

고귀함은 우리가족

영 인 과 학
소 식 지
2 0 1 4 년
가 을 호

영인 Lab.Highlight

특별기획

생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(5)
GC/MS/MS 솔루션
(GC-QQQ & GC-QTOF)

초청 칼럼

교육과 연구로 살아온 삶

스페셜 칼럼

신속한 Methylation을 이용한
지질의 지방산 프로파일 정성 및 정량화

최신 분석 동향

농식품 잔류농약 분석을 위한
신속 다성분 동시분석법 개발

세계 첨단 기업

넓은 범위, 최고의 전문성을 가진
다항목 수질측정기 전문기업,
AQUARead

65호

2014년 9월 발행



영인과학

순수/초순수 제조장치가 공급하다!

Q1. 순수/초순수의 구별 기준을 알려주세요.

과거에는 물의 순도를 증류 횟수로 구별하였으나, 비과학적이며 정확하지 않아 최근에는 ASTM에서 정해놓은 기준에 따라 Type I, II, III로 구별하고 있습니다. 분석급 순수인 Type II(이온교환수)와 일반 실험실용 순수인 Type III(RO수)를 순수, 시약급 순수인 Type I을 초순수로 구별하고 있습니다. 각 수질에 대한 내용은 아래 표와 같습니다.

<국제 표준 기구(ASTM)에 따른 순수/초순수 규격>

	Type I	Type II	Type III
Conductivity at 25 °C (µs/cm)	0.056	0.1	0.25
Resistivity at 25 °C (MΩ · cm)	18.2	10	4
TOC/ppb, (µg/L)	50	50	200
Sodium, µg/L	1	5	10
Chloride, µg/L	1	5	10
Total Silica, µg/mL	< 2	< 3	< 500

Q2. 순수/초순수는 어느 응용 분야에서 주로 사용하나요?

순수는 일반적으로 RO수와 이온교환수로 나뉘게 됩니다. RO수는 일반 세척 및 고압 멸균수용으로 가장 일반적으로 사용되는 수질이며, 이온교환수는 RO수의 응용에 버퍼용액 및 배지 제조용, 그리고 초순수 제조용으로 많이 사용됩니다. 초순수는 일반적인 분석기기용 시약 및 표준용액, 완충용액 제조용부터 생명과학, 분자생물학, 극미량의 무기 및 유기 분석, TOC 분석, 중요 세포 배양연구 등 분석 장비를 사용하는 대부분의 실험실에서 활용하고 있습니다.

Q3. 순수와 초순수의 공급수에 대해서 알려주세요.

일반적으로 순수는 수돗물, 초순수는 2차수인 이온교환수를 공급수로 사용하게 됩니다. 순수의 경우 일반적인 수돗물이 아니거나, 수돗물의 수질이 낮은 경우 별도의 처리 장치를 필요로 할 수 있습니다.

Q4. 순수/초순수 제조장치의 유지 보수 및 관리는 어떻게 하는 것이 좋은가요?

영인과학에서는 총 8가지 모델의 순수/초순수 제조장치를 생산/공급하고 있으며, 각 제품별로 사용되는 필터가 다릅니다. 필터 교체 주기는 디스플레이를 통해 확인하실 수 있으며, 원터치 클립방식으로 교체할 수 있기 때문에 필터교체는 어렵지 않습니다. 이 외의 유지보수는 크게 필요하지 않습니다.



C o n t e n t s

04

초청 칼럼

교육과 연구로 살아온 삶

10

스페셜 칼럼

신속한 Methylation을 이용한
지질의 지방산 프로파일 정성 및 정량화

15

최신 분석 동향

농식품 잔류농약 분석을 위한
신속 다성분 동시분석법 개발

16

특별 기획

생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(5)
GC/MS/MS 솔루션
(GC-QQQ & GC-QTOF)

24

세계 첨단 기업

넓은 범위, 최고의 전문성을 가진
다항목 수질측정기 전문기업, AQUARead

26

식품

Static 헤드스페이스 샘플러를 이용한
알코올 음료 중 fusel alcohol 분석

29

환경

다양한 시료의 수은 분석 솔루션

32

환경

Spectroscopy Water Gamma Detector를
이용한 수질 내 방사능 측정

34

임상

크레아티닌 검사의 임상적 의의

36

Product Story

38

스스로 하는 기기 진단

순수 제조장치 필터 교체
aquaMAX-Basic 360 Series

40

영인 계열사 소식

53

Young In News

54

독자카드

55

생활의 싹표



교육과 연구로 살아온 삶



글 | 김일광 이학박사
 현 원광대학교 자연대학 화학과 명예교수
 현 (주)엔 코스메슈 대표
 전 한국분석과학회 회장
 전 대한화학회 부회장
 전 원광대학교 자연대 학장, 과학관장
 전 원광대학교 나노과학기술연구소장



영인 Lab. Highlight의 초청칼럼을 부탁받고, 적절한 기회에 내 자신을 새삼 돌아보는 기회를 주신 영인과학 측에 감사한 마음이다. 34년 전 내가 원광대학교에 처음 전임교수가 되어 OECF 정부차관으로 장비를 구입할 때 PAR model 174A Polarographic Analyzer를 Coulometry System과 함께 국내 처음으로 영인과학을 통하여 구입하였고, 이것으로 나의 평생 전기화학전공이 시작되었다.

