosphoric acid in water (A) and methanol (B) under gradient conditions monitored at UV 240 nm and 1 mL/min of flow rate. Marker compound candidates such as, Brazilin, (-)-epigallocatechin-3-gallate, albiflorin, paeoniflorin, kaempferol, luteolin and isoginkgetin of Pico AC-3 were estimated by HPLC-PDA analysis. However, among the seven marker compound candidates, only luteolin and paeoniflorin were detected in the sample. The simultaneous analytical method to estimate the content of two marker compounds in Pico AC-3 was developed, and successfully validated by evaluating LODs, LOQs, linearity, precision and accuracy of intra-/inter-day and recovery. The paeoniflorin and luteolin contents in Pico AC-3 were 36.4±0.8 μg/mL (%RSD, 2.2%) and 2.3±0.1 μg/mL (%RSD, 2.6%), respectively. In conclusion, the developed HPLC analytical method will be useful for the quality control of Pico AC-3.

## Development of the simultaneous HPLC analytical method for six prenylated flavonoids in Sophorae Radix using HPLC

Chong Woon Cho<sup>1</sup>, Jang Hoon Kim<sup>1</sup>, Hyun Jun Kim<sup>1</sup>, Young Ho Kim<sup>1</sup>,  
Kyung Tae Kim<sup>2</sup>, Jong Seoung Kang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>\*충남대학교 약학과, <sup>2</sup>동의대학교 바이오응용공학부

\*Corresponding author: kangjss@cnu.ac.kr

Sophorae Radix is the roots of *Sophora flavescens*, called as Gosam in Korea. It has been used as traditional herbal medications for the treatment of emetic, tumor, fungus and bacterial, diarrheal, parasitic and pyretic diseases for a long time. The study aims to develop a simultaneous analytical method to estimate the content of six prenylated flavonoids in Sophorae Radix using HPLC. The compounds used for this study were (+)-8-prenylnaringin, kushinol L, kushenol A, sophoraflavanone G, kurarinone and kushenol B. The HPLC analytical condition was performed on a Fusion-RP column (250 x 4.6 mm, 4 μm) with mobile phase consisted of 2% acetic acid glacial in water (A) and acetonitrile-methanol (1:1) (B) with gradient condition at the flow rate of 0.9 mL/min, UV wavelength of 290 nm and column temperature of room temperature. The peaks of six compounds were assigned by comparison of MS and UV spectrum of standards using LC-DAD-ESI-MS. The developed method was successfully validated. Precision and accuracy of intra-day were 0.0 ~ 4.2% and 95.6 ~ 108.9%. Those of inter-day were 0.0 ~ 4.1% and 95.0 ~ 105.9%. The contents of (+)-8-prenylnaringin, kurarinone, kushenol L, sophoraflavanone G, kushenol A and kushenol B in the ethyl acetate extract of Sophorae Radix were 0.43±0.08, 20.08±4.58, 1.13±0.34, 7.95±2.64, 0.22±0.05 and 0.66±0.19%, respectively. In conclusion, the developed method will be used for the evaluation of the content of six compounds in Sophorae Radix.



## Discrimination of agarwood generated from different *Aquilaria* species using metabolomics and DNA-based method

Jung Eun Min<sup>1</sup>, Huy Truong Nguyen<sup>1,2</sup>, Nguyen Phuoc Long<sup>1</sup>, Ma Chi Thanh<sup>1</sup>,  
Jeongmi Lee<sup>2</sup>, Jeong Hill Park<sup>1</sup>, Sung Won Kwon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>\*서울대학교 약학과, <sup>2</sup>성균관대학교 약학과

\*Corresponding author: swkwon@snu.ac.kr

Agarwood is a resinous heartwood of some *Aquilaria* species, such as *Aquilaria crassna*, *Aquilaria malaccensis*, *Aquilaria sinensis* and *Aquilaria filaria*. It has been used in medicine, incenses and perfumes for a long time and the value of agarwood is getting higher in these days due to the difficulty for finding. However, until now, the authentication of agarwood is based on their morphological characteristic and this method is easy to errors and lacks reproducibility. Therefore, in this study, we determined some methods for authentication of two popular agarwood chips, those produced by *Aquilaria crassna* and *Aquilaria malaccensis* using metabolomics and genetic approach. We applied GC-MS metabolomics and <sup>1</sup>H NMR metabolomics for authentication of primary and secondary metabolites, respectively. In addition, DNA marker for determining the origin species of agarwood was identified. The result revealed that all the three methods described in this study can classify accurately agarwood chips. The strong and weak points of each methods are also elucidated. To our knowledge, this is the first study that can identify the differences between the agarwood chips produced by two different species from the perspective of metabolites difference and DNA markers. This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean government (MSIP) (No. 2009-0083533).

## Development of Universal Sample Preparation Method for Glyco-Omics Studies

박종문<sup>1</sup>, 이후근<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>가천대학교 약학과

\*Corresponding author: hklee@gachon.ac.kr

Glycosylation is one of the most important post-translational modifications (PTMs) of proteins and has great biological significance. Carbohydrate-protein interactions are involved in many cellular events such as protein localization, protein-protein interactions, immune responses, cell division, tumor immunology, and cell signaling. Therefore, profiling of glycoproteins is imperative in the discovery of disease biomarkers and clinical diagnosis. This study describes the development of a new method for enrichment of glycopeptides, glycolipids, and N-glycans using filters and lectins. Chapter 1 explains the significance of glycosylation, advantages and disadvantages associated with current techniques for extraction of glycoproteome, and the newly developed method for glycoproteome analysis. Chapter 2 discusses the development of the method for simultaneous extraction and analysis of phospho- and glycoproteome in a one-batch sample from nephrocalcinosis tissues of phytate-fed rats. Chapter 3 reports integrated analysis of global proteome, phosphoproteome, and glycoproteome that enables complementary interpretation of disease-related protein networks. This study shows integrated analysis of protein expression, phosphorylation, and N glycosylation by serial enrichment of phosphorylation and N glycosylation (SEPG) from the same tissue samples. Furthermore, an automated high throughput sample preparation protocol for liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) analysis of glycopeptides is outlined in Chapter 4. It describes an automated glycopeptide preparation workflow for a 96-well plate liquid-handling robotic system. In Chapter 5, the use of filter aided capture and elution protocol for concurrent preparation of N-glycan and O-glycopeptides for LC-MS/MS analysis from a single experimental batch is explained. Chapter 6 narrates a novel method for ganglioside enrichment from mouse brain (sialic acid containing ganglioside lipid capturing method [SG LC]).

## LC-MS/MS analysis of major ethanolamines found in cosmetics

Kyung-Ran Min, Kyong-Oh Shin, Maftuna Shamshiddinova, Yong-Moon Lee\*

College of Pharmacy, Chungbuk National University, Korea

\*Corresponding author: ymleefn@cbnu.ac.kr

Alkanolamines such as monoethanolamine (MEA), diethanolamine (DEA), and triethanolamine (TEA) are used as wetting agents in shampoos, lotions, creams, and other cosmetics. DEA is widely used to provide lather in shampoos and maintain a favorable consistency in lotions and creams. Although DEA is not harmful, it may react with other ingredients in the cosmetic formula after extended storage periods to form an extremely potent carcinogen called nitrosodiethanolamine (NDEA), which is readily absorbed through the skin and has been linked to the development of stomach, esophagus, liver, and bladder cancers. The purpose of this study was to develop a simultaneous quantification method for measurement of MEA, DEA, and TEA in cosmetic products. Liquid chromatography coupled tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) was performed using a hydrophilic interaction liquid chromatography (HILIC) column with isocratic elution containing acetonitrile and 5 mM ammonium formate in water (88:12, v/v). Identification and quantification of alkanolamines were performed using MS/MS monitoring to assess the transition from precursor to product ion of MEA ( $m/z$ , 61.1  $\rightarrow$  44.0), DEA ( $m/z$ , 106.1  $\rightarrow$  88.0), TEA ( $m/z$ , 150.1  $\rightarrow$  130.0), and the internal standard triethylamine ( $m/z$ , 102.2  $\rightarrow$  58.0). Alkanolamines extractions were simplified using a single extraction with acetonitrile in the cosmetic matrix. Performance of the method was evaluated with quality parameters such as specificity, carry-over, linearity and calibration, correlation of determination ( $R^2$ ), detection limit, precision, accuracy, and recovery. Calibration curves of MEA (2.9–1000 ppb), DEA (1–1000 ppb), and TEA (1–1000 ppb) were constructed by plotting concentration versus peak-area ratio (analyte/internal standard with a correlation coefficient greater than 0.99). The intra- and inter-assay accuracy ranged from 92.92 to 101.15 % for all analytes. The intra- and inter-assay precision for MEA, DEA, and TEA showed all coefficients of variance were less than 9.38 % for QC samples. Limits of detection and limits of quantification were 2.00 and 15.63 ppb for MEA, 0.49 and 1.96 ppb for DEA, and 0.49 and 1.96 ppb for TEA, respectively. This novel quantification method simplified sample preparation and allowed accurate and reproducible quantification of alkanolamines in the ng/g cosmetic weight (ppb) range for several cosmetic products.

## Evaluation of dissolution and pharmacokinetics of enteric-coated tablets of acetyl-L-carnitine

정성우<sup>1</sup>, 정연복<sup>1</sup>, 신대환<sup>1</sup>, 박천웅<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 약학대학원 약학부

\*Corresponding author: ravos@cbnu.ac.kr

The purpose of the present study was to evaluate the dissolution of the enteric-coated tablets of acetyl-L-carnitine, and to investigate its pharmacokinetics at the dose of 500 mg/kg in human subjects. For this purpose, we developed convenient HPLC method to measure the acetyl-L-carnitine concentration in the biological fluids. The low detection limit was 0.1 ug/mL using a HPLC system of UV detection. The linearity of the assay was determined over the concentration range of 0.1-0.8 ug/mL. Precision, expressed as cv%, was less than 3.3% for the endogeneous acetyl-L-carnitine in the plasma. Dissolution rate of acetyl-L-carnitine tablets in pH 1.2 buffer was almost 0%, whereas that in pH 6.8 buffer after 90 min was over 98.5%. The pharmacokinetic parameters such as AUC, Cmax and Tmax of acetyl-L-carnitine were calculated after its oral administration at the dose of 500 mg/kg. In conclusion, the tablets prepared in the present study was useful for the enteric-coated tablets of acetyl-L-carnitine.

## Simultaneous determination of fluorometholone and tetrahydrozoline hydrochloride in ophthalmic suspension by HPLC

Thuy-Vy Pham<sup>1</sup>, Xuan-Lan Mai<sup>1</sup>, Ha-Ram Song<sup>1</sup>, Soo-Bin Ahn<sup>1</sup>, Min-Jeong Cha<sup>1</sup>,  
Jong-Seong Kang<sup>2</sup>, Mi Hee Woo<sup>3</sup>, Dong-Hee Na<sup>4</sup>, In-Koo Chun<sup>5</sup>, Kyeong Ho Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Pharmacy, Kangwon National University,

<sup>2</sup>College of Pharmacy, Chungnam National University,

<sup>3</sup>College of Pharmacy, Catholic University of Daegu,

<sup>4</sup>College of Pharmacy, Chungang University,

<sup>5</sup>The Society of Korean Official Compendium for Public Health

\*Corresponding author: kyeong@kangwon.ac.kr

A combination of fluorometholone (FLU) and tetrahydrozoline hydrochloride (THZ) is commonly used as ophthalmic dosage forms in the treatment of allergic and inflammatory eye diseases. From the review of literature, in most methods for the simultaneous determination of these compounds by high performance liquid chromatography (HPLC), THZ was eluted very quickly and each compound was detected at different wavelengths, which is not convenient and efficient. In this study, a simple, sensitive, and selective HPLC method was developed and validated for the simultaneous quantification of FLU and THZ in combined ophthalmic formulations. The effects of various factors, including detection wavelength, buffer pH, buffer concentration, and organic solvent concentration, were investigated. The performance of the developed method was validated in accordance with the requirements of the International Conference on Harmonization. The linearity of the calibration curves in the desired concentration range was high for both FLU and THZ ( $r^2=0.9999$ ). The accuracy and precision of the method were determined by a recovery study at analysis concentrations of 80, 100, and 120%. The recovery was 99.60 – 100.17% for both analytes with the relative standard deviation were less than 1.0% at any concentration level. The validated results indicated that the new HPLC method could be successfully applied for the simultaneous determination of FLU and THZ in ophthalmic suspensions.

## Determination of triflusal in raw material and capsules by HPLC

Thuy-Vy Pham<sup>1</sup>, Xuan-Lan Mai<sup>1</sup>, Ji-Hyeon Lee<sup>1</sup>, Jong-Ha Lee<sup>1</sup>, Jong-Seong Kang<sup>2</sup>,  
Mi Hee Woo<sup>3</sup>, Dong-Hee Na<sup>4</sup>, In-Koo Chun<sup>5</sup>, Kyeong Ho Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Pharmacy, Kangwon National University,

<sup>2</sup>College of Pharmacy, Chungnam National University,

<sup>3</sup>College of Pharmacy, Catholic University of Daegu,

<sup>4</sup>College of Pharmacy, Chungang University,

<sup>5</sup>The Society of Korean Official Compendium for Public Health

\*Corresponding author: kyeong@kangwon.ac.kr

Triflusal is a thromboxane synthesis inhibitor as well as an antiplatelet drug which is prepared as capsules for most of commercial products. Recently, official monographs detailing pharmaceutical formulations for triflusal are not available in foreign pharmacopoeias. On the other hand, the Korean Pharmacopoeia (KP XI) contains monograph for the quality control of raw triflusal using potentiometric titration and its capsules using high performance liquid chromatography (HPLC). However, the HPLC method applied in this monograph is not efficient with the small capacity factor and the low number of theoretical plates. To improve the specificity and efficacy, this study developed an alternative HPLC method for quantification of triflusal in both raw material and capsules. The compositions of the mobile phase and flow rate were investigated to determine the optimal chromatographic condition. The performance of the developed method was validated in accordance with the requirements of the International Conference on Harmonization. Linearity was established for triflusal in the range 200 – 1250 µg/mL with r<sup>2</sup> value 0.9996. RSDs of intra-day and inter-day precision were 0.73 - 1.12% and 0.34 - 0.51%, respectively. The percentage recovery of triflusal was found in the range of 98.80 – 101.31%. The validated results indicated that the new HPLC method could be successfully applied for the determination of triflusal in raw material and capsule dosage form.

## On-Line 고체상 추출법과 semi-microbore HPLC를 이용한 혈액 중 니코틴 및 코티닌의 정량에 관한 연구

이성연<sup>1\*</sup>, 정홍주<sup>2</sup>, 최정락, 임찬호

<sup>1</sup>삼육대학교 공통기기실, <sup>2</sup>삼육대학교 화학과

\*Corresponding author: selee@syu.ac.kr

니코틴은 의존 중독 증세를 일으킬 수 있는 향정신성 물질이다. 니코틴은 혈액에 녹아 혈압을 높여 고혈압을 유발할 수 있으며, 심혈관계 질환을 일으킬 수 있다. 이 니코틴은 체내에서 코티닌으로 변환하기 때문에 코티닌까지 함께 분석을 할 경우 체내에 흡수된 니코틴의 양을 더 정확히 확인 할 수 있다. 이에 따라 본 연구는 On-line 고체상 추출법을 이용하여 쥐 혈액 중에 포함된 니코틴과 코티닌을 정제하고 농축할 수 있는 자동 HPLC 분석법을 개발하였다.

시료 주입 후 전처리 칼럼 단계에서 인산염 완충용액을 용리시키므로 시료 중에 포함된 단백질이 제거된 분석물질은 전처리 칼럼에 머무르게 된다. 그 다음 스위칭 밸브를 이용하여 전처리 칼럼에 머무르고 있는 분석물질을 정량적으로 농축칼럼으로 농축시킨 후 바로 분석칼럼으로 이동시켜 분리하였다.

니코틴의 경우 전처리칼럼은 Pak MF ph-1(4.0 mm I.D. 20 mm; Shiseido, Tokyo, Japan)을 사용하였으며 농축칼럼은 Capcell pak C18 UG 120(2.0 mm I.D. 35 mm; 5 µm particle size; Shiseido, Tokyo, Japan)을 사용하였으며, 마지막으로 본 컬럼은 UG 120 (1.5 mm I.D. 250 mm; 5 µm particle size; Shiseido, Tokyo, Japan)을 사용하였다. 코티닌 분석의 경우 전처리 칼럼만 MF C8 (4.0 mm I.D. 20 mm; Shiseido, Tokyo, Japan)으로 변경하여 분석을 하였으며 나머지 칼럼은 니코틴과 동일하게 사용하였다.

니코틴과 코티닌의 이동상은 동일하게 사용하였으며 전처리용 이동상은 20mM 인산염 완충용액(pH 7.43)을 이용하였으며 유속은 분당 500 µl로 흘려주었다. 분석용 이동상은 20 mM 인산염 완충용액, 메탄올, 아세토니트릴과 1% 시트르산(93: 4: 2:1 v/v)로 넣었으며 마지막에 디에틸아민을 152 µl 을 넣어 최종 pH를 5.43으로 만들었다. 유속은 분당 100 µl로 흘려주었다. 니코틴과 코티닌의 검출은 자외선 검출기 파장 260 nm에서 크로마토그램을 모니터 하였다.

니코틴과 코티닌은 혈액의 내부 방해물의 방해 없이 각각 10.6분과 29.8분에 각각 용리되었다. 검출 한계는 니코틴과 코티닌 각각 9.4 ng/ml과 11.1 ng/ml로 각각 나타났으며, 검량선은 20 ng/ml - 200 ng/ml 범위에서 직선을 유지 하였으며 회수율은 99% 이상이었다.

최종 샘플 제조는 쥐 혈장과 용매 200 µl을 첨가하고 불순물을 제거하기 위하여 5분 동안 13,000 rpm에서 원심 분리시킨 후 상층액 80 µl를 HPLC에 주입하였다. 이 결과 쥐의 혈액에서 니코틴은 N.D. - 531.8 ng/ml로 코티닌은 N.D. - 156.8 ng/ml의 니코틴이 검출되었다.

## **Simultaneous Analytical method development of Telmisartan and Amlodipine in combination tablet**

**Yeong-hyun Cho, Young-Joon Park\***

College of pharmacy, Ajou university, Korea

It is known as a new drug product of 'TWYNSTA' (Telmisartan / Amlodipine) tablets are indicated for the treatment of hypertension, alone or with other antihypertensive agents. The tablets may also be used as initial therapy in patients who are likely to need multiple drugs to achieve their blood pressure goals. A simple, accurate reversed-phase liquid chromatographic method was developed and validated for simultaneous estimation of Telmisartan (TEL) and Amlodipine (AMB) in combination tablets. The chromatographic separation was achieved on (Luna C18 150 x 3.9 mm, 5  $\mu$  m) analytical column with mobile phase consisting mixture of pH 3.0 phosphate buffer : methanol (400 : 600, v/v) at flow rate of 1.5 mL/min and detector wavelength UV 237 nm and column temperature at 40°C. The retention time of Amlodipine and Telmisartan was found to be 2.5 and 9.2 minutes respectively. The peaks of the two compounds were specified by comparison of the molecular weight with the standard compound and the UV spectrum. The correlation coefficient ( $R^2$ ) of all materials was more than 0.990. The validation of the proposed method was carried out for its specificity, linearity, accuracy, precision, limit of detection and quantification for both Telmisartan and Amlodipine. The developed method can be used for routine quality analysis of titled drugs in combination in tablet formulation.



**Rapid screening and confirmation of 98 illegal adulterants in dietary supplement and sp using extracted common ion chromatograms and neutral loss scan by UHPLC-Q/TOF-MS**

**Jisu Hur, Na-Hyun Park, Beom Hee Kim, Jongki Hong\***

College of Pharmacy, Kyunghee University

\*Corresponding author: jhong@khu.ac.kr

Illegally adulterated supplements are being widely distributed via Internet and local markets because food adulterants are not regulated as strictly as synthetic drugs are. In this study, rapid screening method was developed for detection and confirmation of 98 multi-class illegal adulterants (19 NSAIDS, 4 diuretics, 27 weight loss drugs, 35 psychotropic substances, and 13 cannabinoids) in supplements and spices by UHPLC-Q/TOF-MS. Illegal adulterants was successfully extracted from supplement and spices by pH control liquid-liquid extraction at pH 10 due to their basic properties. A broad range of 98 adulterants were effectively separated within 15 min on 1.7  $\mu\text{m}$  fused-core C18 particles in a 100 X 2.1 mm column with mobile phase (A : 0.1% formic acid in water; B : 0.1% formic acid in acetonitrile) and sensitively detected at sub-ppb levels in ESI positive ion mode. From the MS/MS spectra of illegal adulterants, specific common ions were observed to reflect their structural characteristics:  $m/z$  91 for phenethylamines,  $m/z$  155 and 144 for synthetic cannabinoids, and  $m/z$  125 and 158 for sibutramine analogues. Also specific neutral molecule loss fragments were observed:  $\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{CO}$  for hydroxyl or carbonyl group containing adulterants. Extracted common ion chromatograms (ECICs) and neutral loss scan (NLS) could effectively apply for rapid screening of illegal adulterants in supplements. Also, these characteristic high resolution (HR) ECICs and NLS based on reduced mass tolerance window could be effectively used for screening of multiclass of target analytes and new emerging adulterants and avoided false positive and/or negative results in supplements. Developed screening method using ECICs and NLS was successfully applied for the analysis of illegal drugs in various types of supplements and spices. The established method can be used as promising screening tool for confirmation and determination of illegal adulterants and synthetic cannabinoids in various types of supplements to ensure people's safety.

**Study on effect of particle size and Mica content on sun protection factor (SPF) using gravitational field-flow fractionation (GrFFF) and dynamic light scattering (DLS)**

**Ji Hye Kim<sup>1,2</sup>, Jeong Hoon Jin<sup>2</sup>, Woo Jin Jeon<sup>2</sup>, Ji Hoon Baek<sup>2</sup>, Ji Woo Hwang<sup>2</sup>,  
Ki Han Cho<sup>2</sup>, and Seungho Lee<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Department of chemistry, Hannam University, Daejeon 34054, Korea

<sup>2</sup>Namdaejeon High School, Daejeon 35051, Korea

\*Corresponding author: slee@hnu.kr

Sunlight consists of lights of various wavelengths including infrared (IR), visible (VIS), ultraviolet (UV), X-ray and  $\gamma$ -ray. Although the UV content is only about 6%, the human body, especially human skin, is sensitive to UV.

UV is divided into three regions according to wavelength. They are UV-A (320-400 nm), UV-B (290-320 nm) and UV-C (100-290 nm). UV-C is almost completely absorbed by stratospheric ozone and does not reach the ground and human skin [1]. Unlike UV-C, UV-A and UV-B are not absorbed into the ozone layer, so they have a detrimental effect on the skin such as skin cancer. Approximately 90-95% of UV that reaches human skin is UV-A. UV-A is known to be a main cause of the light aging, yielding skin darkness.

In general, Mica has the effect of reducing fine lines and pores, and protects the skin from sunlight. Mica is currently used as a coloring agent in sunscreen products. Still, there is no report on the effect of mica on sun protection factor (SPF) [2]. In this study, various compositions of UV screening agents were prepared by mixing Mica at various compositions, and the variations of SPF with the composition and particle size of Mica were examined.

Dynamic light scattering (DLS) and gravitational field-flow fractionation (GrFFF) were employed to analyze the particle size and its distribution of Mica. GrFFF provided size-based separation of the Mica particles, and was useful to determine the size distributions as well as the average sizes of Mica samples. It was also found that the mixing ratio of 3:3:4 for  $\text{TiO}_2$ : OMC: Mica yielded the highest SPF.

[1] National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, <http://www.nifds.go.kr/en/>, Assessed 15 Jul 2016.

[2] J.J.Ahn, *Kor.J. Aesthet. Cosmetol.* 12 (2014) 323.

## The Metabolic Study of Trenavar in Human Urine by HPLC/DAD and GC/MSD

Jinyoung Wang<sup>1,2</sup> and Yunje Kim<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Environmental Technology Research Center, Korea Institute of Science and Technology

<sup>2</sup>Department of Chemical & Biological Engineering, Korea University

Trenavar (Estra-4,9,11-triene-3,17-dione) is an anabolic steroid and is new on the black market as a "designer steroid" in trenbolone (Estra-4,9,11-trien-17 $\beta$ -ol-3-one). The designer steroid is structurally modified from an existing steroid on the World Anti-Doping Agency (WADA) doping list due to the hazardous effects such as gynecomastia and prostatic hypertrophy. In this study, trenavar and its metabolites were investigated for determining the safety of the steroid drug.

Trenavar was bought online and estra-4,9,11-triene-3,17-dione was detected, as described on label. The human excretion study was carried out with four volunteers after a single oral dose to determine the urinary metabolites of trenavar. Urine samples were submitted to enzymatic hydrolysis of glucuconjugated metabolites followed by liquid-liquid extraction using n-Hexane at pH 6.8, the optimum extraction condition. A derivatization process was performed when GC/MS was used.

The extracted trenavar and four metabolites in urine were identified by UV spectrum of HPLC/DAD, and the structures of four metabolites (M1-16-ol-trendione, M2-1-ol-trendione, M3-trenbolone, M4-epitrenbolone) were determined by LC/MS and GC/MS. The maximum excretion amounts of all metabolites and trenavar were shown 6 hours after taking the drug. M2-1-ol-trendione and M4-epitrenbolone were continuously excreted for 48 hours, it means that they were highly persistent in the body.

In conclusion, trenavar has the potential to be on the doping list because it is metabolized to trenbolone which causes many side effects. The proposed metabolic pathway and metabolites of trenavar from this study can be used in drug screening.

**Simultaneous determination of 10 new amphetamines in human urine  
by protein precipitation and LC-MS/MS**

**Kyojin Kim, Hyewon Seo, Hye jin Cha, Jisoon Shin, Young-Hoon Kim,  
Jayoung Jeong and Soo Kyung Suh\***

Pharmacological Research Division, Toxicological Evaluation and Research Department, National  
Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety

In recent years, new amphetamine derivatives were sold and consumed as new psychoactive substances of abuse. So the purpose of this study is to develop a rapid, sensitive, and selective analysis method for the determination of 10 new amphetamines in human urine by using PP coupled with LC-MS/MS. The new amphetamines and internal standard (diphenhydramine) were separated on Poroshell 120 EC(100 X 2.1 mm, 2.7  $\mu$ m) column under gradient elution using a mobile phase containing of 0.1 % formic acid, in water and in acetonitrile at a flow rate of 0.3 mL/min. We tested method validation parameters such as selectivity, linearity, accuracy, precision, recovery, LOD, LOQ and matrix effects. The calibration curve was linear in the concentration range of 0.5 ~ 100  $\mu$ g/L ( $R^2 > 0.99$ ). Recovery varied from 84.82 to 110.25 % and matrix effects ranged from 82.46 to 106.54 %. The intra- and inter-batch precisions were from 0.84 to 15.85 % and the accuracy was from 83.38 to 110.92 %. Studies on the validation of 10 new amphetamines analysis in human urine via PP and LC-MS/MS have been completed successfully. Through this study, we developed a rapid, sensitive and efficient analysis method for determination of 10 new amphetamines. This analysis method could be as a very useful tool in forensic lab for new psychoactive substances.

Keyword: New psychoactive substances, New amphetamines, Protein precipitation (PP), LC-MS/MS

**Identification of phase I metabolites of 25I-NBF in human liver microsomes by LC-high resolution MS/MS**

**Hyewon Seo, Kyojin Kim, Hye Jin Cha, Jisoon Shin,  
Young-Hoon Kim, Jayoung Jeong, Soo Kyung Suh\***

Pharmacological Research Division, Toxicological Evaluation and Research Department, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety

25I-NBF(2-(4-iodo-2,5-dimethoxyphenyl)-N-[(2-fluorophenyl)methyl]ethan-1-amine) is an N-benzyl derivative of the phenethylamine 2C-I. The compound is hallucinogen and acts as a potent partial agonist for the 5-HT<sub>2A</sub> receptor. 25I-NBF is illegal in Hungary, Japan, Latvia, and U.S.(Vermont state). Metabolism studies of 25I-NBF are currently no researched. In this study, the *in vitro* metabolism of 25I-NBF was investigated with human liver microsomes (HLM) to characterize its metabolites. The reaction mixture was analyzed using liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry(LC-Q/TOF-MS). Formation of 10 metabolites(M1-M10) was yielded with incubating 25I-NBF in HLM in the presence of NADPH. The metabolites were structurally characterized on the basis of accurate mass analysis and MS/MS fragmentation patterns. 25I-NBF is mainly metabolized to *N*-dealkylated form by the phase I reaction. The biotransformations included hydroxylation, *O*-demethylation, *N*-dealkylation, dehydrogenation, carbonylation, and combinations thereof. These results may aid in the development of analytical methods for monitoring the abuse of 25I-NBF in biological sample such as urine and blood.

## **Optimization of Simultaneous Analytical Method using UPLC-DAD for Unauthorized Pharmaceutical Compounds associated with treating senile diseases illegally Adulterated in Dietary Supplements**

**Nam-Sook Kim, Ji Hee Kim, Sun Hee Moon, Sung-Kwan Park, and Hoil Kang<sup>\*</sup>**

Division of Advanced Analysis, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation,  
Ministry of Food and Drug Safety.

<sup>\*</sup>Corresponding author : kanghoil@korea.kr

As the population of elderly people grows, the demand for treatments of senile diseases associated with bones and joints is increasing. To treat senile diseases such as osteoporosis and gout, patients are usually prescribed suitable medicines. These medicines have some side effects such as cardiac disease, atypical femoral fractures(AFF) and so on when taking long-term use. Due to those of side effects, some consumers are seeking healthy food like dietary supplements to alleviate diseases. Recently, some cases on misuse of pharmaceutical compounds illegally adulterated in dietary supplements to improve their pharmacological efficacies, have reported. Thus, it is necessary to continuously investigate the illegally adulterated compounds in dietary supplements. In this study, simultaneous analytical conditions for 10 unauthorized compounds associated with treating senile diseases illegally adulterated in dietary supplements were optimized using an ultra performance liquid chromatography (UPLC) equipped with UV detector. In order to find the optimal analytical conditions, three types of columns (BEH C<sub>18</sub>, BEH Hilic and HSS T<sub>3</sub> columns) and two mobile phases (10 mM ammonium acetate, 0.5 mM sodium 1-heaxanesulfonate (SHS) with 0.1% phosphoric acid buffer solution) were compared at 0.3 mL·min<sup>-1</sup> of flow rate and at 200 nm of detection wavelength, respectively. In conclusion, HSS T<sub>3</sub> (2.1 mm × 150 mm, 1.7 μm) as a column and 95% acetonitrile and 0.5 mM SHS with 0.1% phosphoric acid as mobile phases were selected for the optimal method. Using the optimal conditions, 10 peaks of the target compounds were separated with high resolution (≥ 1.5), respectively. For the method validation, the specificity, linearity, limit of detection, limit of quantitation, and recovery were evaluated. The established simultaneous analysis method can help to investigate the unauthorized compounds adulterated in various types of dietary supplements, more efficiently.

**Determination elemental impurities in pharmaceutical products and ingredients  
according to USP <232>/<233> and ICH Q3D using ICP-MS**

**Dong-Woo Yeom, Gyuyon Jung and Young-Rim Jung\***

Seoul Pharma Laboratories, Crystal Genomics Inc.

Interest in the determination of elemental impurities in pharmaceuticals has increased in recent years because of changes in regulatory requirements and the need for changing or updating the current limit tests recommended in pharmacopeias. This study was the use of ICP-MS (iCAP RQ, Thermo Scientific, USA) to accurately determine concentrations of elemental impurities in pharmaceutical products using microwave digestion. All sample preparation, measurement and data evaluation were according to the guidelines defined on elemental impurities in USP <232>/<233> and ICH Q3D. Each sample was then diluted by a factor of five into 15 mL polypropylene autosampler vials in a matrix of HNO<sub>3</sub> and 0.5% HCl + 200 µg/L of gold to give a total dilution factor of 500 of the original solid sample. The calibration solutions contained all 24 of the elements listed under the permitted daily exposure (PDE) (in µg/g) in USP <232>. The USP requires that the analytical procedure used to determine elemental impurities in each individual pharmaceutical product passes a series of validation tests before being accepted as suitable. The Precision test involves assessing the repeatability and ruggedness of the procedure. The repeatability of the procedure was assessed by analyzing six independent samples, spiked at 1 J. Ruggedness was assessed by analyzing six independent samples, spiked at 1 J, across two different days. The acceptance limits measured for the repeatability and ruggedness <20% RSD and <25% RSD for each target element.

**A simple, rapid and sensitive for quantification of Dienogest in healthy Korean women plasma using by LC-MS/MS : Application in Bioequivalence Study**

**A-Ram Kim, Gyuyon Jung and Young-Rim Jung\***

Seoul Pharma Laboratories, Crystal Genomics Inc.

Dienogest complements estradiol with a pronounced endometrial focus while providing both effective ovulation inhibition and cycle control as therapeutic agent for endometriosis. The analytes were extracted from human plasma by using the protein precipitation extraction technique. The MS/MS analysis was performed using a QTrap 5500 with an ESI interface to the LC. The chromatographic separation was performed on Unison UK-C<sub>8</sub>(2.0 x 75 mm, 3.0 μm, Imtakt) column with isocratic conditions using acetonitrile–5 mM ammonium formate (50 : 50, v/v) at a flow rate of 0.3 mL/min. ESI–MS/MS analysis was operated using multiple reaction monitoring (MRM) in positive ion mode.  $m/z$  312.1 → 135.0 for Dienogest and  $m/z$  320.2 → 139.2 for Dienogest- $d_8$  (internal standard). The method achieved a lower limit of quantitation of 1 ng/mL. A detailed validation of the method was performed as per KFDA guidelines and the standard curves were found to be linear in the range of 1~200 ng/mL with a mean correlation coefficient >0.999 for drugs. In human plasma, Dienogest was stable for at least 48 days at  $-70 \pm 5^\circ\text{C}$  and 7 h at ambient temperature. After extraction from plasma, the reconstituted samples of Dienogest was stable in an autosampler at  $10^\circ\text{C}$  for 70 h. Also, the cited drugs were stable in plasma samples upon subjecting to three freeze thaw cycles. The validated method was applied to a pharmacokinetic study in human plasma samples generated after administration of a single oral dose of 2.0 mg dienogest tablets to healthy women volunteers and was proved to be highly reliable for the analysis of clinical samples.



**Quantitative analysis of hair samples for methotrexate (MTX) and metabolite using high-performance liquid chromatography triple quadrupole mass spectrometry (LC-MS/MS) detection**

유영석<sup>1</sup>, 이상광<sup>2</sup>, 조건<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>한국기초과학지원연구원 생의학오믹스연구부

<sup>2</sup>대전 을지대학병원 내과

\*Corresponding author: chokun@kbsi.re.kr

Methotrexate (MTX) was formerly known as amethopterin is an antimetabolite and antifolate drug used in treatment of cancer, autoimmune diseases and as an abortifacient in the induction of medical abortions. Methotrexate began to replace the more powerful and toxic antifolate aminopterin and the two should not be confused. Due to this reason, it is important to quantitatively analyze MTX and methotrexate. For this research, we applied to high performance liquid chromatography and triple quadrupole mass spectrometry (LC-MS/MS) system. preparation of sample (hair) was carried out through the following three steps (cutting, extraction and washing). Analysis was performed using a 4000 Q-trap mass spectrometer with a 1200 series HPLC system, Biphenyl columns and using gradient elution, with methanol and 15mM ammonium bicarbonate buffer as mobile phase. The mass spectrometric detection was carried out by a using a triple quadrupole mass spectrometer equipped with a turbo ion spray atmospheric pressure interface operating in positive ionization mode, using multiple reaction monitoring mode acquisition for analysis of confirmation. Three transitions are monitored for MTX and metabolite and one for the deuterated internal standard MTX-D7.

## Testing & Validation of Various Eye drops for all Elemental Impurities in Pharmaceutical Products Following ICH Q3D and USP <232>/<233>

**CHANGHWAN LEE\***, SUNGHEE JI, SANGBAEK JEON

Perkin Elmer Korea Inorganic Application Team

\*Corresponding author: chang-hwan.lee@perkinelmer.com

The United States Pharmacopeia(USP) has announced that its new standards for elemental impurities in drug products will be implemented on January 1, 2018. General Chapters <232> and <233> specify the list of elements and their permissible daily exposure (PDE) limits based on the route of administration. USP has now harmonized the list of elemental impurities, as well as their PDEs, with the International Conference on Harmonization (ICH) Q3D Step 4 document. The KFDs has been allowed to join the international pharmaceutical cooperation body ICH, a move expected to ease the entry of Korean pharmaceutical products into overseas markets. Eye Drops can be defined as a Parental Dose by USP & ICH Guidelines. 10 kinds of elements for PDE of Parental Dose are critical items. All impurities of metals (24 elements) were tested and validated by USP <233> for this study. 4 different Eye Drops were considered as representative samples that were characterized by Benzalkonium chloride as a drug preservation media and an eye drops suspension. The Benzalkonium chloride as a surfactant of cation could decrease the recovery ratio of gold(Au) to about 50% by complex of gold ions. For digestion of the gold complex, the acid digestion had to be adapted. The inverse aqua regia(HCl : HNO<sub>3</sub>=1:3) is optimum condition for dissolving gold particles and conserving of silver and thallium ions without precipitants. If the chlorine ions increased, the recoveries of these ions will be decreased by solid precipitant. The optimum sample volume of recovery test was 0.5g of Eye drops, and volume of nitric acid and Chloric acid were 1.5mL and 0.5mL. accordingly. Reaction bottles for digestion of the samples had been heated on temperature controlled heating block that were maintained around 70°C for 15 minutes. For system suitability test of USP<232> procedure, 1.5J level of standards solution which were contained 24 kinds of elements(Class 1, 2A, 2B, 3) had been measured by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer (PerkinElmer NexION2000) at initial time of analysis and at last order of analysis. Repeatability of analysis was checked by 1.0J spiked samples by 6 replicates. Finally, the ruggedness of method had been measured by 1.5J spiked samples by 12 replicates. All of the procedures about all types of eye drops were followed by guidelines of USP<232>/ <233> and ICH Q3D.

## Development of environmentally friendly eyebrow pencil using natural ingredients

**Hee Jin Lee<sup>1</sup>, Mihyun Lee<sup>1</sup>, Seyoung Yoon<sup>1</sup>, Kyong Eun Yu<sup>1</sup>,  
Dongyoung Kang<sup>3</sup>, Woonjung Kim<sup>2</sup> and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>**

<sup>1,\*</sup>Chemtree Co. Ltd. R& D Center, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Hannam University, Daejeon, Korea

<sup>3</sup>Center for Research Facilities, Yonsei University, Seoul, Korea

\*slee@hnu.kr

Today we are looking for environmentally friendly and healthy goods instead of affordable ones. In the field of cosmetics, use of harmless and environmentally friendly cosmetics, natural cosmetics, or organic cosmetics from natural raw materials is increasing. Because cosmetics are applied directly on the skin, consumers are interested in the ingredients of cosmetics.

In the case of basic cosmetics, harmful products such as alcohol or parabens have been replaced by natural ingredients. However, in the case of coloring cosmetics, harmful substances have been inevitably added for coloring, and it has been shown that only 20% or less of synthetic materials used in cosmetics are stable.

In this study, a natural eyebrow pencil was developed by using natural ingredients such as liquid paraffin, ozokerite wax, carnauba wax, petrolatum, beeswax and microcrystalline wax, all of which are more environmentally friendly and less harmful to human body than synthetic materials. The ingredients were dissolved and mixed at an elevated temperature, and then black pigments were added. The black pigment used in this study have long been proven to be stable. After stirring the mixture for 30 min, the mixture was allowed to be hardened at room temperature in an eyebrow pencil cast.

When the liquid paraffin and the carnauba wax was mixed at the ratio of 1: 3.5, the eyebrow pencil showed similar hardness and printability to those of conventional pencils. The heavy metal contents in the pencil developed in this study were 8~2000 times lower than those of current commercial products.

Based on these results, it seems to be possible to manufacture color cosmetics with similar physical or chemical characteristics (strength, spreadability and heavy metal content, etc.) to existing products using only natural raw materials. The product developed in this study will be used in a public science class such as so-called 'Fun science experience class' on environmentally friendly color cosmetics.

## **Study on the composition of vesicle for different size with asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4): Effect of phospholipid types**

**Hyemin Kim<sup>1</sup>, Jaeyeong Choi<sup>1,2</sup>, Lars Nilsson<sup>2,\*</sup>, Björn Bergenståhl<sup>2</sup>,  
and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University, Daejeon, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Food Technology, Engineering and Nutrition, Lund University, Lund, Sweden

\*Corresponding author: slee@hnu.kr, lars.nilsson@food.lth.se

Vesicles are spherical shell composed of one or several phospholipid bilayer encapsulation an aqueous space. And phospholipid has been used in various areas including pharmaceutical, cosmetic and food industries as emulsifiers and carriers materials. The size and stability of the vesicle will change with composition and type of phospholipid.

In this study, vesicles were prepared by homogenization at two different pressure (20 and 100 MPa) with phosphatidylcholine (PC)-enriched soy lecithin and deoiled soy lecithin. The vesicles were size analyzed by cryogenic transmission electron microscopy (Cryo-TEM) and asymmetrical flow field-flow fractionation coupled with multi-angle light scattering (AF4-MALS). Then fractions of a certain size were collected from AF4 separation for phospholipid composition determination by liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS).

As a result, vesicles have a very small size less than 20 nm when prepared at 100 MPa pressure, and have a broad size range 60 to 200 nm when prepared at 20 MPa pressure for two different types of phospholipid. And, the composition was different depending on the size of the vesicles. In this study shown that AF4-MALS is a technique with potential for characterization of vesicles. The AF4-MALS makes it possible to study the size distribution, and fractions can be collected in order to study as a composition of phospholipid from the vesicles.

## Study on the Actual Conditions of Non-Confident Metals for Sea foods in Busan

Sung-ah Park<sup>1\*</sup>, Yon-koung Park, Yung-ran Na, Hyeon-jin Kim, Jung-mi Kang

<sup>1</sup>Busan Metropolitan City Institute of Health & Environment

\*Corresponding author: stpure@korea.kr

A total of 150 seafoods commonly consumed in Busan were investigated to determine the concentration of lead(Pb), Cadmium(Cd), Arsenic(As), Chromium(Cr), Copper(Cu), Nickel(Ni), Manganese(Mn), Mercury(Hg). Concentration of heavy metal was measured by using mercury analyzer and ICP-MS. The average content(mg/kg) of heavy metal in the seafoods samples was as follows: Pb 0.04(not detected ~ 0.78), Cd(not detected ~ 0.89), As(not detected ~ 8.03), Cr 0.11(not detected ~ 2.54), Cu 2.25(not detected~60.9), Ni 0.07(not detected ~1.58) , Mn 0.66(not detected ~ 7.90), and Hg 0.03(not detected ~ 0.40), respectively.

After the average content of heavy metals in seafood was determined, the exposure assessment for heavy metal was conducted. Relative hazardous levels compared to PTMI(PTWI, PTDI) were lower than the official standards for Pb(1.6%), Hg(10.5%), Cd(1.8%), and As(2.5%). In conclusion, the levels presented in this study were presumed to be safe for consumption.

*Key words : heavy metals, mercury PTWI(provisional tolerable weekly intake)  
PTMI(provisional tolerable monthly intake), PTDI(provisional tolerable day intake)*

## Monitoring of Aflatoxins on Herbs Commonly Used for Food and Medicine

Nam-Ho Kim<sup>\*</sup>, Eun-Jung Jeong, Jong-Bae Youn, Sang-Kee Min

<sup>\*</sup>Drug Analysis Team, Busan Metropolitan City Institute of Health and Environment

<sup>\*</sup>Corresponding author: brave1210@korea.kr

The aim of this study was to monitor for contamination with aflatoxins (AF) on herbs commonly used for food and medicine circulated in Busan, 2016~2017. Samples were extracted with 70% (v/v) methanol in water and refining process was performed by immunoaffinity columns. AF were analysed by HPLC-post column derivatization procedure with fluorescence detector. Out of total 213 samples of 97 species, 29 samples of 22 species were contaminated with AF (13.6%). AF B1 was detected from 6 samples (2.8%), AF B2 was 4 (1.9%), AF G1 was 2 (0.9%) and AF G2 was 18 (8.5%). Also, the amount of detected AF B1, B2, G1 and G2 was ranging from 0.8 to 14.8  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 0.3 to 1.6  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 3.9 to 4.0  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 0.2 to 4.3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  respectively. Among samples detected, only 3 samples such as Nelumbinis Semen, Myristicae Semen, Polygalae Radix were regulated in terms of AF by KFDA (permissible limit : less than total AF 15.0 ppb or AF B1 10 ppb), and were not above the legislative level. But the residual 26 samples were not regulated in terms of AF although they were contaminated with AF.

From this result, we suggest that it is needed to establish more safety guidelines as to aflatoxin on herbs commonly used for food and medicine.

key words : Medicinal Herbs, Aflatoxin, HPLC

**Development of method for determination of Inorganic arsenic in  
Water plants using reversed phase column HPLC-ICP/MS**

**Ka Ye Kim, Min Su Shin, Min Hui Kim, Sheen Hee Kim, Jang Duck Choi, Gill Jin Kang**

Division of Food Cotaminants, Department of food safety evaluation, Ministry of Food Drug Safety,  
Osongsengmyeong 2-ro, Chungju, Chungcheongbuk-do, 28159, Republic of Korea

Inorganic arsenic (i-As) is a highly toxic and carcinogen substance among arsenic species. It has the property to dissolve in water and move through the water system. In the case of water plants, i-As in the water may affect contamination of i-As in plants. In this study, To analyze the level of i-As in water plants, Liquid Chromatography-Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LC-ICP/MS) analysis method using reverse phase column was established after heat extraction. The method was full validated based on AOAC Guidelines. Limits of detection(LOD) and Limits of quantification(LOQ) of i-As were 2.9 and 8.9 respectively. The correlation coefficients ( $R^2$ ) were higher than 0.997 and the recovery test showed in the range 85-105% with relative standard deviations below 8%. This proposed method is expected to be applicable to all foods for i-As analysis

Key words: Inorganic arsenic, LC-ICP/MS, Water plants, Validation

## Optimization of LC-MS/MS method for the determination of theanine

**Dong Su Shin<sup>1</sup>, Ka Yun OH, Won Jo Choe, Sung Boo Kang, Eun Young Kwon, Hee Jung Lee, Hun Jung Gwak, Ju Young Lee, Ji Hun Kim, Jung Su Park, Won Min Pak, Cheol Woo Park, Dong Gil Leem, Dong Sul Kim, Chang Hee Lee<sup>2,\*</sup>**

Center for Food and Drug Analysis, Busan Regional Office of Food and Drug Administration,  
Ministry of Food and Drug Safety, Republic of Korea

\*Corresponding author: chlee65@korea.kr

The aim of this study is to improve the accuracy and efficiency of current theanine method registered on health functional code by introducing an LC-MS/MS with high analytical specificity.

Chromatographic separation was performed on a C<sub>18</sub>(2.1 mm x 100 mm x 1.7 um) at 35 °C with gradient of 0.1 % formic acid in water and acetonitrile at a flow 0.3 mL/min; total runtime was 5 min. The monitoring ions of theanine were m/z 175, 129, and 84 using an ESI source in positive ionization. The validation(Specificity, Linearity Accuracy, Precision, LOD, LOQ) of this method was performed according to Ministry of Food and Drug Safety guideline for analytical method validation of health functional code. Parameters for validation were investigated as follow; Linearity( $r^2 >0.999$ ), Accuracy(93.0 ~ 99.3 %), Precision(Repeatability) standard deviations(1.1 ~ 1.6 %), LOD(0.29 ng/mL) and LOQ(0.88 ng/mL).

The 15 items of health functional foods containing theanine on markets were tested for matrix effects as dosage forms of capsule, tablet and powder, which were all specific for the determination of theanine. The results of quantification ranged between 87 and 113 % of the labeled amount values.



## LC-MS/MS를 이용한 축·수산물 중 구충제 동시시험법

한수정<sup>1</sup>, 이상목<sup>1\*</sup>, 조병훈<sup>1</sup>, 홍진환<sup>2</sup>, 박현진<sup>1</sup>, 조소영<sup>1</sup>, 이강봉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

<sup>2</sup>식품의약품안전평가원 식품위해평가부

\*Corresponding author: slee@korea.kr

우리나라에서 클로산텔, 클로솔론, 니트록시닐은 소에서 구충제로 사용허가가 되어 있는 동물용의약품이다. 따라서, 현재 식품공전 중 클로산텔과 클로솔론, 니트록시닐의 동시시험법이 있으며 이 두 시험법의 적용범위는 축산물로 제한되어 있다. 하지만, 향후 허용물질목록 관리제도(PLS) 도입대비 및 허가되지 않은 축산물이나 수산물의 구충제 오·남용을 관리하기 위해서는 해당 시험법의 대상 축종 확대를 통한 시험검사의 효율성 제고가 절실하다. 따라서, 본 연구에서는 LC-MS/MS를 이용하여 축·수산물 중 구충제 3종의 동시시험법을 확립하였다.

클로산텔, 클로솔론, 니트록시닐 동시시험법 확립 시 추출방법은 ①아세토니트릴(ACN), ②개미산 암모늄 함유 80% 아세토니트릴 (NH<sub>4</sub>HCO<sub>2</sub>+80% ACN), ③염화나트륨 함유 아세토니트릴(NaCl+ACN)비교하였고, 정제방법은 ④헥산, ⑤헥산+C<sub>18</sub>, ⑥MgSO<sub>4</sub>+PSA에 따른 회수율 비교를 통해 확립되었다. 분석 대상 식품은 축·수산물에서 대표적으로 사용되는 소, 돼지, 닭, 알, 우유, 새우, 장어, 넙치를 사용하였다. 또한 표준물질의 검량선 작성 시, 공시료(blank matrix)에 혼합표준물질을 넣어 작성한 검량선을 이용하였다. 식품에 관련된 동물용의약품을 관리하기 위한 기준인 코덱스 가이드라인(CAC/GL 71-2009)에 따라, 축·수산물의 대표 축종인 소고기, 돼지고기, 닭고기, 계란, 우유, 넙치, 장어, 새우(총 8종)에 대하여 모두 혼합표준용액으로 검량선을 작성하였을 경우, 검량선 상관계수( $r^2$ )는 0.99이상으로 우수한 직선성을 나타내었고, 회수율은 대부분 CAC/GL-71-2009에 적합한 60-120%를 보여주었다. 또한 클로산텔, 클로솔론, 니트록시닐의 정량한계(LOQ)는 0.0001 ~ 0.001 mg/kg으로 나타냈다.

## LC-MS/MS를 이용한 축산물 중 139종 동물용의약품 동시다성분 시험법

박현진<sup>1</sup>, 이상목<sup>1\*</sup>, 조병훈<sup>1</sup>, 홍진환<sup>2</sup>, 한수정<sup>1</sup>, 조소영<sup>1</sup>, 이강봉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

<sup>2</sup>식품의약품안전평가원 식품위해평가부

\*Corresponding author: slee@korea.kr

동물 질병의 치료나 예방을 위해 사용되는 동물용의약품이 남용되는 경우, 축산물 섭취를 통해 인체에 유해한 영향을 줄 수 있다. 그래서 현재 우리나라를 비롯한 미국, 일본, 유럽 등 여러 국가에서 효과적인 동물용의약품 안전관리를 위해, 스크리닝 방법을 개발하여 활발하게 운영하고 있다. 또한 허용물질 목록 관리제도('Positive List System' 이하 'PLS'라 한다)가 도입될 경우에는, 신속하고 효율적인 검사 업무 수행은 축산물의 필수적인 요소라고 할 수 있다. 이를 위해 본 연구에서 수행하고 있는 동시다성분 시험법 개발은 허용물질목록관리제도에서 가장 활발하게 활용될 것으로 추정할 수 있다.

동물용의약품 동시다성분 시험법은 현재 식품공전에서는 74종 동시다성분 시험법이 고시되었으며, 지금까지 연구는 102종 동시다성분 시험법까지 수행되었다. 하지만 우리나라에서 인 허가되어 관리되는 231종은 물론이거니와 우리나라에서는 허용되지 않았지만 외국에서는 사용가능한 미등록 동물용의약품까지 관리하기에는 턱없이 부족한 실정이다. 따라서, 이번 연구에서는 139종 동시다성분 시험법 확대를 추진하고 있다.

다빈도 대표축산물 5종(소고기, 돼지고기, 닭고기, 우유, 계란)을 대상으로 blank 시료에 잔류허용기준('Maximum Residue Limit' 이하 'MRL'이라 한다)에 따라 일정농도 (0.5×MRL, MRL, 2×MRL)를 spiking 하여 100% 아세토니트릴(소고기는 80% 아세토니트릴)로 추출하여 C<sub>18</sub> 분말로 정제하여 멤브레인필터(PVDF)로 여과 후 LC-MS/MS로 분석하고, 그 결과는 정량성이 확보되는 축종이나 대상에 대해서는 정량성을 표시하고 그것이 어려울 경우에는 정성만이 가능한 방법으로 개발하고 있다. 정량성의 기준은 CODEX 가이드라인인 CAC/GL-71-2009에 따라 검증하고 있다.

**LC-MS/MS를 이용한 참다래, 배, 파프리카에서  
Spinosad, Cyenopyrafen, Cyflumetofen 분석법 확립**

김연경, 조지미\*, 이현선, 이재근, 이성우, 최재태

국립농산물품질관리원 전남지원

참다래, 배, 파프리카는 해외시장에서 꾸준한 소비 확대로 매년 수출량이 증대되고 있으나 적극적인 수출시장 개척이 필요한 품목이다. 농산물의 수출 확대를 위해서는 각 수출 대상국의 안전기준에 따라 잔류농약 허용기준 및 규제 성분에 적합한 농산물 생산이 핵심적인 요구 사항이다. 따라서 본 연구에서는 LC-MS/MS를 이용하여 참다래, 배, 파프리카에 사용되는 Spinosad, Cyenopyrafen, Cyflumetofen 농약에 대한 분석법을 확립하여 수출 농산물에 대한 안전 관리를 강화하고자 수행되었다.

시료의 추출 방법은 QuEChERS법을 사용하였고 LC-MS/MS로 기기분석 하였다. 분석을 위한 검출한계는 (1.0~3.6)  $\mu\text{g}/\text{kg}$  수준이었고 분석 정량한계는 (2.9~10.7)  $\mu\text{g}/\text{kg}$  범위로 나타났으며, 분석 대상 성분의 직선성은 0.5 ~ 10  $\mu\text{g}/\text{L}$  범위에서  $R^2 > 0.99$  이었다. 분석 회수율은 저농도(10  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )에서는 75.8 %에서 124.3 %, 고농도(100  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )에서는 80.8 %에서 125.2 %의 수준이었으며, 상대표준편차는 12.8 % 이내로 나타나 20 % 이내의 기준을 만족하였다. 본 연구를 통해 QuEChERS 전처리와 LC-MS/MS를 이용한 Spinosad, Cyenopyrafen, Cyflumetofen 농약의 분석법이 참다래, 배, 파프리카에서 효과적으로 적용될 것으로 기대된다.

## GC×GC TOF를 이용한 쌀 신·구곡 판별

조순길<sup>1</sup>, 최경후, 박혜진, 김호진, 이승화, 박수민, 박영준, 이민휘, 안종성<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>\*국립농산물품질관리원 시험연구소

\*Corresponding author: j.ahn@korea.kr

쌀의 생산연도는 신선도와 밥맛에 영향을 주고, 소비자가 신·구곡을 판단하고 선택을 하는데 중요한 요소이다. 신곡과 구곡의 가격차이로 구곡을 신곡으로 판매하는 등의 부정 유통 개연성이 상존하고 있다. 현재 쌀 신·구곡을 판단하는 방법은 GOP시약을 처리하여 효소활성도에 따라 착색정도를 가지고 판단하고 있다. 이러한 방법은 건조·보관상태, 품종 등에 따라 차이가 발생하여 신·구곡을 판단하는데 어려움이 있다. 따라서 효소 활성도에 영향을 받지 않는 신·구곡 판별방법을 개발하는데 연구의 목적이 있다. 2017년산과 2016년산 현미 20점을 분석하였고, 같은 현미를 쌀로 가공하여 20점을 분석하였다. 분석은 시료 10g을 칭량하여 20mL 용기에 담고 방해물질을 제거하기 위해 질소가스로 충전하였다. 시료를 오븐으로 옮겨 120°C에서 30분간 500rpm으로 흔들어서 휘발성물질을 추출한 다음, 추출된 시료 1mL을 GC×GC TOF에 주입하였다. (5%-Phenyl)-methylpolysiloxane이 충전된 30m×0.25mm×0.25um Column과 (50%-phenyl)-methylpolysiloxane이 충전된 0.1m 길이의 칼럼을 사용하여 휘발성물질을 분리하였다. 이 때, Oven 온도는 40°C에서 280°C까지 승온조건으로 설정하였다. 분석결과, 7.7~7.9분에서 1-pentanol이 가장 먼저 검출되었고, 8.7~8.9분에 hexanal, 9.8~10.1분에 2-furancarboxaldehyde, 11.05~11.2분에 1-hexanol, 12.3~12.45분에 heptanal이 차례로 검출되었다. 신·구곡 모두에서 5종류의 휘발성물질이 검출되어 상대적 함량을 비교하였다. 현미와 백미 모두에서 2017년산은 hexanal이 가장 많고 heptanal이 1-hexanol보다 많았다. 2016산은 hexanal이 가장 많고 1-hexanol이 heptanal보다 현저히 많았다. 1-hexanol과 다른 휘발성물질을 비교하여 정확하게 신·구곡을 판별할 수 있다. 이 방법은 효소활성도에 따른 신·구곡 판별법과 다른 새로운 방법으로 양곡의 거짓표시 단속으로 양곡의 부정유통 근절에 활용할 수 있을 것이다.

**FT-IR 스펙트럼 데이터 기반 다변량 통계분석을 이용한  
마늘 대사체 수준 원산지 판별**

Discrimination of Geographical origin of garlic metabolite level using  
FT-IR spectroscopy based multivariate statistical analysis

**김현정, 신병곤, 이지혜, 동해민, 김혜경\***

국립농산물품질관리원 시험연구소 원산지검정과

\*Corresponding author: khg7976@korea.kr

마늘은 우리 국민 식생활에서 필수적인 식품 중 하나이며, 전체 농업 생산액에서 큰 비중을 차지하는 농산물이다. 마늘이 국민 다수가 찾는 식품인 만큼 소비자들은 올바른 원산지 표시가 되어 있는 양질의 마늘을 구입하려는 소비 경향을 보인다. 하지만 수입량 증가에 따른 저가 외국산 마늘이 국내 유통되면서 외국산이 국산으로 둔갑되는 사례가 급증하는 추세이며, 특히 깎마늘의 경우 육안으로 국산과 외국산 구별이 쉽지 않은 점이 악용된다. 따라서 농식품 유통질서 확립을 통한 생산자와 소비자를 보호하기 위한 마늘 원산지 검정법 확립이 시급한 실정이다.

이번 원산지 검정법을 확립을 위해 사용된 시료는 국내외 여러 지역에서 원산지가 확인된 마늘이다. 먼저 국내산 통마늘 시료 100점과 외국산 통마늘 시료 100점으로부터 껍질을 제거한 깎마늘 각 200톨에서 전세포추출물을 추출하였다. 이후 대사체 수준에서 시료간의 양적, 질적 패턴차이를 조사하기 위해 푸리에 변환 적외선 분광기(FT-IR)를 이용하여 스펙트럼을 조사하고, 흡광도 차이가 있는 최적의 파수 2개 구간( $1,838\text{cm}^{-1}\sim 1,477\text{cm}^{-1}$ ,  $1,118\text{cm}^{-1}\sim 7,192\text{cm}^{-1}$ )을 선택하여 2차 미분으로 수처리한 FT-IR 스펙트럼 데이터를 다변량 통계분석 기법을 통해 분석하였다. 그 결과, 검량식 정확도가 97.2%로 높게 나타났으며 검량식 작성후 다시 교차 검증하였더니 내부 검증 결과가 96.5%로 나타났다. 국내산, 외국산 마늘 한톨씩 전세포추출물의 대사체 수준의 양적 질적 차이로 검량식을 작성하였기 때문에, 향후 미지의 마늘 시료 검정시 한톨이라도 다른 원산지로 판정될 경우 혼합 여부도 알 수 있어 원산지가 혼합된 마늘에 대한 원산지 판별도 가능할 것으로 판단된다.

앞으로 다양한 산지로부터 미지의 검증 시료를 추가로 확보·분석하여 외부검증 판별 정확도가 95% 이상으로 나타나면, 이번 검정법을 원산지 판별에 이용하여 원산지 단속 업무에 과학적인 원산지 수사 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

## **Geographic identification of roasted burdocks by electronic tongue**

**Ji-Hye Lee, Hyun-Jung Kim, Hye-Min Dong, Byeung-Kon Shin, Hye-Kyung Kim\***

Experiment Research Institute of National Agricultural Products Quality Management Service

Consumption of roasted burdocks has been increased due to health benefits. A large price between domestic and imported roasted burdocks may cause illegal activities regarding geographical origin rules. The objective of this study was to investigate identification of the geographical origin of roasted burdocks by using electronic tongue with multivariate statistical analysis. Total 200(Korean: 100/ Chinese: 100) samples were collected from food markets in Korea and China. Samples were dried at a constant temperature(40°C) for 24h and milled powders with food mixer. Each sample 0.5 g was solved in distilled water for 50 mL and filtered. Samples were measured 5 times by Alpha ASTREE II(Alpha MOS, Toulouse, France). Discriminant analysis was obtained by performing taste screening and CDA(canonical discriminant analysis) basis on signals of electronic tongue. Compared the taste profile patterns between Korean and Chinese samples, the taste of sourness, bitterness, sweetness and umami was no significantly different, while the taste of saltiness was obviously higher in Chinese samples. CDA resulted that discriminant accuracy for the Korean and Chinese roasted burdocks were 85.0 % and 88.0%, respectively. The final discriminant accuracy was 86.5% that failed to meet acceptable limit(95.0%) of NAQS(National Agricultural Products Quality Management Service). Additional studies were required to improve the discriminant accuracy according to identification of different geographical origins of roasted burdocks.

## **Origin discrimination of onion using UHPLC-Q-Orbitrap HRMS with multivariate analysis**

**Dong-Jin Kang, Eun-Hee Chang, Da-Jeong Jeong, Young-dae Choi, Suel hye Hur, Hyemin Dong,  
Ji-Young Moon, Seong-Hun Lee, Hyeo-Kyeong Kim, Byeung-Kon Shin\***

Experiment Research Institute of National Agricultural Products Quality Management Service,  
141, Yongjeon-ro, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do, 740-220, Korea

An onion is one of the popular condiment vegetables in Korea. The consumption of onion in Korea has been increasing rapidly and a lot of onion are imported from some countries. The Most of Korean people prefer to eat Korean onion. So the price of Korean onion is 2 times higher than imported onion in Korea. It is the reason why the origin of onion is identified.

The aim of this study is to discriminate the origin of onion by comparing organic compounds' contents between Korean and imported onion using high-performance ultra liquid chromatography coupled to a quadrupole-orbitrap high resolution mass spectrometer(UHPLC-Q-Orbitrap HRMS).

The method based on UHPLC-Q-Orbitrap HRMS was applied to identify compounds' contents difference to discriminate origin of onion.

The 100 samples from 67 regions were collected and analyzed. Mass scanning range was from 100 m/z to 1,500 m/z. The mass data was acquired at a resolution of 70,000 FWHM(at 200 m/z). Q-Orbitrap HRMS with electrospray ionization(ESI) source was operated in positive mode.

The 11 compounds was identified and compared with relative contents to discriminate origin by searching mass spectral data obtained from Q-Orbitrap HRMS based on mass m/z, retention time, isotopic pattern, and mass spectra.

In this study, we found that identified 11 compounds' contents; Proline, Isoleucine, Asparagine, Lysine, Glutamic acid, Tryptophan, Arginine, Hydroxyphenylalanine, Histidine, Quercetin, and Quercetin-glucoside. They were different between Korean and imported onion. The relative content ratios of the 11 compounds were from 1.3 to 2.2 in Korean and imported onion.

The accuracy of discrimination origin was 99.0% using 11 compounds' contents data applied with multivariate analysis. Overall, the results showed that this method could be useful in discrimination of the geographical origins between Korean and imported onion.

**Development of method to discriminate the geographical origin of onion using ICP-OES with multivariate data analysis**

**Suel hye Hur, Eun-Hee Chang, Da-Jeong Jeong, Dong-Jin Kang, Young-dae Choi, Hyemin Dong, Hyeo-Kyeong Kim, Byeung-Kon Shin\***

Experiment Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service, 141, Yongjeon-ro, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do, Korea

Onion is well known as condiment vegetable in Korea. Consumers want to eat Korean onion in Korea. Korean people are concerned about labeling of geographical origin of onion when purchasing onion. The price of Korean onion is 2 times higher than imported onion in Korea. The origin of onion is identified to prevent false indication of geographical origin of onion. The aim of this study is to discriminate the origin of onion by comparing inorganic elements' contents between Korean and imported onion using inductive coupled plasma optical emission spectrometer(ICP-OES).

In this study, 100 samples of onion were collected from Korea, Japan and China. The samples were analyzed using inductive coupled plasma optical emission spectrometer(ICP-OES). We found 13 inorganic elements' contents; Al, Ca, K, Mg, Cu, Fe, Mn, Na, P, S, Si, Sn, and Ba. The 13 inorganic elements' contents were different between Korean and imported onion. The relative content ratios of the 13 elements were from 0.4 to 2.4 in Korean and imported onion.

The accuracy of discrimination for geographical origin was 98% by ICP-OES with multivariate analysis. This result showed that the method can be used to discriminate geographical origin between domestic and imported onion in Korea.



## Development of a Quantitative Analytical Method for Fenbutatin Oxide using LC-MS/MS in Agricultural Products

Hyo Young Kim, Chai Uk Lim, Ka-Yeon Lee, Su Min Hong, Dong-Ho Kim, Hyunjeong Cho\*

Experiment & Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service

\*Corresponding author: hjcho201@korea.kr

Fenbutatin oxide is used to control spotted mite on strawberry and pear. We developed the method for fenbutatin oxide to vitalization of our agricultural products export. Korea's major exporting countries are U.S.A, Japan, Hongkong and so on. These countries enforce Positive list system or Zero tolerance by technical barriers to trade. To safely export, the quantitative limit of the method must meet the 10 µg/kg level.

There is an official method of using LC-UVD, but the analysis process is difficult and time-consuming. A method for fenbutatin oxide has been developed using the modified QuEChERS EN method with liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) in 5 agricultural commodities (Apple, Paprika, Pear, Strawberry, and Tomato). During LC-MS/MS analysis, A carry-over phenomenon occurs in the chromatogram. To overcome this phenomenon, we carefully considered the column and injection volume. To validate developed method, all commodities spiked with two concentration levels of 10 and 100 µg/kg. The recoveries were within 70 ~ 120% with the relative standard deviation (RSD) of 20% and the limit of quantification (LOQ) of methods were below 10 µg/kg, and the correlation coefficient ( $R^2$ ) of matrix-matched standards were > 0.99. The recoveries, LOQ, and repeatability achieved, meet the needs of tolerance level monitoring of these pesticides in the agricultural export product.

## **A Simultaneous Analysis Method of Streptomycin, Dihydrostreptomycin in Agricultural Products**

**Chai Uk Lim<sup>\*</sup>, Hyo Young Kim, Ka-Yeon Lee, Hyunjeong Cho, Dong-Ho Kim**

Experiment & Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service

<sup>\*</sup>Corresponding author: chaiuk@korea.kr

Streptomycin was mainly used as an antibiotic in the field of medicine, but it was proved to be effective in controlling bacterial diseases of plants and started to be used as fungicide. Streptomycin is known to have low toxicity to humans and fish, but has ototoxicity as a side effect.

In this study, simple a Ud rapid multi-residue method was developed and validated. Recovery testing was performed in 5 commodities (apple, paprika, strawberry, pear, tomato). Through the matrix-matched calibration method, good reproducibility and robustness, linearity was confirmed. The spiking levels for the recovery experiments were 0.010 and 0.1 mg/kg for LC-MS/MS analysis. Mean recoveries ranged between 61.0 and 98.8 %, and RSD were below 15%. Limit of detections (LOD) were 0.5 to 2.0 µg/kg and limit of quantitation (LOQ) were 1.4 to 5.9 µg/kg. Correlation coefficients of the calibration curves were >0.995. Based on these results, the method has been proven to be highly efficient and robust and suitable.

**Simultaneous Determination of Plant Growth Regulators in  
Brown rice using QuEChERS with LC-MS/MS**

QuEChERS와 LC/MSMS를 이용한 현미 중 식물생장조절제의 동시분석

**김난영, 오문석, 전종섭\*, 성진희, 최영주, 류지은, 성진희**

경기도보건환경연구원 농수산물검사부

\*Corresponding author: vet089@gg.go.kr

This study focused on the simultaneous determination of 12 plant growth regulators (PGRs) in brown rice that is representative cereal grain. Sample has been carried out by liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). Validated analysis methods was applied to acidified(1% acetic acid) acetonitrile extraction and fractionation with MgSO<sub>4</sub> 4 g, NaCl 1 g and buffer. After that, purification was applied to dispersive - SPE(MgSO<sub>4</sub> 900 mg + C<sub>18</sub> 150 mg). As a result, optimized method should be applied for monitoring of 9 PGRs(pacllobutrazol, uniconazole, forchlorfenuron, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, 4-chlorophenoxyacetic acid, inabenfide, thidiazuron, trinexapac-ethyl) in cereal grain. Average recoveries(3 replicates) were rage of 70~120% with coefficient of variation of < 22%. The linearity of calibration method gave R<sup>2</sup>≥0.98. The developed purification method is easy, fast and accurate, and can be applied to routine test of plant growth regulators in cereal grain in short time.

**Pattern analysis of the bio-converted *M. alba* leaf products  
for the quality control**

**Jin Hyeok Kim<sup>1</sup>, Tae Jung Kim<sup>1</sup>, Kyung Tae Kim<sup>2</sup>, Young Ho Kim<sup>1</sup>,  
Cheong Won Cho<sup>1</sup>, Jong Seong Kang<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>\*충남대학교 약학과, <sup>2</sup>동의대학교 바이오응용공학부

\*Corresponding author: kangjss@cnu.ac.kr

*Morus alba* has been used as herbal materials for traditional herbal medicines and functional foods with various bio-activities, such as antitumor, antiobesity, antidiabetic, and antioxidant activities. In recent, many researchers have been actively studied to improve the bio-activities and function of materials using processing method with bioconversion technology such as fermentation using microorganisms and enzymes. This study aims to analyze the pattern of main component peaks in the bio-converted products of *M. alba* leaves, and to identify for these compounds as marker compound candidates of the bio-converted products using HPLC-DAD-MS. These products were partitioned with water and ethyl acetate layer by liquid-liquid extraction method to minimize the matrix effects. The water layer was analyzed by HPLC-DAD-MS on a C<sub>18</sub> column (4.6 × 250 mm, 5 μm) with mobile phase of 0.1% aqueous formic acid (A) and 0.1% formic acid in acetonitrile (B) under the gradient conditions at 0.7 mL/min of flow rate. Five peaks were increased by bioconversion products of *Morus alba* leaves. Among the five peaks, four peaks were identified as trans-caffeic acid, morin 3-O-β-D-glucopyranoside, moracin M 3'-O-β-glucopyranoside and astragalin by comparison of UV spectra and molecular weight data in the literature and MS and UV spectra analyzed by HPLC-DAD-MS. In conclusion, these compounds will be useful as marker compound candidates to estimate the quality of the bio-converted products of *M. alba* leaves.

**Comparison of Supercritical Fluid and Liquid Chromatography coupled to Tandem Mass Spectrometry in the Multi-Class Multi-Residue Method for Veterinary Drugs in Bovine Muscle**

**김정현, 조현덕, 안진영, 현승묵, 김준희, 한상범\***

중앙대학교 약학과

\*Corresponding author: hansb@cau.ac.kr

A new generation of supercritical fluid chromatography (SFC) system has been commercialized since 2012, and its application range has been extended with the use of various combinations of mobile phases and additives. However the SFC rarely has been used for the analysis of veterinary drug residues in foods. In this study, we evaluated the feasibility of SFC coupled to tandem mass spectrometry (SFC-MS/MS) in the analysis of veterinary drug residues. An SFC-MS/MS method was developed for 107 veterinary drugs, and the optimization of SFC conditions were carried out via 'Design of Experiments (DoE)'. The analytes in same extracts of beef matrices were analyzed by the developed SFC-MS/MS method and the popular reverse phase liquid chromatography-tandem mass spectrometry (RPLC-MS/MS) method. The two methods were compared in terms of matrix effects, theoretical plate numbers, and etc.

## Phase quantitative analysis of gypsum according to the temperature changes with XRD compared with KS specifications (KS L 9003)

Ji-yeon Lee<sup>1</sup>, Han-jung Jo

<sup>1</sup>KCC central research institute, Comprehensive Analysis Research Team

Gypsum board is a natural material that is used as a building material with the characteristics of insulation and light weight, environment friendly. Natural gypsum (calcium sulphate dihydrate) is a hydraulic material, which undergoes chemical reactions quickly when in contact with water, generating gypsum. It consists largely of calcium sulphate dihydrate (also called gypsum,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), calcium sulphate hemihydrates ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ , including the  $\alpha$ - and  $\beta$ -types) and calcium sulphate anhydrite ( $\text{CaSO}_4$ ). Depending on the content of  $\beta$ -types calcium sulphate hemihydrates in the gypsum materials, it may affect the properties of the gypsum board products. Therefore, the phase and content analysis is an important part of the product materials inspection.

In analyzing the relative content of each phase, it is required to align the KS specifications (KS L 9003) with the XRD, ICP-OES, DSC for a long time. But analyzing these using the XRD rietveld method is possible with only one device, short time required, and accuracy is guaranteed.

In this study, the phase and content analysis of the gypsum is analyzed using the rietveld method from the XRD and compared with the analysis results using the KS specification method to verify this. In addition, the phase analysis of the gypsum was carried out according to the temperature changes from room temperature to 300 °C to determine the critical phase content of each temperature.

Through this study, it is expected to contribute to stabilizing the fair condition of the gypsum calcining process, and to analyze the content of each phase conveniently.

## 세라믹 소재 지르코니아의 분석방법

유지혜<sup>1</sup>, 임경미<sup>2</sup>, 최철호, 이명규, 안옥성, 최진섭, 최기인\*

<sup>1</sup>한국세라믹기술원, 인하대학교 <sup>2</sup>\*한국세라믹기술원

\*Corresponding author: kichoi@kicet.re.kr

지르코니아는 높은 용융점과, 고강도, 고경도, 내마모성, 내화학안정성 등의 특성을 가진 무독성, 무취의 세라믹 재료로 산소센서, 연료전지, 압전체 재료, 촉매 등 광범위하게 사용되고 있으며, 특히 치과분야에서 임플란트 구조물, 교정용 브라켓 등 생체불활성재료로 응용되고 있다. 그러나 현재 지르코니아 관련 국,내외 표준은 상당히 적은 숫자와 주로 5~50% 지르코니아 내화물에 한정되어 있기 때문에, 고순도 지르코니아에 적용하기엔 다소 어려움이 존재한다. 이러한 이유로 본 연구에서는 지르코니아의 화학 분석 방법을 비교하여 고순도 지르코니아 적용에 대한 가능성을 평가하고자 하였다.

지르코니아는 알칼리용융( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), 가압 산분해( $(1+1)\text{H}_2\text{SO}_4$ ), 상압 산분해( $\text{H}_2\text{SO}_4+(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) 총 3가지 방법으로 전처리를 진행하였다. 알칼리용융의 경우 0.1g, 0.3g, 0.5g에서 모두 시료가 완전히 분해되었고, 용융제로 추가한  $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 의 양(시료대비 6배, 8배, 10배)을 다르게 하였을 때 결과에 큰 영향을 미치지 않았으나, 시료무게가 많을 경우(0.5g이상) 과량의  $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 이 추가되면 용융시간이 길어지므로 주의해야한다. 또한 가압 산분해와 상압 산분해는 장시간(24시간 이상) 분해하였음에도 불구하고 시료가 완전히 분해되지 않았다.

전처리된 용액의 지르코늄은 만델산 중량법과 ICP-OES측정을 통하여 정량되었는데, 중량법과 ICP-OES 모두 시료 무게가 0.3g이상이었을 때 99%이상의 회수율을 확인하였다. 중량법과 ICP-OES의 결과 값은 전체적으로 비슷한 양상을 보였으나, ICP-OES의 경우 검량선과 희석배수 그리고 시험자의 오차에 따른 불확도가 커 분석방법 적용 시 주의해야 하며, 중량법이 불확도 요인이 적고 오차가 작기 때문에 고순도 지르코니아의 지르코늄 정량에 적절한 방법이라고 판단되어 진다.

## 국내 규석 규사 광물의 주성분 및 미량성분 정량분석

Quantitative Analysis of Major and Trace Elements in Korean Silica and Silica Sand

김건한, 정은숙, 정민기, 이현아\*, 김현구\*, 최병인\*\*, 안상호\*\*,

대덕분석기술연구소, \*한국세라믹기술연구원 분석인증센터

\*\*한국지질자원연구원, 기술사업화센터

규석과 규사의 용도 및 품질요건은 각 산업체의 생산품에 따라 차이가 있으나 일반적으로 산업체에서  $\text{SiO}_2$  및  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ 의 함량농도에 따라 용도별로 사용 용도가 다양하다.

유리공업에서는 백색유리, 유색유리, 판유리, 광학유리 제조용으로, 도자기류 공업에서는 도자기, 타일, 소지 및 유약용으로, white carbon은 화학공업 충전재용으로, 규석내화벽돌의 내화물용으로는 인조사, 해사, 강사, 자연사가 주물공업용으로, Si-Fe 제조 페로시리콘은 제철강용, 정수공업용, 비철제련용, 시멘트용, 건축재용등으로 다양한 분야에서 활용되고 있다. 국내 규석 광산은 충북 제천군 백운면 진성규석광산, 전남 강진군 도암면의 덕용규석광산, 경북 김천시 지례의 지례규석 광산 등이 있으며 현재 운영 중인 광산수는 규석광산이 28개, 규사광산이 19개이다. 생산량은 규석 3,777,510톤, 규사 682,241톤이며 수입량은 규석 150,040톤 규사는 970,143톤이다 (인용자료: 광산물수급분석 2016/2017 한국지질자원연구원발간).

상기와 같이 국내 생산 및 수입에 의한 원료를 공급하기 때문에 원료의 정확한 조성분석결과가 필요하다. "KS L 2101 규사 및 규석의 화학 분석 방법", "KS E 3076 규석과 규사의 형광 엑스선 분석 방법" 인용하여 규석 규사의 주성분 함량분석을 하며, 함량성분에 따라 산업체에서 필요로 하는 용도별로 품질요건에 적합한 원료를 공급하여야 되므로 이의 정확한 정량분석이 필요하다.

본 연구에서는 국내산 규석, 규사의 정량분석을 규격을 활용한 화학분석, XRF, ICP-AES, ICP/MS에 의한 주성분 및 미량성분에 관하여 비교 검토하였다.



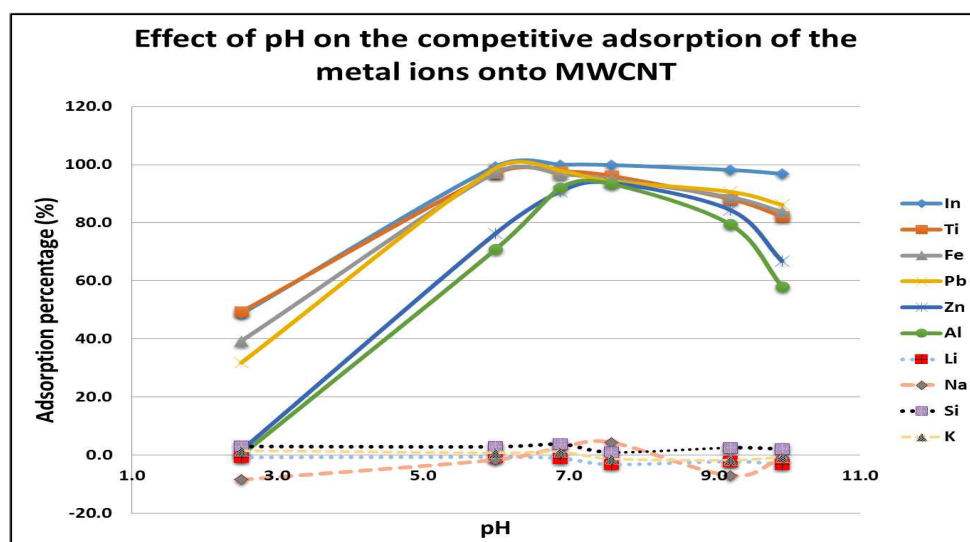
## Competitive adsorption of metal ions from aqueous solutions using different types of carbon nanotubes

Myung Sub Han<sup>1</sup>, Young Ran Lim<sup>1</sup>, and Jung Ki Suh<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Center for Analytical Chemistry, Division of Chemical and Medical Metrology, Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS), 267, Gajeong-Ro, Yuseong-Gu, Daejeon, 34113, Rep. of Korea.

\*Corresponding author: jksuh@kriss.re.kr

The competitive adsorption of metal ions from aqueous solution containing twenty-six ions (such as Al, As, Ca, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Ge, Hg, In, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Ti, W, Zn) onto different types of carbon nanotubes (Multi walled-CNT, Single walled-CNT, Vertically aligned-CNT) has been investigated. Test solution contains 0.05M disodium hydrogen phosphate and metal ions for each level of 1.0 mg/kg. And a 0.01 g MWCNT (or SWCNT) were dispersed into 30 mL test solutions. In order to evaluate the effect of pH on the sorption of metal ions on CNTs, a series of sample solutions were adjusted to a pH range of 2.0-10.0 by addition of 2M HNO<sub>3</sub> or 2M NH<sub>4</sub>OH. The effect of pH on the competitive adsorption for each element by MW-CNT is shown in below Fig. The affinity order of the metal ions towards CNTs in a disodium hydrogen phosphate buffer system at pH in the range of 7.0-9.0 was: In > Ti > Fe > Pb > Zn > Al > Sn. On the other hand, Ge, K, Li, Mg, Mo, Na and Si were found to be passed through without adsorbing on CNTs. From these results, CNTs expected to be able to use as a tool for separation of trace metals from high level of matrix ions such as Ge, K, Li, Mg, Mo, Na and Si. or vice versa.



- [1] Renu, Madhu Agarwal and K. Singh, *Journal of Water Reuse and Desalination* 07.4 (2017) 387.  
 [2] Anna Stafiej, Krystyna Pyrzynska, *Microchemical Journal* 89 (2008) 29.  
 [3] Feng Du, Liangti Qu, Zhenhai Xia, Lianfang Feng, and Liming Dai, *Langmuir* 27 (2011)8437.

ICP-OES에 의한 자동차 폐촉매 중 Pt, Pd, Rh 정량을 위한  
Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용융법 및 공존원소 보정 분석법 연구

이덕환, 최원명, 음철현\*

한국지질자원연구원 지질자원분석센터

\*Corresponding author: cheum@kigam.re.kr

이 연구에서는 자동차 폐촉매 중 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 로듐(Rh)을 ICP-OES로 정량하는 방법을 확립하고자 하였다. 자동차 폐촉매 시료 전처리의 최적의 방법을 찾기 위해 open-vessel 혼합산 분해법, 산포집순환장치에 의한 혼합산 분해법, 과산화나트륨(Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)-수산화나트륨(NaOH) 용융법 등 3가지 방법을 각각 비교하였으며, 분석법의 정량성 확보를 위해 미국국립표준기술연구소(NIST)의 자동차 폐촉매 표준물질 NIST 2556과 실제 자동차 폐촉매 시료가 사용되었다. NIST 2556 표준물질의 경우 위 세 가지 방법에 의하여 완전 분해되었으나, 실제 자동차 폐촉매 시료들의 경우 시료에 공존하는 Al, Zr 등의 영향으로 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-NaOH 분해법만이 시료를 완전히 분해 가능하였다. 분해된 각각의 시료를 ICP-OES로 분석한 결과, 표준물질 NIST 2556의 Pt, Pd, Rh의 회수율은 시료 분해 방법에 관계없이 98% ~ 103%로 얻어졌으나, 실제 자동차 폐촉매 시료들의 경우 시료가 완전히 분해된 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-NaOH 분해법을 기준으로 Pt, Pd, Rh의 측정값이 open-vessel 혼합산 분해법의 경우 약 40% 까지 감소하는 것을 알 수 있었다. 또한 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-NaOH 분해법에 의한 용액 중 Pt, Pd, Rh의 분석 시 다량의 Na에 의한 영향이 있었으나, 공존원소 보정법(Inter-element correction, IEC)에 의하여 극복 가능하였다. 실험결과, 표준물질과 실제 시료 중 Pt, Pd, Rh을 ICP-OES로 정량하기 위한 방법으로 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-NaOH 용융법 및 IEC에 의한 분석방법이 적합함을 알 수 있었으며, 100 µg/g 의 방법정량한계를 얻을 수 있었다.

## NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub>-HNO<sub>3</sub> 분해법 및 ICP-MS에 의한 고순도 연강시료 중 미량원소 분석법 개발

최원명, 이덕환, 음철현\*

한국지질자원연구원 지질자원분석센터

\*Corresponding author: cheum@kigam.re.kr

이 연구에서는 고순도 연강시료(mild steel, Fe > 99%) 중 Ni, Cr, Mo, Cu, W, Co, Sn, V, Pb 등의 미량원소를 ICP-MS로 분석하는 새로운 분석방법을 개발하고자 하였다. 실험방법의 정량성을 확보하기 위해 British Chemical Standards의 No. 271 ~ No. 276 등 6개의 철강 표준물질이 사용되었으며, ICP-MS 분석을 위한 철강 분해 방법으로 고전적으로 사용되는 open-vessel 혼합산 분해법과 NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub>와 HNO<sub>3</sub>에 의한 새로운 분해법을 사용하여 각각의 결과를 비교하였다. 비교실험 결과, NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub>-HNO<sub>3</sub>에 의한 분해방법이 open-vessel 혼합산 분해법에 비하여 염산이나 황산 등의 추가적인 무기산 없이 빠르고 효율적으로 철강 시료의 완전 분해가 가능하였으며, 각각의 시료를 ICP-MS로 분석한 결과 open-vessel 혼합산 분해법에 비하여 NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub>-HNO<sub>3</sub>에 의한 분해방법이 ICP-MS 측정 시 Ni, Cr, Cu, V, Zn의 성분들이 질량 스펙트럼 상에서 다원자 방해를 거의 받지 않는 것을 알 수 있었다. NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub>-HNO<sub>3</sub> 분해법 및 ICP-MS에 의한 Ni, Cr, Mo, Cu, W, Co, Sn, V, Pb 분석 결과, 약 98 ~ 104%의 회수율과 약 5 µg/g의 방법정량한계를 얻을 수 있었다. 철강시료 중 연강시료가 아닌 스테인리스강과 같은 내식성이 뛰어난 철강시료 중 미량원소의 분석에 본 방법을 적용 할 수 있도록 스테인리스 강 표준물질 및 시료에 대한 추가적인 실험이 필요하다.

## XRF를 활용한 제철 산업의 원료 및 공정시료 분석

김성남\*, 김선혜, 이윤희, 이재우, 정성욱

포항산업과학연구원 분석평가그룹

\*loverist@rist.re.kr

형광 X선 분석법(X-ray fluorescence, XRF)은 측정 시료에 X선을 조사하여 발생하는 특성 X-선을 분석하여 시료의 화학 조성을 분석하는 기기 장치이다. 빠르고, 비 파괴적이며, 높은 분석 정밀도를 가질 뿐 아니라 일반 습식 전처리 방법에 비해 분석자의 숙련도에 의한 오차가 적고, 자동화를 통해 다수 시료를 쉽게 분석할 수 있는 기기이며, 분말, 금속시편, 슬러지 시료, 유리, 액체 시료 등 다양한 시료 형태를 빠르게 분석할 수 있으므로 산업 여러 분야에서 유용하게 사용되고 있다. 특히, 철강, 시멘트, 유리, 정유 산업 등의 분야에서 저 비용 환경의 우수한 분석 방법으로 널리 활용되고 있다.