한남대학교(구 대전대학)에서 시작된 전기화학 전공 (1974~1983)

군 생활 3년 만기 제대 후 복학하여 학부를 마칠 무렵, 미국 Florida 주립대학교에서 학위를 마치고 오셔서 분석화학을 가르치시던 박종민 교수님께 진로를 상담하고, 조교생활을 하면서 대학원 석사학위를 하게 된 것이 내 인생의 새로운 시작이나 다름없었다.

대학원 첫 해(1974년 봄), 은사님은 본인이 미국에서 쓰시던 것과 같은 모델의 전기화학장비를 국내 무역상을 통해 구입하였고 첫 셋팅을 나에게 맡기셨는데, 전기화학 기초와 장비에 대하여 처음 접해 본 나로서는 완전 뜬구름 잡는 격이었다. 우여곡절의 시간을 6개월 이상 보내고 국방과학연구소 선배의 도움을 받고서야 reference에 소개된 카드뮴이온의 폴라로그래프와 cyclic voltamogram을 비슷하게 recorder에서 그려낼 수 있었다.

아! 이제 무언가 되는구나 느꼈던 처음 기쁨은 지금도 잊을 수가 없다. 그때부터 한동안 실험조건을 바꿔가며 계속 scan-해석을 밤낮없이 반복하였는데, 그때는 피곤함도 없었다. Coulometry로 전기량과 전자 수 계산실험을 처음 시도하면서 무엇이 잘못되었는지 제대로 된 결과가 얻어지지 않아 은사님(당시 부총장으로 행정업무 때문에 바쁘셨다.)께 찾아가 여쭙어 보면, 지금 생각해도 명답 같으신 말씀 “일광이! 실험이 그렇게 쉽게 되면 누가 연구를 못하겠는가? 가서 다시 좀 더 해봐, 그러고 얘기해!”.

그렇다. 많은 사람이 다른 사람의 결과는 실험 한 두번 하면 그냥 차-악 쉽게 얻어지는 것으로 느낀다. 자기실험만 고생해서 어렵게 얻은 소중한 연구결과로 생각하기 쉽지만... 각 분야의 연구결과는 모두 나름의 노력 끝에 얻어진 소중한 결과물 들인 것이다.

은사님 따라 시작된 학회활동(1976~현재)

1975년 언저리에 은사님께서 경북대학교 화학과에 초청강연을 가실 때 나는 군대에서 배운 차트 글씨 실력으로 발표용 차트를

만들어 따라간 것이 시작이었으며, 1976년 추계 대한화학회에서 처음으로 직접 발표를 하게 되었다. 그때 서강대 정교수님(나중에 알았음)께서 뒤쪽에 앉아 계시다가 질문하시는데 나는 이미 잔뜩 긴장하여 질문의 핵심을 놓치고 엉뚱한 답변만 늘어놓았다. 정교수님께서 그것은 이리저리한 것이라며 설명해 주셨는데 정말 진땀나는 시간이었다. 이것이 학회 첫 데뷔였고, 또한 나의 평생 학회활동의 값진 첫 경험이었다.

후에 학회나 발표회 같은 공식장소에서 정교수님을 뵈을 기회가 많았는데 항상 따뜻하고 관심있게 대해 주셔서 그때마다 존경스럽고 감사한 마음이었다. 이렇게 시작된 나의 학회활동은 전남 광주보건대학(당시 보건전문대학, 1978~1981) 시절을 제외하고 매년 봄, 가을로 참석과 발표를 하였다. 그 덕분에 지방대학 출신이지만 서울을 비롯한 타 지역의 많은 교수·학자들과 친분을 쌓고 학문적 교류를 가질 수 있었다.

당시 한남대학교에는 박사학위과정이 열려있지 않아서 1976년에 석사학위를 마친 나는 박사학위를 위해 서울과 외국유학을 고민하였다. 때마침 은사님께서 기독교재단인 광주보건대학에 추천해 주셔서 첫 직장을 광주에서 시작하게 되었다. 보건대학시절에는 학회연구활동은 업무를 못 내고 오로지 학생모집을 위해 지역고등학교에 대학홍보, 섭외하는 일과 수업교육, 습식실험지도에 매달렸다. 그래도 이 곳에서 환경분석(대기, 수질)에 대한 기초와 중요성을 이해하고 배우는 중요한 계기가 되었다.



석사학위를 받으며, 은사 박종민 박사님과 함께. 한남대(구 대전대) 행정관 앞

주말마다 대전에서 광주까지 오르락 내리락하면서 보건대학 교수생활을 하던 중, 은사님의 권유로 새로이 학위과정이 열린 한남대학교에 박사학위과정을 등록하였고, 시간 여건에 따라 주말과 방학을 이용하여 학점을 취득하면서 논문실험을 진행하였다.