제철 산업 분야에서 XRF는 제철 공정에 필수적인 원료 분석 및 공정 시료 분석에 활용되고 있다. 기술 개발 업무를 담당하는 연구부서에서는 순차 분석형 WDXRF 장비를 이용해 기술개발을 진행하고 있으며 원료 및 제품 검수가 이루어지는 현장에서는 다원소 동시분석형 WDXRF를 이용하여 원료의 조성 함량 및 불순물 분석, 도금 시험편의 도금량 및 도금 두께 분석 등을 실시하고 있다. 일반적으로 원료의 경우 시료를 분쇄한 다음 pellet을 제조하거나 가열로 혹은 전기로를 이용하여 글래스 비드를 제조하여 시험편을 분석하고 있으며 도금 시험편의 경우 Fundamental Parameter(FP) method를 사용하여 도금층의 정보를 분석하고 있다. 최근 들어 액체시료를 직접 분석하거나 carry(종이 필터)에 전처리 한 후 분석하여 기존 ICP-AES 방법으로 측정이 어려운 액체 시료의 무기 성분 분석에 활용하는 연구를 진행하고 있다.

본 발표에서는 XRF를 활용한 제철 산업의 재료 및 공정시료 분석과 관련된 실제 사례들을 소개하고 제철 산업과 관련된 XRF 기술 개발 방향에 대해 논의하고자 한다.

## 접지자재 성능평가 위한 토양 환경 가속열화시험법

김성남<sup>1\*</sup>, 김선혜, 이동길, 박종원<sup>2</sup>, 최선규<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>포항산업과학연구원 분석평가그룹, <sup>2</sup>소재이용그룹

<sup>3</sup>한국전력 전력연구원 스마트배전연구소

★loverist@rist.re.kr

각종 전기시설물(전주, 가로등, 배전반)에는 낙뢰나 서지로부터 전기적 안정성을 확보하고, 누전으로 인한 각종 사고를 방지하기 위해 지중에 접지극을 시공한다. 특히 피뢰기나 변압기 등과 같이 전주상에 설치되는 기기류 및 중성선의 접지를 위해서 접지 동봉이나 심타봉 등을 이용한 접지 시공법이 널리 적용되고 있다. 이와 관련하여, 전기설비기준 및 판단기준에는 접지시설이 필요한 개소 및 접지저항 기준 값을 준수하도록 제시되어 있다.

검사지침의 접지저항 측정주기는 일반주(5년) 및 기기주(3년)를 구분하여 적용하고 있지만 기술적 근거는 제시되어 있지 않으며, 접지전극 종류 및 시공대상 전주 주변의 토질 등이 고려되지 않은 기준을 운영하고 있다. 따라서 접지자재의 성능평가를 위해서는 재질 특성, 토질환경, 운영여건을 고려한 성능평가기준이 필요하다.

본 연구에서는 국내 접지자재가 매설된 6가지 특성을 가진 토양을 조사하여 국내 토양이 약한 부식성을 나타내는 것을 AWWA 평가법을 통해 확인하였다. 또한 접지시설 관리를 위한 시설 접지전극의 부식도 및 토양 분석 DB를 통해 접지성능에 관여하는 열화인자를 도출하였다. 조사된 내용을 바탕으로 접지자재의 수명 및 성능을 평가하기 위한 토양환경 가속열화시험방법을 설계하였다. 복합가속시험기 내에 토양 바스켓을 설치한 다음 가속시험 조건을 4가지로 설정하여 가속열화시험의 유효성 검토를 실시한 후 외부 요인에 크게 흔들리지 않는 견고한 가속열화시험 방법을 개발하였으며, 시험방법을 이용하여 가속열화시험편을 제조하였다.

## Carbothermic에 의해 제조된 Ferro-Alloy 생산 제품 중 Total Cr, Metal Cr 정량 분석기술

양정환<sup>1\*</sup>, 전영태<sup>2</sup>, 정용수<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>(재)포항산업과학연구원 화학조성분석, <sup>3</sup>(재)포항산업과학연구원 환경자원연구그룹

\*Corresponding author: yjh315@rist.re.kr

비철 합금 공정에서 Ferro-Alloy 제품을 생산하는 과정 중에 슬래그 및 더스트 형태의 부산물이 발생하게 된다. 이러한 형태의 부산물을 전기로, 유도로 및 Rotary kiln를 이용하여 Carbothermic에 의해 Ferro-Alloy 제품으로 재활용 된다. 부산물에 의해 제조된 Ferro-Alloy에의 정상 원료에 의해 제조된 제품에 비해 더욱 엄밀한 품질관리가 필요하다. 품질관리와 제품의 생산 공정 부산물들의 자원재활용 평가를 위해서는 Total Cr과 Metal Cr의 정확한 정량분석이 요구되고 있다.

본 연구에서는 재현정밀도와 정확도를 측정하기 위해 약 1,000 mesh 이하로 파쇄 된 시료들과 인증 표준물질 및 자가 표준물질을 전처리하여 ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy)로 측정하였다. 시료 중 Total Cr은 (1+1)염산으로 1차 용해 및 5C여과지로 여과, 여과지를 백금도가니에 넣고 전기로 온도 950 °C에서 회화 후 잔사를 탄산나트륨과 붕산을 3+1로 혼합한 용제로 전기로 온도 800 °C에서 1150 °C까지 서서히 올려 용융 후 (1+1)염산으로 2차 용해하여 1차 용해액과 합쳐 부피플라스크 250 mL에 전처리를 완료 하였다. Metal Cr은 (1+3)황산으로 용해하고 5C여과지로 여과하여 부피플라스크 250 mL에 전처리를 완료 하였다. M-Cr의 분석과정 중 잔사는 XRD (X-ray Diffraction)를 이용하여 Cr 산화물임을 확인하였다.

ICP-AES를 이용한 Cr측정은 Cr과 Fe와의 분광학적 간섭을 제거하기 위해 파장 267.716 nm를 사용하였으며 인증 표준물질 및 자가 표준물질의 측정결과를 통하여 Total Cr과 Metal Cr의 회수율 약 98 % 이상이 됨을 확인 할 수 있었고 재현정밀도와 측정 불확도를 산출하여 유효성 검증을 하였다. 그 결과 높은 회수율과 재현정밀도를 확인하여 신뢰성 있는 분석결과를 얻을 수 있었다.

## Hydrolysis and condensation kinetics of silane coupling agent studied by MALDI-ToF and NMR

Junghan Kim, Guiduk Yu, Hyojin Yoon, Jongyun Kim<sup>\*</sup>

Samsung electro-mechanics

<sup>\*</sup>Corresponding author: clay.kim@samsung.com

Silane compound is commonly used for coupling agent to enhance adhesion in various composite materials. General formula of silane is made up of two different functional groups, inorganic-like and organic-like parts. Silane coupling agent can react with an inorganic material bearing surface-bonded hydroxy groups and with an organic material like epoxy groups, thus forming a permanent linkage between the two different materials. Important reactions at the organo-silane moiety of these compounds can be mainly divided into hydrolysis and condensation. The rate with which the respective reaction is reached depends on various parameters, e.g. concentration, pH, temperature and time. It is possible to form various kinds of structure such as linear, mono- multi-layer and cyclic structure. Therefore estimating reaction time of hydrolysis and condensation time is highly significant for improving adhesion and surface modification. In this study, estimation of hydrolysis and condensation time was investigated by using MALDI-ToF (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time of Flight) and NMR (Nuclear Magnetic Resonance). Peak changes were observed after several time intervals by the use of both analysis tools. As a coupling agent, APTES (aminopropyl triethoxy silane) was carried out in water under acidic condition. The reaction was estimated about three steps. The first step of reaction is ethoxy functional groups changing into hydroxyl groups. Next, hydrolyzed silanol groups were self-condensed each other and build up linear polymer structure. Last step is intramolecular condensation from linear to cyclic structures of condensed polymer. The NMR peaks of the hydrolyzed monomer was assigned by deconvolution fitting result of reducing APTES peak. Also with MALDI-ToF, we could figure out the reaction rate of linear condensation (2nd step) and cyclic condensation (3rd step) readily. The reaction rate was calculated by the exact mass and repeating unit of polymer. On the basis of the time-dependent behavior of these peaks, the kinetics of hydrolysis and condensation were clear. We found out hydrolysis and condensation of APTES in mild acidic condition was done in 10 min. And linear condensation structure was generated from 30 min to 24 hr. After overnight stirring, intramolecular cyclic condensation was observed.

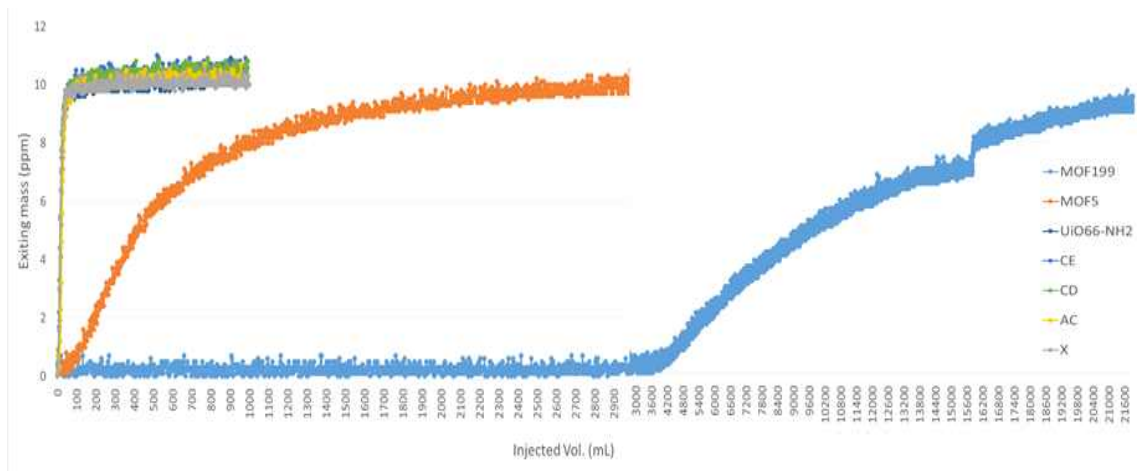
## Insights into the sorptive removal properties of various adsorbent against gaseous hydrogen sulfide compounds

이민희, 김기현\*

\*한양대학교 건설환경공학과

\*Corresponding author: kkim61@hanyang.ac.kr

본 연구는 다양한 금속-유기골격체 (Metal-organic Frameworks: MOF)를 활용하여 고농도 (ppm수준) 상태에서 황화수소 (hydrogen sulfide, H<sub>2</sub>S)성분의 흡착 기능을 파악하고자 하였다. 이를 위해, H<sub>2</sub>S 단일 센서를 활용하여 5가지 MOF (MOF-5, MOF-199, UiO-66-NH<sub>2</sub>, CBAP-1(EDA), and CBAP-1(DETA))에 대해 총 4가지 농도 (2, 10, 25, 50 ppm)로 조제한 표준시료를 질량변화 (2, 5, 10 mg)에 따라 파과특성을 조사하였다. 이때, 추가적으로 이미 상업적으로 잘 알려진 두가지의 흡착제들 (Carbopack X, Activated carbon)을 같은 조건하에서 비교하였다. 제거실험에 앞서 모든 흡착제는 열적 활성화를 위해 150°C 상에서 8시간동안 컨디셔닝을 진행하였다. 분석결과, H<sub>2</sub>S에 대한 흡착능력은 다음과 같은 순서로 나타났다; MOF199 > MOF5 > UiO-66-NH<sub>2</sub> = AC = CBAP-1(EDA) = CBAP-1(DETA) = Carbopack X.





## 폴리머 소포제를 첨가한 세리아 슬러리의 소포력 및 분산안정성 연구

김병준<sup>1</sup>, 배지현<sup>1</sup>, 안세영<sup>2</sup>, 김운중<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>\*한남대학교 화학과, <sup>2</sup>(주)엠에스머트리얼즈

\*Corresponding author: wjkim@hnu.kr

Ball milling을 통해 공정과정에서의 소포력을 테스트하였다. 소포력은 Depol CFC-127W와 BYK-015의 폴리머계 소포제가 실리콘계 소포제보다 높게 나타났다. 또한, 소포제가 첨가된 슬러리의 열안정성을 평가하기 위해서 60 °C 조건에서 Conductivity meter, pH meter를 사용하여 물성 변화를 확인하였고, size distribution과 Shape의 변화를 확인하기 위해 DLS와 SEM을 분석하였다. 또한, mini-polisher를 통하여 연마 실험을 진행하였다. 연구 결과, 소포제의 함량이 0.025 %일 때 가장 우수한 안정성과 높은 연마율을 보였다.

세리아 슬러리(ceria slurry)는 CMP공정에서 반도체 기판 연마제로 사용되며 세리아, 분산제 및 물의 3성분으로 분산된다. 이 때 사용되는 분산제는 세리아 입자들을 분산시키는 것뿐만 아니라, 일정한 크기 분포로 안정적으로 유지시키는 중요한 역할을 수행한다.

세리아 입자들을 분산 안정화시키는 분산제는 주로 Styrene acrylic acid계와 Styrene Maleic acid계가 많이 사용되지만, CMP공정 중 발생하는 열안정성에는 일반적으로 Styrene Maleic acid계가 안정한 것으로 알려져 있다. 그러나 Styrene Maleic acid계는 공정과정에서 기포가 다량 발생하여 생산량이 떨어지는 문제점이 있다. 기포를 제거하기 위해, 사용되는 소포제는 3성분계의 분산안정성에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 소포제종류나 사용량에 제한이 따른다. 본 연구에서 검토한 소포제는 Depol CFC-127W, BYK-015의 폴리머소포제와 BYK-019,0124,1640 등 실리콘계 소포제들을 사용하였다. 특별히, 소포제는 슬러리 전체적인 물성에 영향을 미칠 수 있기 때문에 전체 함량의 1% 미만으로 실험을 진행하였다.

## Synthesis and characterization of ZAIS (ZnS-AgInS<sub>2</sub>) nanocrystal using thermal field-flow fractionation (ThFFF) and Dynamic light scattering (DLS)

Eun Hee Jeon<sup>2</sup>, Seyoung Yoon<sup>1</sup>, Hyun Jung Seo<sup>2</sup>, Jihyun Bae<sup>2</sup>,  
Woonjung Kim<sup>2</sup>, Jongjin Jung<sup>2</sup> and Seungho Lee<sup>1,★</sup>

<sup>1</sup>★R&D center, Chemtree Co. Ltd.

<sup>2</sup>Department of chemistry, Hannam University

★Corresponding author: slee@hnu.kr

Quantum dots (QD) are metal-containing nanoparticles generally in spherical shape. Their sizes are usually tunable, and they have unique photochemical properties with intense fluorescence at visible wavelengths (490–680 nm). This unique optical property results from quantum confinement effects within the extremely small metalloid core (generally 2–7 nm in diameter).<sup>[1]</sup>

Most luminescent nanoparticles contain highly toxic elements, such as Cd, Se, and Te, limiting the range of their applications.<sup>[2]</sup> The ZAIS (ZnS-AgInS<sub>2</sub>) nanocrystals, one of QD, is known to be less toxic than other QDs, and also has unique optical properties that can be effectively utilized for display and bio-imaging.<sup>[3]</sup>

Field-flow fractionation (FFF) is unique to other separation techniques in that it can separate materials over a wide colloidal size range while maintaining high resolution. In this study, ZAIS nanocrystals were synthesized at various conditions. Then the capability of thermal field-flow fractionation (ThFFF) was tested for size characterization of the ZAIS nanocrystals.

Results from ThFFF were compared to those from dynamic light scattering (DLS). It was found that ThFFF is a good (if not better) alternative to DLS for determination of the particle size distribution (PSD) of the ZAIS nanocrystals. Its application may be easily extended for size-analysis of various types of QDs.

[1] H. E. Pace, E. K. Leshner and J. F. Ranville, *Environmental Toxicology and Chemistry* **2010**, *29*, 1338-1344.

[2] T. Torimoto, T. Adachi, K. I. Okazaki, M. Sakuraoka, T. Shibayama, B. Ohtani, A. Kudo and S. Kuwabata, *Journal of the American Chemical Society* **2007**, *129*, 12388-12389.

[3] S. J. Lee, Y. Kim, J. Jung, M. A. Kim, N. Kim, S. J. Lee, S. K. Kim, Y.-R. Kim and J. K. Park, *Journal of Materials Chemistry* **2012**, *22*, 11957.

## Study on elution behavior of non-spherical particles in FFF: Effect of aspect ratio

Jangjae Lee<sup>2</sup>, Kyong Eun Yu<sup>1</sup>, Woonjung Kim<sup>2</sup>, Seong Ho Choi<sup>2</sup>,  
Joontaek Park<sup>3</sup>, Emad.S.Goda<sup>2</sup> and Seongho Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>R & D center; Chemtree Co. Ltd, Korea republic

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Hannam University, Daejeon, 305-811, Korea republic

<sup>3</sup>Dept. Of Chem. & Biochem. Engineering, Missouri University of Sci. & Technol. USA

\*Corresponding author: slee@hnu.kr

Field-flow fractionation (FFF) is a family of analytical techniques that provide size-specific separation of nanoparticles, and thus allows size characterization of particle in a broad size range from a few nm up to about 100  $\mu\text{m}$ .<sup>[1]</sup> In FFF, the size is calculated on the assumption that the sample components are spherical. It is expected that non-spherical particles may show different elution behaviors from those of spherical particles. Non-spherical particles have the aspect ratios that are not equal to 1, and will make different diffusional motion along the direction of their major axis and minor axis, while spherical particles have a uniform diffusional motion in all directions.

In this study, non-spherical gold nanorods (AuNRs) and spherical gold nanoparticle (AuNPs) were synthesized by the seed-mediated growth method.<sup>[2],[3]</sup> Then the size of the non-spherical particles was analyzed by dynamic light scattering (DLS) and transmission electron microscope (TEM).

Asymmetrical flow field-flow fractionation (AsFIFFF) is a member of the FFF family, and provides diffusion-based separation for colloidal particles or macromolecules, where the particles of higher diffusion coefficients are eluted earlier than those of lower diffusion coefficients, thus yielding size-based separation of particles.

The elution behavior of non-spherical nanoparticles in AsFIFFF were examined at various compositions of the carrier liquid (ionic strength and type of added surfactant, etc.), and the results were compared with those of the spherical particles.

[1] J. Choi, H. D. Kwen, Y. S. Kim, S. H. Choi and S. Lee, *Microchemical Journal* **2014**, *117*, 34-39.

[2] N. N. Long, L. V. Vu, C. D. Kiem, S. C. Doanh, C. T. Nguyet, P. T. Hang, N. D. Thien and L. M. Quynh, *Journal of Physics: Conference Series* **2009**, *187*, 012026.

[3] T. K. Sau and C. J. Murphy, *Langmuir* **2004**, *20*, 6414-6420.

## Application of thermal field-flow fractionation/multi angle light scattering and size-exclusion chromatography for analysis of emulsion styrene-butadiene rubber

Dongsup Song<sup>2</sup>, Seyoung Yoon<sup>1</sup>, Woonjung Kim<sup>2</sup>, Seong Ho Choi<sup>2</sup>,  
Seung Hwa Lee<sup>3</sup>, A-Ju Kim<sup>3</sup> and Seungho Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>\*R & D center; Chemtree Co. Ltd, Korea republic

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Hannam University

<sup>3</sup>R&BD center, korea kumho petrochemical Co.Ltd.

\*Corresponding author: slee@hnu.kr

The properties of the rubber are influenced by the molecular weight (MW), molecular weight distribution (MWD), size and their distributions of the sol and the gel fraction. Presence of microgel provides aging stability, wear and tear resistance, tensile strength and shock-absorbing properties.<sup>[1]</sup> Accurate determination of MW, MWD and gel content of rubber materials is thus important.

A emulsion styrene-butadiene rubber (ESBR) materials were synthesized. Then size-exclusion chromatography (SEC) and field-flow fractionation (FFF) were used for characterization of the ESBR's. Both FFF and SEC are known to be useful for separation of macromolecules in solution. Both techniques yield size-based separation of macromolecules or particles, yielding MWD or particle size distribution (PSD). Due to difference in the separation mechanism of the two techniques, one may be more useful than the other for a particular sample. Usually FFF is more useful for analysis of high polymers or particles<sup>[2]</sup>, while SEC is more useful for analysis of polymers of relatively lower M.

In this study, thermal field-flow fractionation (ThFFF) was employed for FFF analysis of ESBR's. It has been shown that ThFFF is applicable for separation and characterization of industrial polymers of various compositions. ThFFF provides a separation based on diffusion coefficient (or on MW) or on microstructure of polymers. Unlike SEC, ThFFF does not require the sample solution to be filtered, and thus can provide useful information on gel-containing materials. ThFFF provided a good separation of the sol and the gel fractions of the ESBR samples, allowing characterization of the gel fraction independently. The correlation between the MWD and gel content with some rheological properties ESBR was studied.

[1] Y. J. Choi, S. T. Kim, S. H. Lee, A. J. Kim, G. Kwag and S. Lee, *J Chromatogr A* **2013**, 1314, 306-312.

[2] G. Greyling and H. Pasch, *J Chromatogr A* **2017**, 1512, 115-123.

## A sensitive fluorescent probes for the detection of hydroxyl radicals in living cell

Na Young Lim, Jong Hwa Jung\*

경상대학교 화학과

\*Corresponding author: jonghwa@gnu.ac.kr

Reactive oxygen species (ROS) have very critical biological functions and are important mediators in a variety of pathological events. ROS produced in mitochondria plays an important role in the regulation of signal transduction and transcription factors, but the production of excessive ROS causes oxidative stress. It is also known to cause various diseases such as cancer, immune diseases, degenerative brain diseases, and parkinson's disease. Typical reactive oxygen species are hydrogen peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), superoxide ion ( $\text{O}_2^-$ ), and hydroxyl radical ( $\cdot\text{OH}$ ). Among them, it is known that the activity of hydroxyl radical is the highest, which is a great risk. It is important to selectively detect hydroxyl radicals since not all active oxygen species are harmful.

Here, we synthesized the novel fluorescent probe **1** for detection of hydroxyl radicals. As shown in Figure 1, the fluorescent probe **1** consists of cyanostilbene moiety as the electron donor and ammonium moiety. We observed the fluorescence changes of probe **1** upon addition of various ROS ( $\text{O}_2^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{ClO}^-$ , GSH, TBHP, NO,  $\cdot\text{OH}$ ) in sodium phosphate buffer. Fluorescence intensity of probe **1** increased selectively in presence of hydroxyl radicals. The enhanced fluorescence intensity was due to cleavage of the ether moiety of **1** by hydroxy radical. On the other hand, fluorescence intensity of probe **1** did not increase when other ROS was present. We will further study the properties of **1** and its in vivo properties for hydroxyl radicals. These results indicate that probe **1** is useful to detect hydroxy radical. In this conference, we will present on synthesis of probe **1** and its fluorescence change upon addition of various ROS in detail.

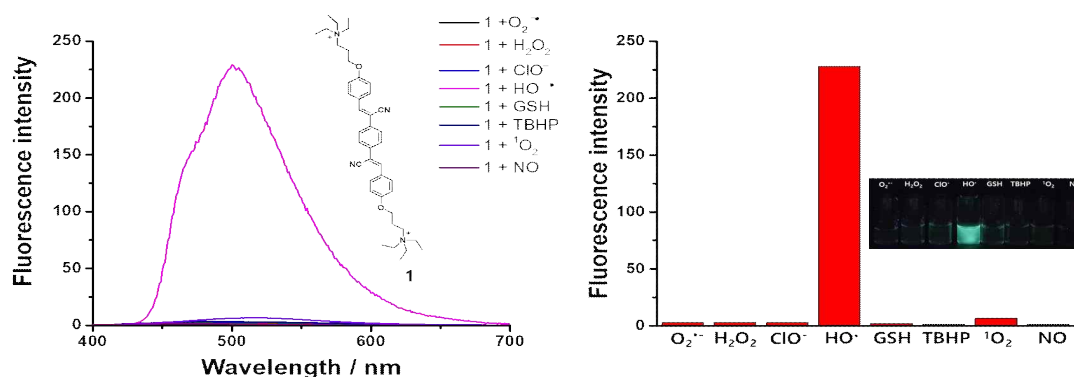


Figure 1. Chemical structure of probe **1** and UV-Vis spectra of probe **1** upon addition of ROS.

## 활성산소 (ROS) 검출용 트리페닐포스핀 유도체를 도입한 시아노스틸벤 유도체 합성

최원진, 임나영, 정종화\*

경상대학교 화학과

\*Corresponding author: jonghwa@gnu.ac.kr

활성 산소 화학종 (Reduce oxygen species)은 광화학 반응과 신체의 효소 반응 등에 의해 생성되며 세포의 주요 구성 성분인 지질, 단백질, 핵산 등을 손상시킴으로써 생물에 치명적인 영향을 미친다. 그리고 활성 산소 화학종은 세포 내에 생체 고분자를 비가역적, 비선택적으로 공격하여 산화 스트레스를 일으키고 세포 사멸을 유도한다. 이러한 활성 산소들은 주로 미토콘드리아에서 산소를 이용하여 에너지를 발생시킬 때 필연적으로 발생하게 된다. 따라서 세포 내의 활성 산소의 정량 및 정성 분석할 수 있는 분석법 개발은 매우 중요하다. 본 연구는 활성 산소가 발생하는 주근원지인 미토콘드리아를 추적하는 트리페닐포스핀 치환기를 도입하고 활성 산소와의 반응하여 강한 형광 특성을 나타낼 수 있는 기능성 치환기를 도입한 분자를 설계 및 합성하였다. 그림 1에서 볼 수 있는 것처럼 화합물 **1**은 활성 산소와 반응하면 강한 형광 특성을 갖는 시아노 스틸벤이 생성 될 것으로 예측하였다. 트리페닐포스핀 유도체와 사이노스틸벤 분자 코어 사이에 에테르기를 도입하여 활성 산소와의 반응 자리를 형성하였다. 화합물 **1**과 활성 산소와의 반응성 연구는 다양한 음이온을 이용하여 진행하였다. 예를 들면, 활성 산소 중  $O_2^-$ ,  $\cdot OH$ , NO, TBHP,  $H_2O_2$ ,  $^1O_2$ ,  $ClO^-$ , GSH 등을 첨가 후 화합물 **1**의 자외선-가시광선 및 형광 스펙트럼을 확인하였다. 그 결과  $O_2^-$ ,  $\cdot OH$ ,  $^1O_2$ ,  $ClO^-$ 를 화합물 **1**의 용액에 첨가 시 형광이 증가하였다. 특히 세포에 큰 산화 스트레스를 일으키는  $\cdot OH$ 과  $ClO^-$ 에 더 큰 변화가 일어남을 확인할 수 있었다. 따라서 본 학회에서는 화합물 **1**의 합성 및 다양한 활성 산소와의 반응성에 대한 연구 결과를 자세히 소개한다.

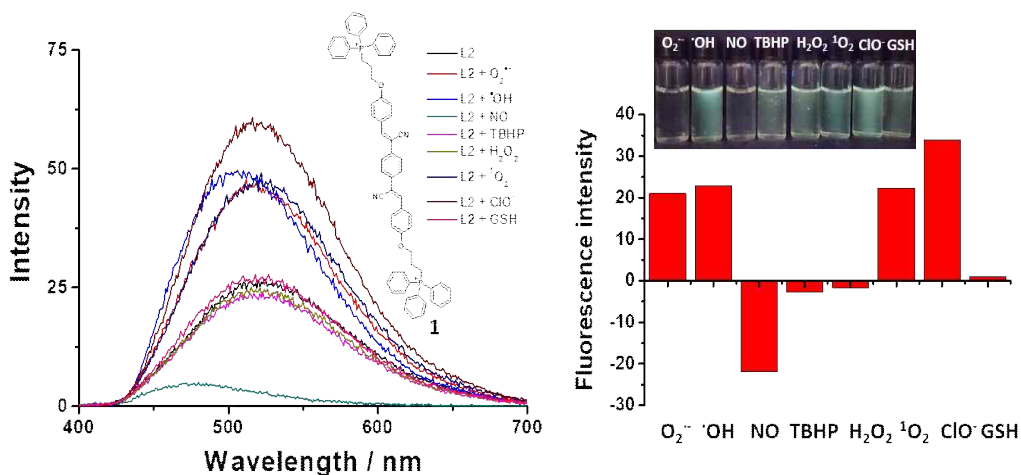


그림 1. 화합물 **1**의 구조와 여러 ROS를 첨가한 후 측정된 화합물 **1**의 UV-Vis 스펙트럼 변화

## Development of Magnetic Resonance Imaging Probe Based on Silicon Nanoparticles

김지원<sup>1</sup>, 이영복\*

<sup>1</sup>한양대학교 바이오테크놀로지학과 \*한양대학교 바이오테크놀로지학과

\*Corresponding author: yblee@hanyang.ac.kr

Magnetic Resonance Imaging (MRI) is one of the most powerful diagnostic tool that can obtain arbitrary tomography of a living body using a magnetic field generated by magnetic force. Silicon is a substance of great interest in the biomedical field and can be used for drug delivery, diagnosis and therapy. Since silicon nanoparticles can be used effectively in by dynamic nuclear polarization (DNP) technology, which can increase MRI sensitivity with extremely long relaxation times. Here, We are developing a MRI probe for medical diagnosis by synthesizing a silicon nanoparticle with a magnesiothermic reduction of silica nanoparticle. Monodisperse small solid silica nanoparticles are firstly synthesized by stober method and furthermore, we are trying to synthesize a more perfect spherical small silicon nanoparticle through magnesium reduction and acid leaching. We will also attach tempo radicals for DNP technology through surface functionalization. As a result, the silicon nanoparticle-based MRI probes that we will develop can be used for DNP technology and can be used to diagnose disease with higher sensitivity.

## LIBS를 이용한 LiCl-KCl 정련염 내 U, La, Ce 스펙트럼 측정

한슬기<sup>1</sup>, 박세환<sup>1,\*</sup>, 안성규<sup>1</sup>, 구정희<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국원자력연구원 핵주기전략개발부

\*Corresponding author: ex-spark@kaeri.re.kr

한국원자력연구원은 파이로 안전조치 강화를 위해 공정 중 핵물질 실시간 모니터링이 가능한 Laser Induced Breakdown Spectroscopy(LIBS) 분석 기술에 대해 연구하고 있다. LIBS는 시료 표면에 강력한 레이저 빔을 집중 시켜서 생성된 플라즈마에 의해 방출된 방사의 분광학적 분석을 기반으로 분석하며, 필요한 시료의양, 분석시간, 시료 전처리 등이 최소화 되어 미량으로 존재하는 다양한 원소들을 수초 이내에 한 번의 측정으로 분석이 가능한 장점이 있다. 본 연구에서는 LIBS를 통해 파이로 공정의 전해정련 공정물질로써 LiCl-KCl염 내 U 및 란탄족(La, Ce) 원소를 측정하여 추후 악티나이드(Pu, Cm) 계열 원소의 측정가능성을 분석하고자 한다. 실제 파이로 전해정련 공정은 500°C 용융염 상태로 물질이 존재 하지만, 본 연구에서는 측정 오차를 줄이기 위해 LiCl-KCl 기반의 염에  $UCl_3$ ,  $LaCl_3$ ,  $CeCl_3$ 를 추가하여 용융시킨 후 Dip stick으로 샘플링하여 고체 상태의 염을 측정하였다.

실험은 조해성이 높은 시료 때문에 수분과 산소 함유량이 10ppm 이하의 Ar가스 분위기의 글로브 박스 내에서 이루어 졌으며, 글로브박스 포트를 통해 레이저빔을 입사하고 광섬유 케이블을 삽입하여 수광하였다. 시료 표면은 다소 불규칙하여 동일한 초점거리를 맞추기 위해 XYZ 이동 샘플대와 정밀거리 측정기를 연동하여 시료 표면이 바뀔 때 마다 시료와 초점렌즈 사이 거리를 보정하였다. 532nm 파장의 Q-switched Nd:YAG 펄스 레이저(Brilliant B, Quantel)의 빔을 시료 표면에 집속시켜 플라즈마를 생성하였으며, 플라즈마 방출선을 검출하기 위해  $20,000(\lambda/\Delta\lambda)$  분해능을 가진 Echelle 분광기와 Andor iXon ICCD 카메라를 사용하였다. U, La, Ce의 방출선은 분광기가 허용하는 200~400nm 파장영역에서 선별하였다.

### Acknowledgement

본 연구는 2018년도 과학기술정보통신부의 재원으로 시행하는 한국연구재단의 원자력기술개발사업의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. NRF-2017M2A8A5015084)



## LIBS를 이용한 LiCl-Li<sub>2</sub>O 환원염 내 U 정량 분석

박세환<sup>1\*</sup>, 한슬기<sup>1</sup>, 안성규<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국원자력연구원 핵주기전략개발부

\*Corresponding author: ex-spark@kaeri.re.kr

한국원자력연구원은 파이로 시설에서 보다 효과적이고 효율적인 안전조치를 위하여 LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) 분석기술을 개발하고 있다. LIBS는 파이로 공정물질을 빠른 시간 내에 분석하기에 적합한 기술로 알려져 있다. LIBS는 레이저가 시료에 입사하면 시료 표면에 플라즈마를 만들고, 플라즈마에서 발생하는 빛을 분석하여 시료의 성분을 정량 혹은 정성적으로 분석할 수 있는 기술이다. 본 연구에서는 파이로 환원 공정 중 염에 우라늄이 섞인 경우, LIBS를 이용한 염 내 우라늄 분석 LOD (Limit Of Detection)를 평가하였다. 1차 실험으로 LiCl-Li<sub>2</sub>O, LiCl-Li<sub>2</sub>O-0.5wt%U, LiCl-Li<sub>2</sub>O-1.0wt%U 3가지 시료를 제작하였다. LIBS 실험은 염의 조해성 때문에 알곤 가스로 찬 글로브 박스 내에서 진행되었다. 532 nm 파장의 Q-Switch Nd:YAG 레이저를 이용하여 플라즈마를 발생하였으며, Aurora LIBS Spectrometer (Applied Spectra 사)를 이용하여 스펙트럼을 얻었다. 분석에는 690 nm ~ 900 nm 영역의 파장이 이용되었다. 2차 실험으로 파이로 전해환원염에 포함이 예상되는 희토류 (Ba, Cs, Sr, Eu)을 포함한 염 시료를 제작하고, LIBS 분석을 수행하였다. 측정 분해능을 높이기 위하여 20,000( $\lambda/\Delta\lambda$ ) 분해능을 가진 Echelle 분광기와 Andor iXon ICCD 카메라를 사용하였다. 시료에서 얻은 스펙트럼을 이용하여 U 분석 시 LOD (Limit of Detection)를 결정하였다.

이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2017M2A8A5015084).

## 레이저섬광법을 이용한 열확산계수 측정의 상향식과 하향식 측정 불확도 비교

박용현<sup>1</sup>, 유정현<sup>1</sup>, 서금희<sup>1</sup>, 주광국<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국기술교육대학교 공용장비센터, <sup>2</sup>(주)광국컨설팅

첨단산업의 발전과 함께 탄소 및 금속 복합재료, 파인세라믹 등의 다양한 소재가 개발되고 있으며, 그에 따른 소재평가기술에 대한 요구가 날로 증가되고 있다. 특히 재료의 열적 특성을 나타내는 열전도도, 열확산율, 비열 등 열물성의 결과는 기초산업에서 첨단산업에 이르기까지 중요한 기초 자료로 요구되고 있다.

열확산계수를 측정하는 방법 중 하나인 레이저섬광법은 레이저를 이용하여 시료의 한 쪽 표면을 가열하고, 반대 면으로 열이 전달되는 정도를 측정하는 방법이다. 이 방법은 단시간에 측정이 가능하고, 다양한 시료를 넓은 온도 범위에서 열확산계수를 측정할 수 있어 다양한 산업분야에서 활용이 증가되고 있다. 그러나 이러한 장점에도 불구하고 분석역사가 짧고 누적데이터가 적어 결과의 신뢰성의 확보가 필요하다.

따라서, 레이저섬광법을 이용한 열확산계수 측정 결과의 신뢰성을 확보하고자 ASTM E1461(Standard Test Method for Thermal Diffusivity by the Flash Method)규격에 따라 실험하였고, 측정 불확도를 추정하기 위하여 상향식 접근법인 ISO 98-3(GUM) 방법과 하향식 접근법인 NATA Technical Note 33 와 CAC/GL 59 방법을 비교하여 분석 신뢰성을 확보하고자 한다.

## 바이오디젤 중의 FAME 함량 분석 시험방법 개선

전철환<sup>1,2</sup>, 황인하<sup>1,2</sup>, 나병기<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>한국석유관리원 석유기술연구소, <sup>2,\*</sup>충북대학교 화학공학과

\*Corresponding author: bkna@chungbuk.ac.kr

자원 재활용을 통한 에너지원 확보 및 대기 환경 개선 등을 위해 2002년부터 자동차 연료로서 바이오디젤이 국내에 보급되었다. 차량 연료로서 사용되는 바이오디젤은 「석유 및 석유대체연료 사업법」에 따라 지방산 메틸 에스테르(Fatty Acid Methyl Ester, FAME) 함량 등 21개의 품질기준 항목이 마련되어 있다. 품질기준 항목 중 FAME 함량은 바이오디젤의 순도를 분석하는 항목으로서 최소 96.5 무게% 이상이어야 한다. 바이오디젤은 보급 초기 식물성 유지, 폐식용유 등을 원료로 제조되었으며 FAME 함량은 KS M 2413 시험방법에 따라 분석하였으나, 원료 수급 문제 등으로 인해 동물성 유지까지 확대되어 KS M 2413 시험방법 적용이 불가능하게 되었다. 유럽에서는 기존의 EN 14103 시험방법을 개정하여 동물성 유지로부터 제조된 바이오디젤 중의 FAME 함량 분석에 적용하고 있으며, 현재 국내에서도 EN 14103 시험방법을 적용하고 있다. 바이오디젤 제조 원료 다양화를 위해 미세조류(microalgae), 식물물류 폐기물(음폐유) 등을 이용하여 바이오디젤을 제조하는 연구가 국내·외에서 수행되고 있으며, 일부 미세조류 종으로부터 제조된 바이오디젤은 C18:3n6 FAME(methyl linolenate) 성분을 함유하고 있다고 보고되었다. 이 성분은 FAME 함량 분석을 위한 가스크로마토그래피(Gas Chromatography, GC) 분석 시 사용되는 내부표준물질과 동일한 머무름 시간(Retention Time, RT)에 용출되는 것이 확인되었으며, 음폐유로부터 제조된 바이오디젤 성분 중 내부표준물질과 동일한 RT에서 용출되는 성분이 검출되어 현행 EN 14103 시험방법 적용 시 FAME 함량이 낮게 분석되는 오류가 발생하였다. 본 연구에서는 향후 유통 가능성이 있는 미세조류 및 음폐유 유래 바이오디젤에 적용이 가능하도록 현행 EN 14103 시험방법을 개선하였다. 이를 위해 FAME 함량을 알고 있는 바이오디젤에 내부표준물질을 강제로 10 무게%까지 첨가하여 시료를 조제하였으며, 조제된 시료의 FAME 함량 분석을 위해 내부표준물질을 첨가하지 않고 전처리한 분석시료 및 내부표준물질을 첨가한 분석시료를 분석하여, 조제시료에 함유되어 있는 내부표준물질의 면적을 추정함으로써 정확한 FAME 함량을 분석하였다. 분석 시에는 내부표준물질의 순도에 의한 인자까지 고려하여 분석의 정확도를 높일 수 있었다.

## 동위원소희석 질량분석법을 이용한 굴 내 수은 측정을 위한 인증표준물질의 개발

김휘진<sup>1,2</sup>, 이종화<sup>2</sup>, 임영란<sup>2</sup>, 황의진<sup>2</sup>, 임용현<sup>2</sup>, 허성우<sup>2</sup>, 민형식<sup>2</sup>, 임명철<sup>2</sup>, 이경석<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술연합대학원대학교 생물분석, <sup>2,\*</sup>한국표준과학연구원 분석화학표준센터

\*Corresponding author: kslee@kriss.re.kr

수은(Hg)은 유해원소 중 하나로서 독성이 강하고 생태계 먹이사슬에 따라 축적되어 쉽게 배출되지 않는다. 이에 따라 환경, 식품 시료 등의 수은 함량이 규제되고 있으며 이를 위해 식품 속 수은의 농도를 정확하게 측정하는 것이 중요하다. 수은의 정확한 분석법을 구축하기 위해서는 시료 내 수은의 양이 정확히 인증되어 있는 인증표준물질(certified reference material, CRM)의 활용이 필수적이다. 따라서 이 연구에서는 동위원소희석 질량분석법 (isotope dilution mass spectrometry, IDMS)을 이용하여 굴 내 수은 측정을 위한 인증표준물질을 개발하였다. 농축동위원소와 기준동위원소로 각각 <sup>200</sup>Hg와 <sup>202</sup>Hg를 사용하였으며 수은의 동위원소끼리 평형이 잘 이루어지도록 농축동위원소를 넣은 시료를 가압 마이크로파 산분해법을 통해 용액화 시켜주었다. 이후 시료 내 수은에 대해서 유도결합플라즈마질량분석법 (inductively coupled plasma, ICP-ms) 으로 동위원소비를 측정함으로써 수은의 함량(질량분율)을 결정하였다. 수은은 유도결합플라즈마 질량분석기로 측정 시 시료 간 기억효과(memory effect)가 일어나는 것으로 잘 알려져 있고 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 0.2 % 2-머캅토에탄올(2-mercaptoethanol)을 세척용액으로 사용하였다. 인증절차와 인증값의 유효성을 확인하기 위하여 샘플 중 수은의 회수율을 확인하고 수은 표준용액의 안정도를 확인하는 등 여러 가지 유효성 검토 실험을 진행하였다. 굴 내 수은의 인증 값과 확장불확도는  $(0.243 \pm 0.011)$  mg/kg ( $k=1.960$ , 95% 신뢰 수준)이며, 12명의 샘플간 상대 표준편차 0.17%였고 이로부터 인증표준물질이 높은 균질성을 가지고 있음을 확인하였다. 실온에 보관 조건에서 수은은 현재 6개월까지 안정함을 확인하였고 그 이상의 기간에 대해서는 안정도 평가를 진행 중에 있다. 본 연구에서 개발된 인증표준물질은 향후 측정결과의 정확성과 신뢰성을 확인하는 데 도움이 될 것으로 기대되며, 확립한 인증절차는 추후 관련 인증표준물질 개발에 활용될 수 있을 것이다.

PT-064 [표준]

**Determination of 17 $\alpha$ -hydroxyprogesterone in human serum  
by IDMS and the traceability establishment**

(동위원소희석 질량분석법에 의한 혈청 속 17 $\alpha$ -hydroxyprogesterone 분석과 소급성 확립)

Hwashim Lee

Division of Chemical and Medical Metrology, Korea Research Institute of Standards and Science  
Corresponding author: eclhs@kriss.re.kr

17OHP is a metabolic precursor of cortisol; elevated levels of 17 $\alpha$ -hydroxyprogesterone are indicative of congenital adrenal hyperplasia and very trace level in human serum. An optimized ID LC/MS/MS method was proposed as a primary method for the determination of 17OHP in serum. Traceability in the determination of 17OHP in human serum was established through purity analysis. purity analysis was performed according to the mass balance method. Extraction of 17OHP from serum matrix and separation from interferences were successfully established by this method. 17OHP in male and female serum were determined. The optimum solvent for the extraction of 17OHP was CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> among many other solvents. The optimum LC conditions were established through gradient of A (0.1% formic acid in acetonitrile) and B (0.1% formic acid in water) solvent. 17OHP and 17OHP-d<sub>8</sub> isotope were monitored at mass transfer m/z 331.3/97.3 and 339.3/100.3 respectively. The level of 17OHP in male serum showed nearly 0.7 ng/mL and that in female serum showed about 1.8 ng/mL. Measurement of 17OHP in the serum was carried out by the ID LC/MS/MS method, the primary method, and the traceability to SI units was confirmed by purity analysis.

외부 개시제를 이용한 노화 잠재지문 현출증강에 관한 연구

이다은<sup>1</sup>, 이나연<sup>1</sup>, 임재근<sup>1</sup>, 김수정<sup>1</sup>, 박성수<sup>2</sup>, 최성운<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2</sup>대전지방경찰청 형사과 과학수사계,

<sup>3</sup>\*충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

\*Corresponding author: schoi@cnu.ac.kr

본 연구는 유류 후 장시간 방치된 지문에서 개시제(initiator)의 손실로 cyanoacrylate (CA) 훈증 시에 발생하는 현출 저하를 개선하기 위해 수행되었다. 지문 유류 성분 중 하나이자 CA 중합체 형성의 개시제로 알려진 sodium lactate를 basic alumina 분말과 1:5의 비율로 혼합하여 지문에 전 처리 한 후 훈증하여 미처리 지문과의 현출 정도를 비교하였다. 지문 시료는 잔유물의 감소와 시간경과에 따른 개선 정도 차이를 확인하기 위하여 연속감소형태로 유류하고 이 중 1, 5, 9번 째 지문을 3일, 14일, 30일간 경과시킨 후 사용하였다. 현출한 잠재지문을 객관적이고 반 정량적으로 비교하기 위하여 농도계 이미지 분석 프로그램으로 도출한 용선 피크의 면적값과 Automatic Fingerprint Identification System (AFIS)으로 분석한 특징점 개수를 비교하였다. 그 결과 전처리를 한 지문이 미처리 지문에 비해 용선이 균일하고 선명하게 현출되어 면적값이 향상된 것을 확인할 수 있었다. 특징점 수의 경우 3일차, 14일차에서 유사한 결과 값을 보였으나 30일차의 경우 미처리 지문에 비해 평균 약 16개의 특징점이 추가적으로 발견되었다. 이는 오래되어 잔유물이 손실된 지문에서 외부적인 개시제로 적용된 sodium lactate-basic alumina 분말이 염기성 환경을 조성하고 개시제로서의 작용으로 다량의 중합체를 형성하여 상대적으로 개선된 현출결과를 보였다고 사료된다. 추후 더 시간이 경과된 지문과 다양한 표면에 대한 추가적인 실험을 통하여 오래된 지문에 대한 현장에서의 지문감식에서 도움이 될 것으로 판단된다.

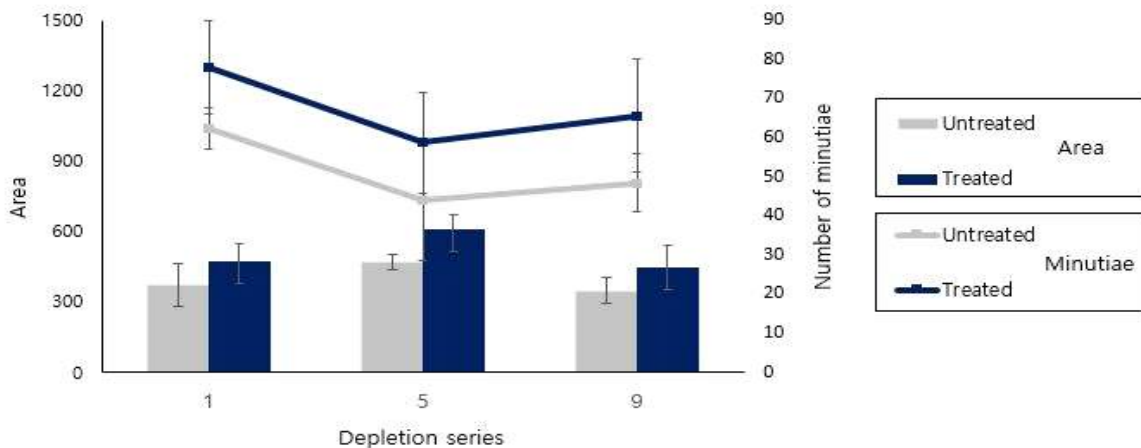


Fig. 1. The average area and number of minutiae identified in developed fingerprints aged for 30 days.

### 지문현출 후 추가현출 가능성에 관한 연구

김수정<sup>1</sup>, 이다은<sup>1</sup>, 김현정<sup>1</sup>, 최성운<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

\*Corresponding author: schoi@cnu.ac.kr

본 연구에서는 가루법("dusting")을 이용하여 현출하고 전사하여 손상된 지문에 대해 재현출하는 방법에 대해 연구하였다. 전사 후 표면에 남겨진 지문의 재 현출의 방법으로는 일반적인 cyanoacrylate (CA) 훈증법과, 개시제로 알려진 sodium lactate를 silica gel분말과 혼합(1:3)한 분말로 전 처리한 후 CA 훈증법을 적용하여 현출 가능성 여부와 현출 정도를 확인하였다. 현출한 결과는 육안과 농도계 이미지 분석 프로그램인 CP Atlas 2.0으로 지문 용선의 면적값을 도출하여 반 정량적으로 비교 분석하였다. 그 결과 CA 훈증법을 이용하여 재 현출 시 연속 감속형태(depletion series)로 유류한 지문 중 첫 번째 지문에서 비교적 선명한 상태로 재 현출되었음을 확인하였고 2일 차 지문보다 14일이 경과한 지문에서 선명정도가 높은 지문이 현출되어 향상된 면적값을 보였다. 이는 14일차 지문은 충분히 건조되어 표면에 고정적으로 고착이 되어 전사당시에 많은 양의 잠재지문 성분이 표면에 잔류한 이유로 사료된다. 또한 전처리 없이 CA 훈증한 지문보다 개시제 전 처리 후 CA 훈증한 지문에서 향상된 지문 결과를 보였다. 이는 현출하여 손상된 지문 증거물에 대해 재 현출을 시도 했을 때의 지문 증거물 활용에 있어 도움이 될 것으로 사료되며, 다른 다양한 비 다공성 표면에 유류된 지문과 다른 개시제에 대한 추가적인 실험이 필요하다.

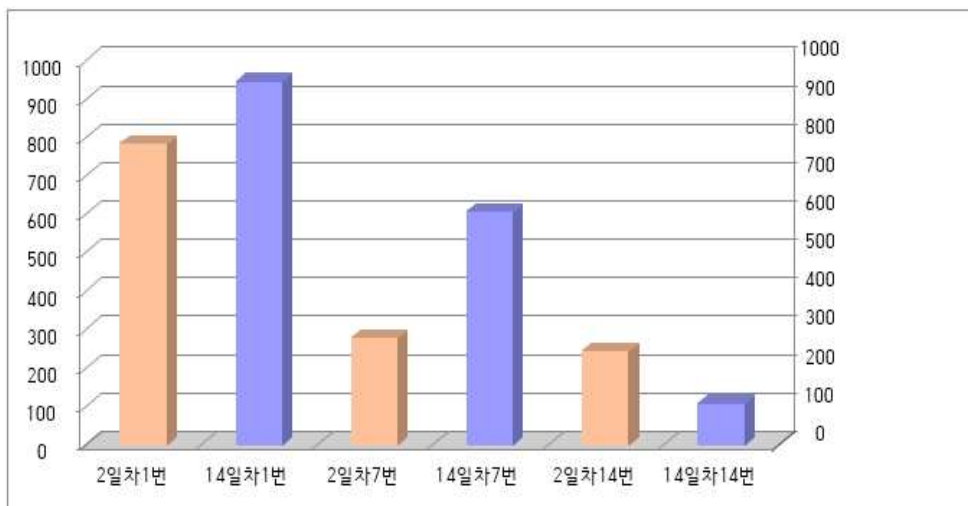


Fig. 1. The comparison of the average area values of friction ridges of redeveloped fingerprints aged for 2 and 14 days using densitometric image analysis.

### 다양한 혈액 오염물질에 따른 Urine strip의 혈흔 검출한계 및 농도계 이미지 분석을 통한 연구

김현정<sup>1</sup>, 이다은<sup>1</sup>, 김수정<sup>1</sup>, 최성운<sup>2\*</sup>

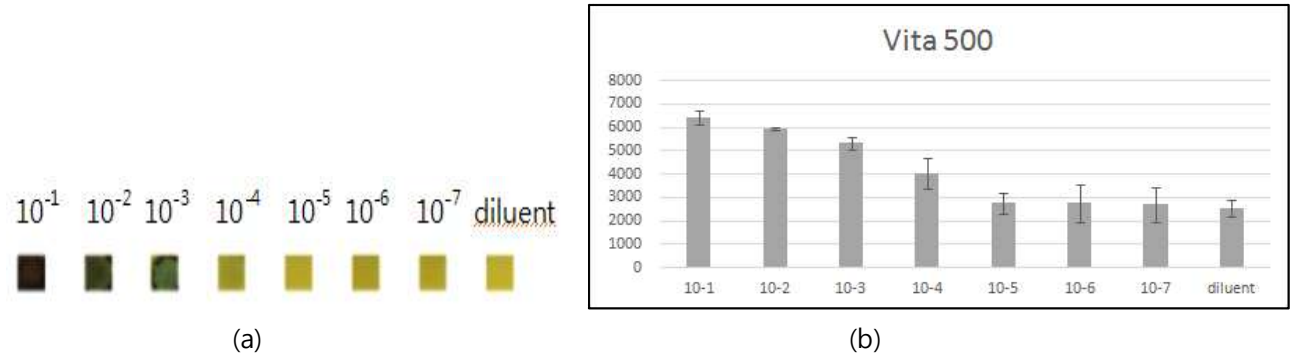
<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

\*Corresponding author: schoi@cnu.ac.kr

사건 현장에서 혈흔 증거물은 음료등과 같은 일상생활에서 접할 수 있는 다양한 물질에 의해 오염될 가능성이 있으므로, 본 연구에서는 혈흔을 오염시킬 수 있는 음료를 이용하여 희석배율에 따른 혈액 검출한계를 확인함으로써, 사건현장에서 예비실험으로써의 Urine strip test의 유용성을 알아보고, 농도계 이미지 분석프로그램인 CP Atlas 2.0을 사용하여 객관적인 분석을 시도하였다. 또한, 오염된 혈액을 발견하였을 때, 오염된 음료의 종류를 추정하기 위하여 pH, 단백질, 포도당 시험이 희석물질에 따라 나타나는 반응을 확인하였다.

혈액의 검출한계(Limit Of Detection, LOD)는 희석물질의 종류에 따라 다르게 나타났다. 생리식염수, 물, 오렌지주스, 포카리스웨트의 검출한계는  $10^{-5}$ , 비타500, 우유, 커피의 검출한계는  $10^{-4}$ 까지로 확인되었다. pH 검사에서 우유와 커피는  $10^{-2} \sim 10^{-7}$ 까지, 그리고 단백질 검사에서 생리식염수, 물, 비타500, 포카리스웨트의 검출한계는  $10^{-3}$ 까지였고, 우유, 오렌지주스와 커피는  $10^{-2} \sim 10^{-7}$ 까지, 그리고 희석액(diluent)에서 양성이 확인된다. 포도당 검사에서 생리식염수, 물은  $10^{-2}$ 부터 음성을 나타내고 비타500, 오렌지주스, 커피, 포카리스웨트는  $10^{-2} \sim 10^{-7}$ 까지 검출한계를 나타냈다. 농도계 이미지 분석에서 비타민 음료는 희석비율에 따라 다른 희석용액의 값보다 낮은 것이 확인된다. 이는 Ascorbic Acid (비타민 C)가 음성방해물질로 작용한 것으로 사료된다.

본 실험에서는 쥐의 혈액으로 실험하였기에, 추후 인혈실험을 바탕으로 다양한 희석/오염가능 물질을 이용하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한, 고농도로 희석되어 있는 혈액이나 색깔이 있는 음료가 희석된 경우에는 pH, 단백질, 포도당 이외의 검사 항목 들을 실험하여 음료를 구분할 수 있는 추가적인 연구가 필요하다.



(a) 잠혈반응검사 이미지 - 희석액(비타500)  
(b) 잠혈반응검사 농도계 이미지 분석 결과 - 희석액(비타500)



### 챔버 내 fan과 분말을 이용한 잠재지문 현출

김은지<sup>1</sup>, 허보름<sup>1</sup>, 김효원<sup>1</sup>, 최성운<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2\*</sup>충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

\*Corresponding author: schoi@cnu.ac.kr

현장에서는 잠재지문을 현출하기 위해 신속하고 용이한 분말법을 흔히 이용하며 주로 붓을 이용한 (“dusting”) 현출방법을 사용하고 있다. 그러나 붓을 이용한 적용 방법은 붓에 의해 지문의 용선이 변형 및 손상될 우려가 있고 가루 날림이 있어 현장의 주변 환경을 오염시킬 뿐만 아니라 과학수사요원의 건강을 위협한다. 따라서 잠재지문에 분말을 적용하는 새로운 대체 방법에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 분말을 적용하는 방법으로 챔버 내에서 fan을 이용하여 지문을 현출하고자 하였다. 지문 현출의 주요 변수가 되는 분말의 양과 현출시간에 대해 기존의 방법인 붓과 비교하기 위하여 지문을 유류하여 이등분하였다. 유류한 지문의 절반은 붓으로, 다른 절반은 fan을 이용하여 1g, 2g의 분말에서 각각 일정 시간에 따라 현출된 정도를 촬영하였다. 그 결과 이미지를 농도계이미지분석(densitometric image analysis, CP Atlas 2.0)을 이용하여 선명도를 분석하였다. Fan을 이용하여 현출한 지문은 시간이 지남에 따라 초기에 점차 증가하였고 일정시간 후에 면적 값이 최댓값을 가진 후 감소하는 경향을 보였다. 유류시간 1일 ~ 14일의 지문을 현출한 결과 1g의 분말을 사용 시 10분, 2g의 분말 사용 시 5분 ~ 7.5분 내에서 면적 값이 최댓값을 가지며 이후 시간에서 감소하였다. 붓과 비교하였을 때 fan을 이용한 결과가 전반적으로 더 높은 면적 값을 보였다. 챔버 내 fan을 이용한 지문현출 방법의 활용성을 확인하기 위해 다양한 표면과 타 분말을 사용한 추가적인 실험과 자동지문인식시스템(AFIS)을 통한 특징점 수의 비교확인이 필요할 것으로 사료된다.



Fig. 1. The comparison of developed fingerprint.

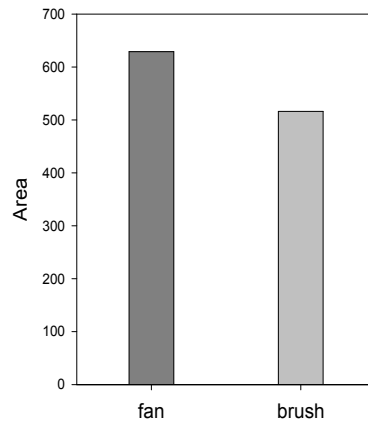


Fig. 2. The comparison of mean values of area of the developed fingerprint ridges.

## 잠재지문에 대한 4종의 아미노산 분말 전 처리를 통한 CA (cyanoacrylate) 훈증 증강 비교

강민지<sup>1</sup>, 허보름<sup>1</sup>, 김효원<sup>1</sup>, 김수정<sup>1</sup>, 최성운<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 평화안보대학원 과학수사학과, <sup>2</sup>\*충남대학교 신약전문대학원 신약개발학과

\*Corresponding author: schoi@cnu.ac.kr

범죄현장에서 발견되는 증거물 중 지문은 개인 식별을 가능하게 해주는 가치 높은 증거로 비 다공성 표면의 경우에 잠재지문(latent fingerprint)을 현출하기 위한 CA (cyanoacrylate) 훈증법과 분말법(powder method)이 대표적이며 효과적이라 알려져 있다. 그러나 외부적인 환경 요소들에 의해 지문이 노화되거나 변질되어 CA훈증으로 현출하기 어려움이 따를 경우, 지문 용선의 표면에서 CA의 중합을 개시하는 개시제(initiator)의 역할이 중요하다. 따라서 본 연구에서는 이미 알려진 아미노산 개시제로서 4종의 성질이 다른 아미노산들의 현출력을 분말 전처리를 한 다음 CA훈증을 통하여 이들의 CA훈증현출에 미치는 영향을 비교하고자 하였다. 유리와 아크릴판 두 가지 비 다공성 표면에 시간이 경과한 지문에 4종의 아미노산 분말과 백색 분말을 적용하여 적용하지 않은 지문과 현출의 향상 정도를 비교하였다. 현출 정도를 비교하기 위하여 농도계 이미지 분석(densitometric image analysis)을 이용하여 지문 용선의 평균 면적 값(선명도)을 도출하였다.

그 결과 백색 분말을 전 처리한 지문시료가 유리 표면 평균 면적값  $66.78(\pm 8.57)$ , 아크릴 표면 평균 면적값  $70.42(\pm 7.96)$ 로 가장 크게 증강되었다. 이는 CA훈증 증기와 백색 분말 모두 흰색으로 인하여 증강된 것으로 사료되며 백색 분말로만 현출한 지문시료를 비교하는 추가적인 실험이 필요하다. 또한 4종의 아미노산 중 지용성 아미노산 L-leucine 분말을 전 처리한 유리 표면상 지문시료의 평균 면적값  $60.68(\pm 5.58)$ , 아크릴 표면  $57.67(\pm 2.97)$ 로 가장 크게 증강되었으며, 산성 아미노산 L-aspartic acid 분말을 전 처리한 지문 시료의 유리 표면 평균 면적값  $41.9(\pm 8.29)$ , 아크릴 표면 평균 면적값  $37.48(\pm 8.96)$ 으로 가장 적게 증강되었다. 반면에 CA훈증 후에 흑색분말로 재처리한 경우에는 처리하지 않은 지문보다 면적값의 평균이 낮은 것을 볼 수 있었다. 이는 CA 훈증 처리 중 과도하게 훈증되어 재처리 시 흑색분말이 과도하게 흡착되어 상대적으로 선명도가 감소했거나, 훈증과정에 비하여 경화과정의 시간이 다소 짧아 적절하게 경화되지 않은 상태에서 흑색분말 재처리를 하였기 때문에 감소한 것으로 사료되며 경화시키는 과정에 대한 추가적인 실험과 적절한 CA훈증과 이의 흑색분말 재처리에 대한 추가적인 실험이 필요하다 사료된다.

## Forensic Application of X-ray Diffraction (XRD) in Death Cases

Hye-Jin Choi<sup>\*</sup>, Yuna-Kim, Ji-Sook Min

Department of Forensic Chemistry, National Forensic Service

<sup>\*</sup>Corresponding author: mue674@korea.kr

It is common to analyze and identify unknown substances collected at a crime scene in forensic laboratory for investigating cause of death, crime tools and surrounding circumstances. In order to identify and characterize the unknown substances, various analytical techniques are applied as much as possible. This study investigates the application of X-ray diffraction (XRD) to confirm key ingredient directly related to death in two different cases.

### Case I

: A 61 year-old woman was found vomiting and groaning in a living room. After emergency rescue, she was dead during the treatment. She was suspected to ingest some harmful chemical material. Policeman found some white fine powder, china bowl and plastic spoon scattered around kitchen floor. Several evidences including the white powders and laundry detergent were submitted to our laboratory. As the first step, solubility test, pH measurement and ion chromatographic analysis were carried out to determine the composition in unknown materials. To expiscate exact mineral composition, major elements analysis using X-ray fluorescence (XRF) was followed by X-ray diffraction (XRD) analysis. Toxic material in powder which made her dead was sodium carbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

### Case II

: A missing person was found dead in his car in a parking lot. A blood sample was collected from autopsy and analyzed by CO-oximeter. Cause of death was carbon monoxide poisoning by CO-Hb concentration data. Several evidences collected in his car were submitted to our laboratory for determining way of crime. They were ashes, car mats and swabs wiping car ceiling etc. Actually it was suspected that he committed suicide using ignition coal in a enclosed space. After scanning electron microscopy with energy dispersive spectrometer (SEM/EDS) analysis, we carried out X-ray diffraction (XRD) analysis. When appearance of ignition coal does not retain, barium nitrate ( $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ) is usually set as a target component to identify correlation with ignition coal because barium nitrate is a commonly incorporated major oxidizer. But X-ray data showed that sodium nitrate ( $\text{NaNO}_3$ ) was key component in this case.

## Py-GC/MS 분석에 의한 차량 보수도장 보험사기 여부 규명사례

A case of insurance fraud for the refinish paint through analyzing with Py-GC/MS

이준배\*, 손성건<sup>2</sup>, 박우용<sup>1</sup>, 정지은<sup>1</sup>, 정용애<sup>1</sup>, 권오성<sup>1</sup>, 팽기정<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>국립과학수사연구원 대전과학수사연구소, <sup>2</sup>대전보건대학교 과학수사과,  
<sup>3</sup>연세대학교 화학과

\*Corresponding author: pajlee@korea.kr

최근 차량 증가와 더불어 이에 따른 사고 또한 증가하고 있는 추세이다. 사고차량은 폐차되거나 정비과정을 거쳐 다시 운용되는 것이 일반적이다. 기계적 요소나 전장설비에 대한 정비가 완료된 차량은 마지막 단계로 도색작업이 요구된다. 일반적인 도장용 페인트는 다량의 유기용제로 희석되어 사용되기에 대기오염 환경문제가 대두되고 있으며 이에 대처하기 위해 최근 수용성 도료의 사용이 증가되고 있다. 그러나 수용성 도료의 경우 도장 작업이 까다롭고 작업시간이 길어 도장비용이 일반 보수도장 페인트에 비해 상당히 고가이다. 그렇기에 일부 정비공장에서 보험금 과다청구의 수단으로 악용하는 사례가 적지 않다. 본 연구에서는 수용성 도료를 사용하였는지 여부를 규명하기 위해 수용성 도료에 사용되는 계면활성제 성분을 지표 물질로 하여 쿼리포인트를 이용한 열분해-기체크로마토그래피/질량분석법(Py-GC/MS)으로 분석하였다. 분석결과 도색작업이 완료된 실제 차량 페인트에서 동위원소 치환된 fluoranthene-d10을 내부표준물질로 하여 표준물첨가법 (standard addition method)으로 계면활성제 성분을 검출하고 그 함량을 정량하였다.

## Dual column Gas Chromatograph를 활용한 휘발성 유기용제의 정성 및 정량 분석

김기욱\*, 이동계, 김시원

부산과학수사연구소 법독성화학과

\*Corresponding author: kiwook.kim@korea.kr

단일 컬럼을 이용하여 불꽃이온화검출기와 같은 일반적인 검출기로 생체시료 내 휘발성 유기용매를 분석할 경우, 분석물질의 정성은 표준물질과의 용출시간 비교를 통해 간접적으로 이루어진다. 분석물질과 물리화학적 특성이 유사한 물질의 간섭을 배제하기 위해서는 질량분석기와 같은 특정한 검출기를 사용하거나 기존 컬럼과 특성이 다른 컬럼으로 재검증하여야만 한다.

그러나 가스크로마토그래프-질량분석기는 범용으로 사용하기에는 경제적인 부담이 크고 유지비용도 높아 법과학 실험실에서 당장 채택하기에 어렵다.

본 연구에서는 한 시료에 대하여 헤드스페이스로 주입된 시료를 고정상의 특성이 상이한 두 개의 캐필러리 컬럼을 병렬로 배열하여 각각 불꽃이온화검출기로 동시에 분석함으로써 분석물질의 정성 및 정량을 위한 최적의 파라메타를 검토하였다.

메탄올, 에탄올, 아세톤, 이소프로판올, 노르말 프로판올, 이소부탄올, 노르말부탄올 및 tert-부탄올 등은 두 개의 컬럼에서 완벽히 분리되었으며, 이들 성분 중 일부의 용출 순서도 두 개의 컬럼에서 역전되어 생체시료 중 휘발성 유기용매의 정성에 적절한 것으로 판단되었다. 정량에 있어서도 기존의 충전 컬럼과 동등하거나 더 우수하였으며 분석시간은 거의 동일하였다.

독성물질인 메탄올은 에탄올의 대사체인 아세트알데히드와 컬럼내에서의 거동이 유사하여 패키지 컬럼으로는 완벽히 분리되지 않으며 가스크로마토그래프-질량분석기로도 공기 성분과 분리되지 않아 생체 시료에 소량 존재할 경우 정성 및 정량하기가 어렵다. 그러나 캐필러리 컬럼에서는 두 성분이 완벽히 분리되며 두 컬럼에서의 용출 순서도 역전되어 분석이 가능하였다.

## 고분해능 질량분석기를 이용한 문서 내 잉크 작성 시기 분석

김은영, 손경진, 강동영, 고원건\*, 김민정<sup>1</sup>

연세대학교 공동기기원, <sup>1</sup>대검찰청 과학수사담당관실

\*Corresponding author: wongun@yonsei.ac.kr

잉크 분석은 각종 문서의 법의학 검사에서 필수적인 부분이다. 최근 계약서, 유언장, 비즈니스 기록과 같은 각종 문서의 위조 범위가 더욱 증가하고 교묘해져서 사회적으로 큰 문제가 되고 있다. 본 연구에서는 시중에서 판매되는 보편적인 펜으로 작성한 문서의 잉크성분을 확인하여 데이터베이스를 구축하고, 물질의 감소정도를 확인하여 문서의 작성 시기를 감별하고자 한다.

문서 작성 시기 판별연구는 분석에 변수가 많은 만큼 분석기술이 부족한 상황이다. 단순히 스펙트럼 비교를 기반으로 한 기존 연구와는 달리 High resolution LC-MS(Q-Exactive Orbitrap) 를 이용하여 정확한 분자량을 규명한다. 문서 감정에서는 문서 훼손 최소화가 중요한 이슈이기 때문에 가능한 적은양의 시료 분석이 필요한데, 장비의 높은 감도로 기존 분석법에 비해 적은 양으로 분석이 가능하였다.

검출된 물질을 바탕으로 잉크 내 주요 성분을 확인하고 데이터베이스를 구축하였다. 문서 작성 시기 판별을 위해 기간별로 작성된 문서 내 잉크를 동일 방법으로 분석하여 주요 물질의 감소여부를 확인하였다. 검출된 주요 물질의 감소여부를 그래프로 작성하여 감소 곡선을 얻고, 구해진 곡선의 식으로 잉크 작성 시기 예측이 가능하도록 제시하였다.

## **Analysis of surfactants in Women's Inner Cleanser by ultra-high performance liquid chromatography-mass spectrometry**

**Ah Ram Choi<sup>1,2</sup>, Sang Chul Huh<sup>1</sup>, Jin Mee Jung<sup>1</sup>, Kyoung-Min Kim<sup>1</sup>,  
Su Hyeon Lee<sup>1</sup>, Jong Shin Park<sup>1</sup>, Jae Kyun Kim<sup>1</sup>, Nam Yee Kim<sup>1</sup>, Ji-Sook Min<sup>3</sup>,  
Hyun Kyoung Ju<sup>1,\*</sup>, Sunyoung Bae<sup>2,\*</sup>**

<sup>1,\*</sup>Seoul institute, National Forensic Service, <sup>2,\*</sup>Department of Chemistry, Seoul Women's University,  
<sup>3</sup>Department of chemical analysis, National Forensic Service

<sup>1,\*</sup>Corresponding author: nia1998@korea.kr

<sup>2,\*</sup>Corresponding author: sbae@swu.ac.kr

Women's inner cleanser is a cleansing product for the health of the sensitive skin of the vulva and, as a personal products, the consumption have been increased. However, in case of sexual assault, the evidences into victim's vagina, such like condom's lubricants and suspect's DNA, could be removed due to the usage of the inner cleansers. Women's inner cleanser contains a combination of surfactants including anionic, amphoteric, nonionic, and silicone. Thus, the detection of the surfactant residues remaining on the vagina may provide the information whether a victim uses a inner cleanser or not. In this study, the simultaneous analytical methods of non-ionic, anionic and amphoteric surfactants in women's inner cleanser were developed with ultra-high performance liquid chromatography-mass spectrometry (UHPLC-MS), and the various types of surfactants in inner cleanser were investigated. Forty-three inner cleansers were collected in domestic market, and all samples were simply extracted with 50 % methanol. The chromatographic separation was performed using Atlantis dC<sub>18</sub> column (2.1×100 mm, 3 μm) with gradient elution program. As a result, cocamidopropyl betaine and PEG-60 hydrogenated castor oil were determined in positive mode, and the alcohol ether sulfates (e.g. sodium laureth sulfate) and alkyl sulfates (e.g. sodium lauryl sulfate) also well identified in negative mode.

## Particle Analysis of Gunshot Residue(GSR) for Criminal Scientific Investigation

Won-Seok Park, Bong-Hwan Lim\*

Scientific Investigation Laboratory, Ministry of National Defense, Seoul, Korea

\*Corresponding author: zemiro98@hanmail.net

The investigation of gunshot residue (GSR) particles has extensive significance in forensic examination of cases involving suspected use of firearms. When a firearm is discharged, the firing pin strikes the primer and ignites the propellant. The propellant then burns and the resulting vapors expand, creating pressure to force the bullet down the barrel of the gun. Residua particles can vaporize in the high temperature and pressure environment of a firearm discharge. The number of detected particles is one of the crucial factors influencing the determination of a probable contact with shooting gun. In principle this number is affected by the physical activity of a subject after the shooting incident, by the characteristics of human skin on hands, by the method and quality of particles recovery and last but not least by the distance from the shooting firearm. To find out how direction, distance and wind velocity affect how the gunshot residue particles are distributed from the K-2 rifle and CAL45 pistol. it has been verified that the amount of GSR detected depends on the direction, distance, and the wind velocity in the firing of K-2 rifles and CAL45 pistols, the two firearms being the main personal arms of the R.O.K military. Through this research, a database of the amount of GSR detected in various conditions has been built for further use as basic reference material when re-creating a firearm accident scene.



## **A study on the Treatment of HCBD Containing Waste by Laboratory Scale Reactor**

**E. H. Kwon, Y. S. Yoon<sup>★</sup>, J. S. Bea, T. W. Jeon, Y. K. Lee**

Waste-to-Energy Research Division, Environmental Resources Research Department, NIER

★Corresponding author: eunhye7488@korea.kr

The Stockholm Convention was adopted in Sweden in 2001 to protect human health and the environment, including Persistent Organic Pollutants Rotors, such as toxic and bioaccumulative. Korea is a party to the Convention and it is necessary to prepare management and treatment plan to cope with POPs trends. In the text, we have discussed HCBD materials. HCBD belongs to halogenated aliphatic unsaturated hydrocarbons. It is a toxic, organic mixture of bioaccumulation. It is not soluble in water and has little volatility. A study on the treatment of waste containing HCBD substance, We decided to treat the waste containing HCBD thermally. So six samples were selected. Waste water treatment sludge, rubber plate, insecticide, tarpaulin, tire rubber, mixed sample. HCBD analysis showed that 59.345 ~ 18,238.355 ug / kg was detected.

The thermal treatment was performed on a Lab-scale (1kg/hr). The incineration temperature was 850 °C and 1,100 °C. A total of 5 g of sample was added. The total amount of gas generation was 180.443 ~ 185.69L. After exhaust gas analysis result. HCBD was detected at 0.01 to 0.09 ug / kg. The decomposition rate is estimated to be 99.848 ~ 99.999%. The results of VOC analysis showed that benzene and methyl chloride were the most abundant, while others were N.D or low. Dioxin formation was investigated at 850 and 1,100 °C of incineration temperature. Most of them showed emission limit below 1,100 °C The concentrations of Cd, Pb, Cr, Cu, Ni and Zn in the residues were very low.

Considering the decomposition rate of HCBD containing wastes, incineration treatment at 2 ton/hr or more is considered to be possible. And unintentional persistent organic pollutants such as dioxins in the exhaust gas. Therefore, it is considered safe to operate the incineration temperature at more than 1,100 °C.

## 마이크로파 산분해법의 개선을 통한 고형연료제품의 중금속 분석

박호연, 윤영욱, 권은혜, 조신영, 전태완\*, 이영기

국립환경과학원 환경자원연구부

화석연료의 고갈은 국제사회의 중요한 문제 중 하나로 인식되어 왔으며 이에 따라 화석연료의 대체 방안이 필요한 실정이다. 신재생에너지 자원은 대체 방안 중 하나로 각광받고 있으며 활용되는 자원은 대표적으로 수력, 풍력, 태양광, 폐기물 등이 있다. 한국에너지공단 발표에 따르면 2015년 기준 국내 신재생에너지원별 보급 비중이 바이오 21%, 태양광 6%, 수력 3%, 폐기물 64%, 기타 6% 로 나타나 폐기물에너지의 보급 비중이 신재생에너지 자원 중 가장 높을 것을 확인할 수 있다.

폐기물을 연료 및 에너지로 변환시키는 대표적인 방법은 고형연료제품(Solid refuse fuel) 생산이다. 고형연료제품은 가연성 폐기물의 파쇄, 분리, 건조, 성형 등의 공정을 통해 제조한다. 고형연료제품 생산 및 사용은 폐기물의 발생량을 감축시키며 폐기물에 포함된 가용 자원을 재활용 할 수 있는 장점이 있다. 반면, 고형연료제품은 주로 소각공정을 통해 에너지를 회수하므로 그에 따라 유해물질이 발생할 수 있는 단점이 있다. 소각시설에서 발생하는 미세먼지, 중금속 등의 유해물질 발생은 적정 방지시설(Air pollution control devices) 뿐만 아니라 좋은 품질의 고형연료제품 사용을 통해 억제해야 할 것이다.

고형연료제품의 품질기준은 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」제 20조의 2에 따라 일반 고형연료제품의 경우 수분, 저위발열량, 금속성분(수은, 카드뮴, 납, 비소) 등 10항목, 바이오 고형연료제품의 경우 일반 고형연료제품에 바이오매스, 크롬이 추가된 12항목이다. 품질기준에 대한 시험방법은 환경부고시 제 2014-135호 「고형연료제품 품질 시험·분석방법」을 준용하고 있으나, 최근 해당 시험방법 중 중금속 함량 분석의 전처리 방법에 해당하는 마이크로파 산 분해법 관련 적용성 문제가 발견되었다. 따라서 문제점을 보완하고 이를 토대로 품질시험방법을 개정해야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 고형연료제품의 중금속 함량 분석에 활용되는 마이크로파 산 분해법 조건 개선을 위해 마이크로파 전력(W), 전처리 시간(min)의 조건별 일반 고형연료제품과 표준물질의 비소, 카드뮴, 납 함량을 분석하였다. 실험결과를 통해 적정 전처리 조건을 찾고 이를 활용하여 「고형연료제품 품질 시험·분석방법」을 개정하고자 한다.

## 재활용 가능성 검토를 위한 사업장 열적처리폐기물의 특성 연구

김규연, 이수영\*, 문희성, 전태완, 이영기

국립환경과학원 폐자원에너지연구과

\*Corresponding author: ssyy76@korea.kr

최근 정부는 자원순환기본법의 제정 및 폐기물관리법의 개정을 통해 폐자원의 재활용 유형을 확대하고 회수가능자원의 매립억제를 위해 2035년 매립률 1.0 % 정책 목표를 발표한 바 있다. 이런 목표의 달성을 위해서는 폐기물의 발생 사업장 분포와 폐기물 특성 등 발생폐기물의 속성에 대한 이해가 선행되어야 세부적인 전략과 구체적인 정책이 가능하다.

국내 전체 폐기물의 매립처분 비율은 2015년도 기준 9.2 %(38,308 ton/day)이다. 이중 사업장배출시설계폐기물이 약 62 %(23,577 ton/day)로 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 무기성폐기물 중 열적처리잔재물류의 매립량은 10,637 ton/day로 사업장배출시설계폐기물 매립량의 45.1 %을 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

본 연구에서는 다양한 산업 활동에 따라 배출되는 폐기물 중 낮은 경제성 때문에 재활용되지 못하고 매립되는 폐기물에 대하여 강열감량, 총유기탄소, XRF 등의 분석을 통하여 무기성폐기물의 물질 특성을 알아보았다.

사업장 제품에 따라 성분 함량이 상이함을 확인할 수 있었다. XRF분석결과, 광재는 Fe 성분 비율이 2.3~69.9 %로 나타나 Fe이 다량 함유되어 있음을 확인할 수 있었다. 분진의 경우 Mg, Al, Si, Ca 등 다양한 형태의 원소들이 함유되어 있었으며 Ca 성분이 0.5~57.5 %로 높게 나타났고 Si 성분이 1.3~55.6 %로 나타났다. 연소재의 경우 대부분 Si, Ca 성분으로 이루어져 있었으며, Si는 3.6~57.1 %, Ca는 4.1~55.9 % 함유되어 있음을 확인할 수 있었다.

## 하수 슬러지와 한약재 부산물의 Bio-SRF 적용성 연구

이영진<sup>1</sup>, 강준구<sup>1</sup>, 박호연<sup>1</sup>, 전태완<sup>1</sup>, 이영기<sup>1</sup>, 권영현<sup>1</sup>, 이재영<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>국립환경과학원 폐자원에너지연구과, <sup>2,\*</sup>서울시립대학교 환경공학과

\*Corresponding author: leejy@uos.ac.kr

유기성 폐기물 중 하수슬러지는 도시하수를 하수종말처리장에서 처리 한 후 발생하는 잔재물이다. 과거 하수 슬러지는 재활용, 소각, 매립 및 해양투기 등의 방식으로 처리되어왔다. 그러나 2012년 “런던 협약”에 의해 폐기물 및 기타물질의 투기로 인한 해양오염을 방지하기 위한 처리에 관한 방안이 모색되었고 최근에는 고품연료로서의 재활용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 하수슬러지를 한약재부산물과 혼합하여 하수 슬러지의 수분 함유량을 낮추고 발열량을 높여 Bio-SRF로서 적용해 보고자한다. 이에 본 연구는 탈수된 하수 슬러지와 한약재 부산물의 물리·화학적 특성분석을 진행하고 10:0, 9:1, 8:2, 7:3에 비율에 따라 혼합하여 고품연료제품 품질시험분석 방법에 따라 삼성분, 저위발열량, 중금속, 염소(chlorine) 및 황(Sulfur)을 분석하였다.

그 결과, 하수 슬러지는 80.76%의 높은 수분함량을 보였으며 휘발분, 회분, 고정탄소는 각각 51.67%, 41.24%, 7.09%로 나타났다. 반면에 한약재 부산물은 2.57%의 수분함량과 휘발분, 회분, 고정탄소는 각각 71.57%, 13.28%, 15.57%로 나타났다. 또한, 저위발열량 분석결과 하수슬러지와 한약재 부산물은 각각 2,882 kal/kg, 4,045 kal/kg으로 측정되었다. 하수슬러지 자체로는 높은 회분과 낮은 저위발열량으로 고품연료 품질기준에 만족되지 못하는 것으로 판단되며, 한약재 부산물이 하수슬러지의 연료성을 향상시킬 수 있는 보조제로써 가능성이 있다고 판단된다. 중금속 분석결과 하수 슬러지는 납(Pb), 카드뮴(Cd), 수은(Hg), 비소(As)가 각각 0.76mg/kg, 1.17mg/kg, 0.52mg/kg, 4.91mg/kg로 검출되었으며, 한약재 부산물의 경우 검출 한계로 측정되었다. 이에 중금속은 고품연료 품질기준에 만족하는 경향을 보였다.

하수슬러지와 한약재 부산물의 혼합 비율에 따라 공업분석을 진행한 결과 회분은 최대 43.25%에서 32.58%까지 낮아지는 경향을 보였다. 발열량 또한 한약재 부산물이 30% 혼합된 비율에서 최대 3990 kal/kg으로 나타났다. 염소함량은 한약재 부산물을 혼합하지 않은 시료가 0.33%이며 30% 혼합한 시료가 0.23%로 나타났다. 황의 함량은 각각 0.58%, 0.43%로 나타났다.

상기 결과를 통해 하수슬러지와 폐기물로 간주되는 한약재 부산물의 혼합을 통해 Bio-SRF 적용성 연구를 진행하였다. 향후 하수슬러지와 한약재 부산물의 효율적인 수분제거와 고품연료로서의 사용을 위해 호기성 공정을 통한 적용성 연구가 필요할 것으로 사료된다.

위해성평가를 위한 매사추세츠주 환경부의 TPH 분획분석법 적용성 평가:  
준휘발성 유류탄화수소를 중심으로

윤성미<sup>1</sup>, 윤정기<sup>2</sup>, 김지인<sup>1</sup>, 조훈제<sup>1</sup>, 임가희<sup>1</sup>, 변윤주<sup>1</sup>, 김현구<sup>1</sup>, 노회정<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>국립환경과학원 토양지하수연구과, <sup>2</sup>국립환경과학원 연구전략기획과

\*Corresponding author: hjnoh99@korea.kr

원유 또는 정제유는 물리화학적 특성과 독성이 다른 수백 종 이상의 화합물질로 이루어진 복합물로써, 토양환경보전법에서는 탄소수 8개에서 40개까지를 석유계총탄화수소(Total petroleum hydrocarbons, TPH)로 칭하여 관리하고 있다. 그러나 TPH는 등가 탄소수가 클수록 독성이 낮으며 휘발성이 줄어들고, 방향족이 지방족에 비해 휘발성, 용해성 및 독성이 높은 것으로 알려져 있기 때문에 위해도 관리 측면에서는 단일항목으로 관리하기보다 세분화하여 분석·평가하는 것이 필요하다. 현재 미국 내 다수의 주에서는 유류의 물리화학적 특성, 독성 및 등가탄소수에 따라 분획구간을 분류하여 제도적으로 활용하고 있으며, 분획분석법을 지침에 적용하고 있다(Ecology 1994, MADEP 2004, TNRCC 2001). 유류의 분획분석법은 휘발성에 따라 휘발성 유류 탄화수소(Volatile petroleum hydrocarbons, VPH)와 준휘발성 유류 탄화수소(Extractable petroleum hydrocarbons, EPH)로 구분되며, 이에 따라 분석되는 유종 및 분석법에 차이가 있다. 본 연구에서는 국내에 적합한 TPH 분획분석법의 확립을 위하여 1997년 최초로 유류 분획분석법을 고안한 매사추세츠주 환경부의 EPH 분획분석법에 대해 평가하였다. 표준모래(Ottawa sand)에 디젤 250 mg/kg과 지방족 탄화수소의 대체표준물질인 1-Chloro-octadecane (1-COD), 방향족 탄화수소의 대체표준물질인 Ortho-Terphenyl (OTP)를 주입하고, 이를 매사추세츠주 환경부의 분획분석법에 따라 전처리하였다. 또한 실리카겔 컬럼 정제 단계를 통해 지방족탄화수소가 분획되는 동안 방향족탄화수소가 유출되는 것을 평가하기 위해 분획 대체표준물질(2-bromonaphthalene)을 주입하여 분획효율을 확인하였다. 디젤을 매사추세츠주 환경부에서 정의한 분획 구간으로 평가한 결과 지방족 탄화수소 C<sub>9</sub>~C<sub>18</sub>, C<sub>19</sub>~C<sub>36</sub>은 각 21.4%, 30.9%, 방향족 탄화수소 C<sub>11</sub>~C<sub>22</sub>은 22.8%로 조성된 것을 확인하였다. 회수율을 평가하였을 때 디젤 82%, 1-COD 83.9%, OTP 78.3%로 나타나 매사추세츠주 환경부의 회수율 허용 범위인 40~140% 내에 포함되어 양호한 회수율을 보였다. 또한 실리카겔 컬럼 정제 단계에서 주입한 분획 대체표준물질은 방향족 탄화수소에서 82%, 지방족 탄화수소에서 3%를 보여 적절한 분획이 이루어졌음을 확인하였다. 추후 국내 실정에 맞는 TPH 분획분석법을 확립하기 위하여 VPH 분획분석법이 추가적으로 평가될 예정이다.