은사님과 상의하여 찾은 제목은 “아로마틱 니트로화합물의 전기화학적 환원”이었는데, 요즘 같이 미리 library work(사전조사)를 할만한 자료와 수단이 별로 없었다. 한강이남에서 유일하게 한남대 도서관에 비치된 chemical abstracts을 직접 뒤져서 초록만 뽑아 검토하는 정도였기 때문에, 시작 당시에는 아로마틱링에 붙은 -NO₂가 얼마나 복잡하고 다양한 메커니즘으로 환원-산화과정을 거치는지 예상하지 못하였다.

그 무렵 정부의 대학교육 확장정책이 주효하여 각 대학마다 모집학생 수를 늘리고 교수충원도 전국적으로 이루어지고 있었다. 나도 대전 집에 가까운 4년제 대학으로 옮기는 것이 좋겠다는 생각이었고, 마침 원광대학교의 공채모집에서 분석화학 분야에 응시하여 뜻을 이루게 되었다. 지금은 광주생활을 접은지 30년 이상이 흘러 그 당시 같이 지냈던 교수들과의 교류도 끊어졌지만, 1980년도 5월에 있었던 광주 5.18 민주화운동은 그 후 나의 인생에서 두고두고 영향을 끼친 잊을 수 없는 큰 경험이 되었다.

1980~90년대를 지내며

원광대학교에서 대학교수를 정식으로 다시 시작한 느낌이었으나, 정작 실험시설과 장비는 광주보건대학만도 못하였다. 박사과정을 밟고 있던 한남대(구 대전대)는 선교사들의 도움으로 실험실과 장비를 상당수준으로 확보하고 있어서 그 당시 대덕연구단지보다는 못하였지만, 비용가는 수준으로 연구실험에 전념할 수 있었다. 박사학위를 마치고 과학연구재단의 국내박사 해외 post-doc. 프로그램에 선정되었고, 1985년 1월에 U. C. Berkeley 화학과에서 G. A. Somorjai 교수를 supervisor로 하여 post-doc. 생활을 시작하였다.

Somorjai 교수님은 UHV 시스템(표면분석용 고진공 chamber)에서 표면 물성-분자거동 연구를 주로 하시는 분인데 당시 떠오르는 에너지분야 미국중점핵심과제(물의 광분해와 수소연료 : 오백만불/5년)를 수행하는 중이었다. 나는 물의 광촉매 전극분야를 주로 진행하게 되었으며, 광반도성 전극만들기-광전류 언어보기-소금물 속에서 광전극 시스템으로 얻어진 수소를 GC로 확인해 보기를 수없이 시도하였다.

그 당시 국내에서는 제대로 된 UHV 시스템을 거의 찾아보기 힘들었을 때인데 Somorjai 그룹에는 27세트가 있어서 대학원생 post-doc. 과정 38~40명 정도가 늘 붙어서 실험할 수 있었다. 때문에 Somorjai 본인 이름이 포함된 논문이 56~58편/년(거의 매주 1편씩)씩 게재되는 현실에 나는 너무도 큰 차이의 연구업적과 장비, 각종 여건에 충격을 받았다.

귀국하면 나도 UHV 시스템에서 표면화학과 소재 물성연구를 하고 싶었다. 어느 날 Somorjai 교수에게 UHV 시스템을 배우겠다고 하였더니, 교수님은 나에게 진지하게 말씀하셨다. “닥터 김! 귀국하면 언제쯤 이와 비슷한 UHV 시스템을 살 수 있을 것인가 생각해 보라. 5년 이내에 장치를 구입하고 쓸 수 있으면 좋다. 10년이면 너무 늦는다 그때가서 배우면 된다.” 나는 아무리 생각해도 원광대학교에서 5~10년 사이에 그 일을 해내기는 어렵다고 판단하였으며 chamber 쪽은 포기하고, 열심히 광전극과 CV와 GC에서 수소피크 찾기에 전념하였다.

Berkeley 캠퍼스 경내 뒤쪽 언덕으로는 미국립연구소 LBL (lawrence berkeley lab.)이 있고 연구력을 인정받은 많은 교수들은 각종 연구장비와 편의시설이 완비된 연구빌딩을 지원받아



Post-Doc. 후 미국화학회 발표 차 샌프란시스코에 방문했을 때 G. A. Somorjai 교수 덕에 초청받아서



과학재단 목적기초 연구팀-좌로부터, 본인, 오승모 교수, 이치우 교수, 차근식 교수

활동할 수 있었다. Somorjai 교수는 이곳 MMRD(molecular material research department) 빌딩을 관리하고 있었고 나는 주로 이곳에서 광반도성 전극제조와 물성실험을 진행하였다.

이때는 중국유학생들이 대거 미국유학에 몰려올 때였고 캠퍼스타운 허름한 방에 5~6명씩 합숙을 하여 돈을 아껴가며 공부하였다. 일본유학생들은 골프 같은 것으로 여유를 부리기도 하였으나 연구동에서 어찌나 부지런히 걷고 움직이는지 같이 따라다니기 힘들 정도였다. 나와 비슷한 제목으로 연구하던 히로(일본 전기 연구원)를 따라 반년이 지나서야 나도 제법 빠릿빠릿하게 걷고 움직이는 연구원 모습이 되었다.

연구 스트레스가 쌓이면, 연구동 옆문으로 나가서 눈아래 보이는 캠퍼스-샌프란시스코 빌딩-금문교-베이브릿지 등 아름다운 전경을 차례로 둘러보곤 했다. 날씨가 따라 저 멀리 태평양 바다구름이 금문교 교각사이를 통하여 샌프란시스코 내항 쪽으로 들어오면서 몽게몽게 피어 오르던 아름다움을 지금도 잊을 수 없다. 미연방연구정책은 Berkeley와 Caltech, Princeton 3개 대학을 엮어 자주 심포지엄, 세미나 등을 열고 관심토픽에 대하여 연구내용과 실적을 교류시키면서 진행과 결과를 극대화-가속화시키고 있었다. 한마디로 이곳은 열정과 아이디어, 인내를 가진 연구자들에게 천국이었다.

아무런 장비, 초자기구도 없이 황토칠해진 실험대들만 덩그러니 놓여있던 원광대 실험실이 그런대로 갖춰지게 된 것은 1983년



장춘, Asianalysis 참석 중 - 좌로부터 본인, 이민숙 교수, 김영삼 교수, 박성우 박사(국과수)

OECF와 1985년 IBRD 차관 장비구입 덕분이었다. 화학과의 여러 교수가 각자 필요장비를 추천하느라 애를 썼는데, 나도 이때 한남대(구 대전대학)에서 석·박사시절 사용하였던 것보다 한 단계 기능화된 PAR의 EG&G 174A polarographic analyzer system을 구입하여 연구와 교육에 활용할 수 있게 되었다.

U. C. Berkeley에서의 post-doc. 수행과정을 마치고, 전기화학의 또 다른 활용법을 터득한 나는 비로소 전기화학 방법을 이용한 다양한 과제와 연구에 몰입할 수 있었다. 대표적으로 한국과학재단 목적기초 “물의 광분해를 이용한 연료용 수소의 생산(1986~1989)” 단독수행, “기능성 전극의 특성 및 분석화학 적용용(1991~1994)”은 이치우(고려대), 오승모(서울대), 차근식(광운대) 등과 함께 수행했으며, 통상 산업부 청정에너지기술개발 “광촉매 및 광전기화학적 방법을 이용한 CO₂의 고정화 장치개발(1994~1997)”은 단독수행하였다.

이외에도 호르몬(생체물질)의 전기화학적 분석, 타이어철심의 부식에 대한 전기화학적 해석, 란탄족이온의 전기화학적 거동, 생체시료 중 미량수은의 전기화학적 분석 등을 제자들의 학위 과정 논문실험으로 같이 진행하였다. 이 무렵에는 ICAS 1991, 기능성전극 국제심포지엄, Asianalysis(한·중·일) 장춘 등에서 논문을 발표하며 여러 학자들과 학문교류를 가졌다.

Post-Doc. 수행 후 10년 만에 교내 연구비 지원으로 해외에서 방문교수 경험을 가질 수 있었다. 서부는 Berkeley를 통해 경

험하였으니 이번에는 동부에서 배우기로 하였다. 전기화학분야의 저명한 학자이며 Analytical Chemistry 저널의 편집장을 수년째 맡아 오시던 Royce Murray 교수를 supervisor로 하여 University of North Carolina(UNC), Chapel Hill에서 방문교수 연구를 시작하였다.

이 무렵 미연방정부의 research vally 확장정책에 따라 서부의 Silicon Vally처럼 이곳 동부지역(Durham, Raleigh, Chapel Hill)에는 UNC Chapel Hill과 NC State Univ., Duke Univ. 등의 연구인력을 주축으로 150여개의 기업연구소와 정부연구소들을 모아 RTP(Research Triangle Park)를 키우고 있었다.

Silicon Valley가 반도체, 전자산업 위주의 연구공원이라면, 이곳 RTP는 반도체 외에 의약, 보건, 화학이 망라된 거대 연구공원이라 할 수 있다. UNC의 연구교수와 대학원생들은 RTP의 연구소들과 긴밀하게 project를 도출하고 진행결과를 공유하며 활용하고 있었다. 대학원생들은 졸업하기 전에 기업 리크루트 사전면담을 통하여 취업약이 되기도 하였다. RTP 지역은 숲이 많고 큰 빌딩이 거의 없이 낮은 건물들로만 되어 있어 대부분 연구소들이 숲속에 들어앉아 있는 그야말로 연구공원이었다.

UNC의 Kenan 빌딩 연구실에서 Ru, Rh, Rb의 bipyridine 유도체 착물을 합성하고 광촉매와 센서소재로 활용하는 연구



2001년 대한화학회 호남지부 학술발표회에서 심상철 교수, 박수문 교수, 최용국 교수 등과 함께-오른쪽 끝 본인



1995년, UNC, Chapel Hill, Kenan 빌딩에서 그룹세미나 후 R. Murray 교수와 함께

를 시작하였으나, 문제는 한번도 경험없는 합성실험을 진행해야 되는 것이었다. 나는 합성 솜씨가 거의 무지수준이라서 중간체 화합물을 구입하여 간단한 스텝으로 목적유도체를 만들고자 하였으나, 동료연구원들과 Murray 교수는 가장 기본 출발물질인 pyridine부터 시작하라는 것이었다(중간체는 당연히 더 비싸기 때문).