1. Ecology, Analytical methods for petroleum hydrocarbons (1997)
2. MADEP, Method for the determination of extractable petroleum hydrocarbons (2004)
3. TNRCC, Total petroleum hydrocarbons TNRCC Method 1006 (2001)

## 국내 토양 중 과불화합물의 농도 분포 특성 조사

최민영<sup>1</sup>, 김인자<sup>1</sup>, 윤정기<sup>2\*</sup>, 김지인<sup>1</sup>, 노회정<sup>1</sup>, 임가희<sup>1</sup>, 김현구<sup>1</sup>, 오정은<sup>3</sup>

<sup>1</sup>국립환경과학원 토양지하수연구과, <sup>2\*</sup>국립환경과학원 연구전략기획과, <sup>3</sup>부산대학교

\*Corresponding author: jkyun@korea.kr

과불화합물은 잔류성 유기오염물질 중 하나로써 탄소와 불소의 강한 공유결합으로 인해 매우 안정한 특성을 지니고 있다. 따라서 일반적인 환경조건에서는 가수분해 및 광분해, 생물분해가 잘 일어나지 않고, 인체 내 반감기가 2.3~5.4년으로, 체내 및 자연계에 축적될 가능성이 있다(Olsen et al., 2007; Bartell et al., 2010).

국제사회에서는 이러한 과불화합물과 간 독성, 암 유발, 갑상선과 같은 질병 발생과의 관련성이 보고 되면서 2009년 제4차 스톡홀름 협약 당사국 총회에서 PFOS와 그 염을 신규 잔류성유기오염물질로 채택하여 과불화합물 물질을 규제하고 관리 중에 있다. 또한 미국, 호주, 덴마크 등에서는 토양 중 PFOS, PFOA에 대한 오염기준을 관리하고 있으나, 국내에서는 토양 중 과불화합물에 대한 연구 및 관리가 미비한 실정이다.

본 연구에서는 탄소 사슬 길이에 따른 인체 및 환경에 대한 유해성 등을(Choi et al., 2016) 고려하고, 짧은 탄소 사슬은 긴 탄소 사슬보다 독성이 적고 낮은 생물축적 잠재성을 가지는 특성(V.Gellrich et al., 2012)을 반영하여 과불화합물 중 짧은 탄소 사슬 물질(C4-C6) 3종과 긴 탄소 사슬 물질(C7-C16) 12종을 포함한 총 15종의 과불화합물을 연구대상으로 선정하고, 선정된 15종의 과불화합물에 대하여 산업단지 및 매립지 지역의 토양 중 농도를 LC-MS/MS 장비를 이용하여 분석하였다. 그리고 이를 국내 선행 분석 자료 및 국외 분석 자료와 비교하였다. 또한 각 지역에서 표토와 심토를 채취하여 토양 심도에 따른 과불화합물의 분포를 분석하고, pH와 과불화합물 간의 상관관계, 유기물과 과불화합물 간의 상관관계를 확인하였다.

표토를 기준으로 토지 용도별 과불화합물의 평균농도( $\sum$ PFCS)는 산업단지 지역(3.47 ng/g)이 매립지 지역(3.10 ng/g)보다 크게 나타났으며, 표토(0~0.3m)와 심토(0.3~0.6m)의 깊이에 따른 과불화합물 농도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). pH와 과불화합물의 농도, 토양유기물과 과불화합물의 농도간의 각각의 상관관계를 확인한 결과, 토양에서의 pH와 과불화합물 농도 간에는 유의한 상관관계를 보이지 않았으나( $p>0.05$ ), 토양유기물과 과불화합물 농도 간에는 유의한 양의 상관관계를 보였다.

**Simultaneous arsenic species separation analysis development including synthesis of standard chemicals:  $iAs^V$ ,  $iAs^{III}$ ,  $DMA^V$ ,  $MMA^V$ ,  $DMMTA^V$ ,  $DMDTA^V$**

**이호섭<sup>1</sup>, 정슬기<sup>1</sup>, 김연태<sup>2</sup>, 윤혜온<sup>1,\*</sup>**

<sup>1,\*</sup>한국기초과학지원연구원, <sup>2</sup>연세대학교

\*Corresponding author: dunee@kbsi.re.kr

This study was the first time that isocratic and simultaneous species separation analysis of six arsenic species was developed in domestic. Using HPLC-ICP-MS, the arsenic species includes inorganic and organic arsenicals which are  $iAs^V$  (arsenate),  $iAs^{III}$  (arsenite),  $DMA^V$  (dimethylarsenate),  $MMA^V$  (monomethylarsenate),  $DMMTA^V$  (dimethylmonothioarsenic acid), and  $DMDTA^V$  (dimethyldithioarsenic acid). Especially, thiol arsenicals,  $DMMTA^V$  and  $DMDTA^V$ , have been drawn great attention recently because its formation in environmental media and high toxicity as an intermediate metabolite of  $DMA^V$ . Since thiol arsenicals are difficult to analyze due to its oxy-sensitivity. furthermore, standard chemicals are not well commercialized to be obtained. Our previous work developed modified synthesis method of standard  $DMMTA^V$  and  $DMDTA^V$  for analysis. Based on references works, various type of eluent were tested and through instrumental optimization, the six arsenicals were successfully quantitatively analyzed. Tetrabutyl ammonium phosphate buffer with 5% (v/v) addition of methanol and pH 7.7 (using  $NH_4OH$ ), and using C-18 revers phase LC column were able to separate multiple arsenic species simultaneously with limit of quantification concentration of 0.12 to 0.78  $\mu g-As L^{-1}$ . In an order of  $iAs^{III}$ ,  $DMA^V$ ,  $MMA^V$ ,  $DMMTA^V$ ,  $As^V$ ,  $DMDTA^V$ , each species' peaks were verified with standard chemicals. Although retention time well separating the arsenicals is 60 minutes, more arsenic species would be more in following work.

## X-선 형광분석법에 따른 토양 내 불소 전함량 평가를 위한 표준시편 개발 및 실용화 연구

김도영<sup>1</sup>, 정슬기<sup>1</sup>, 김연태<sup>1,2</sup>, 윤혜온<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>\*한국기초과학지원연구원, <sup>2</sup>연세대학교

\*Corresponding author: dunee@kbsi.re.kr

토양오염실태조사 결과 자연적 또는 인위적 경로를 통한 토양 내 불소오염이 광범위하게 발생하고 있으며, 2012년 구미 불산가스 누출사고 이후 환경 중 불소에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있다. 토양 중 불소 전함량 평가를 위한 기존의 자외선/가시선 분광법은 긴 분석시간, 오차발생가능성, 전처리로 인한 다량의 실험폐액 발생 등 문제가 제기되고 있다. 이에 본 연구에서는 X-선 형광분석법의 활용하여 불소오염 토양에 대한 신속, 정밀하고 환경친화적인 1차 오염도(스크리닝) 평가기법을 제안하고 분석법 및 표준시편의 개발을 통해 실용화하고자 한다. 불소의 낮은 방출에너지에 따른 낮은 분석 감도를 향상시키고, 전처리 과정의 편리성 재고 및 간소화를 위해 5%(w/w) boric acid in ethanol과 liquid binder를 1:2 부피비로 혼합한 접착제를 선정하여 활용하였다. 토양 중 불소의 존재형태에 따른 분석감도 비교를 통해 Ca-F계열의 불소 표준시편을 적용할 경우 존재형태와 무관하게 다양한 매질에 대해 불소의 1차 오염도 평가를 위한 스크리닝 분석용으로 활용 가능함을 확인하였다. 뿐만 아니라 토양 내 불소의 주요 존재형태인 Ca-F계열의 불소( $\text{CaF}_2$ ,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ )에 대해서는 정략적인 평가도 가능함을 확인하였다. 그러나 불산 누출 사고와 같이 이온형태의 불소가 인위적으로 유입되는 경우 정확한 오염도 평가를 위해서는 Na-F계열의 표준시편과 추가적으로 병행되어 활용되어야 할 것으로 판단된다. 개발된 표준시편의 적용성 검증을 위해 불소오염현장토양, 준설토, 비료, 광미, 슬래그 등 불소를 포함한 다양한 매질들을 확보/적용하였다. 모든 매질에 대해 제조된 시편은 시간 및 수분 변화에도 시편은 물리적으로 안정했으며, 상대표준편차(RSD)가 10% 이내로 높은 분석 재현성을 나타냈다. 또한, 본 연구진은 불소 표준시편의 상용화 기반을 마련하기 위해 내부 및 외부정도관리 수행하였다. 결론적으로 본 연구에서 개발한 불소 표준시편을 활용한 X-선 형광분석법은 토양 중 불소 오염도를 평가함에 있어 기존의 자외선/가시선 분광법 보다 실용적인 활용이 가능할 것으로 사료된다.



## 국내 4대 항만과 양식 밀집 해역 내 신방오도로 잔류량 비교 : 계절별 잔류량 변동 평가

이인석<sup>1\*</sup>, 최민규<sup>1</sup>, 김정배<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립수산과학원 어장환경과

\*Corresponding author: islee@korea.kr

다양한 해양생물이 선박에 부착하는 것을 방지하기 위해 유기주석이 함유된 방오도로를 사용해왔으나, 생물축적성과 그 독성으로 인해 2003년 국내에선 사용이 금지되었다. 이에 대한 대체 방오도로로서 유기주석이 함유되지 않은 신방오도로(Tin-free biocides, TFB)가 사용되고 있다. 그러나 그 중 Irgarol 1051과 Diuron은 미세조류에 독성을 나타내 유럽연합(EU)을 중심으로 기준치를 설정해 관리하고 있다. 이에 본 연구에서는 대형선박의 이동이 빈번한 우리나라 4대 항만(부산항, 부산신항, 울산항, 광양항, 인천항)과 양식장이 밀집한 해역(진해만, 고성자란만, 가막만, 한산만)을 대상으로 해수 중 TFB의 잔류량을 조사하여 항만과 양식 밀집해역 오염도를 비교하고자 하였다.

4대 항만 72정점, 양식장이 밀집한 4개 해역의 48정점과 선박 운항과 양식 활동이 거의 없는 외해에 위치한 무인도 주변 4정점을 대조해역으로 하여 해수 채취를 수행하였다. 채취한 시료 중 2종의 신방오도로(Diuron, Irgarol 1051)는 여과(GF/F 필터링)하고 Oasis HLB 카트리지로 정제한 후 액체크로마토그래피-텐덤질량분석기로 분석하였다.

항만의 경우 부산항에서 가장 높은 농도를 보였으며, 내항에서 외항보다 높은 농도를 나타내었으며 이러한 패턴은 타 항만에서도 유사하게 나타났다. 주요 항만에서의 검출비율이 대체로 50% 이상인데 반해, 진해만을 제외한 양식장 밀집해역(고성자란만, 가막만, 한산만)에서는 내항의 1~2정점 외에는 대부분 불검출 되었다. 진해만의 경우 양식장이 밀집한 해역인 동시에 조선소, 하수처리장 방류구 등 일반적인 유해물질 오염원이 해역에 산재해 있어 대부분의 정점에서 TFB가 검출된 것으로 판단되며 정점별로는 유사한 농도 분포를 보였다. Diuron의 영국 환경질 기준과 비교했을 때 부산항 3정점에서 이를 초과하는 것으로 나타났으나, Irgarol은 부산항 외에는 검출되지 않았으며, 기준치 이하로 나타났다. 가장 높은 농도 수준을 보인 부산항에 대해서는 동절기(2월)와 하절기(8월)의 해수 중 TFB 잔류농도를 비교한 결과 하절기에 더 높은 수준을 보였는데( $p < 0.01$ ), 이는 선체 외부의 방오도로 성분이 해수 수온 상승과 더불어 하절기에 더 많이 용출되는 것으로 판단된다.

해수 중에 잔류하는 TFB는 유동/교환을 통해 수산 환경에 잠재적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 항만에 대한 장기 모니터링과 수산 환경, 특히 양식장이 밀집한 해역 중 TFB 정밀조사가 뒤따라야 할 것으로 판단되며, 관련 규제 정책이 마련되어야 할 것으로 판단된다. 또한 이 후 연구에서는 항만별 물동량과 항만을 주로 이용하는 선적사에 대한 정보 등이 수반되어 종합적으로 항만별 TFB 분포를 파악할 필요가 있을 것으로 보인다.

## 제주연안 표층수와 지하수 내 항생제 잔류 현황

이미경<sup>1</sup>, 이인석<sup>1,\*</sup>, 최민규<sup>1</sup>, 김정배<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립수산과학원 어장환경과

\*Corresponding author: islee@korea.kr

제주연안선 부근에는 지역 환경적으로 양식어업에 대해 유리한 조건을 가진 육상양식장이 밀집되어 있다. 양식현장에서는 생산성 향상과 감염증 치료 등의 목적으로 항생제와 같은 수산용의약품이 사용되고 있으며 그 사용량 및 사용빈도는 매년 증가하고 있다. 항생제는 사람과 동물의 체내에 투여된 후 약리적인 역할을 수행하기 전까지는 체내에서 완전히 대사(metabolism)되지 않고 비교적 분해가 어려운 물질로 동물의 분변을 통해 배설되며, 이러한 항생제의 오/남용은 항생제 내성균 발생, 슈퍼박테리아의 출현, 약물 잔류에 의한 안전성 및 약물의 유실로 인한 환경오염 등의 문제를 야기할 수 있다. 이에 본 연구에서는 제주연안선 부근 20개 정점을 대상으로 표층 해수(n=13), 연안으로 유입되는 담/염 지하수(n=11)를 채취하여 제주연안 육상양식장에서 가장 많이 사용되는 테트라사이클린(TC) 계열의 4종 항생제[Chlortetracycline(CTC), Doxycycline(DC), Oxytetracycline(OTC), Tetracycline(TC)]의 잔류농도를 분석하였다.

채취한 시료는 3.5M 황산으로 pH 3으로 조절하고 여과(GF/F 필터링)한 후 0.1 µg/mL Na<sub>2</sub>-EDTA를 주입하고 정량용 표준물질(Sulfamethoxazole-<sup>13</sup>C<sub>6</sub>)을 첨가하였다. 이를 Oasis HLB (200 mg, 6 cc) 카트리지와 Oasis MCX (150 mg, 6 cc) 카트리지를 결합해 진공감압장치에 장착하여 정제하였으며, 메탄올로 추출한 후 정량용 표준물질(Trimethoprim-d<sub>9</sub>) 첨가 후 최종 부피를 1 mL로 하여 고성능액체크로마토그래프/텐덤질량분석기(UPLC/MS/MS)로 분석하였다.

해수 13개 중 1개에서 OTC가 14.52 ng/L로 검출되었고, 지하수 11개 중 1개에서 DC가 3.22 ng/L, TC가 1.10 ng/L로 검출되었으며, 모든 시료에서 CTC는 검출되지 않았다. 이는 본 연구진의 이전 연구인 해상 어류/패류양식장, 일반 해양환경에서 검출된 OTC[0.6~6.2(평균 2.7) ng/L], DC(불검출), TC(불검출)의 농도 보다 상대적으로 높은 수준이었다. OTC가 검출된 해수 시료는 육상양식장과 인접한 정점에서 채취한 것으로 양식장 배출수에서 기인한 OTC가 표층수 내에 잔류하는 것으로 판단되며, DC와 TC가 검출된 지하수 시료는 DC와 TC는 여드름 치료제로도 사용된다는 점과 사람들의 출입이 잦은 해수욕장과 인접한 정점에서 채취한 점을 고려하여 사람에 의해 오염되었거나 혹은 인근 양돈장의 축산폐수에 포함된 동물용 항생제 의해 오염되었을 것으로 판단된다.

본 연구를 통해 제주 연안해수에 잔류하는 항생제 중 OTC는 점오염원인 육상양식장이 주요 경로인 것으로 평가되나, DC, TC와 같이 육상양식장에서는 거의 사용되지 않는 항생제가 검출되는 것은 제주 지역 암반이 현무암으로 이루어져 있다는 특성과 연안에 해수욕장이 산재해 있어 이러한 비점오염원에 영향이 있을 것으로 평가된다. 따라서 육상양식장 대한 추가적인 조사와 더불어 연안 조사정점 확대와 주기적인 모니터링이 이루어져야 할 것으로 평가된다.

## 서해안 갯벌지역의 퇴적물 및 생물 내 다환방향족탄화수소류(PAHs) 잔류농도와 분포특성

김예지<sup>1</sup>, 조윤식<sup>2</sup>, 최민규<sup>1</sup>, 김정배<sup>1</sup>, 이인석<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>국립수산과학원 어장환경과, <sup>2</sup>국립수산과학원 갯벌연구센터

\*Corresponding author: islee@korea.kr

다환방향족탄화수소류(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; PAHs)는 어장 환경에서 가장 쉽게 발견할 수 있는 오염물질 중 하나로, 주로 유류유출사고와 불완전연소에 의해 발생한 PAHs의 대기 침적으로 인해 어장 환경으로 유입된다. PAHs는 발암, 돌연변이 등을 유발하여 해양 생물 뿐 만 아니라 인간에게도 영향을 끼치므로 어장 환경의 PAHs 오염 정도를 분석, 지속적인 모니터링이 필요하다. 우리나라 남·서해안은 조수간만의 차가 커 갯벌이 넓게 형성된 지역으로 우리나라 갯벌의 대부분을 차지하며 양식활동이 활발히 일어나고 있다. 본 연구에서는 그 중 서해안의 갯벌지역 12곳(인천·경기-강화/안산/옹진, 충청남도-태안/보령/서천, 전라북도-군산/부안/고창, 전라남도-무안/신안/목포)을 선정하여 표층 퇴적물과 생물(신안·꽃게, 그 외 바지락)을 채취하였다. 채취한 퇴적물은 가속 용매 추출기를 통해 추출·정제하였고, 생물은 액체-액체추출법으로 추출, 실리카겔 컬럼을 이용하여 정제하였다. 정제된 시료들의 PAHs 잔류농도와 분포특성을 GC/MS를 통해 분석하였다.

서해안 갯벌지역 12개 정점의 퇴적물 내  $\sum_{16}$ PAHs의 잔류수준은 2.65~122 (평균 41.8±38.1) ng/g dw로 전남과 인천·경기 지역이 충남, 전북 지역보다 비교적 높게 검출되었다. PAHs와 같이 해양퇴적물에 잔류하는 유기오염물질은 단위 표면적이 넓고 다양한 작용기를 가지는 유기물에 결합 또는 흡착이 일어나므로 퇴적물 내 유기물의 함량에 비례한다고 알려져 있다. 도별 평균 완전연소가능량이 전남과 인천·경기 지역에서 비교적 높게 나타난 것으로 보아 조사한 퇴적물 내 PAHs 농도와 유기물 함량이 비례하는 상관성을 보여준다. 각 정점별 퇴적물의 AnT/(AnT+PhA)와 FluA/(FluA+Pyr), InP/(InP+BghiP)와 FluA/(FluA+Pyr)의 함량 비율에 따르면 서해안 갯벌지역 표층 퇴적물의 PAHs 오염원은 연소, 특히 목초/석탄의 연소기원으로 분류된다. 이는 전남과 인천·경기지역의 해안가에 인접한 산업단지 및 화력발전소에 기인한 것으로 판단된다. 채취한 생물의  $\sum_{16}$ PAHs의 잔류수준은 평균 68.4±58.1 ng/g dw로, 특히 군산에서 다른 정점보다 비교적 높은 값인 219 ng/g dw가 검출되었다. 이는 근처에 위치한 비응항과 하수처리장, 공장단지 등 여러 유해물질의 배출원이 존재함에 따른 것으로 판단되나 발암물질인 벤조피렌이 EU 기준치인 2 ng/g ww 보다는 낮은 1.33 ng/g dw으로 안전한 수준이었다. 생물과 퇴적물의 고분자 PAHs(4~6 rings)의 비율이 각각 평균 93.3%, 88.2%로 거의 대부분을 차지하는 것으로 나타났다.

향후 주기적인 갯벌 어장환경 모니터링을 통해 어장환경 내 유해물질의 효율적인 관리 및 어장환경 기준 설정의 기반을 마련하고, 국내에 빈번하게 발생하는 유류유출사고의 전후 비교에 있어 배경농도 등으로 활용하고자 한다.

## 국내 양식어장 퇴적물과 생물 중 PCBs와 PBDEs의 잔류농도 및 분포특성

성재현<sup>1</sup>, 박시현<sup>1</sup>, 이미경<sup>1</sup>, 김예지<sup>1</sup>, 최민규<sup>1</sup>, 김정배<sup>1</sup>, 이인석<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>국립수산과학원 어장환경과

\*Corresponding author: islee@korea.kr

폴리염화비페닐(Polychlorinated Biphenyls, PCBs)은 우수한 절연체로 전기제품, 윤활제, 페인트의 첨가제 등 다양한 목적으로 광범위하게 사용되었으나, 생식계통에 대한 독성 및 잔류성이 밝혀지면서 전 세계적으로 사용을 전면 금지시켰다. 브롬화난연제로 알려진 폴리브롬화디페닐에테르(Polychlorinated diphenyl ethers, PBDEs)의 경우도 전기전자제품, 도료, 직물 등의 난연제로 첨가되어 사용되었으나, PCBs와 더불어 잔류성유기오염물질로 지정되었다. 이러한 오염물질들은 급속한 도시화와 산업화의 영향으로 발생하였고, 우리나라는 다양한 산업시설이 연안에 위치해 있으며, 이와 더불어 다양한 양식활동이 연안을 따라 밀집하게 형성되어 있다. 따라서 본 연구는 동해, 서해, 남해에서 채취한 퇴적물 및 양식생물에 대하여 7종의 폴리염화비페닐(7 Indicator PCBs,  $\sum_7$ PCBs), 24종의 폴리브롬화디페닐에테르( $\sum_{24}$ PBDEs)의 잔류수준과 분포 특성을 파악하였으며, POPs 물질에 대해 기초자료를 제공하고자 한다.

국내 연안어장내 퇴적물과 양식생물에 잔류하는 POPs 물질의 농도와 분포특성을 파악하기 위해 2017년 54개 정점에서 채취한 퇴적물과, 32개 정점의 연안어장내 양식생물에 대하여  $\sum_7$ PCBs,  $\sum_{24}$ PBDEs를 분석하였다. 퇴적물 시료는 반빈그랩(Van veen grab)샘플러를 이용하여 채취하였고, 생물시료는 연안어장내 양식생물을 채취하여 분석하였다. 채취한 퇴적물과 생물시료는 다층실리카겔 정제 후 가스크로마토그래프-고분해능질량분석기(GC/HRMS)로 분석하였다.

양식장 퇴적물 중  $\sum_7$ PCBs,  $\sum_{24}$ PBDEs는 각각 0.01~1.01 ng/g dw(dry weight, 건중량), 0.01~43.2 pg/g dw 수준으로 검출되었고, 양식생물 체내 함유량은 각각 불검출~0.91 ng/g ww(wet weight, 습중량), 불검출~0.512 pg/g ww 수준으로 나타났다. 해역별 비교결과, 남해와 동해 그리고, 서해의 퇴적물에서  $\sum_7$ PCBs와  $\sum_{24}$ PBDEs의 농도는 각각 0.20, 0.10, 0.07 ng/g dw, 6.26, 4.56, 3.36 pg/g dw으로 나타났으며, 양식생물에서는 0.13, 0.11, 0.04 ng/g ww, 0.10, 0.33, 0.10 pg/g dw로 나타났다. 남해에 비해 동해와 서해의 시료수가 적어 통계적으로 판단하기 어려우나, 대체로 서해 퇴적물의  $\sum_7$ PCBs,  $\sum_{24}$ PBDEs 농도가 타 해역에 비해 약 1.8~3배 낮은 경향을 보였다. PCBs의 이성질체 분포 특성으로는 양식장 퇴적물과 생물 모두 각각 PCB 153(H6CB)이 39%, 29%로, 7종의 PCB중 가장 높게 나타났다. 양식장 퇴적물의 PBDEs의 이성질체 분포 특성으로는, 24종의 PBDE 중 Deca-BDE(209)가 90%로 가장 높게 검출되었지만, 양식생물내에선 13.5%로 퇴적물에 비해 낮은 경향을 나타내는데, 이는 분자량이 높아 생물체에 비교적 축적이 잘되지 않기 때문으로 판단된다.

본 연구진의 이전 연구와 비교했을 때, 퇴적물과 양식생물 중 PCBs와 PBDEs의 잔류수준은 비슷한 추세에 있는 것으로 평가된다. 그러나 양식생물의 직접적인 섭취와 축적을 고려할 때, 지속적인 모니터링과 POPs 물질 저감방안 연구는 병행되어야 할 것으로 평가된다.

## GC×GC-TOFMS를 이용한 수질 중 냄새 물질의 고감도 분석법 개발

김윤석\*, 이선홍, 윤미애, 나운철, 최재원, 신창수

\*K-water, K-water융합연구원, 수질연구센터

\*Corresponding author: yunskim@kwater.or.kr

수질 중 조류유발 냄새물질인 Geosmin과 2-MIB는 1 ~ 10 ng/L수준의 낮은 역치를 가지고 있어서 수처리 때 고려할 중요한 수질측정물질로써 사회적 관심이 높아지고 있다. 이 물질들은 위해성은 없으나 음용수로 사용할 경우 불쾌한 심미적 요인을 주는 주된 원인물질이며 건강하고 맛있는 수돗물을 생산하는데 검토 되어야할 중요한 물질들이다. 본 연구에서는 수질 중 극미량으로 존재하는 위 두 물질에 대하여 정확하고 고감도 분석을 통한 실태조사가 이루어져야 한다고 판단하여 수질분석시 방해물질이 없는지 GC×GC-TOFMS를 이용하여 초보적인 검토를 실시하였다.

GC×GC-TOFMS에 적용한 컬럼은 GC1(Rtx-5MS, 30 m×0.25 mm×0.25 μm), GC2(Rtx-17Sil MS, 1.2 m×0.15 mm×0.15μm)를 사용하였다. GC1의 오븐 온도조건은 50°C(4 min)-80°C/min-210°C-20°C/min-300°C(4min)이고, GC2 오븐은 GC1보다 +5°C로 설정하였다. 모듈속도는 3초 간격으로 설정하여 정밀도를 향상시켰으며 스캔속도는 200 spectra/sec으로 분석하였다. 냄새물질 표준물질은 1에서 50 ng/L 범주에서 6점의 검량선을 작성하여 R<sup>2</sup>가 0.99이상으로 양호하여 고감도 분석이 가능하였고 이리 근거로 상수원수중의 냄새물질을 정량하였다.

본 분석법 개발에 의해서 기존방식으로 측정된 시료 중에는 대상물질과 같은 질량(m/z)에서 여러 가지 미지 물질이 함께 검출됨을 확인 할 수 있었다. 1D GC 측정대비 2D GC 측정시 분리능이 향상되었으며, 물질별로 차이는 있으나 약 0.9~3.9%의 방해물질이 혼합되어 있어서 기존의 분석법으로는 판단 할 수가 없었던 것으로 향후 정확한 실태조사에 영향을 줄 것으로 판단되었다.

## Quantitative Analysis of Antifouling agent in Marine Anti-Fouling Paint

HYE-MI KIM, HAN-JUNG CHO

KCC central research institute, Comprehensive Analysis Research

In the EU, BPR (Biocidal Products Regulation) for antifouling agents have been implemented since 2015. BPR is a regulation to prevent marine pollution caused by antifouling paints applied to the bottom of a ship. Thus, by excluding high-harmful substances and using only approved antifouling agents, distribution in Europe of activative substance, biocidal product and products containing or treated with biocidal product is very strictly controlled.

In this study, quantitative analysis methods were studied using UV-Vis and LC/MS to analyze the contents of Zineb and Copper pyrithione, widely used as antifouling agents. The commonly known method for quantitative analysis of Zineb is to measure the content of CS<sub>2</sub> obtained by decomposing Zineb. This method, however, shows low selectivity as well as safety problems caused by decomposition of Zineb. In this study, a spectrometric method is developed for the determination of zineb by converting it into a molybdenum complex and applied to the analysis of Zineb content in the antifouling paint using UV-Vis quantitative analysis method. The analysis of Copper pyrithione content in the antifouling paint was confirmed to be quantitative analysis using LC/MS without direct pretreatment such as derivatization.

The analysis method of the antifouling agent developed on the basis of this study can be applied to the environmental regulation of the antifouling paint and the study of paint performance in the future.

## Determination of Cr<sup>6+</sup> in Artificial airborne sample using Ion chromatography and spectrophotometric measurement

이경민, 설혜원, 김정례<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>제이엘사이언스 분석기술연구소

\*Corresponding author: lkm@jlsience.com

Chromium(VI) compounds are highly water-soluble and oxidizing are considered toxic and potentially carcinogenic. Chromium(VI) compounds enters the body through inhalation, ingestion and dermal absorption. The general population is exposed to chromium through chromium-contaminated food and water ingestion while occupational exposure occurs predominantly through inhalation and dermal contact. Alkaline digestion as EPA method 3060A is procedure for extracting Chromium(VI) from soluble, adsorbed, and precipitated forms of chromium compounds in soils, sludges, sediments, and similar waste materials.

In this study, analysis artificial chromium(VI) sample using alkaline digestion following OSHA and NIOSH. Chromatographic determinations apply anion-exchange chromatography followed by 1,5-diphenylcarbazide post column chemistry according to U.S. EPA Method 218.7. The applied flow-through reactor and the UV/VIS detector allowed to significantly enhance the efficiency of the post column reaction.

## Development and Characterization of metal complexed polyurethane air-purification filter

**Seyoung Yoon<sup>1</sup>, Hee Jin Lee<sup>1</sup>, Mihyun Lee<sup>1</sup>, Kyong Eun Yu<sup>1</sup>, Jihyun Bae<sup>2</sup>,  
Woonjung Kim<sup>2</sup>, Jongjin Jung<sup>2</sup>, Seong Ho Choi<sup>2</sup>, In Soo Lee<sup>3</sup> and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>\*Chemtree Co.Ltd. R& D Center, Daejeon 34054, Korea

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Hannam University, Daejeon 34054, Korea

<sup>3</sup>Department of Biological Science and Biotechnology,  
Hannam University, Daejeon 34054, Korea

\*slee@hnu.kr

Air pollution by fine dust, volatile organic compound (VOC), Foshan outflow, and bacterial viruses such as influenza virus have become increasingly important issues. Among them, VOCs from automobile emission or consumption of oils and organic solvents are of particular concern because they contain carcinogenic substances. Gaseous contaminants and bacterial viruses may be removed partially by existing antimicrobial filters or polymeric filters. However, the antimicrobial efficiencies of existing polymeric filters are not high enough.

In this study, we have developed a metal-complexed antibacterial polyurethane (PU) filter with high antimicrobial activity. The surface of a PU fabric was chemically treated with -COOH group, and then a metal was complexed.

The product was characterized using infrared spectroscopy (IR) and scanning electron microscopy (SEM), and surface treatment was confirmed. The untreated PU fabric showed gradual bacterial growth even after 6 hours of incubation, while all the bacteria died with the surface-treated PU fabric.

The surface-treatment method developed in this study may be applied broadly to medical products such as medical band, wound healing agent, high elasticity breathable patch, or in the air-purification industries.



## ICP-MS를 이용한 토양 전처리 방법에 따른 총 우라늄 분석에 대한 연구

신건환, 이군택\*, 이광승, 박솔이, 박수주, 정호용

서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원(NICEM)

\*Corresponding author: gtleee@snu.ac.kr

본 연구는 토양시료 26점을 3가지 방법으로 전처리하고 유도결합플라스마질량분석기(ICP/MS)를 사용하여 분석한 후 실험방법 간 차이를 통계적으로 규명하였다. 또한 토양인증표준물질(Standard Reference Material, NIST 2711a)과 공시토양 3점을 사용하여 총 우라늄을 추출하기 위한 표준 전처리방법을 찾고자 연구하였다. 토양 중 방사성물질에 대한 국제표준방법(ISO 표준) 측정법으로 감마분석법, 알파 및 베타분석법이 제정되어있지만 ICP/MS를 사용한 국제표준은 존재하지 않는다. 다만 단체표준으로 미국의 ASTM(C1345-96)방법이 있지만 토양 시료를 신속하고 정확하게 처리하기가 어렵다. 이 방법과 이를 변형한 ASTM C1345-96방법 그리고 HF, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub> 혼합용액(4:4:1)을 사용하는 학술지에 등재된 방법을 각각 사용하여 토양 26점을 비교평가 하였다. 각각의 총 우라늄 결과를 통계적인기법 분산분석 일원 배치법(one-way ANOVA)을 사용하였을 경우 3가지 방법에 대한 평균의 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 다중비교로 분산분석 일원배치법을 사용한 통계분석에서는 변형된 ASTM C1345-96방법과 HF, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, 혼합용액(4:4:1)을 처리한 방법 간 귀무가설을 채택하여 두 시험방법 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $F : 0.13 < F_c : 4.03$ , 유의수준 : 0.05,  $n=26$ ). 또한 변형된 ASTM C1345-96방법의 정확도를 평가하기 위해 SRM(NIST 2711a)을 사용하여 8반복 전처리하여 측정된 결과 정확도 93.01 %, 정밀도 2.65 %로 양호하게 나타났다.

## Acidity and Pollution Characteristics of Precipitation at Jeju Island in 2017

Soo-Young Kim, Jun-Oh Bu, Sook-Young Park, Jung-Min Song, Chang-Hee Kang\*

Department of Chemistry and Cosmetics, Jeju National University

\*Corresponding author: changhee@jejunu.ac.kr

Trace amount of organic acids as well as major ionic components have been analyzed in precipitation at Jeju Island of Korea in 2017. The total number of precipitation samples was 47, and their ionic components were analyzed by ion chromatography. From the comparison in term of ion balance, electric conductivity, and acid fraction of precipitation, their correlations were found in the range of 0.976~0.998, indicating a good quality of the analytical data. During the study periods, the volume-weighted mean pH and electric conductivity were 4.6 and 30.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectively, showing weak acidic precipitations below pH 5.0 by 83% frequency. The ionic strength of precipitation was  $0.29\pm 0.27$  mM, indicating 23.4% of total precipitation within a pure precipitation criteria. The volume-weighted mean concentrations ( $\mu\text{eq}/\text{L}$ ) of the ionic species in precipitation were in the order of  $\text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{NO}_3^- > \text{nss-SO}_4^{2-} > \text{H}^+ > \text{nss-Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{HCOO}^- > \text{K}^+ > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{F}^- > \text{HCO}_3^- > \text{CH}_3\text{SO}_3^-$ . The major marine ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), secondary pollutants ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ ) and soil ( $\text{nss-Ca}^{2+}$ ) species have contributed to the total ionic components of precipitation samples by 44.9%, 37.7%, and 6.1%, respectively. The acidity contributions by sulfuric and nitric acid were 45.4% and 47.9%, respectively. Meanwhile the acidity contributions by formic and acetic acids were 4.5% and 2.2%, respectively. Based on the back trajectory analysis, the high concentrations of ionic species were mostly associated with northwesterly winds from the continental area, on the other hand, the low concentrations with the winds coming from the North Pacific.

## Real-time Monitoring and Background Level of Atmospheric Radon-222 Concentrations at Gosan Site, Jeju Island in 2017

Lyun-Kyung Kim, Jun-Oh Bu, Hee-Ju Kang, Jung-Min Song, Won-Hyung Kim, Chang-Hee Kang\*

Department of Chemistry and Cosmetics, Jeju National University

\*Corresponding author: changhee@jejunu.ac.kr

Naturally occurring radionuclides ( $^7\text{Be}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ , and  $^{222}\text{Rn}$ ) and anthropogenic radionuclides ( $^{85}\text{Kr}$ ) are important isotopes for studying atmospheric radioactivity processes. Radon-222, in particular, is an inert gas resulting from the alpha decay of Radium-226 in the Uranium-238 decay chain. It has a half-life of 3.82 days, and is released into the atmosphere from most rock and soil types. In conjunction with other radionuclide measurements such as  $^{210}\text{Pb}$ , radon data provide a useful constraint for the evaluation of air transport models and the identification of global atmospheric conditions. In this study, the ambient background level of atmospheric radon at Gosan Site in Jeju Island was measured using a real-time monitoring system from January to December 2017, in order to evaluate the background level and timely variation characteristics of atmospheric radon. The mean radon concentration was  $2404 \pm 1203$  mBq/m<sup>3</sup> for the whole period, and the seasonal mean concentrations were in the order of fall ( $2920 \pm 1116$  mBq/m<sup>3</sup>) > winter ( $2677 \pm 986$  mBq/m<sup>3</sup>) > spring ( $2191 \pm 901$  mBq/m<sup>3</sup>) > summer ( $2030 \pm 1403$  mBq/m<sup>3</sup>), showing comparatively high in fall and low in summer season. The monthly mean concentrations were in the order of Jan > Oct > Nov > Sep > Dec > Mar > Aug > Feb > Apr > Jun > May > Jul, resulting that the highest concentration ( $2975$  mBq/m<sup>3</sup>) on January was almost twice as the lowest ( $1436$  mBq/m<sup>3</sup>) on July. Meanwhile the hourly radon concentrations have increased during the nighttime ( $2757$  mBq/m<sup>3</sup> at around 7 a.m.), and have relatively decreased during the daytime ( $1951$  mBq/m<sup>3</sup> at around 4 p.m.). Based on the cluster analyses of air mass back trajectories, the frequencies of air masses moving from China continent, the Korean peninsula, and the North Pacific Ocean were 31%, 53%, 16%, respectively. On the study of continental fetch analysis, the radon concentrations were high when the airflow moved from the Asia continent to Jeju Island, on the other hand, they were relatively low when it moved from the North Pacific Ocean.

## 춘천시 대기 중 PM<sub>2.5</sub> 탄소성분 및 무기이온성분에 관한 연구

박성원<sup>1</sup>, 김평래<sup>1</sup>, 김대영<sup>1</sup>, 한영지<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 환경학과, 강원대학교 환경융합학부

\*Corresponding author: youngji@kangwon.ac.kr

입자상 물질 중에서 공기역학적 직경이 2.5  $\mu\text{m}$  이하인 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)는 주로 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, 탄소성분, 금속성분 등으로 구성되어있으며 대기 중에서 쉽게 제거되지 않고 시정악화 및 체내에 흡착되어 심혈관계질환과 호흡계질환을 유발하는 것으로 알려져 있다. 현재 여러 나라에서 PM<sub>2.5</sub>에 대해 규제하고 있으며 국내 대기 환경기준 또한 연평균 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 24시간 평균 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 2018년 3월 27일부터 각각 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  및 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 강화되어, 미세입자에 대한 심각성이 크게 이슈화되고 있다. 춘천시의 경우 PM<sub>2.5</sub>와 PM<sub>10</sub>의 배출원으로부터의 1차 배출량은 적지만 대기 중 PM<sub>2.5</sub>와 PM<sub>10</sub> 농도는 서울 및 수도권 지역과 비교하였을 때 비슷하거나 더 높은 값을 보이고 있다. 춘천시의 높은 미세입자 농도의 원인을 파악하기 위해 본 연구에서는 춘천시에 위치한 특성이 다른 측정 장소 2곳을 선정하여 PM<sub>2.5</sub>를 채취하고 화학적 성분을 분석하였다.

2017년 11월 3일부터 2018년 1월 29일까지 춘천시 효자2동에 위치한 강원대학교 자연과학대학 2호관 옥상(KNU)과 강원도 춘천시 강원 농업 전문 창업보육센터 옥상(KBIC) 두 곳에서 PM<sub>2.5</sub> 시료를 채취하였다. KNU의 경우에는 주거와 상권이 혼합된 지역이며 KBIC는 주변에 논과 밭이 있으며 남쪽 방향으로는 육류구이 식당이 밀집해있다. 시료 채취는 3일에 한 번 24시간 진행되었으며, KNU의 경우 11월 30일부터 71시간씩 반복 측정하였다. 테플론 필터를 장착한 PMS-103(APM Eng., Korea)를 이용하여 PM<sub>2.5</sub>의 질량농도 및 금속성 성분 농도를 측정하였고, 탄소성분 측정을 위해서는 사이클론과 carbon filter denuder(Sunset Laboratory Inc., USA) 및 석영필터를 장착한 필터팩을 사용하였다. 탄소성분은 NIOSH 5040 Method를 이용하여 유기탄소(organic carbon: OC)와 무기탄소(elemental carbon: EC)를 분석하였고, 남은 필터는 초순수로 추출 후 TOC 분석기를 사용하여 용존유기탄소(water soluble organic carbon: WSOC)의 농도를 측정하였다. 이온 성분은 과대 및 과소 측정오차를 방지하기 위해 디뉴더로 산성가스를 먼저 제거한 후 3단 필터팩을 사용하여 채취 도중 입자에서 가스로 휘발되는 질산(HNO<sub>3</sub>)과 암모니아(NH<sub>3</sub>)까지 측정하였다. 이온크로마토그래피를 이용하여 수용성 이온성분을 분석하였다.

PM<sub>2.5</sub> 평균농도는 KNU의 경우 36.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 연평균 기준과 일평균 기준을 모두 초과하였으며 OC와 EC의 평균농도는 각각 9.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이었다. KBIC의 경우 PM<sub>2.5</sub> 평균농도가 34.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 연평균 기준을 초과하였으며 OC와 EC 평균농도는 각각 8.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났다. 추후 생물성 연소의 지표물질인 K<sup>+</sup>의 농도와 OC/EC 비 등 다양한 성분농도의 특성을 이용하여 두 측정지점에서의 주요 배출원을 비교 평가할 것이다.

## 대기 중 수은의 패시브 시료채취 기법 개발 및 평가

전지원<sup>1</sup>, 김지혜<sup>1</sup>, 차승환<sup>1</sup>, 김평래<sup>1</sup>, 김대영<sup>1</sup>, 한영지<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 환경학과, <sup>2,\*</sup>강원대학교 환경융합학부

\*Corresponding author: youngji@kangwon.ac.kr

수은은 가스 상으로 존재 가능한 유일한 중금속으로 강한 신경독성 물질이다. 2013년 수은에 관한 국제협약(미나타 협약)이 체결되었으며 2014년 우리나라가 협약에 서명하였다. 따라서 미나타 협약에 효과적인 대응을 위한 국가적 차원의 모니터링 체계가 필요한 실정이다. 시료채취가 용이하고 장기간의 평균적 농도 조사가 가능한 패시브 샘플러를 개발함과 동시에 가장 큰 단점인 기상학적인 요인에 의한 오차를 보정하여 신뢰성 있는 패시브 샘플러를 개발하는 것이 이 연구의 목표이다.

연구 방법은 5종류의 활성탄(VQN, SK-mercury, FGD, GL-50, I-impregnated activated carbon)과 Gold coated glass beads(Gold beads)의 blank를 측정하여 흡착제를 선정하였고 선정된 흡착제를 대상으로 일정량의 수은 포화 증기를 주입하고 흡착제에 흡착된 수은의 양을 분석하는 회수율 실험 방식의 흡착제 성능 평가(최대 흡착 용량 실험)를 진행하였다. 이후 강원대학교 자연과학대학 2호관 옥상에 샘플러를 설치하여 능동형 시료채취 장비와 교차분석을 통한 Sampling rate(SR)를 산출, 최대 배치 기간 파악, 기상요인과의 상관성 파악 및 다중 회귀 분석을 실시하였다.

blank 실험 결과 보관기간이 긴 활성탄의 경우 blank 값이 매우 높게 측정되었으며 새로 구매한 I-impregnated activated carbon와 전처리가 가능한 Gold beads의 경우 blank가 비교적 낮은 값을 보였다. 따라서 본 연구에서는 전처리가 가능하며 재사용이 가능한 Gold beads를 흡착제로 선정했다. 흡착제 성능 평가 결과 Gold beads의 최대 흡착용량은 약 9 ng 정도로 나타났다. 이후 진행된 실험에서 흡착제에 흡착된 수은의 양은 배치기간이 길어짐에 따라 선형적으로 증가하였으나 8주(2달) 이상 샘플링하는 경우 흡착량이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 최대 배치 기간은 8주이다. 실험 기간동안 평균 SR은  $0.083 \text{ m}^3\text{day}^{-1}$  이며 배치 기간이 길어질수록 감소하는 것을 확인하였다. 기상학적 요인(온도, 습도, 풍속)과 SR의 상관성 분석 결과 온도 및 풍속과는 양의 상관관계가 나타났다. 다중 회귀 분석을 실시한 결과 전체 실험 기간에 대해서는  $SR=0.002(T[^\circ\text{C}])+0.048(WS[\text{m/s}])-0.004$ ,  $R^2=0.506$ 의 관계가 나타났고 3차 실험만의 결과로는  $SR=0.007(T[^\circ\text{C}])+0.054(WS[\text{m/s}])-0.089$ ,  $R^2=0.891$ 의 관계가 나타났다. 본 연구를 통해 패시브 시료채취 기법을 개발한다면 기존 방식인 능동형 시료 채취기의 단점을 보완할 수 있으며 수은의 상세한 공간적 분포 지도 작성 및 미나타 협약 실효에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 보인다. 패시브 시료채취 기법을 실적용하기 위해서는 SR에 영향을 주는 요인인 온도와 풍속에 대한 보정을 해야 할 것으로 보인다.

## 유도체화 후 HPLC-FLD를 사용한 물 중 나이트로사민류 분석 방법 개선

박선영<sup>1</sup>, 이성균<sup>1</sup>, 김희갑<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 환경학과, <sup>2,\*</sup>강원대학교 환경융합학부

\*Corresponding author: kimh@kanhwon.ac.kr

휘발성 나이트로사민류는 정수 과정 중 최대 수십 ng/L까지의 농도로 생성되는 소독부산물(disinfection by-products, DBPs)로, 이 중 대부분이 U.S. EPA에서 Group B2로 지정된 발암물질이다. 그 중 *N*-nitrosodimethylamine(NDMA)과 *N*-nitrosodiethylamine(NDEA)는 각각 7 ng/L와 2 ng/L 수준에서 초과발암위해도( $10^{-5}$ )를 나타내며, 우리나라에서도 올해부터 먹는물 감시 항목에 NDMA와 NDEA가 추가되었다. 이 연구에서는 dansyl 유도체를 만든 후 high-performance liquid chromatograph-fluorescence detector(HPLC-FLD)로 분석하는 방법을 개선하였다. 먼저 SPE를 이용하여 물 중 나이트로사민류를 농축하고 건조한 후, dichloromethane(DCM)으로 용출하는 과정에서 흡착제의 건조 방법이 미치는 영향을 평가하였다. 그리고 유도체화를 실시하기 전 denitrosation을 통해 나이트로사민류를 이차 지방족 아민류로 변환하는 과정에서 물 중 함유되어 있는 이차 지방족 아민이 같이 분석되어 실제보다 과도하게 정량될 수 있으므로, 이를 해결하기 위한 방법을 절차에 포함하였다. 흡착제 건조 방법(silica gel 트랩의 유무, 진공 펌프 건조 vs. 질소 가스 건조), 용출 용매(100% dichloromethane vs. DCM과 methanol의 혼합액) 및 산 세척 여부를 통한 잔류 물질 제거 여부에 대해 평가하였다. Silica gel 트랩을 연결하여 진공 펌프로 감압시켜 건조하는 것과 용출액으로 100% DCM을 사용하는 것이 가장 좋은 결과를 나타냈다. 산 세척 방법에 따른 이차 지방족 아민류의 제거율을 본 결과, 1 mL까지 농축한 후 1 N HCl로 세척하는 것이 가장 높은 제거율을 보였다. 따라서 이 연구에서는 HPLC-FLD를 사용하여 나이트로사민류를 분석하는 방법을 최적화하였다. 최적화된 방법을 요약하면 다음과 같다. 500 mL의 물 시료를 2.0 g carboxen 572로 충전된 카트리지에 8-10 mL/min으로 통과시킨 후, silica gel trap을 전단부에 연결하여 10분 동안 진공 펌프로 감압 건조하였다. 이후 15 mL의 DCM을 사용하여 8-10 mL/min의 유속으로 용출하고 1 mL까지 농축하였다. 농축액에 1 mL 1 N HCl을 첨가한 후 혼합물은 5분 동안 vortex mixer를 사용하여 세척하였다. 유기층을 분리한 후 sodium sulfate로 수분을 제거하였다. 150  $\mu$ L denitrosating 시약(HBr in acetic acid)을 첨가하여 40 °C에서 30분 동안 반응시킨 후, 잔류 용매 및 산을 60 °C에서 질소 가스로 모두 휘발시켰다. pH 10.5 완충 용액 및 dansylation 시약을 각각 150  $\mu$ L씩 첨가하고, 40 °C에서 30분 동안 반응시킨 후 50  $\mu$ L 초순수를 첨가하였다. 전처리가 완료된 시료는 Skypack(4.6  $\times$  250 mm, 5  $\mu$ m)을 분석용 칼럼으로 사용하여 HPLC-FLD로 분석하였다. 최적화된 방법의 회수율은 저(2 ng/L), 중(5 ng/L와 30 ng/L NDMA) 및 고(8 ng/L와 60 ng/L)농도 수준에서 각 89.6-98.6%, 81.1-105.9% 및 83.9-109.1%였다. 그리고 방법검출한계 및 정량한계는 각 0.03-0.26 ng/L 및 0.09-0.41 ng/L로 물 중 나이트로사민을 분석하기에 충분하였다.

## 현장 Olfactometer의 성능평가- 국내 적용 가능성

서주희, 조지은, 이용휘, 김만구\*

강원대학교 환경융합학부

\*Corresponding author: mgkim@kangwon.ac.kr

악취는 대부분 두 가지 이상의 성분이 혼합된 복합성분으로 존재한다. 유럽, 호주, 뉴질랜드는 Dynamic Olfactometer, 북미는 Scentometer 등 세계 여러 나라는 다양한 관능법을 통해 악취를 평가 및 규제하고 있다. 현재 우리나라에서 시행하고 있는 공기희석관능법은 현장에서 악취를 채취하여 실험 장소로 운반한 뒤 48시간 이내에 평가하고 농도하강식으로 측정하는 방법이다. 그러나 농도하강식을 이용하여 냄새를 평가하면 후각이 둔감해져 희석배수가 저평가 될 수 있으며, 규정된 시간 이내 측정했을 때 악취가 저평가된 사례가 있다. 따라서 이 연구에서는 농도 상승식을 적용하며, 국외에서 사용되고 있는 현장 악취 측정이 가능한 Olfactometer(SM100i(Scentroid, Canada))를 이용하여 적용 가능성을 평가하였다.

매뉴얼에는 정상충전압력 4500 psi로 공기탱크를 충전했을 경우 1200초 동안 지속 가능하다고 명시되어 있다. 우리나라에서 산업통상자원부의 고압가스 안전관리법 시행 규칙 에 따라 공기탱크를 3000 psi로 충전했을 때 750초 지속 사용 가능하다. 매뉴얼의 사용가능시간 보다 실제 우리나라에서의 사용시간이 더 짧다.

현장에서 EN13725에 따라 현장 올팩터미터를 사용하여 측정하기 위해서는 3 round의 실험을 진행해야 한다. 하지만 우리나라에서 완충된 공기탱크는 1 round의 실험만이 가능하므로 보조 충전장치인 스쿠버 탱크의 공기를 공기탱크에 연결하여 공기를 공급하게 된다. 공기를 보충할 스쿠버탱크는 완충 시 4600초 사용 가능하다. 그러므로 스쿠버 탱크 한 개를 사용하면 현장에서 올팩터미터로 직접 측정 했을 때 2회 측정 가능하다. 이와 같이 현장 올팩터미터를 한국에 도입하기 위해서는 한국의 실정에 맞는 새로운 공기탱크 충전방식이나 공기를 공급하는 새로운 방법이 필요하다. 매뉴얼에 제시된 희석배수와 실제 희석배수를 비교하고 검토하였다.

## **Simultaneous analysis of environmental phenols and parabens in human milk by liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry**

**Junhee Kim, Junghyun Kim, Hyun-Deok Cho, Jinyoung An,  
Seung Muk Hyun, and Sang Beom Han\***

Department of pharmaceutical analysis, College of pharmacy, Chung-Ang University

\*Corresponding author: hansb@cau.ac.kr

A new method using liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) was established for simultaneous determination of environmental phenols and parabens in human milk; bisphenol A, bisphenol F, bisphenol S, triclosan, methylparaben, ethylparaben, and propylparaben. The proposed method involves enzyme hydrolysis, QuEChERS, and defatting step. EN (European) QuEChERS method was the most excellent method for recovery and RSD of all analytes among three different types of QuEChERS methods. A defatting step using n-hexane was performed to prevent the contamination of ionization source by removing the fat in the human milk. Mass spectrometric detection was carried out using electrospray ionization (ESI) in negative ion mode with multiple reaction monitoring (MRM). The performance of developed LC-MS/MS method was evaluated by assessing specificity, linearity, recovery, matrix effect, lower limit of quantification (LLOQ), accuracy and precision. LLOQs of the analytes were ranged from 0.2 ng/g to 1 ng/g, and recoveries were between 92.0% and 116.5% on LLOQs. We expect that our developed method will be suitable for the monitoring of environmental phenols and parabens in human milk.



**Determination of phthalate metabolites in human milk  
for environmental monitoring research**

**Jinyoung An, Taeyong Eom, Junghyun Kim, Hyun-Deok Cho, Mihee Park,  
Junhee Kim, Seung Muk Hyun, and Sang Beom Han\***

Department of pharmaceutical analysis, College of pharmacy, Chung-Ang University

\*Corresponding author: hansb@cau.ac.kr

Human milk is effective matrix in an evaluation of phthalate toxicity study in infants, because it is main nutritional source of them. Here we describe the development and validation of an analytical method for phthalate metabolites in human milk. The target phthalate metabolites are mono-(3-carboxy propyl) phthalate (MCP), mono-(2-ethyl-5-carboxy pentyl) phthalate (MECP), mono-(2-ethyl-5-hydroxyhexyl) phthalate (MEHHP), mono-(2-ethyl-5-oxohexyl) phthalate (MEOHP), mono-n-butyl phthalate (MnBP), mono-(carboxyoctyl) phthalate (MCOP), mono-benzyl phthalate (MBzP), and mono-(carboxynonyl) phthalate (MCNP). In this study, a simple, rapid and economical method based on QuEChERS (quick, easy, cheap, effective, rugged and safe) was established. Mass spectrometric detection was carried out using electrospray ionization in negative mode with multiple reaction monitoring (MRM). The performance of LC-MS/MS method was evaluated by assessing specificity, linearity, recovery, limit of quantification (LOQ), accuracy and precision. The method shows good reproducibility and accuracy. LOQs were ranged from 0.1 to 0.5 ng/g and recoveries were between 72.9% and 96.0%.

## **Simultaneous determination of alkoxyalcohols in household detergents using static headspace gas chromatography and mass spectrometry**

**Yoon Hwan Kim<sup>1</sup>, Heesoo Pyo<sup>1</sup>, Bong Chul Chung<sup>1</sup>, Jeongae Lee<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Molecular Recognition Research Center, Korea Institute of Science and Technology

An alkoxyalcohol is an alcohol which have organic functional group containing an alkyl group bonded to an oxygen atom. Alkoxyalcohols are widely used as solvents in industrial household detergent manufactor. Since household detergents are frequently exposed in our daily lives, the margin of exposure values for these compounds are also high. Thus, the need for rapid and reliable quantification of alkoxyalcohols in household detergents is becoming important for toxicity assessment and monitoring. The aim of this study was to develop a simple and reliable analytical method of alkoxyalcohols combined with headspace gas chromatography and mass spectrometry and analyze household detergents. The optimized method has been developed in comparison with various headspace extraction parameters such as salting out effect, incubation temperature and time. The calibration curve of the method obtained linearity ( $r^2 > 0.995$ ). LOD was ranged within 2 - 200 ng mL<sup>-1</sup>. As a preliminary experiments, 10 kinds of kitchen detergents and rinse aids were analyzed. Large-scale content analysis of hygiene products such as household detergent and wet tissues will be conducted.

## Analysis of Bio-marker from Faecal Residues in Archaeological Burial Soil using Gas Chromatography-Mass Selective Detector

In Suk Woo and Eunyoung Yun<sup>\*</sup>

Conservation Science Division, National Research Institute of Cultural Heritage

<sup>\*</sup>Corresponding author: dalsan81@korea.kr

The building site 6 of Bukhansanseong Hanggung has been excavated by GyeongGi Institute of Cultural Properties since 2015. We studied to establish the purpose of use of the archaeological site. Thus we analyzed the extracted soils from inside (target samples) and outside (control sample) of the site.

Analysis of steroids is one of prospective tools when microscopic evidence is insufficient but has the informations about faecal input in archaeological context. Steroids occur in environment of plant, animal tissues and faecal residues, and stanols is one of steroid which the most used as bio-marker in environment and archaeological research. Therefore steroids use to confirm the faecal input in burial soil, even if these inputs had occurred several thousand years ago. The most of  $5\beta$ -stanols be used to purpose such as detection of human faeces containing large amounts of coprostanol.

In this study, we therefore analyzed the faecal indicator using gas chromatography (GC) coupled mass selective detector (MSD). Samples were prepared with the process of pre-treatment and derivatization as follows: 1) Total lipid extraction performed using the ultrasonication method after added chloroform-methanol (2:1, v/v) complex solution. 2) The extracted lipids were dissolved in hexane after trimethylsilyl(TMS) derivatization by *N,O*-Bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamide(BSTFA) containing 1% trimethylchlorosilane(TMCS) for analyze and then injected into GC column. We assumed that this remains more likely used to the purpose of ancient toilet because the coprostanol was detected from the inside soils of archaeological site except in the outside soil. In addition, we will identify strains of origin from the analysis of bile acids found in the feces of vertebrate (including humans).

**Mitochondrial DNA in ancient human bone from the Bangnae-ri Site,  
Gyeongju in Korea**

**Yun-Ji Kim<sup>\*</sup>, Sue Hoon Kim, Eun Min Cho and Ji Young Shin**

Conservation Science Division, National Research Institute of Cultural Heritage

<sup>\*</sup>Corresponding author: dbswl0420@korea.kr

Human skeletal provides important insight regarding the history and culture in past human group. Ancient DNA is the informative biological molecule to identify the genetic genealogy and the burial pattern. Seventeen human bones were excavated from the 5th to 6th century Bangnae-ri Site, Gyeongju. We extracted mitochondrial DNA in six human bones found within a stone chamber tomb. We carried out the comparative analyses of the hyper variable regions (HVRs) in mitochondrial DNA (mtDNA) of each sample. We sequenced 9 segmental amplicons of HVRs. The relevant haplogroups were identified by the sequence polymorphism on the basis of the known mtDNA database. Mitochondrial DNA in two individuals were classified into haplogroups, which are haplogroup F3 (sample code 6-1) and B5a2a1 (sample code 6-4). The haplogroups F and B are the most common in East Asia and South East Asia. Our study will provide important clues for understanding the maternal lineage of 5th to 6th century Bangnae-ri individuals based on mitochondrial DNA.

## **Development of method to discriminate the geographical origin of garlic using ICP-OES with multivariate data analysis**

**Eun-Hee Chang, Dong-Jin Kang, Da-Jeong Jeong, Young-dae Choi, Suel-hye Hur, Hye-min Dong, Ji-Young Moon, Seong-Hun Lee, Hyeo-Kyeong Kim, Byeung-Kon Shin\***

Experiment Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service, 141, Yongjeon-ro, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do, Korea

Garlic is well known as condiment vegetable in Korea. Consumers want to eat Korean garlic in Korea. Korean people are concerned about labeling of geographical origin of garlic when purchasing garlic. The price of Korean garlic is 2 times higher than imported garlic in Korea. The origin of garlic is identified to prevent false indication of geographical origin of garlic. The aim of this study is to discriminate the origin of garlic by comparing inorganic elements' contents between Korean and imported garlic using inductive coupled plasma optical emission spectrometer(ICP-OES).

In this study, 100 samples of garlic were collected from Korea, Japan and China. The samples were analyzed using inductive coupled plasma optical emission spectrometer(ICP-OES). We found 12 inorganic elements' contents; Ba, Sn, P, Fe, Ca, S, K, Al, Si, Mn, Na, and Cu. The 12 inorganic elements' contents were different between Korean and imported garlic. The relative content ratios of the 12 elements were from 0.4 to 1.7 in Korean and imported garlic.

The accuracy of discrimination for geographical origin was 98% by ICP-OES with multivariate analysis. This result showed that the method can be used to discriminate geographical origin between domestic and imported garlic in Korea.

**Case study on identification of UVCB substance :  
Variable substance in REACH**

**박광서, 김윤주, 최은경\***

한국생산기술연구원 환경규제기술센터

\*Corresponding author: ekchoe@kitech.re.kr

Fatty Acids Zinc Salts(FAZS)는 원재료의 유래에 따라 지방산의 성분도 다르고 이에 따라 CAS 번호 및 명칭이 다른 여러 종류의 FAZS가 존재하여 윤활제 성분, 천연고무나 합성고무 혹은 타이어 생산 시 첨가제로서 사용되는 등 다양하게 사용되고 있다. 유럽에서의 사용량은 Fatty acids zinc salts 종류에 따라 100~1000톤 혹은 10,000톤 이상의 물량이 되므로, REACH의 등록 대상이 된다. 본 사례 연구에서는 국내에서 제조되어 유럽에 수출하는 FAZS 2종에 대해 REACH 등록에 필요한 첫 단계인 물질 확인 (Substance Identification)을 수행하였다. 수용액 및 유기용매에 불용인 FAZS의 구조 확인 및 성분 확인을 위해, 유기용매에 용해될 수 있도록 Free Fatty Acids와 FAMES(Fatty Acid Methyl Esters)로 전환시키는 전처리가 필요하였다. FAMES 유도체로 전환하여 GC-MS로 성분 분석한 결과 FAZS는 UVCB(Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials) 유형으로 분류되는 가변성분 물질이며, FT-IR, NMR, EA, SEM/EDS, XRF, ICP-OES 분석 및 수분 분석으로 부터 구조 확인, 성분 확인, 순도 및 불순물 확인을 할 수 있었고, 2종 FAZS의 REACH 등록에 필요한 SIP(Substance Identity Profile)를 제시할 수 있었다.

## Study on the optimization of methyl esterification of fatty acids zinc salts

박광서, 김윤주, 최은경\*

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 환경규제기술센터

\*Corresponding author: ekchoe@kitech.re.kr

Fatty Acids Zinc Salts(FAZS)의 총 지방산 성분 분석을 위해서 FAMEs(Fatty Acid Methyl Esters)로 전환시키는 전처리를 수행하였다. 식품이나 혈액 내의 총 지방산 분석은 TG(Triglyceride), FFA(Free fatty acid), SE(Sterol ester, Cholesteryl ester), PhL(Phospholipids) 등을 대상으로 Acid-catalyzed Esterification/Transesterification, BF<sub>3</sub>-methanol에 의한 Esterification/Transesterification, Alkali-catalyzed Transesterification 등의 방법이 잘 정립되어 있는 반면, industrial chemical로 사용되는 FAZS에 대한 FAME 유도체화에 대한 연구는 미흡하다. 본 연구에서는 Zinc stearate를 대표 물질로 선정하여 Methyl stearate로의 전환 반응에 대해 conc.HCl/methanol/toluene 방법을 사용하여, 시료량 대비 HCl의 양(0.5, 1, 2, 5 당량), 온도(실온, 45°C, 90°C), 시간(10분~1시간)에 따른 수율 및 conversion을 무게, NMR 및 GC-MS 분석으로 모니터링하여 에스테르 반응을 최적화하였다. 그리고 수용액 층에 Zn(OH)<sub>2</sub>가 생성되는 증빙을 거쳐 반응 메커니즘을 제안하였다.

## Case study on identification of mono-substituent inorganic substance in REACH

Seung Hwan Son, Kwang Seo Park, Juyang Kim,  
Young Dal Cho, Eun Kyung Choe\*

Korea Institute of Industrial Technology  
\*Corresponding author: ekchoe@kitech.re.kr

A substance does not necessarily contain one constituent, but can also consist of more constituents. There are three types of substances: mono-constituent, multi-constituent and UVCBs ((Substances of Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials) in REACH. Substance identification is the first step to implement any chemical legislation. Agreement on the scope of the substance identity covered by the registration is a pre-requisite to the joint submission. A substance identity profile (SIP) is used to facilitate the agreement of substance sameness in the joint submission. Zinc oxide was selected as mono-substituent inorganic substance and subjected to substance identification for registration. Structural identity was confirmed by FT-IR, XRD, FE-SEM, and SEM/EDS. Purity of main constituent and information on impurities were obtained by ICP-OES, IC, XRF and moisture analysis. Summary of structural identification, degree of purity (99.6%) and impurity information such as Pb(0.04 % (w/w)) were documented as a substance identity profile (SIP) of zinc oxide.

[1] <https://echa.europa.eu/regulations/reach/substance-identity>

[2] ECHA, Guidance for identification and naming of substances under REACH and CLP, draft version 2.0, Oct. 2016.

[3] ECHA, Practical guide for SME managers and REACH coordinators, How to fulfil your information requirements at tonnages 1-10 and 10-100 tonnes per year, v 1.0, Jul. 2016.

[4] ECHA Manual, How to prepare registration and PPORD dossiers, v 4.0, May 2017.



## Chemometrics 기반 산화물 신속분석 기술 개발

박상혁\*, 정세훈, 김중환<sup>1</sup>

<sup>1</sup>포항산업과학연구원

\*Corresponding author: parksh@rist.re.kr

Chemometrics 는 분석화학의 한 분야로 화학실험에서 얻은 데이터로부터 통계학적, 수학적 모형을 통하여 중요한 화학적 정보를 추출하는 기술로 특정한 물질의 성분을 분석하는데 직접적으로 고가의 분석장비를 사용하는 대신에 비교적 간단한 장비인 FTIR, NIR 등의 분광기를 사용하여 얻은 파장별 흡광도 등의 데이터를 Chemometrics 기술을 이용하여 분석함으로써 빠른 시간 내에 비파괴 분석이 가능하다. Chemometrics 기술의 핵심은 정확한 성분예측을 위한 모델 개발이며, 이를 통해 신속하고 정확한 소재성분의 예측이 가능해 품질향상과 생산성 향상에 기여할 수 있다. 본 연구는 철강 코일을 생산하는 과정에서 표면에 생성되는 산화물의 신속분석 기술을 개발하기 위한 목적으로, Chemometrics 기술을 활용하여 FT-IR 스펙트럼 데이터와 GDS 두께 프로파일로부터 산화물의 성분을 예측 하는 부분최소자승법 기반 회귀모델을 개발하였다.

## Online SEC-Py-GC/MS를 이용한 PMMA-PS copolymer의 조성 분석

장린, 이경진, 진미경, 이민정, 김병현\*

LG화학 중앙연구소 분석센터

고분자는 Blending을 통해 원래 가지던 물성 이외의 다양한 물성과 응용이 가능하다. SEC(Size exclusion chromatography), NMR(Nuclear magnetic resonance), FT-IR, TEM, SEM과 같은 분석기기를 이용하여 함량비와 구조를 각각 파악할 수 있으나, 분자량이 다르고, Blending 비율이 다른 두 종류의 수지가 혼합되어 있을 경우 완전하게 함량비를 파악할 수 없다는 한계가 있다. 한 번의 분석으로 분자량에 따른 수지의 함량비를 분석하기 위해 SEC와 Py-GC/MS를 Online으로 결합한 기기를 이용하여 분자량 차이가 있는 PMMA/PS Copolymer 수지를 분석하였다. PMMA-PS Copolymer를 Online으로 SEC로 분리하고 Py-GC/MS로 분석한 결과 SEC Data와 Py-GC/MS data의 경향성이 일치하는 것을 확인할 수 있었다. 두 종류의 Mixed Copolymer 시료에서 분자량에 따른 MMA, PS의 Ratio를 구할 수 있어 특정 분자량에서 특정 모노머의 상대적 함량비를 볼 수 있었다. 이를 통해 Online SEC-Py-GC/MS를 활용하면 SEC를 이용하여 크기 별로 분리한 연속적인 성분의 Py-GC/MS 분석을 통해 다양한 분자량에 따른 성분 분포 또는 다성분계 고분자 블렌드 시료의 분리 및 상대 정량 분석이 가능한 것을 확인하였다.

## Comparison of Chiral Recognition between *N*-3,5-Dinitrobenzoyl derived (R)-Phenylglycinol and (1R,2R)-2-Amino-1,2-diphenylethanol Chiral Stationary Phases

유정재<sup>1</sup>, 이재환<sup>2</sup>, 허규성<sup>1</sup>, 김규리<sup>1</sup>, 류재정<sup>3,\*</sup>

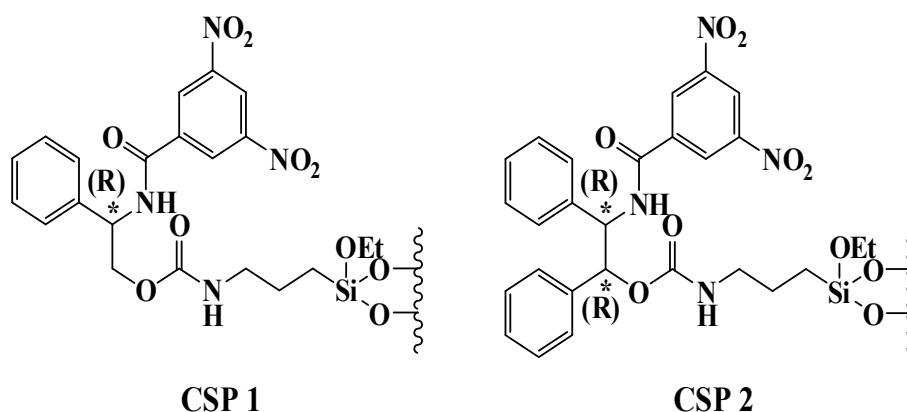
<sup>1</sup>경북대학교 화학과, <sup>2</sup>경북대학교 과학교육학과, <sup>3,\*</sup>경북대학교 화학교육과

\*Corresponding author: jjryoo@knu.ac.kr

Various amino alcohol derived chiral stationary phases (CSPs) were introduced for chiral separation.<sup>1,2</sup>

(1R,2R)-2-Amino-1,2-diphenylethanol has a same structure of (R)-phenylglycinol, but (1R,2R)-2-amino-1,2-diphenylethanol has an additional chiral center with a phenyl group. Therefore, the two CSPs derived from (R)-phenylglycinol and (1R,2R)-2-amino-1,2-diphenylethanol will show very different enantioseparation results.

In this research, we present the synthetic procedure of the *N*-DNB-(1R,2R)-2-amino-1,2-diphenylethanol CSP(CSP 2) and the comparison of the chiral recognition results between CSP 1 and CSP 2 by chiral HPLC.



1. J.J. Ryoo et al. *Chirality* 2002, 14, 329.
2. J.J. Ryoo et al. *J Chromatogr. A* 2003, 987, 429.

## Densitometric quantitative assay for the mass production of sweet-tasting protein in food friendly yeast

**Sung Jun Lee, Hyeong-Min Lee, Hyun-Joo Jo, Yeseul Ko and Kwang-Hoon Kong\***

Laboratory of Biomolecular Chemistry,  
Department of Chemistry, College of Natural Sciences, Chung-Ang University

\*Corresponding author: khkong@cau.ac.kr

As side effects of sugar and artificial sweeteners such as hypertension, diabetes, hyperlipidemia and obesity from over-consumption are considered much by various media, demand for a low-calorie sugar substitute that can be healthful as well as available naturally has escalated dramatically. The activeness of recent studies on sweet-tasting proteins represents the increase in demand directly. Sweet-tasting protein brazzein, derived from the fruit *Pentadiplandra brazzeana* of the West Africa, rose up as a candidate sweetener because of its high sweetness, sugar-like taste, and good stability at high temperature and wide range of pH. Because of the limitations and the difficulty of extracting brazzein from its natural source, numerous attempts have been made to produce brazzein in microorganism. We have recently reported the secretory expression of recombinant brazzein in the yeast *Kluyveromyces lactis*, which is "generally regarded as safe" (GRAS). In order to reach our goal for commercialization of brazzein as the substitute of sugar, the fixation of fermentation conditions is inevitable.

In this study, we optimized the secretory expression and purification to acquire brazzein more economical but also in high yield. We investigated several factors that can vary the amount and purity of brazzein; pH, temperature, expression time, concentration, and the time of adding the inducer. Optimized factors are tested separately and combined to maximize the secretory expression of brazzein and minimize other secreted proteins. Furthermore four purification methods in purifying brazzein were tested for the highest yield and purity; CM-Sepharose fast flow, DEAE-Sepharose fast flow, heat treatment, and selective ethanol precipitation. Expressed brazzein was quantified in SDS-PAGE and UV spectrometer.

We have found the optimum condition for cultivation of brazzein in *Kluyveromyces lactis* which has shown to be the most satisfactory condition in both high quantity and minimal of other secreted protein. Moreover the order of the purification yield of four methods in purifying brazzein was determined. The optimization of cultivation and purification is expected to be proven useful in the future when brazzein mass production is constructed to commercialize it as a substitute of sugar.

## 분광법에 기반한 방향족 아미노산 잔기가 결핍된 단백질 정량 분석

박세웅, 이지인, 김수연, 조선영, 조현주, 공광훈\*

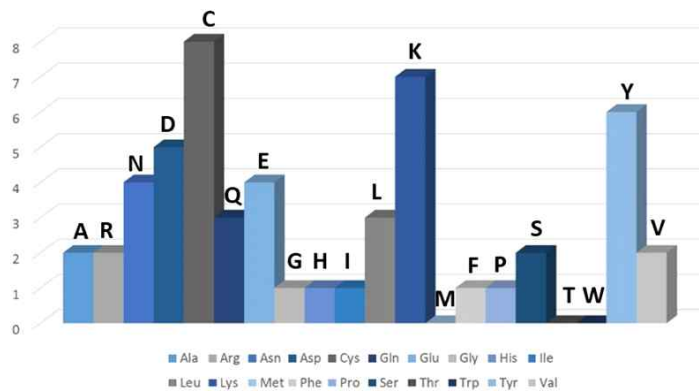
중앙대학교 화학과 생명분자화학연구실

\*Corresponding author: khkong@cau.ac.kr

브라제인은 최근 아프리카 식물 *Pentadiplandra brazzeana* Bailion의 열매로부터 추출한 감미단백질이다. 브라제인은 수크로오스보다 질량 대비 500-2000배 이상 단맛을 나타내며, 분자량 대비 약 9,500배 더 달다.

브라제인 단백질은 소수의 티로신과 페닐알라닌 잔기만 있고 트립토판 잔기가 결핍된 54개의 아미노산으로 이루어져 있다. 이는 브라제인이 비교적 높은 농도로 존재하지 않는 한 280nm에서 방향족 잔기에 의한 자외선 흡수 측정을 통한 브라제인 농도 측정을 제한한다.

따라서 205nm에서 단백질의 펩타이드 결합을 측정하며 BCA method 및 아민 유도체화와 같은 Fluorescamine 분석을 사용하여 대체 측정을 수행 할 수 있다. 205nm흡수는 280nm흡수에서보다 민감한 측면을 나타내지만 덜 안정적이며 반대의 경우도 있음에도 불구하고 특정 농도 범위에서 유효성 있는 측정이 가능하며 BCA 및 Fluorescamine을 사용하는 아민 유도체 화와 같은 다른 단백질 정량화 방법도 방향족 아미노산이 결핍된 단백질의 측정에 효율적으로 이용될 수 있다.



<브라제인 아미노산 조성>

이 실험에서 단백질 특성 분석을 위한 브라제인의 정량화를 BCA method 및 NanoOrange 형광 정량법으로 분석하고 이들 분석법의 적합성 및 한계를 확인했다. 그 결과 브라제인 시료를 저울로 정량했을 때 무게 11 mg을 기준으로 UV-Vis 방법의 최종 농도는 약 5 mg/ml로 약 45% 값을 나타내었고, BCA 방법은 약 9 mg/ml로 약 80%, NanoOrange 형광법은 약 9 mg/ml로 약 80%에 미치는 수율을 나타내었다. BCA method 및 NanoOrange 형광 정량법은 브라제인과 같은 트립토판 결핍 단백질의 정량 분석에 유용함이 밝혀졌다.

## **A Study on Hydrochar from Coffee Sludge as A Smart Adsorbent for 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid**

**Nayeon Shim, Yumin Park, Seungmi Song, Suhyun Lee, Seohee Choi,  
Sunyoung Bae<sup>★</sup>**

Department of Chemistry, Seoul Women's University

<sup>★</sup>Corresponding author: sbae@swu.ac.kr

The food waste generated in modern society is one of the main cause of environmental pollution. When hydrothermal carbonization (HTC) reaction is applied to biomass with a moisture content of 60% or more, it generates hydrochar. It can be used as an adsorbent for removing harmful substances and pollutants from the media since it has a large surface area and micropores. In this study, Coffee sludge was converted to hydrochar at 230°C for 4 hr Then the specific surface area and pore volumes were calculated using Iodine Number (IN) and Methylene Blue Number (MBN) to measure adsorption capacity of coffee sludge and its hydrochar. Scanning Electron Microscopy (SEM) and Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) were taken to identify surface morphology and functional groups of hydrochar. The sorption of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) on hydrochar was measured by UV-vis spectroscopy. It was been widely used in the world as herbicide showing toxic effect on the human body and environment. At a given concentration of 2,4-D, the sorption amount of 2,4-D on hydrochar 3 times higher than that on coffee sludge. The sorption isotherm of 2,4-D on hydrochar was found to follow the Tempkin isotherm while that on coffee sludge was determined by Langmuir isotherm. The Tempkin isotherm parameters including isotherm equilibrium binding constant (0.161 L/mg) and isotherm constant (235) showed that the sorption was favorable. Whereas the Langmuir isotherm parameters including Langmuir isotherm constant (0.0330 L/mg) and separation factor (0.602) showed that was also favorable. The detection method showed the detection limit of 0.238 ppm and the lower limit of quantitation of 1.19 ppm in working range between 1 ppm and 250 ppm. A selectivity test will be presented by the supernatant using HPLC. Comparison of sorption on hydrochars generated from the different coffee beans as raw materials will be statistically treated and presented.

Key word : Hydrothermal carbonization, Coffee sludge, Hydrochar, Sorption, 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid

## Validation of Selective Extraction of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde using Molecularly Imprinted Polymer

Hyeyoung Jung, Sunyoung Bae<sup>★</sup>

Department of Chemistry, Seoul Women's University

<sup>★</sup>Corresponding author: sbae@swu.ac.kr

Hydrothermal carbonization (HTC) is one of the thermal treatments to utilize organic waste at relatively low temperature using biomass with more than 60% moisture content. Through HTC reaction, hydrochar, bio-gas, and bio liquid are produced as products. Among various components of bio-liquid, 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde (5-HMF) is considered as a value-added product because it is used for synthesis of chemicals and polymers in many applications. It can be generated through thermal decomposition of carbohydrates. The most common method to extract 5-HMF is liquid-liquid extraction (LLE), which has some limits such as requiring separation process after extraction, consuming a lot of labor, and using a large amount of organic solvents. In previous study, 5-HMF was detected from the bio-liquid when food waste containing carbohydrates was subjected to HTC reaction. And, molecularly imprinted polymers (MIP) were synthesized and confirmed the extraction of 5-HMF from bio-liquid of food waste via HTC reaction with optimization this method that can selectively extract 5-HMF. In this study, validation of selective extraction of 5-HMF using MIP with gas chromatography-flame ionization detector (GC-FID) was also performed including limit of detection (LOD), limit of quantitation (LOQ), recovery, reproducibility. LOD is 10.6 ppm and LOQ is 35.4 ppm respectively. The results of selective extraction of 5-HMF using MIP will be presented applied to the real sample in the poster.

**Keyword:** Hydrothermal carbonization, 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde, Liquid-liquid extraction (LLE), Molecularly imprinted polymer, Food waste

## Colorimetric determination of Zinc ion using Zinc Ion Imprinted Polymer

Yelin Lee<sup>1</sup>, Soyoung Ahn<sup>1</sup>, Sunyoung Bae<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Seoul Women's University

\*Corresponding author: sbae@swu.ac.kr

Chemical sensors which can selectively detect Zn are needed to help screen and diagnose Alzheimer's disease. Both patients and the health care system may need a simple and fast screening tool to diagnose the disease by detecting Zn. In this study, Zinc Ion Imprinted Polymer (ZIIP) was used to adsorb Zn ion selectively in aqueous solution and Zn concentration in supernatant was measured by colorimetric determination using UV-vis spectroscopy. Through isotherm model, maximum sorption capacity and sorption natures of Zn on ZIIP compared to NZIIP (Non-Zinc Ion Imprinted Polymer) was figured out. For colorimetric determination, diphenylthiocarbazone (dithizone) was used as a color developing reagent because it's a good ligand that forms complexes with many metals such as Zn, Pb and Hg. Various concentrations of dithizone was investigated to optimize the conditions for color changes as a function of Zn concentration. Simultaneously, vibrational and rotational motion of specific functional groups of ZIIP and NZIIP during synthesis processes were expected to be changed and observed from Raman spectroscopy. This information would provide important indications for formation, removal and sorption processes using ZIIP and NZIIP.

Key words: Zinc Ion Imprinted Polymer, colorimetric detection, dithizone, Isotherm model, Raman spectrum



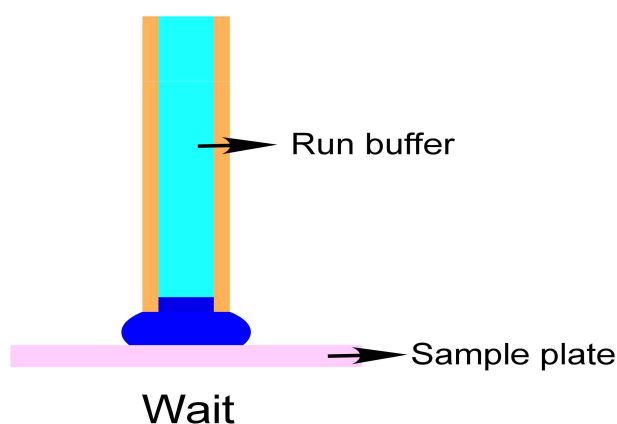
## Automated LESA-CE for rapid, sensitive detection of pesticides on an apple

Sun Kyung Jeong and Doo Soo Chung\*

Department of Chemistry, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

Capillary electrophoresis (CE) is well suited for the analysis of analytes in aqueous solutions. But it is not easy to analyze a solid sample with CE since labor-intensive sample pretreatment processes are required. For example, a solid sample should be grounded, homogenized, centrifuged, extracted into an organic solvent, and then reconstituted into an aqueous solution suitable for CE. So we used liquid extraction surface analysis (LESA) that extracts chemicals on the surface of various solid samples without any sample pretreatment.

Dried analytes doped on a surface were directly extracted to a hanging drop of acceptor at the inlet tip of a capillary. After extraction, an acceptor was injected into the capillary and analyzed by a commercial CE instrument. LESA-CE was used to determine three species of pesticides, chlorantraniliprole, kresoxim-methyl, and pyraclostrobin. The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) limits the allowable amounts of these pesticides to 1.2 ppm, 0.5 ppm, and 1.5 ppm respectively per apple. For these water-insoluble neutral analytes, micellar capillary electrophoresis (MEKC) was used and an on-line stacking method, analyte focusing by micelle collapse (AFMC) was combined to enhance the sensitivity. These three pesticides doped on an apple surface were extracted with the inlet of a capillary and analyze directly with CE. Several parameters such as the condition of AFMC-MEKC, the composition of an acceptor, and the extraction time were optimized. LESA-CE is a simple, sensitive, and rapid method for the analysis solid surface samples without any pretreatment processes required for conventional analysis methods. The developed automated LESA-CE of high spatial resolution and immediate quantification ability is promising for the analysis of biological surfaces of cells and tissue, or even technical surfaces.



## Monitoring of epidermal growth factor by high-performance liquid chromatography

**Moongi Ji<sup>1</sup>, Hyunbin Kim<sup>1</sup>, Chan Seo<sup>1</sup>, Youngbae Kim<sup>1,2</sup>, Jung Dong Kim<sup>3</sup>,  
Do Hyeon Jeong<sup>3</sup>, Wonjae Lee<sup>4</sup>, Man-Jeong Paik<sup>1,\*</sup>**

<sup>1,\*</sup>College of Pharmacy, Suncheon National University,

<sup>2</sup>Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology,

<sup>3</sup>Raphas, Avison Biomedical Research Center,

<sup>4</sup>College of Pharmacy, Chosun University

\*Corresponding author: paik815@suncheon.ac.kr

Epidermal growth factor (EGF) has an anti-aging effect of skin. In this study, a HPLC method was developed to monitor of EGF degradation products from pure EGF as a cosmetic raw material. The optimized mobile phase was 7.5 mM sodium phosphate buffer (pH 6.8) at flow rate of 0.6 mL/min. In the method validation of pure EGF, it showed good linearity ( $r \geq 0.999$ ) with a detection limit of 0.5 ng/mL. Intra- and inter-day repeatability as a percentage of relative standard deviation (%RSD) varied from 0.01- 2.1, and accuracy was 1.1 as the percentage of relative error (%RE). Under optimized conditions, four peaks of pure EGF and three degradation products were observed after storage at room temperature for 12 days. Pure EGF represented as  $97.78 \pm 0.03\%$  from the total area of the four peaks, whereas the three unknown peaks showed as  $0.53 \pm 0.01\%$ ,  $0.61 \pm 0.01\%$ , and  $1.08 \pm 0.01\%$ , respectively. The present method will be useful for the purity and stability tests of EGF in cosmetic materials and products.

## Metabolomic approaches to polyamines in mice with asthma by LC-MS/MS

Hyeon-Seong Lee<sup>1</sup>, Chan Seo<sup>1</sup>, Yun-Ho Hwang<sup>1</sup>, Tae Hwan Shin<sup>2,3</sup>, Hyung-Jin Park<sup>2</sup>, Youngbae Kim<sup>1</sup>,  
Moongi Ji<sup>1</sup>, Jeuk Min<sup>1</sup>, Subin Choi<sup>1</sup>, Hangun Kim<sup>1</sup>, Ae Kyung Park<sup>1</sup>, Sung-Tae Yee<sup>1</sup>,  
Gwang Lee<sup>2,3</sup> and Man-Jeong Paik<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>College of Pharmacy, Suncheon National University,

<sup>2</sup>Department of Physiology and Department of Biomedical Sciences,  
Ajou University School of Medicine,

<sup>3</sup>Institute of Molecular Science and Technology, Ajou University

\*Corresponding author: paik815@suncheon.ac.kr

Polyamine (PA) metabolism in lung tissue and plasma of mouse with asthma was not fully understood. Profiling analysis of polyamines (PAs) was performed by liquid chromatography–tandem mass spectrometry (LC–MS/MS) to understand the biochemical events and monitor altered PA metabolism in lung tissue and plasma samples of mice with asthma. The PA profiling without derivatization by LC–MS/MS combined with star pattern analyses were performed in mice plasma and lung tissue with asthma. The percentage composition of PAs between control and asthma groups was evaluated by orthogonal partial least squares discriminant analysis. The PA profiling method was established by LC-MS/MS in MRM mode. In mice plasma and lung tissue, 7 PAs were determined by with validated LC–MS/MS method. Their percentage composition normalized to the corresponding mean levels of control group for star pattern analysis, which showed distorted heptagonal shapes with characteristic and readily distinguishable patterns for each group. Levels of  $N^{\beta}$ -acetylspermidine ( $p < 0.011$ ) and  $N^{\alpha}$ -acetylspermine ( $p < 0.029$ ) in plasma including  $N^{\alpha}$ -acetylputrescine ( $p < 0.008$ ) of lung tissue were significantly different in the Mann-Whitney test. The orthogonal partial least-squares-discriminant analysis revealed a separation of the two groups. In classification analysis,  $N^{\beta}$ -acetylspermidine and  $N^{\alpha}$ -acetylspermine for plasma, and  $N^{\alpha}$ -acetylputrescine for lung tissue were the main metabolites for discrimination between asthma and the control. Altered PA levels were monitored in lung tissue and plasma samples of mice with asthma by LC-MS/MS analysis, which may explain for disturbance of PA metabolism as potential biomarkers.