5~6 스텝의 합성과정과 분리-칼럼정제까지, 전기화학보다는 시료의 합성과 전처리에 훨씬 많은 시간과 노력이 소요되었다. 이 과정에서 합성실험-컬럼테크닉을 전수해 준 독일출신 대학원생 Jeffrey Long(현재 미해군 연구소 재직)과는 여전히 각별히 지내고 있으며 ACS meeting 때 일부러 참석하여 여러번 만났고 지금도 페이스북을 통해 연락하고 있다. 그의 신사다움과 친절에 감사한다.

미소3전극형(백금작업전극 : 25 μm)을 제작하여 합성이 끝난 Ru, Rh-bipyridine polyether complex의 전기화학적 특성을 조사하였다. 이때의 실험결과는 Murray 교수가 내 이름과 함께 직접 정리하여 JACS에 게재하였으며, 이로써 나는 생애 두 번째 JACS 논문을 갖게 되었다.

이듬해 1996년 귀국하여 지금은 고인이 되신 박수문 교수(포항공대), 이홍락 교수(경북대), 김하석 교수(서울대), 최용국 교수(전남대), 이치우 교수(고려대), 손용근 교수(성균관대), 전일철 교수(전북대), 이종목 교수(이화여대), 심윤보 교수(부산대) 등과 교류하며, 한·일 joint symposium on electrochemistry, 기능성 전극의 국제 워크샵 등 각종 학회의 참석과 발표에 열중

하였다. 이때 알게 된 샌다이 동북대학의 Kingo Itaya 교수에게 제자 김윤근 박사를 post-doc.으로 소개하였는데 김 박사는 이곳에서 CEM(화학전자현미경)의 거물급 전문연구자가 되었고, U. Texas, U. Georgia를 거쳐 현재 Caltech에서 광촉매 물성개질 연구원으로 활동하고 있다.

IMF가 지난 후부터 국내에 대학원 입학생이 줄어드는 이상현상이 만연되어 국내보다 국외 유학생을 받아들이기 시작했는데, 연변대학에서 온 신장철과 미스코리아출신 정은주 제자는 전기화학보다 천연물로부터 화장품 원료개발 쪽에 더 관심이 많았다. 하는 수 없어서 “그 분야는 처음이니 나랑 같이 배우면서 해보자.”한 것이 오늘에 와서 천연물관련 연구실로 변모된 계기가 되었다. 그로부터 10여년이 흐른 지금 오랫동안 돌보지 않은 전기화학장비는 낡아버렸고 대신 RVE(rotating vacuum evaporator)와 GC, LC, 그리고 컬럼 등이 실험대를 점령하고 말았다. 나도 전기화학회 활동은 거의 접어버리고, 천연물과 분석관련학회에만 치중하여 활동하게 되었다.

IMF가 한창일 때, 전자통신연구소에 다니던 제자 박병선 박사가 창업한 (주)해빛정보의 기술고문이 되어 산업자문부 부품소재 개발사업 세부과제 책임자로 “NIR 흡수고분자막을 이용한 적외선차단 필터의 개발(2000~2002)”을 진행하였으며, 과학재단의 지방대 우수과학자 육성프로그램으로 “금속-프탈로시아닌 착물을 이용한 Au 미소전극으로 생체시료의 NO 검



1999년 제4회 한일합동전기화학 심포지엄 후 규수의 구마모토성에서-앞줄 왼쪽부터 강찬 교수, 본인, 이치우 교수, 박종만 교수, 심윤보 교수, 손용근 교수, 최용국 교수, 김하석 교수, 김강진 교수, 박수문 교수

출(2002~2005)” 과제를 수행하였고, 정부과제 외에 “Coumarin 유도체들의 전기화학적 환원과 형광성 증강”과 같은 관심과제들도 제자 학위논문으로 수행하였다.

천연물-바이오와 연계된 관심분야의 변모(2005~최근)


전기화학실을 표면에 내세우고 있었지만, 가끔씩 연구실에 대학원과정으로 들어온 제자들의 개인여건에 따라 천연물분석에 관한 논문도 진행한 적은 있었다. 백순옥 박사(현 휴림대표)와는 청피분리 플라보노이드성분과 생리활성 연구(1999)를 진행하였다. 2005년경부터 들어온 많은 제자들은 바이오 분야에 관심을 보였고, 나의 연구실은 갑자기 천연물 분석과 특성을 다루는 쪽으로 바뀌기 시작하였다.

이렇게 시작된 바이오 분야의 연구들 중에는 “리치껍질과 씨의 항산화효과(2004)” “보이차의 항산화효과(2006)” “뽕딸기열매 생리활성과 화장품응용(2007)” “소나무잎과 껍질의 분리와 항산화효과(2007)” “정제된 목초액을 이용한 사료첨가제 개발(2009)” “구굴나무잎 항산화효과와 유효성분(2012)” 등의 과제 혹은 학위논문들이 있다. 이러한 연구와 학회활동을 꾸준히 진행하여 오면서 1997년 원광대 학술공로상, 2004년 한국분석과학회 DI학술대상, 2010년 과학창의재단의 녹색생활과학교실 우수상 등의 수상 기쁨도 있었다.