## High sensitive electrochemical glucose sensor using magnetite prussian blue nano-composite

신익수<sup>1,2\*</sup>, 우희제<sup>1</sup>, 이하은<sup>2</sup>, 이지영<sup>2</sup>

<sup>1,\*</sup>승실대학교 화학과, <sup>2</sup>승실대학교 정보통신소재융합학과

\*Corresponding author: extant@ssu.ac.kr

Herein, we report a highly sensitive glucose sensor employing magnetite prussian-blue nanocomposite (magnetite PB). The magnetite PB was synthesized through one-pot hydrothermal reaction, and it catalytically reduces the hydrogen peroxide under easily attainable potential generating highly sensitive current ranging between 0.1 to 500  $\mu\text{M}$  in aqueous buffer (pH 7.4, 10 mM PBS). The magnetite PB was immobilized on screen printed electrode followed by drop casting of a mixture of glucose oxidase and polymer binder. The fabricated electrochemical glucose sensor exhibited sensitive linear correlation (1.44  $\mu\text{A}/\text{mM}$ ) towards glucose ranging between 5 and 1000  $\mu\text{M}$  with no significant interference.

**Exosome isolation from human serum using centrifugation  
at different enrichment speeds**

**김여선, 이다빈, 김소연, 임수정, 한솔, 김소현, 김준석, 김정권\***

충남대학교 화학과

\*corresponding author: jkkim48105@cnu.ac.kr

Exosomes, extracellular vesicles between 30-100 nm in diameter, have recently received attention as exosomes have significant roles in intercellular communications. Especially, the studies of disease states and therapeutic response are based on the monitoring of exosomal proteins in serum. In this study, we explored the effect of centrifugation at 40,000×g, 30,000×g and 20,000×g on the enrichment of exosomes from human serum. Prior to enrichment, we eliminated big molecules such as cells and large cell debris in serum by low-speed centrifugations. Then we isolated exosomes using multiple cycles of centrifugation at 40,000×g, 30,000×g and 20,000×g. The isolated exosomes were analyzed using the transmission electron microscope (TEM), bicinchoninic acid assay and Western blotting. The size distribution of exosomes were confirmed by TEM images. As the speed of centrifugation decreased, the amounts of protein in the supernatant tended to decrease quickly. That is, when the 20,000×g was used, the enrichment of exosome was the fastest. The yields of exosomes, which are from the enrichment process having different centrifugation speeds (40,000×g, 30,000×g and 20,000×g), were found to be around 0.0216 %, 0.0126 % and 0.011 % respectively. Finally, Westernblotting analysis detects LGALS3BP in the exosome proteins. These results mean we succeed in isolating exosomes using repeated cycles of centrifugation.

## Analysis of disaccharide isomers using graphite oxide as MALDI matrix

이다빈, 김여선, 김소현, 한솔, 김소연, 임수정, 김준석, 김정권\*

충남대학교 화학과

\*Corresponding author: jkkim48105@cnu.ac.kr

Disaccharides are compounds formed by bonding of two monosaccharides by a glycosidic bond. Depending on the type of glycosidic linkage and monosaccharide, the property of the disaccharide change. The analysis of disaccharide isomers using mass spectrometry is very difficult because they have the same molecular weight. Usually tandem mass spectrometry and ion mobility spectrometry is used to differentiate the isomers.

In this work, the disaccharide isomers (gentiobiose, isomaltose, meliobiose, lactose, maltose, cellobiose and sucrose) are analyzed by matrix assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS). In the case of MALDI, organic compound matrices such as 2,5-dihydroxybenzoic acid are usually used. Since the peak of the matrix is detected in a low molecular weight range, it is not suitable for analyzing low molecular weight samples. We used graphite oxide as an alternative matrix to overcome the disadvantages of the organic compound matrices. When graphite oxide is used, the disaccharide is detected with a monosaccharide peak that is produced by cleavage of the glycosidic bond. Specific cleavage patterns of the isomers may be used to differentiate the isomers.

## Finding an optimized condition to generate unknown N-glycan peaks in MALDI-TOF-MS

임수정, 김여선, 이다빈, 김소연, 김소현, 김준석, 한솔, 김정권\*

충남대학교 화학과

\*Corresponding author: jkkim48105@cnu.ac.kr

In general, N-glycans are prepared by deglycosylation of glycoproteins using Peptide-N-glycosidase F (PNGase F). After that, the glycans are analyzed using matrix-assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF-MS). N-glycans are commonly observed at  $m/z$  ranges higher than  $m/z$  900. However, we have observed unknown glycan peaks from  $m/z$  500 to  $m/z$  600 after deglycosylation of ovalbumin (the main protein found in egg white). In this study, we are trying to find an optimum deglycosylation condition to generate the unknown glycan peaks. One-dimensional gel (1-D gel) separation was performed to confirm that deglycosylation of glycoproteins was properly preceeded. Glycans were prepared by deglycosylation of ovalbumin or Immunoglobulin G (IgG) using PNGase F. In MALDI-TOF MS analysis, 50% acetonitrile / 1% phosphoric acid dissolved in water was mixed with 2,5-dihydroxybenzoic acid (2,5-DHB) to prepare 10 mg/mL 2,5-DHB matrix material. NaCl (0.05 M) was used as adduct material. Glycans, matrix, and adduct were mixed at a ratio of 1: 1: 1. The resulting mixture was loaded onto the MALDI plate. One MALDI-TOF-MS instrument was used for detection of glycans. For the best generation of the unknown glycans, different deglycosylation conditions was investigated with an incubator (2h or 24h) or a microwave oven (1h or 2h). For the deglycosylation of ovalbumin, 37°C was used while 60°C was used for the deglycosylation of IgG.

## Relationship between the microwave power and the effectiveness of weak acid hydrolysis of myoglobin

김준석, 김여선, 이다빈, 한솔, 임수정, 김소현, 김소연, 김정권\*

충남대학교 화학과

\*Corresponding author: jkkim48105@cnu.ac.kr

In general, weak acid hydrolysis of proteins (WAHP) is a process where a weak acid solution is used at a high temperature to hydrolyze proteins. Since WAHP occurs slowly at room temperature, the reaction takes place rapidly by using a high temperature condition. While strong acid solution results in a complete hydrolysis of proteins, WAHP mainly cleaves aspartyl residues at the C-terminus. In this study, various microwave powers ranging from 400 W to 900 W were applied for WAHP of myoglobin to find out the relationship between the microwave power and the effectiveness of WAHP. For WAHP, myoglobin in 50 mM ammonium bicarbonate was hydrolyzed in a microwave oven for 1 hour at 99°C using 2% formic acid at various powers. As a matrix for matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) analysis, 10 mg of 2,5-dihydroxybenzoic acid was used as a 1 ml solution containing 50% of acetonitrile and 1% of phosphoric acid. The MALDI-TOF MS analysis was conducted in a positive ion linear mode and reflectron mode. The results of the study show that the intensities of the peaks at  $m/z$  1324 (D.IAAKYELGFQG.-) and  $m/z$  2970 (D.AQGAMTKALELFRNDIAAKY KELGFQG.-) increase as the power increases. Detailed results will be provided during the session.



## Analysis of sucrose by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry using ionic liquid matrices

한솔, 김소연, 김소현, 김여선, 김준석, 이다빈, 임수정, 김정권\*

충남대학교 화학과

\*Corresponding author: jkkim48105@cnu.ac.kr

Recently, ionic liquid matrices (ILMs) have been introduced as a potential alternative to the conventional matrices in matrix-assisted laser desorption/ionisation mass spectrometry (MALDI-MS). In general, ILMs were made by mixing conventional organic matrices and base molecules. ILMs can promote proton transfer between the analytes and the matrices. So the samples can be ionized and detected in the MALDI-MS effectively.

In this study, we compared the effectiveness of ILMs and DHB for sucrose analysis in MALDI-MS. ILMs were prepared by mixing 20.0 mg/mL 2,5-dihydroxybenzoic acid (DHB) and 20.0 mg/mL bases (N-Methylaniline (NMANI) or N-Ethylaniline (NEANI) in a 1:1 ratio(v/v), where the final concentration of individual component is 10.0 mg/mL. For DHB matrix analysis, 10.0 mg/mL of DHB was used. 100 mM sucrose was mixed with 1 mM, 10 mM or 100 mM NaCl which is functioning as a cationization agent.

Sucrose is commonly observed at  $m/z$  365 which is an adduct with  $\text{Na}^+$ . to prepare MALDI sample spots, 1  $\mu\text{l}$  matrix solution was loaded and dried, followed by 1  $\mu\text{l}$  sucrose and 1  $\mu\text{l}$  NaCl, sequentially.

The MALDI-MS analysis of sucrose using ILMs revealed that ILMs could significantly enhance the sucrose and  $\text{Na}^+$  adduct peak at  $m/z$  365 where the 100 mM NaCl provided the highest peak intensity. in addition, the data using ILMs with 100 mM NaCl provided improved reproducibility of the intensity (13 %RSD). The %RSD value was obtained at four different locations within a MALDI sample.

PT-125 [일반]

**MALDI-MS analysis of membrane proteins of exosomes using  
microwave-assisted weak acid hydrolysis**

**김소연, 김여선, 이다빈, 김소현, 김준석, 임수정, 한 슌, 김정권\***

충남대학교 화학과

\*Corresponding author: jkkim48105@cnu.ac.kr

Exosomes are small microvesicles that are released from endosomal compartments of cultured cells. Exosomes have received much attention recently since exosomes are believed to have important roles in intercellular communications as cell biology and immunology. In this study, we are trying to investigate the membrane proteins present on the surface of exosomes. Five-cycle repetition of centrifugation was used to enrich exosomes from human serum. The enriched exosomes was hydrolyzed by microwave-assisted weak acid hydrolysis with 2% formic acid at 99°C for 1h. Weak acid hydrolysis is well-known to predominantly cleave aspartyl residues at the C-terminus of proteins. The hydrolysis products were investigated using matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry (MALDI-MS). Currently we have observed hydrolyzed peptide peaks at  $m/z$  1088,  $m/z$  1296,  $m/z$  2088, and  $m/z$  2310. Detailed experimental procedures and results will be provided during the session.

## MALDI-MS Analysis of Sucrose using an Oxidized Wood Charcoal Matrix

김소현, 김여선, 이다빈, 한솔, 임수정, 김소연, 김준석, 김정권\*

충남대학교 화학과

\*Corresponding author: jkkim48105@cnu.ac.kr

Matrix-assisted laser desorption/ionization (MALDI) is an ionization technique that uses energy transfer of laser to matrix to create ion's minimal fragmentations. It has been applied to the analysis of biomolecules such as DNA, proteins, peptides and sugars and large organic molecules such as polymers and other macromolecules which tend to be fragile and fragment when ionized by more conventional ionization methods. The analysis of samples using MALDI-mass spectrometry (MS) depends significantly on the MALDI matrix. Currently, the most commonly used matrices are organic weak acids, such as 2,5-dihydroxybenzoic acid (DHB),  $\alpha$ -cyano-4-hydroxy cinnamic acid (CHCA), and sinapinic acid. However, these matrices are not well suited for measuring low molecular weight compounds. Because they show abundant ion peaks of fragments, clusters, and the matrix itself in the low  $m/z$  region. In this study, oxidized charcoal was used as an alternative matrix to analyze sucrose. To oxidize the charcoal, different concentrations of nitric acid was employed. A fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) was used to characterize the oxidized charcoal. Various cationization agents were used for comparison such as sodium cation (NaCl), potassium cation (KCl), rubidium cation (RbCl), and caesium cation (CsCl). Sucrose with  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  cationization agents was observed to be fragmented into monosaccharide, generating [monosaccharide + cation]<sup>+</sup> peak. In order to avoid the fragmentation of sucrose, we changed the concentration of nitric acid to oxidize the charcoal. It was found that oxidation with nitric acid was not an efficient way to avoid fragmentation of sucrose.

## 레이저유도 플라즈마 분광 분석기에서 시료 표면 높이 실시간 모니터링 및 최적화 방법

Real-Time Monitoring and Optimization of Sample Surface Height for  
Laser-Induced Breakdown Spectroscopy Analysis

김향, 이용훈

목포대학교 화학과

레이저유도 플라즈마 분광법(Laser-Induced Breakdown Spectroscopy, LIBS)은 시료 표면에 펄스 레이저를 집속하여, 시료를 이루고 있는 원소들을 원자화시켜 플라즈마를 생성하고, 플라즈마가 식는 과정에서 광방출 스펙트럼을 측정하여, 시료의 원소 분석을 하는데 이용된다. LIBS를 이용한 원소 분석의 정밀도에 영향을 미치는 주된 요인들 가운데 하나는 레이저 초점에 대한 시료 표면 높이의 변화이다. LIBS 신호의 세기를 결정하는 플라즈마의 온도와 시료에서 원자화되는 물질의 양은 시료 표면에 전달되는 레이저 펄스의 에너지 밀도에 따라 달라진다. 따라서 시료 표면의 여러 지점에서 분석을 수행하거나 스캔하는 경우, 또는 일련의 시료들을 분석하여 그 결과를 비교하고자 할 때 시료 표면의 높이를 레이저 초점의 위치에 대해서 일정하게 유지하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 LIBS 분석을 수행하는 과정에서 시료 표면의 높이를 실시간 모니터링 하고 동시에 시료 표면 높이가 정해진 위치에서 벗어날 경우 조절할 수 있는 방법을 개발하였다. 플라즈마 점화를 위해 사용하는 펄스 레이저와 같은 진행 경로로 연속빔 레이저를 시료 표면에 집속하고, 이 연속빔 레이저의 이미지가 수광렌즈를 통해 광섬유 단면에 결상된 위치를 소형 디지털 현미경으로 모니터 한다. 시료 표면의 높낮이가 바뀔 때 따라서 광섬유 코어를 중심으로 집속된 연속빔 레이저의 위치가 바뀌는데 이 영상을 모니터하여 시료 스테이지의 높이를 조절하여 시료 표면의 높이가 일정하게 되도록 조절할 수 있다. 고안된 장치에서 시료 표면 높이 제어 정밀도는  $10.9 \mu\text{m}$  이하인 것으로 평가되었다. 집속 렌즈와 시료 표면 사이의 거리가 2 cm 이상이고 파장 1064 nm 레이저빔의 단면 직경이 1 cm인 경우, 초점심도는 최소  $10 \mu\text{m}$ 이므로, 본 연구에서 제안하는 방법을 이용하면 집속렌즈와 시료 표면 사이의 거리가 5 cm 내외로 구성되는 일반적인 LIBS 분광기의 경우 초점심도 이내로 시료 표면의 높이를 실시간으로 제어할 수 있음을 알 수 있다.

## Analysis of famphur in honey by solid-phase extraction and GC-MS

Seung-Ho Lee, Hyun-Woo Cho, Seung-Woon Myung\*

Department of Chemistry, Kyonggi University, Suwon 16227, Korea

\*Corresponding author: swmyung@kyonggi.ac.kr

Famphur is a substance widely used as an pesticide. But there was no regulation guideline for residual famphur in honey. In this study, famphur was extracted with honey using solid phase extraction (SPE) method and a method for the selective determination of famphur in four kinds of honey using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) was established. 5 g of honey was dissolved in 10 mL of water and transferred to a C<sub>18</sub> cartridge preconditioned with ethyl acetate and water. After washing with 2 mL of purified water, and then famphur was eluted with 6 mL of ethyl acetate and determined by gas chromatograph with mass spectrometer (GC-MS). Optimization of solid-phase extraction (SPE) parameters was evaluated by the pH of the sample, the type and volume of the elution solvent. Chromatographic separation was achieved on DB-35MS column (30 m × 0.20 mm × 0.33 μm), and oven temperature was raised from 120 °C to 310 °C at a rate of 25 °C /min, and then maintained for 2 minutes. The injection mode was the split mode (10:1), and m/z 218.0 was used as the quantitative ions in SIM mode. From the established extraction and GC-MS conditions, the limit of detection (LOD) and limit of quantitation (LOQ) in the spiked sample were 2 ng/g and 5 ng/g, respectively. Recovery studies were performed at 5 ng/g, 10 ng/g, 20 ng/g of fortification levels, and accuracy and precision in working range were 63.7-118.4 % and 1.0-27.7 RSD %, respectively. The calibration curves for the quantitative analysis were obtained the concentration range of 5~50 ng/g with correlation coefficients (R<sup>2</sup>) from 0.9883 to 0.9958. The proposed method was applied to the analysis of famphur in domestic honey samples.

## Determination of residual pesticides by dispersive Liquid-Liquid Microextraction and HPLC from green tea

Jong Sung Noh, Hyun-Woo Cho and Seung-Woon Myung\*

Department of Chemistry, Kyonggi University, Suwon 16227 Korea

\*Corresponding author: swmyung@kyonggi.ac.kr

Famphur and Fenpyroximate are used for a variety of crops including fruits, balloon flower roots as a type of pesticide. They may cause organophosphate poisoning with headache, nausea by short-term exposure and may affect nervous system during long-term exposure. Their residual amount is regulated in each country. In this study, famphur and fenpyroximate in green tea were extracted by dispersive liquid-liquid microextraction (DLLME) and a method for quantification of famphur and fenpyroximate using high performance liquid chromatography - UV/vis spectroscopy was established. Parameters for sample clean up and concentration were optimised and verified. Experiments were carried out to obtain optimal parameters such as the kinds and volumes of extraction solvent and dispersive solvent, the pH effect, and the effect of salt. Chromatographic separation with HPLC/UV-vis was performed using the eclipse XDB-C18 (2.1 mm id × 150 mm length, 4.6 μm particle size) column and gradient elution mode using water and acetonitrile. Optimized parameters for extraction of the famphur and fenpyroximate; the type and volume of extraction solvent, 1, 2 - dichloroethane, 100 μL; the type and volume of dispersive solvent, methanol, 1000 μL; pH 6; salt 0 g. Limit of detection and limit of quantification of famphur and fenpyroximate were obtained in the range of 0.010-0.031 mg/L and 0.005-0.017 mg/L, respectively. The accuracy and precision in the working range were 96.7-107.0 % and 2.7 - 14.2 % (RSD), respectively. The linear correlation coefficient ( $R^2$ ) was obtained in the range of 0.9959 to 0.9991. The established method would be applied to five types of green tea sold in the market and monitored.

## Waste oyster shells as potential biofiller for road pavement: State-of-the-Art

Nader Nciri, 신태섭, 이학수, 조남준\*

한국기술교육대학교 에너지신소재화학공학과

\*Corresponding author: njuncho@koreatech.ac.kr

Utilizing waste oyster shells as a novel biofiller material to improve the performance of road pavements, is one of the alternative solutions for reducing environmental waste. To meet this objective, the effects of different proportions (e.g., 0, 5, 10, and 15 wt. %) of oyster shell powder (OSP) on the bitumen properties were investigated. Several techniques were employed to characterize the interaction of filler with asphalt cement. These techniques include TLC-FID, FT-IR, XRD, SEM, TGA, DSC, DSR (i.e., Dynamic Shear Rheometer), and empirical test methods such as penetration, softening point, and ductility. Results showed interestingly that OSP incorporation increased the strength (i.e., stiffness), thermal stability, fatigue and rutting resistance, low-thermal temperature of the resultant composites. Overall, the waste oyster shells in the powder form can potentially be used as an alternative low-cost filler for hot-mix asphalt (HMA) pavement applications, thus helping to solve disposal waste problem

## 암피실린과 클로람페니콜에 대한 대장균의 단기간 순환 배양 관찰

정현수, 최지용, 이미니, 차동준, 변창규\*

대전대학교 응용화학과

\*Corresponding author: byunck@dju.kr

인체에 대한 약 혹은 화학물질의 효과/효능은 환경에 관계없이 일정한 것이 아니라 그 물질을 복용하는 사람의 식사 음식에 크게 좌우된다는 연구들이 알려져 있다. 이를 약제-양분 상호작용 (Drug-Nutrient Interaction, DNI) 이라 부르며 이에 대한 광범위한 생체 대상의 연구 결과가 알려져 있다.

배양액의 순환은 세포에서 생성되는 화학물질 혹은 신호물질 등을 계속 공급하고 흐름에 의한 양분의 섭취와 노폐물의 방출을 용이하게 하며 실제 생체에서와 비슷한 혈류 및 산소 등 양분 공급을 제공하는 등 여러 중요성을 가지고 있다. 그러나 이러한 세포 배양의 순환 개념과 앞서 기술한 약제-양분 상호작용을 결합한 연구는 아직 보고된 것을 찾을 수 없었다.

세포에 대한 약제-양분 상호작용(DNI)을 이해하기 위한 간단한 예로서 대장균과 2종의 항생제를 사용하여 18시간 동안 배양하면서 성장을 관찰하였다. 배양 시에 순환 시스템을 가정하여 3시간마다 한 용기에서 다른 용기로 배양액을 이동하였다. 실험 결과 세균의 단백질 생성을 차단하는 클로람페니콜 약제(100 µg/ml)에 대해서는 세균의 수가 지속적으로 감소하였으며, 세균의 세포막 형성을 저해하는 암피실린(100 µg/ml)에 대해서는 세균의 성장이 약간 이루어진 후 감소하는 경향을 보였다.

암피실린과 클로람페니콜에 대한 대장균 연구에서 각각의 약제에 저항성인 두 균주가 상호보완적으로 서로 도와 진동하는 성장 곡선을 형성할 수 있다는 연구가 최근 보고 되었다 [1]. 또한 살아 있는 대장균 돌연변이가 주위의 대장균에 인돌과 같은 화학물질을 분비하여 생존성을 높일 수 있다는 결과도 보고되었다 [2]. 차후 본 연구가 기존의 연구들과 연관성을 가질 수 있는가를 세균을 바꾸어 보거나 양분 종류 및 농도를 조절하는 등의 방법으로 살펴보고자 한다.

### 참고문헌:

- [1] Yertsev, E. A.; Conwill, A.; Gore, J. Oscillatory dynamics in a bacterial cross-protection mutualism, Proc. Natl. Acad. Sci., 2016, 113(22), 6236-6241.
- [2] Lee, H. H.; Molla, M. N.; Cantor, C. R.; Collins, J. J. Bacterial charity work leads to population-wide resistance, Nature, 2010, 467, 82-86.



## LUV 이중막에서 인지질 분자의 flip-flop 속도에 대한 DMSO 영향 연구

박우현, 정진주, 김철\*

한남대학교 화학과

\*Corresponding author : chulkim@hannam.kr

소수성 작용기와 친수성 작용기를 동시에 가지는 인지질을 수용액 속에서 적절히 분산시키면 인지질 이중막을 가지는 소포체 (vesicle)를 형성하게 된다. 이러한 소포체는 생체 세포의 모형으로 생체막의 물리화학적 기능을 이해하는데 매우 유용하게 사용된다. 소포체 이중막의 특성을 볼 수 있는 인지질 분자의 flip-flop 운동 속도는 이중막을 이루는 인지질의 종류, 용매의 pH, 친수성 작용기의 수화 정도에 따라 크게 달라진다.

소포체 이중막을 이루는 인지질 분자의 구성 변화와 친수성 작용기의 수화 정도의 변화가 인지질 분자의 flip-flop 속도에 어떠한 영향을 주는 지에 대하여 형광 분광법을 이용하여 연구하였다. 1,2-Dimyristoyl-*sn*-glycero-3-phosphocholine (DMPC)와 1,2-dihexanoyl-*sn*-glycero-3-phosphocholine (DHPC) 인지질로 이루어진 소포체에 형광 물질인 1,2-dimyristoyl-*sn*-glycero-3-phosphoethanolamine-N-(7-nitro-2-1,3-benzoxadiazol-4-yl) (NBD-PE)를 함유시켜 단일 이중막 소포체 (Large Unilamellar Vesicle, LUV)를 제조하였다. 제조된 소포체 수용액에 DMSO를 일정량 투여하여 소포체 이중막의 바깥쪽 인지질 층의 수화 정도를 변화시켜 주었다. 이 용액에 NBD-PE의 형광을 소광시키는 소광제  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 를 가하여 형광이 소광되는 과정을 형광 분석기를 통하여 측정하였다.

인지질 분자로 이루어진 소포체 이중막 속의 NBDPE 분자의 flip-flop 운동에 대한 속도 및 활성화 에너지를 형광 감소 속도를 측정하고 분석함으로써 결정하였다.

DMPC로 이루어진 소포체의 경우, DMSO의 첨가에 의해 flip-flop 운동의 활성화 에너지가 약 두 배 이상 증가함을 알 수 있었다. 반면에, DHPC가 함유된 DMPC 소포체의 경우에는 DHPC 함유 정도에 따라 그 활성화 에너지가 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

## Study on conformation and composition of *Gum Acacia* by asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4) coupled online with multiple detectors

Ki Hyun Kim<sup>1</sup>, Jaeyeong Choi<sup>1,2</sup>, Bo Bae Kim<sup>1</sup>, Meiyu Zhang<sup>1</sup>,  
Lars Nilsson<sup>2,\*</sup>, and Seungho Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hannam University, Daejeon, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Food Technology, Engineering and Nutrition, Lund University, Lund, Sweden

\*Corresponding authors: slee@hnu.kr, lars.nilsson@food.lth.se

*Gum acacia* (GA) is a type of exudate gums obtained from trees of the *Acacia* species and is extensively used in food and beverage industry as an emulsifier.

Asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4) coupled online with multi-angle light scattering (MALS), dynamic light scattering (DLS) and refractive index detector (RI) (AF4-MALS-DLS-RI) were utilized for investigation of the composition and conformation of GA. The molar mass distribution, radius of gyration ( $r_g$ ), hydrodynamic radius ( $r_h$ ), molecular conformation, apparent molecular density and the distribution of the proteinaceous matter were determined for GA with or without filtering the sample solution. For filtration of the sample solutions, disposable filters with 0.45 or 0.2  $\mu\text{m}$  pore sizes were used.

By AF4, GA displayed two populations; a low molar mass ( $3.9 \times 10^5 \text{ g/mol}$ ) component ('population-1') with an average  $r_g$  of 20 nm and a high molar mass ( $1.5 \times 10^7 \text{ g/mol}$ ) component ('population-2') with an average  $r_g$  of 49 nm. The conformation of GA was characterized by various conformation plots (e.g.,  $r_g$ ,  $r_g/r_h$ , or apparent density vs. molar mass). The molecular conformation of the population-1 changed from elongated structure to hyper-branched polymer as the molar mass increased, while the population-2 displayed conformation of hyper-branched polymer. Filtration greatly reduced molar mass and changed conformation of population-2 while the molecular size remained almost unchanged.

**Phosphoproteomic analysis of chlorenchyma cells in single cell  
C4 photosynthetic plants by 2D-DIGE technology**

**Namgoong Hwan, Lorrenne Caburatan, Jnagseung Yoon, Hyejin Kong, Joonho Park**

Seoul National University of Science and Technology, Department of Fine Chemistry, Korea

*Bienertia sinuspersici* is one of model plant for single cell C4 photosynthesis. It changes cellular structures from monomorphic chloroplasts to dimorphic chloroplasts during leaf development which are related with transition from C3 photosynthesis to C4 photosynthesis, respectively. Protein phosphorylation is one of the most studied post-translational modifications that is involved in different cellular events. In this study, we performed a comparative phosphoproteomics analysis of young leaf, mature leaf and isolated chlorenchyma cells using a 2D-DIGE approach followed by MS. In order to investigate the differential phosphoprotein abundance associated with leaf development in chlorenchyma cells, we compared isolated chlorenchyma cells and leaf samples from different stages. By pair wise comparisons, 20 spots were selected that showed significant differences in phosphoprotein abundance and categorized into 4 biological processes which are metabolic process, photosynthesis, protein folding, and light signaling in photosynthetically active chlorenchyma cells. Multiple sequence alignments were performed to validate the conservation of phosphorylated residues in 11 proteins identified here. The results revealed differential expression level of phosphoproteins and profiled phosphoproteoms in samples. It suggested to identify potential candidates for metabolic enzymes associated with single cell C4 photosynthesis in *Bienertia sinuspersici*.

**Profiling of bile acid and histidine metabolic pathways in gastric juice  
by LC-MS/MS : biomarkers of gastric cancer?**

**Keon-hee Ko, Wonwoong Lee, Jinhee Um, Jongki Hong\***

College of Pharmacy, Kyung Hee University, Seoul 02447, Korea

\*Corresponding author: jhong@khu.ac.kr

Bile acids (BAs), which are metabolized from cholesterol cascade in gall bladder, are important regulators for homeostasis in the human body and their levels in gastrointestinal tract are closely related to gastrointestinal disease. Interestingly, deoxycholic acid (DCA) and chenodeoxycholic acid (CDCA) of BAs can influence overexpression of histidine decarboxylase, converting histidine into histamine, which play a key role as a tumor promoter in gastric cancer. Therefore, the development of analytical method for simultaneous profiling of BAs, histamine, and histidine in gastric juice is crucial to understand etiological mechanism of gastric cancer. Here, we established a ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UHPLC-MS/MS) method to precisely profile free BAs, histamine, and histidine in human gastric juice. For sample preparation, simple lyophilization process was used for gastric juice (200  $\mu$ L). Target analytes including BAs, histamine, and histidine were well separated on C18 column within 12 min and simultaneously detected in a single run using time segment polarity switching mode. To accurately quantify target analytes, 7 isotopically labeled internal standards and pseudo-multiple reaction monitoring (MRM) mode were applied. Established analytical method was employed to profile the BAs, histamine, and histidine in gastric juice samples of patients with early gastric cancer. In conclusion, this method will be expected to be promising tool for finding biomarkers of gastric cancer in clinical applications.

## Ultrasensitive Detection of Protein by TIRS based Super-Resolution Microscopy for Super-Localization of Nano-Immunoplasmonics

Seungah Lee, Seong Ho Kang\*

Department of Applied Chemistry and Institute of Natural Sciences, Kyung Hee University

\*Corresponding author: shkang@khu.ac.kr

Super-localization of immunoplasmonic nanotags on antibody-bound gold-nanoislands (GNIs) along the  $x$ ,  $y$  coordinates was determined using total internal reflection scattering-based super-resolution microscopy (TIRS-SRM) at subdiffraction limit resolution. Individual immunoplasmonic nanotags (20-nm silver nanoparticles) and 100-nm GNIs were selectively acquired in the evanescent field layer by wavelength-dependent plasmonic scattering using two illumination lasers (405 nm and 635 nm, respectively). Alpha-fetoprotein (AFP), a liver cancer-related model protein, was immobilized as a target molecule on the GNI arrays. The centroid position of a localized immunoplasmonic nanotag on the GNI was resolved at less than 10 nm of spatial resolution by applying 2D Gaussian fitting to its point spread function. This method showed enhanced sensitive quantification with a limit of detection (LOD) of 7.04 zM (1-2 molecules of AFP/GNI), which was 100-5,000,000,000 times lower than detection limits obtained with previous APF detection methods. Furthermore, the method was also successfully applied to quantify AFP molecules at the single-molecule level in human serum samples. The wavelength-dependent TIRS-SRM method was demonstrated to be an effective tool for super-localizing individual protein molecules and interactions in nanoscale regions and was a reliable method for the ultra-sensitive quantitative detection of disease-related protein molecules as a nanosensor and for diagnosis at the single-molecule level.

## PY-GC-MS를 이용한 프탈레이트 21종 분석방법 개발

이민진<sup>1,2</sup>, 이지은<sup>1</sup>, 허지선<sup>1</sup>, 김재우<sup>1</sup>, 이정현<sup>1</sup>, 왕만식<sup>1</sup>, 박영권<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>KOTIT 시험연구원, <sup>2,\*</sup>서울시립대학교 환경공학과

\*Corresponding author: catalica@uos.ac.kr

프탈레이트는 합성수지 가소제로 다양한 생활용품에서 사용되고 있었으나 내분비계 장애를 일으키는 환경호르몬 추정물질로 관리되고 일부 프탈레이트의 생식독성의 특성으로 인해 규제가 강화되고 있는 실정이다. 유럽화학물질청(ECHA)에서는 14종의 프탈레이트를 고위험성우려물질(SVHCs, Substances of very high concern) 허가 후보물질(신고대상물질) 목록에 추가하였다. 그러나 현재 14종에 대한 프탈레이트 분석방법은 전세계적으로 나와 있는 분석방법이 없기 때문에 본 연구에서는 SVHCs에서 관리되고 있는 물질의 분석방법을 개발하고자 한다. 14종의 프탈레이트 중 불완전하게 정의되거나 혹은 가변적인 물질인 UVCB substances(Substances of Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials)가 4종 포함되어 있어 제품 내 존재하는 14종의 프탈레이트를 분석하기 위해서는 총 21종에 대한 분석방법 적용이 필요하다. 또한 본 연구에서 제안하고자 하는 분석방법은 기존의 용매추출을 통해 GC-MS로 분석하는 방법보다 절차가 간소화되어 분석 비용 및 시간이 감소되고 불필요한 용매 사용이 없어 작업자의 안전을 확보할 수 있는 직접 분석법인 Py-GC-MS를 이용한 분석방법을 제안하고자 한다. Py-GC-MS를 이용한 분석법 확립을 위해 시료로부터 프탈레이트를 추출하기 위한 Pyrolyzer의 적정 추출 온도 구간을 설정하기 위해 Evolved gas analysis(EGA) 분석을 수행하였다. EGA-MS 분석을 통해 매질과 프탈레이트의 열탈착 영역을 확인하여 적정 Pyrolyzer 조건을 확립하였다.

## 마이크로 플레이트 분광광도계를 이용한 섬유제품에서 가수분해 및 유리된 포름알데히드 정량분석

유경주, 박상준\*

(재)FITI시험연구원 유해물질시험팀

포름알데히드(Formaldehyde)는 무색의 자극성 기체이다. 포름알데히드는 산업에서 합성수지 원료, 소독제, 살균제, 살충제, 방부제, 방충제, 접착제 등 다양한 용도로 사용되고 있다. 특히 섬유제품에는 방추성, 방축성 또는 방염성 등을 부여하기 위해 포름알데히드가 함유된 수지(요소-포름알데히드수지, 멜라민-포름알데히드수지 등)가 사용되어 왔다. 하지만 포름알데히드는 인체에 대한 유해성이 커서 대부분의 나라에서 사용을 엄격하게 규제하고 있다. 국내 "전기용품 및 생활용품 안전관리법"에서는 유아용섬유제품인 경우 포름알데히드의 허용기준치를 20 mg/kg까지 규제하고 있다. 또한 포름알데히드 시험표준인 KS K ISO 14184-1:2009는 섬유에서 증류수에 의해 추출된 포름알데히드와 유리 포름알데히드의 양을 10 mm 흡광셀을 사용하여 412 nm 파장에서 광전비색계 또는 분광광도계로 측정한다. 광전비색계의 경우 저가이지만 정확도(Accuracy)가 낮다는 단점이 있으며, 분광광도계는 고가이고 10 mm 흡광셀을 사용 시 측정시간이 길어진다는 단점이 있다. 반면에 마이크로 플레이트 분광광도계는 생명과학분야에서 핵산 또는 단백질 등의 정량에 사용되는 장치로 측정시간을 최소화할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서는 시험표준인 KS K ISO 14184-1:2009에 따라 마이크로 플레이트 분광광도계를 사용하여 포름알데히드의 농도를 측정하였고, 시험결과에 대한 유효성을 검증하였다. 시험결과는 검출한계(LOD) 0.07 mg/L, 정량한계(LOQ) 0.24 mg/L, 시험분석법상 검출한계(MDL) 6.4 mg/kg으로 분석된다. 이 시험결과는 시험표준에 언급된 시험분석법상 검출한계(MDL)인 20 mg/kg를 만족시키므로 마이크로 플레이트 분광광도계를 사용한 포름알데히드 정량분석방법은 유효하다고 확인되었다. 또한 시료 1개당 측정시간도 10 mm 흡광셀 사용 시 10 s, 마이크로 플레이트 사용 시 2.5 s가 소요되었다.

본 연구결과를 통해 섬유에서 가수분해 및 유리된 포름알데히드의 정량분석에 마이크로 플레이트 분광광도계를 사용한다면 유효한 시험결과를 얻을 수 있고 측정시간도 약 25%정도 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

**Poly(p-phenylene terephthalamide) oligomers analysis using  
direct Infusion-mass spectrometry (DI-MS)**

**정영한, 심아름, 남궁현\***

코오롱인더스트리 중앙기술원

\*Corresponding author: hyun@kolon.com

Recently, several research groups have attempted to ionize and analyze Poly(p-phenylene terephthalamide) (PPD-T) oligomers in solid state using matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry (MALDI TOF MS). However, it is not easy to characterize the PPD-T oligomer that is dissolved in NMP solvent with CaCl<sub>2</sub> by MALDI-TOF MS because of its inherent interference with matrix. Moreover, due to the precipitation of inorganic salt, the pressure of the HPLC column has increased so much that it is almost impossible to quantify the oligomer in a quantitative manner. In order to get around this problem we have tried the direct-infusion-mass spectrometric method[DI-MS] for the simple and rapid identification of PPD-T oligomers. Target oligomer ions of specific mass to charge ratio ( $m/z+Na$  367, 607, 845) has been successfully obtained. In this presentation we discuss the efficiency and effectiveness of DI-MS scheme to oligomer analysis in terms of ionization as well as optimization condition. More advanced quantitative measurements of the PPD-T are currently underway in our laboratory.



## Enhanced passive infrared sensor (TOR, Thermoreflectance) development with mid infrared region for harmful gases

조남욱\*, 심재웅

한국건설기술연구원 화재안전연구소

\*Corresponding author: nwcho@kict.re.kr

최근 반도체 및 화학 공장에서 인체에 유해한 가스의 누출사고가 빈번히 발생 하고 있다. 이러한 공장 등에서 발생한 유해 가스는 매우 치명적이기 때문에 한 번의 누출로 인하여 광범위한 피해가 발생 한다. 유해 가스는 여러 종류의 방법으로 측정이 가능하다. 대표적인 예로써 가스를 포집하여 측정하는 분광 분석 기법 및 소형 센서를 사용하여 단일가스를 측정하는 방법이 있으나, 이러한 방식은 가스를 포집 하거나 센서에 가스를 접촉이 되어야 하므로 실시간측정이 불가능하다. 이러한 단점을 극복하기 위해 최근 적외선 경로 개방형 방식이 사용되고 있으나 외부 광의 간섭 및 장비가 고가이므로 널리 사용되지 못하고 있다. 본 연구에서는 Enhanced passive mode 방식으로 외부 광 이외에 추가 infrared lamp을 사용하여 Thermoreflectance를 구현하여 분석절차를 단순화하였다. 추가적인 적외선 광원이외에 특정 가스의 정확한 측정을 위하여 광학필터와 고효율 Pyroelectric infrared detector를 사용하였으며, 개방형 방식의 대기 중 간섭을 최소화하기 위해 계량분석화학 방법이 적용된 시스템을 개발 하였다. 개발된 시스템의 유해 가스에 대한 상관성을 확인하기 위해 유해가스 10종의 선형성을 확인하였으며, 각 가스에 대한 상관 계수( $R^2$ )가 0.9이상으로 확인되었다. 본 실험을 통해서 Enhanced passive mode 방식에 대한 유해 가스 정량 분석의 가능성을 증명하였다.

본 연구는 다부처사업으로 수행중인 재난치안용 멀티콥터 무인기 특화임무장비 기술 개발(과제번호 10080094) 연구결과 중 일부입니다.

## 탄화 온도별 커피잔류물(Bio-SRF) 연료특성 및 열적안정도 분석

Carbonization by Temperature of Coffee Residues(Bio-SRF)

Fuel Characteristic and Thermal Stability

서지미, 김소희, 최승욱

한국에너지기술연구원 플랫폼연구센터

본 연구에서는 국내에서 개발 중인 Bio-SRF(Biomass-Solid Refuse Fuel)중 한 종류인 커피잔류물에 대한 탄화과정을 거쳐서 탄화온도 조건별(170°C ~ 250°C) 연료특성 변화 및 열적 안정도 변화를 확인하여 연료 가치성 평가를 진행하고자 하였다.

Bio-SRF는 목재류를 비롯한 농업폐기물, 폐목재류, 식물성 잔재물 그리고 초분류 폐기물 포함하고 있으며, 이번 연구에서는 현재 사용 하고 있는 커피잔류물질을 선택하여 3단계의 온도조건을 변화 시키면서 탄화(Carbonization)과정을 거친 Bio-SRF와 원료로 현재 사용되는 커피 잔류물질 3종을 선택하여 비교 분석하였다.

Bio-SRF 커피잔류물, 탄화과정을 거친 Bio-SRF 3종에 대한 공업분석(수분, 휘발분, 회분, 고정탄소) 유기원소분석(탄소, 수소, 질소, 산소, 유황분)을 진행하여 물성분석과 화학성분분석을 하였고, 더불어 연료 가치성을 판단할 수 있는 고위, 저위발열량을 동시에 측정하였다.

또한 탄화과정을 거친 시료 3종과 Bio-SRF 커피잔류물에 대한 열적 안정도를 측정하여 소각로나 보일러에서 연료로 사용될 때 열효율 정도를 평가 해 보았다.

o 세부 분석방법은 환경부고시 제2014-135호, 고형연료제품 품질 시험분석방법을 기준으로 물성분석과 유기원소물질 분석을 실시하였고, 환경부 시험법을 기준으로 고위, 저위 발열량을 측정하여 연료특성을 분석하였다.

o 열적안정도 측정을 위해서는 TGA/DTA/DSC 법을 이용하여 10°C/min, 1000°C까지 온도를 상승시키며, Bio-SRF 커피잔류물과 탄화온도 조건별(170°C ~ 250°C) 시료 3종에 대한 질량변화 과정을 측정하여 열효율을 판단하였다.