지난 2013년 2월, 32년간 교육, 연구와 학회활동으로 지내온 대학교수 생활을 마치게 되었다. 정년에 임박하였을 때 친하게 지내던 동료교수들이 그동안 같이 연구해 오던 몇 가지 연구성과나 노하우를 그대로 놓아버리고 가는 것이 아쉬우니 계속 자주 만나고 사업도 하면서 연구를 지속하고 결과를 활용하자는데 뜻이 맞아서, 원광대학교 창업보육센터에 벤처창업을 하고 사무실을 만들었다.

이제 32년이라는 길고도 짧았던 여정을 마치고 앤(N)코스메슈라는 벤처 연구사무실을 열고, 여전히 R&D 과제사업과 천연물로 얻어지는 기능성 원료개발 및 판매사업을 동료와 함께 해 나가는 제 3의 삶을 시작하였다. 지금은 창업초기로 유망한 천연

물을 도출하고 기능성물질을 추출-분리-정제하여 구조분석-효능검색 후 신원료로 자체 개발하거나, R&D 과제에 따라서는 시제품 출시를 하기도 한다. 올해 안으로 자체 브랜드(Comme soir:꿈스와)의 기초화장품세트를 출시하는 것을 목표로 하고 디자인과 용기금형에 착수하였다.

세상일에는 다 분야가 있고, 한발짝 내디딜 때마다 모르는 것 천지인데, 이러한 새 일이 실패로 끝날지 그런대로의 성공을 거둘지는 미지수이나, 여전히 실험실 냄새 속에서 연구-개발을 하는 것은 천직인지-하루해가 빨리 가고 조그마한 결과에도 일의 기쁨이 있다. 돌이켜보면, 만남의 기회를 통하여 그때마다 일깨워 주시고 도움을 주시며, 관심있게 보아주신 많은 분들께 이 기회를 빌어 깊이 감사드린다. 이런 나의 인생길을 예비하시고 세심하게 인도하신 주님께 나의 인생길 마지막 도전도 맡긴다. 새로운 분석화학의 많은 일들은 새로이 도전하는 젊은연구자들의 몫으로 남기고 그들의 알찬 연구성과를 기대한다. 

신속한 Methylation을 이용한 지질의 지방산 프로파일 정성 및 정량화

글 | 권일한 교수(세종대학교 환경에너지융합학과)



서론

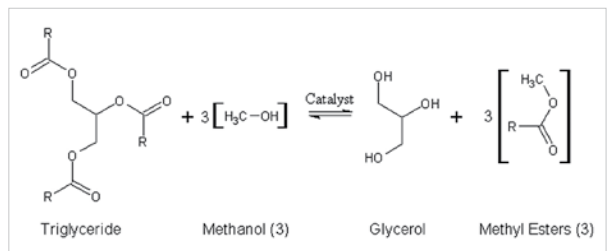
인간 및 동물에게 필요한 3대 영양소 중에 하나인 지방은 기름, 오일, 지방, 지질 등의 다양한 이름으로 불려진다. 이런 이유로 지방은 우리 실생활 중 쉽게 접할 수 있는 물질 중에 하나이다. 또한, 인체에도 상당한 양의 지방이 존재하며 이는 생명활동을 유지하기 위한 생물체의 대사활동에 지대한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.

인지질을 제외한 지방은 보통 3개의 지방산으로 구성되어 있기 때문에 보통 학술용어로는 Triglyceride(TG)라고 명명한다. TG를 구성하고 있는 3개 지방산의 Carbon Range는 4개 부터 20개 이상까지 다양하며 동식물의 종류에 따라 더 다양하게 분포되어 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 지방산의 다양성과 더불어 TG의 GlycerideBackbone에 결합되어 있는 지방산의 위치는 무작위(Random)하게 결합되어 있기 때문에 GC를 통한 분리가 사실상 불가능하다. 따라서 GC를 이용한 분석을 하기 위하여 가장 흔하게 사용하는 방법이 Derivatization을 활용한 방법이다.

즉, Transesterification Reaction(전이에스테르화 반응)을 이용하며 지방산을 Methylation하여 Fatty Acid Methyl Ester(FAME)로 전환하는 것이 가장 일반적인 방법으로 보

고되고 있다. 최근 환경/에너지 측면을 고려하여 사용이 증대되고 있는 바이오디젤의 주성분이 또한 FAME이기도 하다. Derivatization을 활용한 Methylation을 위해서는 산/알칼리 촉매 하에서 MeOH(메탄올)과 같은 Primary Alcohol과 TG를 반응시키는 것으로 보고되고 있다. 이를 도식화하면 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있으며 부산물로 Glycerin(글리세린)이 발생한다.

통상적으로 TG와 MeOH은 Immiscible(혼합 되지 않음)하기 때문에 <그림 1>과 같은 반응을 하기 위해서는 교반이 필요하다. 또한 촉매 존재 하에서도 반응 속도의 극대화를 위해서는 가온이 필수적이며 온도에 따라 반응 속도가 비례한다고 할 수 있다. 하지만 MeOH의 끓는점(Tb)이 65 ℃인 점을 고려할 때 <그림 1>의 반응은 60~63 ℃에서 진행되는 것이 일반적이다.