## 인 명 색 인

ㄱ		김소연	PT-126	김정권	PT-124
강동영	PT-073	김소현	PT-120	김정권	PT-125
강민지	PT-069	김소현	PT-121	김정권	PT-126
강준구	PT-079	김소현	PT-122	김정례	PT-090
고원건	PT-073	김소현	PT-123	김정배	PT-084
고은미	SPⅡ-4	김소현	PT-124	김정배	PT-085
공광훈	PT-112	김소현	PT-125	김정배	PT-086
구정희	PT-059	김소현	PT-126	김정배	PT-087
권기성	SPⅡ-1	김소희	PT-141	김정현	PT-040
권영현	PT-079	김수연	PT-112	김종운	SPV-3
권오성	PT-071	김수정	PT-065	김종한	PT-108
권오성	SPVI-4	김수정	PT-066	김종혁	SPV-2
권은혜	PT-077	김수정	PT-067	김준석	PT-120
김건한	PT-043	김수정	PT-069	김준석	PT-121
김계령	SP I -4	김시원	PT-072	김준석	PT-122
김규리	PT-110	김여선	PT-120	김준석	PT-123
김규연	PT-078	김여선	PT-121	김준석	PT-124
김기욱	PT-072	김여선	PT-122	김준석	PT-125
김기은	SPV-1	김여선	PT-123	김준석	PT-126
김기현	PT-051	김여선	PT-124	김준희	PT-040
김난영	PT-038	김여선	PT-125	김지원	PT-058
김대영	PT-095	김여선	PT-126	김지원	GⅡ-1
김대영	PT-096	김연경	PT-030	김지인	PT-080
김도경	GⅡ-3	김연태	PT-082	김지인	PT-081
김도영	PT-083	김연태	PT-083	김지혜	PT-096
김만구	PT-098	김영상	회고사 I	김철	PT-132
김민영	SP I -4	김예지	PT-086	김철수	SP I -3
김민정	PT-073	김예지	PT-087	김태승	SPV-2
김병준	PT-052	김윤중	PT-052	김평래	PT-095
김병현	PT-109	김윤석	PT-088	김평래	PT-096
김상현	SPV-1	김윤주	PT-105	김향	PT-127
김선희	PT-047	김윤주	PT-106	김현구	PT-043
김선희	PT-048	김은영	PT-073	김현구	PT-080
김성남	PT-047	김은지	PT-068	김현구	PT-081
김성남	PT-048	김은지	SPIV-2	김현정	PT-032
김소연	PT-120	김인자	PT-081	김현정	PT-066
김소연	PT-121	김재우	PT-137	김현정	PT-067
김소연	PT-122	김정권	PT-120	김형수	SPⅡ-1
김소연	PT-123	김정권	PT-121	김혜경	PT-032
김소연	PT-124	김정권	PT-122	김호진	PT-031
김소연	PT-125	김정권	PT-123	김효원	PT-068

김효원	PT-069	박수주	PT-092	신태섭	PT-130
김휘진	PT-063	박시현	PT-087	신호상	GⅡ-5
김희갑	PT-097	박영권	PT-137	신호상	GⅡ-6
		박영준	PT-031	신호상	SPIV-3
L		박용기	SPⅢ-3	심아름	PT-139
나병기	PT-062	박용현	PT-061	심재웅	PT-140
나운철	PT-088	박우용	PT-071		
나진성	SPV-4	박우용	SPVI-4	o	
남궁현	PT-139	박우현	PT-132	안상호	PT-043
노예철	SPV-2	박종문	PT-005	안성규	PT-059
노회정	PT-080	박종원	PT-048	안성규	PT-060
노회정	PT-081	박지수	SPⅡ-1	안세영	PT-052
		박진규	GI-5	안옥성	PT-042
C		박천웅	PT-007	안종성	PT-031
동혜민	PT-032	박현진	PT-028	안진영	PT-040
		박현진	PT-029	양재열	GⅡ-4
E		박혜진	PT-031	양정환	PT-049
류다연	SPII-4	박호연	PT-077	오문석	PT-038
류재정	PT-110	박호연	PT-079	오정석	SP I -2
류지은	PT-038	배지현	PT-052	오정은	PT-081
		백만정	SPIV-4	오한빈	미래
D		변윤주	PT-080	왕만식	PT-137
문희성	PT-078	변창규	PT-131	우희제	PT-119
민형식	PT-063			유경주	PT-138
		A		유영석	PT-020
F		서금희	PT-061	유정재	PT-110
박광서	PT-105	서주희	PT-098	유정현	PT-061
박광서	PT-106	서지미	PT-141	유지혜	PT-042
박난희	GI-5	석재권	SP I -4	윤미애	PT-088
박상준	PT-138	설혜원	PT-090	윤성미	PT-080
박상혁	PT-108	성재현	PT-087	윤영욱	PT-077
박상희	SPV-5	성진희	PT-038	윤재식	GⅡ-4
박선영	PT-097	성진희	PT-038	윤정기	PT-080
박성수	PT-065	손경진	PT-073	윤정기	PT-081
박성원	PT-095	손성건	PT-071	윤혜온	PT-082
박세웅	PT-112	신건환	PT-092	윤혜온	PT-083
박세환	PT-059	신대환	PT-007	음철헌	PT-045
박세환	PT-060	신병곤	PT-032	음철헌	PT-046
박솔이	PT-092	신익수	PT-119	이강봉	PT-028
박수민	PT-031	신창수	PT-088	이강봉	PT-029

이경민	PT-090	이영복	GⅡ-3	임수정	PT-125
이경범	SP I -2	이영진	PT-079	임수정	PT-126
이경석	PT-063	이용훈	PT-127	임영란	PT-063
이경진	PT-109	이용휘	PT-098	임용현	PT-063
이광승	PT-092	이원	회고사 Ⅱ	임재근	PT-065
이군택	PT-092	이윤희	PT-047	임찬호	PT-010
이나연	PT-065	이은옥	SP V-2	임현희	SPIV-3
이다빈	PT-120	이인석	PT-084		
이다빈	PT-121	이인석	PT-085	ㅈ	
이다빈	PT-122	이인석	PT-086	장린	PT-109
이다빈	PT-123	이인석	PT-087	장민경	GⅡ-4
이다빈	PT-124	이재근	PT-030	장영빈	SPⅡ-4
이다빈	PT-125	이재영	PT-079	전영태	PT-049
이다빈	PT-126	이재우	PT-047	전종섭	PT-038
이다은	PT-065	이재환	PT-110	전지원	PT-096
이다은	PT-066	이정애	SPIV-2	전철환	PT-062
이다은	PT-067	이정이	GⅡ-6	전태완	PT-078
이덕환	PT-045	이정현	PT-137	전태완	PT-079
이덕환	PT-046	이종만	SP I -2	전현표	SP V-1
이동계	PT-072	이종화	PT-063	정민기	PT-043
이동길	PT-048	이준배	PT-071	정봉철	SPIV-2
이동호	SPIV-2	이준배	SPVI-4	정성우	PT-007
이명규	PT-042	이지영	PT-119	정성욱	PT-047
이미경	PT-085	이지은	PT-137	정세훈	PT-108
이미경	PT-087	이지인	PT-112	정슬기	PT-082
이미니	PT-131	이지혜	PT-032	정슬기	PT-083
이민기	SP I -2	이치규	GI-5	정연복	PT-007
이민정	PT-109	이하은	PT-119	정영한	PT-139
이민진	PT-137	이학수	PT-130	정용수	PT-049
이민휘	PT-031	이현선	PT-030	정용애	PT-071
이민희	PT-051	이현아	PT-043	정용애	SPVI-4
이상광	PT-020	이호섭	PT-082	정은숙	PT-043
이상목	PT-028	이후근	PT-005	정종화	PT-057
이상목	PT-029	임가희	PT-080	정지은	PT-071
이상한	SP I -2	임가희	PT-081	정지은	SPVI-4
이선홍	PT-088	임경미	PT-042	정진주	PT-132
이성균	PT-097	임나영	PT-057	정현수	PT-131
이성언	PT-010	임명철	PT-063	정호용	PT-092
이성우	PT-030	임무송	SPⅡ-1	정홍주	PT-010
이수영	PT-078	임상호	GI-5	조건	PT-020
이승화	PT-031	임성아	SP I -3	조남욱	PT-140
이영기	PT-077	임수정	PT-120	조남준	PT-130
이영기	PT-078	임수정	PT-121	조병훈	PT-028
이영기	PT-079	임수정	PT-122	조병훈	PT-029
이영복	PT-058	임수정	PT-123	조선영	PT-112
이영복	GⅡ-1	임수정	PT-124	조소영	PT-028

조소영	PT-029	최은주	GI-5	황상훈	SP I -2
조순길	PT-031	최재원	PT-088	황수민	GII-1
조신영	PT-077	최재태	PT-030	황승울	SPIV-1
조용섭	SP I -4	최정락	PT-010	황의진	PT-063
조윤식	PT-086	최지용	PT-131	황인하	PT-062
조지미	PT-030	최진섭	PT-042		
조지은	PT-098	최철호	PT-042	A	
조태완	PT-077			Ae Kyung Park	PT-118
조현덕	PT-040	B		Ah Ram Choi	PT-074
조현주	PT-112	팽기정	PT-071	A-Ju Kim	PT-055
조훈제	PT-080	팽기정	SPVI-4	A-Ram Kim	PT-019
주광국	PT-061	표희수	SPIV-2		
진미경	PT-109			B	
		C		Beom Hee Kim	PT-012
D		하준목	SP I -4	Björn Bergenståhl	PT-023
차동준	PT-131	한상범	PT-040	Bo Bae Kim	PT-133
차승환	PT-096	한선호	GI-5	Bong Chul Chung	PT-101
최경윤	GII-5	한솔	PT-120	Bong-Hwan Lim	PT-075
최경후	PT-031	한솔	PT-121	Byeung-Kon Shin	PT-033
최기인	PT-042	한솔	PT-122	Byeung-Kon Shin	PT-034
최민규	PT-084	한솔	PT-123	Byeung-Kon Shin	PT-035
최민규	PT-085	한솔	PT-124	Byeung-Kon Shin	PT-104
최민규	PT-086	한솔	PT-125		
최민규	PT-087	한솔	PT-126	C	
최민영	PT-081	한수정	PT-028	Chai Uk Lim	PT-036
최병인	PT-043	한수정	PT-029	Chai Uk Lim	PT-037
최보경	SPII-4	한슬기	PT-059	Chai Uk Lim	GI-8
최선규	PT-048	한슬기	PT-060	Chan Seo	PT-117
최성운	PT-065	한영지	PT-095	Chan Seo	PT-118
최성운	PT-066	한영지	PT-096	Chang Hee Lee	PT-027
최성운	PT-067	허규성	PT-110	Chang-Hee Kang	PT-093
최성운	PT-068	허동혜	SP I -2	Chang-Hee Kang	PT-094
최성운	PT-069	허보름	PT-068	Changhwan Eum	GI-7
최승욱	PT-141	허보름	PT-069	CHANGHWAN LEE	PT-021
최영주	PT-038	허성우	PT-063	Cheol Woo Park	PT-027
최원명	PT-045	허지선	PT-137	Cheong Won Cho	PT-039
최원명	PT-046	현승목	PT-040	Cheong-Weon Cho	PT-002
최원진	PT-057	홍영민	SPIII-1	Chong Woon Cho	PT-001
최은경	PT-105	홍진환	PT-028	Chong Woon Cho	PT-002
최은경	PT-106	홍진환	PT-029	Chong Woon Cho	PT-003

Choon Hwa Park	SPVI-2	<b>G</b>		Hyeo-Kyeung Kim	PT-104
		GAO DAN	PT-001	Hyeong-Min Lee	PT-111
<b>D</b>		Gi Beom Kim	GI-3	Hyeon-jin Kim	PT-024
Da Jeong Ryu	SPII-2	Gi Beom Kim	GII-7	Hyeon-Seong Lee	PT-118
Da-Jeong Jeong	PT-034	Gill Jin Kang	PT-026	Hyewon Seo	PT-015
Da-Jeong Jeong	PT-035	Guiduk Yu	PT-050	Hyewon Seo	PT-016
Da-Jeong Jeong	PT-104	Gwang Lee	PT-118	Hyeyoung Jung	PT-114
Dao Thi Cam Minh	SPIII-2	Gyuyon Jung	PT-018	Hyo Young Kim	PT-036
Dea-Ha Choi	SPVI-3	Gyuyon Jung	PT-019	Hyo Young Kim	PT-037
Deullae Min	SPVI-2	<b>H</b>		Hyo Young Kim	GI-8
Do Hyeon Jeong	PT-117	Hangun Kim	PT-118	Hyojin Yoon	PT-050
Dong Gil Leem	PT-027	Han-jung Jo	PT-041	Hyun Ji Kim	GI-2
Dong Su Shin	PT-027	HAN-JUNG CHO	PT-089	Hyun Jun Kim	PT-003
Dong Sul Kim	PT-027	Ha-Ram Song	PT-008	Hyun June Kim	PT-002
Dong-Hee Na	PT-008	Hee Jin Lee	PT-022	Hyun Jung Seo	PT-053
Dong-Hee Na	PT-009	Hee Jin Lee	PT-091	Hyun Kyoung Ju	PT-074
Dong-Ho Kim	PT-036	Hee Jung Lee	PT-027	Hyunbin Kim	PT-117
Dong-Ho Kim	PT-037	Hee-Ju Kang	PT-094	Hyun-Deok Cho	PT-099
Dong-Ho Kim	GI-8	Heesoo Pyo	PT-101	Hyun-Deok Cho	GII-8
Dong-Jin Kang	PT-034	Hoeil Chung	GI-7	Hyung-Jin Park	PT-118
Dong-Jin Kang	PT-035	Hoeil Chung	GII-2	Hyunjeong Cho	PT-036
Dong-Jin Kang	PT-104	Hoeil Chung	수상강연 II	Hyunjeong Cho	PT-037
Dongsup Song	PT-055	Hoil Kang	PT-017	Hyunjeong Cho	GI-8
Dong-Woo Yeom	PT-018	Hoonsoo Lee	GI-8	Hyun-Joo Jo	PT-111
Dongyoung Kang	PT-022	Hun Jung Gwak	PT-027	Hyun-Jung Kim	PT-033
Doo Soo Chung	PT-116	Huy Truong Nguyen	PT-004	Hyunjung Lee	GI-2
Doo Soo Chung	수상강연 I	Hwashim Lee	PT-064	Hyun-Mee Park	SPII-2
<b>E</b>		Hye Hyun Yoo	GI-3	Hyun-Woo Cho	PT-128
E. H. Kwon	PT-076	Hye Hyun Yoo	GI-4	Hyun-Woo Cho	PT-129
Eddie Lim	Early Bird Seminar	Hye Hyun Yoo	GI-6	<b>I</b>	
Emad.S.Goda	PT-054	Hye Hyun Yoo	GII-7	In Geun Jo	GI-3
Eun Hee Jeon	PT-053	Hye jin Cha	PT-015	In Soo Lee	PT-091
Eun Kyung Choe	PT-107	Hye Jin Cha	PT-016	In Suk Woo	PT-102
Eun Min Cho	PT-103	Hye-Jin Choi	PT-070	In Yong Bae	GI-3
Eun Youl Ru	GI-6	Hyejin Kong	PT-134	In-Koo Chun	PT-008
Eun Young Kwon	PT-027	Hye-Kyung Kim	PT-033	In-Koo Chun	PT-009
Eun-Hee Chang	PT-034	HYE-MI KIM	PT-089	<b>J</b>	
Eun-Hee Chang	PT-035	Hyemin Dong	PT-034	J. S. Bea	PT-076
Eun-Hee Chang	PT-104	Hyemin Dong	PT-035	Jae Hyeong Jeong	SPVI-2
Eun-Jung Jeong	PT-025	Hye-Min Dong	PT-033	Jae Kyun Kim	PT-074
Eunyoung Yun	PT-102	Hye-min Dong	PT-104	Jae Young Cho	SPVI-2
		Hyemin Kim	PT-023	Jaeyeong Choi	PT-023
		Hyeo-Kyeung Kim	PT-034		
		Hyeo-Kyeung Kim	PT-035		

Jaeyeong Choi	PT-133	Ji-yeon Lee	PT-041	Junhee Kim	PT-099
Jang Duck Choi	PT-026	Ji-Young Moon	PT-034	Junhee Kim	PT-100
Jun-Oh Bu	PT-094	Ji-Young Moon	PT-104	Junhee Kim	GⅡ-8
Juyang Kim	PT-107	Jnagseung Yoon	PT-134	Jun-Oh Bu	PT-093
Jang Hoon Kim	PT-003	Jong Gak An	GI-6		
Jangjae Lee	PT-054	Jong Hwa Jung	PT-056	K	
Jayoung Jeong	PT-015	Jong Seong Kang	PT-001	Ka Ye Kim	PT-026
Jayoung Jeong	PT-016	Jong Seong Kang	PT-002	Ka Yun OH	PT-027
Jeong Hill Park	PT-004	Jong Seoung Kang	PT-003	Ka-Yeon Lee	PT-036
Jeong Hoon Jin	PT-013	Jong Seong Kang	PT-039	Ka-Yeon Lee	PT-037
Jeongae Lee	PT-101	Jong Seong Kang	SPⅢ-4	Keon-hee Ko	PT-135
Jeongmi Lee	PT-004	Jong Shin Park	PT-074	Ki Han Cho	PT-013
Jeuk Min	PT-118	Jong Sung Noh	PT-129	Ki Hyun Kim	PT-133
Ji Hee Kim	PT-017	Jong-Bae Youn	PT-025	Ki Soo Lee	SPⅡ-2
Ji Hoon Baek	PT-013	Jong-Ha Lee	PT-009	Ki-Hyun Kim	SPIV-5
Ji Hun Kim	PT-027	Jongjin Jung	PT-053	Kwang Seo Park	PT-107
Ji Hye Kim	PT-013	Jongjin Jung	PT-091	Kwang-Hoon Kong	PT-111
Ji Woo Hwang	PT-013	Jongki Hong	PT-012	Kyeong Ho Kim	PT-008
Ji Young Shin	PT-103	Jongki Hong	PT-135	Kyeong Ho Kim	PT-009
Ji-Hye Lee	PT-033	Jongki Hong	GI-2	Kyoichi Komori	PL-1
Ji-Hyeon Lee	PT-009	Jong-Seong Kang	PT-008	Kyojin Kim	PT-015
Jihyun Bae	PT-053	Jong-Seong Kang	PT-009	Kyojin Kim	PT-016
Jihyun Bae	PT-091	Jongyun Kim	PT-050	Kyong Eun Yu	PT-022
Jinhee Um	PT-135	Joonho Park	PT-134	Kyong Eun Yu	PT-054
Jin Hwan Lee	SPVI-2	Joontaek Park	PT-054	Kyong Eun Yu	PT-091
Jin Hyeok Kim	PT-039	Ju Young Lee	PT-027	Kyong-Oh Shin	PT-006
Jin Mee Jung	PT-074	Jun Sang Yu	GI-3	Kyoung-Min Kim	PT-074
Jin Seon Lee	SPVI-1	Jun Sang Yu	GI-4	Kyung Tae Kim	PT-002
Jin Seon Lee	SPVI-2	Jung Dong Kim	PT-117	Kyung Tae Kim	PT-003
Jin Soo Park	SPVI-1	Jung Eun Min	PT-004	Kyung Tae Kim	PT-039
Jin Su Park	SPVI-2	Jung Hee Kim	SPⅡ-2	Kyung-Ran Min	PT-006
Jinyoung An	PT-099	Jung Ki Suh	PT-044		
Jinyoung An	PT-100	Jung Su Park	PT-027	L	
Jinyoung An	GⅡ-8	Junghan Kim	PT-050	Lars Nilsson	PT-023
Jinyoung Wang	PT-014	Junghyun Kim	PT-099	Lars Nilsson	PT-133
Ji-Sook Min	PT-070	Junghyun Kim	PT-100	Le Van Vu	SPⅢ-2
Ji-Sook Min	PT-074	Junghyun Kim	GⅡ-8	Lorrenne Caburatan	PT-134
Jisoon Shin	PT-015	Jung-mi Kang	PT-024	Luu Son Quy	GⅡ-3
Jisoon Shin	PT-016	Jung-Min Song	PT-093	Lyun-Kyung Kim	PT-094
Jisu Hur	PT-012	Jung-Min Song	PT-094		



M		P		Seyoung Yoon	
Ma Chi Thanh	PT-004	Pham Thi Tam	SPIII-2	Seyoung Yoon	PT-091
Maftuna Shamshiddinova	PT-006	Pham Thi Thanh Ha	SPIII-2	Sheen Hee Kim	PT-026
Maftuna Shamshiddinova	GI-1			Shin-Wook Kang	SPVI-3
Man Bae Huh	GI-6	S		Soo Kyung Suh	PT-015
Man-Bea Hu	SPVI-3	Sang Beom Han	PT-099	Soo Kyung Suh	PT-016
Man-Jeong Paik	PT-117	Sang Beom Han	PT-100	Soo-Bin Ahn	PT-008
Man-Jeong Paik	PT-118	Sang Beom Han	GII-8	Sook-Young Park	PT-093
Meiyu Zhang	PT-133	Sang Chul Huh	PT-074	Soo-Young Kim	PT-093
Mi Hee Woo	PT-008	SANGBAEK JEON	PT-021	Soyoung Ahn	PT-115
Mi Hee Woo	PT-009	Sang-Guen Oh	GI-8	Su Hyeon Lee	PT-074
Mihee Park	PT-100	Sang-Hee Jo	SPIV-5	Su Min Hong	PT-036
Mihee Park	GII-8	Sanghee Lee	SPII-3	Subin Choi	PT-118
Mihyun Lee	PT-022	Sang-Kee Min	PT-025	Sue Hoon Kim	PT-103
Mihyun Lee	PT-091	Seo Young Yang	PT-001	Suel hye Hur	PT-034
Min Hui Kim	PT-026	Seohee Choi	PT-113	Suel hye Hur	PT-035
Min Su Shin	PT-026	Seong Ho Choi	PT-054	Suel-hye Hur	PT-104
Min Sun Choi	GI-3	Seong Ho Choi	PT-055	Suhyun Lee	PT-113
Min Sun Choi	GI-4	Seong Ho Choi	PT-091	Sun Hee Moon	PT-017
Min-Jeong Cha	PT-008	Seong Ho Kang	PT-136	Sun Kyung Jeong	PT-116
Min-Sun Kim	SPVI-1	Seongho Lee	PT-054	Sung Boo Kang	PT-027
Min-Sun Kim	SPVI-2	Seong-Hun Lee	PT-034	Sung Jun Lee	PT-111
Moon S. Kim	GI-8	Seong-Hun Lee	PT-104	Sung Won Kwon	PT-004
Moongi Ji	PT-117	Seung Hwa Lee	PT-055	Sung-ah Park	PT-024
Moongi Ji	PT-118	Seung Hwan Son	PT-107	SUNGHEE JI	PT-021
Myong Chan Gye	GII-7	Seung Muk Hyun	PT-099	Sung-Kwan Park	PT-017
Myung Sub Han	PT-044	Seung Muk Hyun	PT-100	Sung-Tae Yee	PT-118
		Seung Muk Hyun	GII-8	Sungyoun Kim	GI-8
N		Seungah Lee	PT-136	Sunyoung Bae	PT-074
Na Young Lim	PT-056	Seungho Lee	PT-013	Sunyoung Bae	PT-113
Nader Nciri	PT-130	Seungho Lee	PT-022	Sunyoung Bae	PT-114
Na-Hyun Park	PT-012	Seungho Lee	PT-023	Sunyoung Bae	PT-115
Na-Hyun Park	GI-2	Seungho Lee	PT-053	Sun-Young Lee	SPVI-3
Nam Jib Go	GI-6	Seungho Lee	PT-055		
Nam Yee Kim	PT-074	Seungho Lee	PT-091	T	
Namgoong Hwan	PT-134	Seungho Lee	PT-133	T. W. Jeon	PT-076
Nam-Ho Kim	PT-025	Seung-Ho Lee	PT-128	Tae Hwan Shin	PT-118
Nam-Sook Kim	PT-017	Seungmi Song	PT-113	Tae In Ryu	SPVI-1
Nayeon Shim	PT-113	Seung-Ryul Hwang	SPVI-1	Tae Jung Kim	PT-039
Nguyen Phuoc Long	PT-004	Seung-Ryul Hwang	SPVI-2	Taeyong Eom	PT-100
Nguyen Thi Ha Oanh	SPIII-2	Seung-Woon Myung	PT-128	Taeyong Eom	GII-8
Nguyen Thi Kieu Anh	SPIII-2	Seung-Woon Myung	PT-129	Thi Phuong Duyen Vu	PT-001
Nguyen Xuan Hieu	SPIII-2	Seyoung Yoon	PT-022	Thi Phuong Duyen Vu	SPIII-4
Nobuhiko Iki	SP I -1	Seyoung Yoon	PT-053	Thuy-Vy Pham	PT-008



# 총회 식순

일 시: 2018. 05. 17.(목), 18:10  
장 소: 경주 현대호텔 컨벤션 홀  
사 회: 배선영 사무총장

- 개회
- 국민의례
- 개회사 (한국분석과학회 이승호 회장)
- 시 상
  - 특별 공로상
  - 감사패
  - 공로상
  - 영인 분석과학자상
  - Leco 젊은 분석과학자상
  - 우수 구두 발표 상
  - 우수 포스터 상
- 결산 및 업무 보고
  - 2017년도 결산서
  - 2017년도 업무 및 재무 감사 보고서
  - 2018년도 예산(안)
  - 2018년도 수입·지출 현황
  - 2018년도 업무 보고
- 심의 안건 및 토의
  - 기타 안건 및 토의
- 폐회 선언

## 제60회 춘계 학술대회 상

### 특별 공로상

박금식 명예회장, 김영상 고문, 김택제 고문, 박만기 고문, 이원 고문,  
최덕일 고문, 박성우 고문, 김영만 고문, 문동철 고문, 김일광 고문

지난 30년간 한국분석과학회 발전을 위하여 남달리 노력하시고, 기여하신 공이 크므로 감사의 마음을 담아 특별 공로상을 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

### 감 사 패

영인과학(주) 이 순 길 회장

귀하는 다년간 본 학회의 발전에 기여한 공이 클 뿐만 아니라, 2018년도 춘계 학술대회가 성공적으로 개최될 수 있도록 물심양면으로 협조해주셨기에 감사의 뜻을 담아 이 패를 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

### 공 로 상

서울대학교 김 태 승 박사

귀하는 2017년도 제22대 사단법인 한국분석과학회 회장으로 재임하시면서 본 학회의 발전에 기여한 공이 크므로 그 업적을 기리고자 합니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 공 로 상

화학물질안전원 황 승 울 박사

---

귀하는 2017년도 사단법인 한국분석과학회 사무총장으로 재임하시면서 투철한 봉사 정신으로 본 학회의 발전에 기여한 공이 크므로 그 업적을 기리고자 합니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 공 로 상

경희대학교 홍 종 기 교수

---

귀하는 2016년도부터 2017년도까지 사단법인 한국분석과학회 편집위원장으로 재임하시면서 투철한 봉사정신으로 본 학회의 발전에 기여한 공이 크므로 그 업적을 기리고자 합니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 영인 분석과학자상

서울대학교 정 두 수 교수

---

귀하는 한국분석과학회 회원으로서 본 학회에 기여한 공이 클 뿐 아니라, 분석과학 관련 우수한 논문을 다수 발표한 회원에게 수여하는 학술상 수상자로 선정되었기에 이 상패를 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 영인 분석과학자상

한양대학교 정 회 일 교수

---

귀하는 한국분석과학회 회원으로서 본 학회에 기여한 공이 클 뿐 아니라, 분석과학 관련 우수한 논문을 다수 발표한 회원에게 수여하는 학술상 수상자로 선정되었기에 이 상패를 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## Leco 젊은 분석과학자상

한양대학교 조 상 희 박사

---

귀하는 분석 과학 관련 분야의 연구 업적이 탁월하며 학문적 창의성과 잠재력이 많은 젊은 분석과학자에게 수여하는 학술상 수상자로 선정되었기에 이 상패를 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 우수 구두 발표 상

국립환경과학원 원 수 란

---

귀하는 2017년도 제59회 추계 학술대회에서 「A study on gaseous pollutants concentrations in meat cooking with micro-environmental conditions」

라는 논문을 발표하여 우수 구두 발표 상으로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 우수 구두 발표 상

한양대학교 이 민 희

---

귀하는 2017년도 제59회 추계 학술대회에서 「Insights into the sorptive removal of sulfur and volatile organic compounds by a metal organic framework (MOF)」라는 논문을 발표하여 우수 구두 발표 상으로 선정되었기에 이 상장을 드립니다..

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 우수 포스터 상

국립농산물품질관리원

【강동진, 장은희, 최영대, 신병곤, 문지영, 이성훈】

---

위 연구진은 2017년 제59회 추계 학술대회에서 「Origin discrimination of carrots using UHPLC-Q-Orbitrap HRMS with multivariate analysis」라는 논문을 발표하여 우수 포스터로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 우수 포스터 상

한국표준과학연구원, 한남대학교

【이다희, 정진상, 정현진, 최성호, 오상협】

---

위 연구진은 2017년 제59회 추계 학술대회에서 「Chemical characteristics of size-segregated atmospheric aerosols in Seoul and Daejeon, Korea during early summer and winter, respectively」라는 논문을 발표하여 우수 포스터로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2017년 5월 18일

사단법인 한국분석과학회 회장 김 태 승

## 우수 포스터 상

국립환경과학원

【권은혜, 윤영삼, 이수영, 전태완, 신선경】

위 연구진은 2017년 제59회 추계 학술대회에서 「A study on possibility to thermal treatment for SCCPs and OCPs containing waste」 라는 논문을 발표하여 우수 포스터로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 우수 포스터 상

중앙대학교 【이성준, 강재석, 이형민, 공광훈】

위 연구진은 2017년 제59회 추계 학술대회에서 「Quantitative assay of secretory expressed sweet protein brazzein in Kluyvermyces lactis with complex media」 라는 논문을 발표하여 우수 포스터로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 우수 포스터 상

식품의약품안전평가원, 강원대학교

【이지현, 박한나, 박형준, 김남숙, 정애란, 박성관, 박성수, 강호일, 이종국】

위 연구진은 2017년 제59회 추계 학술대회에서 「Identification of a new tadalafil analogue in commercial dietary supplements: isopropylnortadalafil」 라는 논문을 발표하여 우수 포스터로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호



## 우수 포스터 상

국립과학수사연구원

**【정민지, 송병열, 곽성신, 안송희, 김남이, 남금문】**

---

위 연구진은 2017년 제59회 추계 학술대회에서 「Differentiation of printing paper using stable isotope ratio mass spectrometry」 라는 논문을 발표하여 우수 포스터로 선정되었기에 이 상장을 드립니다.

2018년 5월 17일

사단법인 한국분석과학회 회장 이 승 호

## 2017년도 결산서

(2017. 01. 01 - 2017. 12. 31)

수 입		지 출	
세 과 목	금 액 (원)	세 과 목	금 액 (원)
<b>1. 회 비</b>	<b>11,421,524</b>	<b>1. 학회지</b>	<b>29,756,711</b>
개 인 회 비(일반)	6,011,013	학회지발간비	10,151,900
(학생)	2,244,996	학회지 발송비	2,445,690
도서관회비	498,185	편집운영비	17,159,121
단 체 회 비	889,110		
중신회비	1,778,220		
<b>2. 학술대회</b>	<b>480,454,301</b>	<b>2. 이사회 운영비</b>	<b>6,643,400</b>
준계학회	74,400,440	활동비	5,413,400
추계학회	71,375,001	교통비	1,230,000
HPLC 2017	334,678,860		
<b>3. 학회지</b>	<b>27,598,327</b>	<b>3. 임원활동비</b>	<b>6,645,290</b>
광고료	17,600,000	활동비	4,969,390
논문 게재료	7,442,309	교통비	1,675,900
저작권료	2,556,018		
<b>4. 과총 지원금</b>	<b>3,630,000</b>	<b>4. 사무관리비 및 기타</b>	<b>54,820,923</b>
국내 학술대회	3,630,000	우편 및 택배	773,780
		사무용품&잡비	4,459,773
		급 여 및 상여금	24,458,000
		전화 및 팩스사용료	763,407
		이체 수수료	28,800
		사무실관리비	2,188,600
		세무사기장료	1,980,000
		과총 연회비	1,500,000
		카드기 대여료	132,000
		법인 등기비	302,240
		교통 및 출장비	1,980,050
		카드기 정보변경비	30,000
		화환비 및 근조기	227,000
		이니시스 연관리비	220,000
		기초연 과제	15,777,273
<b>5. 전년도 적립금</b>	<b>50,000,000</b>	<b>5. 학술대회</b>	<b>370,391,814</b>
		준계학회	37,197,070
<b>6. 전년도 이월금</b>	<b>64,061,606</b>	추계학회	48,810,882
(주거래)우리은행 입출금통장	28,118,212	HPLC 2017	284,383,862
우리은행입출금통장	28,685,964		
우체국 퇴직금 통장	7,257,430		
<b>7. 기타</b>	<b>20,356,347</b>	<b>6. 세 금</b>	<b>6,573,000</b>
이자수입	785,997	재산세	378,430
법인세 환급금	70,350	무가세	4,817,420
기초연 과제	19,500,000	주민세 및 소득세(법인)	70,240
		4대보험료(기관부담)	1,306,910
		<b>7. 당해년도 적립금</b>	<b>50,000,000</b>
		정기예금	50,000,000
		<b>8. 잔 액</b>	<b>132,690,967</b>
		(주거래)우리은행 입출금 통장	86,665,908
		우리은행 입출금 통장	34,362,713
		우리은행 편집위원회 통장	2,548,586
		우체국 퇴직금 통장	9,113,760
<b>합 계</b>	<b>657,522,105</b>	<b>합 계</b>	<b>657,522,105</b>
미수금(2017)	75,738,600	미납금(2017)	6,763,090
		미수금-미납금	68,975,510
<b>총액</b>	<b>733,260,705</b>	<b>총액</b>	<b>733,260,705</b>

2017년 당기순이익

137,604,871

(당해년도 적립금+잔액+미수금-미납금-전년도 적립금-전년도 이월금)



**총 잔액**

**251,666,477**

(당해년도 적립금+잔액+미수금-미납금)

감사 류 재 정

감사 선 일 식

## 한국분석과학회 2017년도 재무 및 업무 감사 보고서

정관 제16조에 의거하여 (사)한국분석과학회 2017 회계연도(2017년도 1월 1일 ~ 12월 31일)의 학회 운영 업무 및 재무와 재산상황에 관하여 2018년 01월 05일 학회 사무실에서 감사를 실시하여 그 결과를 아래와 같이 보고함.

1. 학회 운영과 업무에 대한 감사 결과 학회 업무가 정상적으로 운영되고 있었음.
2. 학회 재무와 재산상황에 대한 감사 결과 2017년도 사업계획에 근거하여 운영비 및 사업비 등이 지출 결의서 및 증빙서류를 갖추어 집행되고 있음을 감사한바 적법하게 처리되고 있었음.
3. 2017년 춘계 총회 때부터 참가비를 일반 2만원, 학생 1만원 인상하였고, 추계학회의 경우 일부 회원이 HPLC 학회에 등록하였음에도 불구하고, 참가 회원 수는 전년 대비 전혀 줄지 않았고, 학회 참가비 수입은 예년에 비해 1500만원 증가함.
4. 한국분석과학회 30주년 준비위원회를 2017년 춘계 총회부터 가동시켜 2018년 춘계 총회 때 거행될 학회 30주년 행사를 순조롭게 준비하고 있음.
5. 2017년 집행부는 HPLC 2017 국제행사를 성공적으로 주도하여 학회의 위상을 한껏 고양시켰고, 학회 재정 증진에 큰 도움이 되었음.

이상과 같이 감사 결과를 보고합니다.

2018년 1월 05일

감사 선 일 식 (인) 

감사 류 재 정 (인) 

# 2018년도 예산(안)

2018.01.01. ~ 2018.12.31.

수 입		지 출	
세 과 목	금 액(원)	세 과 목	금 액(원)
<b>1. 회 비</b>	<b>11,200,000</b>	<b>1. 학회지</b>	<b>39,500,000</b>
개인 회비	8,000,000	학회지 발간비	13,000,000
도서관회비	500,000	학회지 발송비	3,500,000
단체 회비	1,200,000	편집운영비	23,000,000
종신 회비	1,500,000	<b>2. 이사회 및 임원 운영비</b>	<b>11,000,000</b>
<b>2. 학술대회</b>	<b>130,000,000</b>	활동비	8,000,000
춘계 학술대회	70,000,000	교통비	3,000,000
추계 학술대회	60,000,000	<b>3. 사무관리비</b>	<b>46,800,000</b>
<b>3. 학회지</b>	<b>50,000,000</b>	우편 및 택배	1,000,000
광고료	40,000,000	사무용품 & 잡비	2,615,000
논문 게재료	8,000,000	급여 및 상여금	24,583,000
저작권료	2,000,000	전화 및 팩스 사용료	600,000
<b>4. 과총 지원금</b>	<b>11,500,000</b>	이체 수수료	100,000
국내 학술지	8,000,000	사무실 관리비	2,500,000
국내 학술대회	3,500,000	세무사 기장료	2,000,000
<b>5. 기타수입</b>	<b>700,000</b>	과총 회비	1,500,000
이자수입	700,000	카드기 대여료	132,000
<b>6. 전기년도 이월금</b>	<b>250,647,880</b>	법인 등기비	400,000
적립금	50,000,000	교통비	100,000
이월금	200,647,880	카드기 정보 변경비	50,000
		이니시스 연관리비	220,000
		화환 및 근조기	500,000
		30주년 기념집	10,000,000
		예비비	500,000
		<b>4. 학술대회</b>	<b>90,000,000</b>
		춘계학회	50,000,000
		추계학회	40,000,000
		<b>5. 세 금</b>	<b>7,100,000</b>
		재산세	400,000
		법인세	500,000
		부가세	4,000,000
		지방소득&주민세	200,000
		4대 보험료(기관 부담)	2,000,000
		<b>6. 차년도 이월금(2019)</b>	<b>259,647,880</b>
		적립금	50,000,000
		이월금	209,647,880
<b>합 계</b>	<b>454,047,880</b>	<b>합 계</b>	<b>454,047,880</b>

# 2018년도 수입 · 지출 현황

2018.01.01. ~ 2018.04.30.

수입		지출	
세 과 목	금 액(원)	세 과 목	금 액(원)
<b>1. 회 비</b>	<b>3,204,011</b>	<b>1. 학 회 지</b>	<b>5,421,525</b>
개인회비(일반)	1,475,802	학회지 발간비	2,079,000
(학생)	352,014	학회지 발송비	508,950
도서관회비	198,185	편집운영비	2,833,575
단체 회비	888,900	<b>2. 이사회 운영비</b>	<b>4,996,000</b>
종신회비	289,100	활동비	3,856,000
<b>2. 학술대회</b>	<b>39,020,538</b>	교통비	1,140,000
총계 학술대회	39,020,538	<b>3. 임원 활동비</b>	<b>4,129,470</b>
<b>3. 학회지</b>	<b>18,351,487</b>	활동비	3,689,470
광고료	17,040,000	교통비	440,000
논문 게재료	1,311,487	<b>4. 사무관리비</b>	<b>42,424,501</b>
<b>4. 전년도 적립금</b>	<b>50,000,000</b>	우편 및 택배	325,140
<b>5. 전년도 이월금</b>	<b>200,877,880</b>	사무용품 & 잡비	1,088,060
(주거래)우리은행 입출금 통장	154,852,821	급여 및 상여금	8,299,760
우리은행 입출금 통장	34,362,713	전화 및 팩스사용료	187,891
우리은행 편집위 통장	2,548,586	이체 수수료	14,100
우체국 퇴직금 통장	9,113,760	사무실 관리비	589,110
<b>6. 기타수입</b>	<b>563,764</b>	세무사 기장료	1,969,000
이자수입	563,764	과총회비	1,500,000
		카드기 임대료	44,000
		법인 등기비	357,240
		교통비 및 출장비	790,200
		카드기 정보 변경비	30,000
		30주년 준비금	10,000,000
		HPLC 수익 분배금	17,230,000
		<b>5. 학술대회</b>	<b>8,727,700</b>
		총계학회	8,727,700
		<b>6. 세 금</b>	<b>2,729,750</b>
		부가세	1,397,280
		법인세	813,200
		주민세 및 소득세(법인)	81,320
		4대 보험료(기관부담)	437,950
		<b>7. 당해년도 적립금</b>	<b>100,000,000</b>
		정기예금	100,000,000
		<b>8. 잔 액</b>	<b>143,588,734</b>
		(주거래)우리은행 입출금통장	58,036,981
		우리은행 입출금 통장	24,334,129
		우리은행 편집위원회 통장	2,100,034
		농협 입출금 통장	50,000,000
		우체국 퇴직금 통장	9,117,590
<b>합 계</b>	<b>312,017,680</b>	<b>합 계</b>	<b>312,017,680</b>

# 2018년도 업무 보고

2018. 01. 01 ~ 2018. 05. 18

## [추진 사항]

- 01.11 2018년도 제1차 이사회 개최 및 신년 하례식**
- 01.16 신 임원 명단 보고 및 승인 신청 (국립과천과학관)
- 01.23 창립 30주년 준비위원회 회의
- 01.25 부가가치세 2기 확정 신고
- 01.29 2018년도 1차 연회비 청구
- 01.31 2017년도 사업 실적 보고서 제출(과총)
- 02.25 분석과학회지 Vol. 31(1) 발간
- 02.28 비영리 법인 업무 현황(2017년 사업 실적 및 2018년 사업 계획) 제출 (국립과천과학관)
- 03.02 제60회 춘계 학술대회 홍보 포스터 발송
- 03.02 영인 분석과학자상, Leco 젊은 분석과학자상 추천 공고
- 03.14 창립 30주년 준비위원회 회의
- 03.20 공익법인 사업계획 및 예산보고서, 사업실적 및 결산 보고서 제출(국립과천과학관)
- 03.20 국내 학술지, 학술대회 지원금 신청(과총)
- 04.12 2018년도 제2차 이사회 개최, 영인 분석과학자상, Leco 젊은 분석과학자상 선정, 춘계 학술대회 보고 등**
- 04.16 창립 30주년 준비위원회 회의
- 04.25 부가가치세 1기 예정 신고
- 04.25 분석과학회지 Vol. 31(2) 발간
- 04.25 제60회 춘계 학술대회 일정 홈페이지 공지
- 05.17-18 제60회 춘계 학술대회 (경주 현대 호텔/ 창립 30주년 기념행사)**

## [예정 사항]

- 06.25 분석과학회지 Vol. 31(3) 발간
- 07.13 2017년도 2차 연회비 청구
- 07.20 차기 수석부회장 선거 일정 공고
- 07.25 부가가치세 1기 확정 신고
- 08.18 Leco 젊은 분석과학자상 추천 공고
- 08.25 분석과학회지 Vol. 31(4) 발간
- 09.03 제61회 추계 학술대회 홍보 포스터 발송
- 08.06 DI 분석과학자상 선정위원회 구성
- 10.11 2018년도 제3차 이사회 개최. 차기 수석부회장 의결, DI 분석과학자상, Leco 젊은 분석과학자상, 우수 논문상 선정, 차기임원 선임, 추계 학술대회 보고 등**
- 10.25 부가가치세 2기 예정 신고
- 10.25 분석과학회지 Vol. 31(5) 발간
- 11.15-16 제61회 추계 학술대회 및 총회 (거제 마리나 리조트)**
- 12.25 분석과학회지 Vol. 31(6) 발간

## 학술대회 발표회장 도면



# (사)한국분석과학회 임원 명단

- 명예 회장: 박금식
- 고 문: 김만구, 김연제, 김영만, 김영상, 김원호, 김일광, 김태승, 김택제, 문동철, 박만기, 박성우, 음철현, 이 원, 이광우, 이광필, 이석근, 이종해, 최덕일, 하재호
- 회 장: 이승호
- 감 사: 정두수, 황승울
- 수석부회장: 조남준
- 부 회 장: 강종성(약학), 김남이(법과학), 김동술(식품/농화학), 김종혁(화학), 김진석(총무), 류재정(홍보), 명승운(화학), 박신화(재료/섬유), 선일식(화학), 송규석(표준/원자력/안전), 신선경(여성분과), 신호상(환경), 이용문(약학), 이원용(편집), 표희수(식품/농화학), 한상범(학술)
- 발전 동력 위원회: 강창희, 김문해, 김인환, 김태승(위원장), 김효진, 노경원, 박용남, 윤근성, 윤상화, 이덕희(부위원장), 이성희, 이종주, 이창선, 정민환, 차경훈, 팽기정
- 사무총장: 배선영
- 이 사:  
강성호(학술), 공광훈(학술), 권성원(약학), 권오승(학술), 길효식(홍보), 김기현(조직), 김병희(간사), 김상철(기획), 김원석(기획), 김윤석(홍보), 김정권(학술), 김태욱(재무), 김혁년(홍보), 김현주(조직), 김훈주(조직), 김희갑(환경), 남궁현(홍보), 민지숙(홍보), 박경수(조직), 박준호(기획), 백만정(기획), 서금희(간사), 송준명(재무), 안육성(학술), 안장혁(식품/농화학), 유혜현(홍보), 윤정기(학술), 윤혜온(기획), 이군택(홍보), 이수연(간사), 이재형(학술), 이정미(기획), 이정애(기획), 이진숙(학술), 이창열(홍보), 이후근(기획), 임흥빈(조직), 정세훈(기획), 정영림(학술), 정의창(학술), 정재학(조직), 조건(간사), 조성찬(조직), 최기환(학술), 최용욱(조직), 최은경(재료/섬유), 표재성(조직), 한영지(학술), 한정희(홍보)
- 편집위원회  
위 원 장: 이원용  
부위원장: 박종호  
위 원: 강성호, 강종성, 공광훈, 권오승, 김기현, 김병주, 김정권, 김주훈, 김희갑, 나동희, 류재정, 오한빈, 이군택, 이성광, 이수연, 이정미, 임흥빈, 장혜원, 표재성, Georg Hempel, Steve Williams, Bruce Gale, Lars Nilsson, Thomas J. Schmidt

## 2018년 한국분석과학회 제60회 초록집

---

2018년 5월 10일 인쇄	발행	행	<b>사단법인 한국분석과학회</b>
2018년 5월 17일 발행	학회본부	부	서울시 마포구 마포대로 127, 1603호
	(04144)		(공덕동, 풍림VIP텔)
발행인: 이승호			전화: +82-(0)2-701-8661
			팩스: +82-(0)2-701-8662
			E-mail: koanal@naver.com
			Home page: <a href="http://www.koanal.or.kr">http://www.koanal.or.kr</a>

편집인: 한상범

---

인쇄	<b>한림원</b>
	서울시 중구 퇴계로 20, 51길 1303
	(오장동, 넥서스 타워)
	전화: +82-(0)2-2273-4201
	팩스: +82(0)2-2266-9083
	Home page: <a href="http://www.hanrimwon.co.kr">http://www.hanrimwon.co.kr</a>

---