<그림 1> Transesterification Reaction(전이에스테르화)의 반응식

또한 <그림 1>에 도식화되어 있는 것처럼 Reversible Reaction(역반응)이 존재하기 때문에 반응 중 글리세린을 제거하지 않을 경우 FAME의 최대 수율은 94% 이하로 보고되고 있다. 또한 이러한 이유로 Transesterification Reaction의 후반부에는 교반을 생략하여 Reversible Reaction(역반응)을 최소화 하는 것이 좋은 것으로 보고되고 있다.

<그림 1>의 반응은 반응물이 모두 액상이기 때문에 Homogeneous Reaction이라 할 수 있으며 이때 사용되는 촉매도 액상 촉매를 사용하는 것이 일반적이다. 보통 산/알칼리 촉매를 사용하는 산촉매의 경우에는 H_2SO_4 를 사용하며 알칼리 촉매로는 NaOH나 KOH가 사용되는 것이 통상적이다. 산촉매의 반응속도는 알칼리 촉매 대비 5~10% 이하이기 때문에 알칼리촉매를 사용하는 것이 일반적인 방법이라고 할 수 있다.

하지만 알칼리 촉매의 사용은 정제된 TG의 경우에만 가능하다는 단점이 있다. TG가 외부로부터 장시간 에너지(즉, 열, 수분, 자외선 등)를 받는 경우는 지방산이 TG의 Glyceride Backbone으로부터 유리가 되는데 이를 Free Fatty Acids(FFAs, 자유지방산)이라고 한다. 총 TG 중 FFAs의 양이 0.5 wt.% 이상일 때는 <그림 1>의 반응 대신 Saponification Reaction(비누화반응)이 일어난다. 따라서 촉매를 활용한 TG의 지방산프로파일 정성 및 정량에 있어 많은 제약이 따른다.

가령 교반을 통한 반응이기 때문에 Methylation을 위해서는 일정량/상당량의 TG가 필요하다는 점이다. 액상촉매를 사용할 경우 다량의 염이 FAME에 존재하기 때문에 Washing Process(수세공정)가 FAME에 존재하는 염을 제거하기 위하여 필요한 것으로 보고되고 있다. 또한 FFAs의 양에 따라 산 촉매와 염기촉매를 동시에 사용하는 Two-Step 반응이 필요하기도 하다. 따라서 물질에 따라 GC에 주입하기 위한 전처리 및 Derivatization 시간이 오래 걸리는 단점이 있다고 할 수 있다.

이러한 TG의 Methylation 문제를 극복하기 위하여 Methylation을 위한 다양한 Derivatization의 방법들이 고안되었지만 현재 충분한 신뢰성을 확보하고 있는 방법으로는 초임계 상태를 이용한 Methylation이 유일하다고 할 수 있다.

이는 촉매를 사용하지 않고 적은 TG의 양으로도 반응이 가능하다는 장점이 있는 반면에 Methylation의 반응조건이 가혹하다는 단점이 있다. 즉, 반응온도는 약 250~400 °C이며 반응압력은 100~250 기압에 이른다. 초임계 조건 하에서의 Methylation은 그 조작이 어려우며 장치비가 비싼 단점이 있다. 따라서 본 자료에서는 이러한 문제를 해결할 수 있는 새로운 Technique의 소개와 더불어 GC를 활용한 TG의 지방산 프로파일의 정량 및 정성 측정의 실례를 소개하려고 한다. 본 자료에서 소개되는 Technique은 식품, 화학, 대기, 의료 등 다양한 분야의 측정에 활용될 수 있음을 실증적으로 보여 준다.

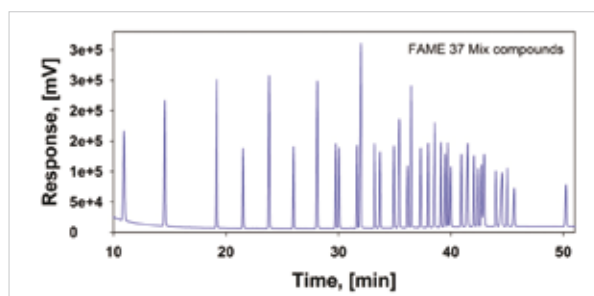
재료 및 방법

재료 및 시약

본 자료에서 소개된 새로운 Methylation Technique 및 GC의 활용을 위한 Justification을 위하여 일반 마트에서 판매되는 Rapeseed Oil(유채유)을 구매하여 실험하였고 기존의 액상촉매를 사용한 방법과 비교하였다. 표준시료는 37 FAME Mixture(Supelco)를 구입하였으며 사용된 Primary Alcohol은 MeOH(대정화학)로 GC grade가 아닌 Commercial Grade의 MeOH를 사용하였다.

GC operation parameters and Calibration

보편적으로 DB-WAX Column(Agilent J&W GC Column)을 사용하는 것이 일반적이지만 37개의 Components를 가지는 스탠다드 중 CIS/TRANS의 이성질체의 분리가 되지 않는 단점이 있다. 따라서, 본 자료에서는 SP-2560 Capillary Column(Supelco, USA)을 사용하였다. <그림 2>는 37개의 FAME Components의 GC Separation(분리)을 보여준다.



<그림 2> 표준시료 FAME 37 Mixture Components의 분리 크로마토그램



〈그림 3〉 Agilent 7890 Series GC

Agilent 7890 Series GC로 분석을 하였고 분석 조건 및 Calibration 정보는 〈표 1〉, 〈표 2〉에 정리하였다. 사용된 검출기는 FID이다. Multiple Calibration을 위하여 Dichloromethane(Sigma-Aldrich)이 사용되었다. 본 자료에서는 Rapeseed Oil의 주성분에 관한 Calibration만을 선택적으로 보여 주었다.

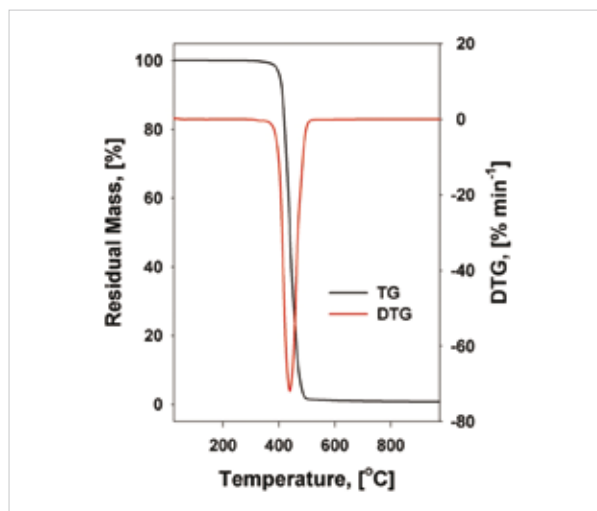
〈표 1〉 GC operation parameter

Gas Chromatography(GC)			
GC model	Agilent 7890		
Column	SP-2560(SUPELCO GC Column) (100 m×0.25 mm×0.25 μm)		
Syringe Type	SGE, Australia, 10 μL glass fixed needle		
Oven and GC setting	Value	Detector setting	Value
Initial temp.	100 °C(5 min)	Detector Temp.	260 °C
Ramp 1 at	4 °C/min	H2 flow	30 mL/min
Final temp.	240 °C(11min)	N2 flow	30 mL/min
Total time	51 min	Air flow	300mL/min

〈표 2〉 Calibration 정보

Compounds name	Methyl Pamitate	Methyl Oleate	Methyl Linoleate	Methyl Linolenate
Full name	Hexadecanoic acid methyl ester	cis-9-Octadecenoic acid methyl ester	cis-9,12-Octadecadienoic acid methyl ester	cis-9,12,15-Octadecatrienoic acid methyl ester
MW(g/mol)	270.45	296.49	294.47	292.46
CAS No.	112-39-0	112-62-9	112-63-0	301-00-8
Formula	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	C ₁₉ H ₃₂ O ₂
Retention Time(min)	32.00	36.49	38.05	39.80
RF(ng-1)	16,643	15,658	15,744	15,620
R ²	0.9998	0.9984	0.9992	0.9985
RSE	1.50	2.58	2.54	1.53

Methylation 메커니즘(Heterogeneous transesterification reaction)



〈그림 4〉 Rapeseed Oil(유채유)의 Thermogram(Heating rate: 400 °C/min)

〈그림 4〉는 Rapeseed Oil(유채유)의 Thermo-Gravimetric Analysis 결과이다. 〈그림 4〉는 약 370 °C로부터 Thermal Degradation으로 인한 지방산이 분리되는 것을 보여 주고 있음을 보여준다. 또한 Methylation을 위한 Activation Energy(Ea, 활성화에너지)는 일반적인 촉매 반응과 비교할 때 매우 낮은 수준으로 알려져 있다. 즉, 수소제조를 위한 개질반응 대비 약 5% 수준의 활성화에너지만으로도 Methylation이 가능한 것으로 알려져 있다.

따라서 촉매를 사용하지 않고 외부 열원을 통해 TG에 열을 가해 주는 방식으로도 Methylation에 필요한 활성화에너지에 도달할 수 있음을 〈그림 4〉는 실증적으로 보여 준다. 왜냐하면, Transesterification을 통한 Methylation은 TG로부터 지방산이 유리되어 치환반응을 통하여 순차적으로 이루어지기 때문이다. 하지만, 언급된 새로운 Methylation 방법은 열역학적으로는 가능하지만 실제로는 느린 Kinetic 때문에 높은 수준의 Methylation을 기대할 수 없다. 이는 Heterogeneous 반응으로 설명할 수 있다.

즉, Derivatization을 통한 Methylation을 300 °C에서 진행시킬 경우 낮은 끓는점의 MeOH은 기상이 되며 TG의 경우에는 액상으로 반응하기 때문에 실제 반응시간은 담보되기 어

렵다(Thermo-dynamically favorable, but Kinetically not favorable). 이를 해결하기 위해서는 반응을 고압에서 실행해야 하며 이는 기존의 초임계 반응의 원리와 같다고 할 수 있다. 따라서 MeOH와 TG의 반응시간을 늘릴 필요가 있으며 본 실험에서는 이를 해결하기 위하여 다공성물질을 활용하였다.

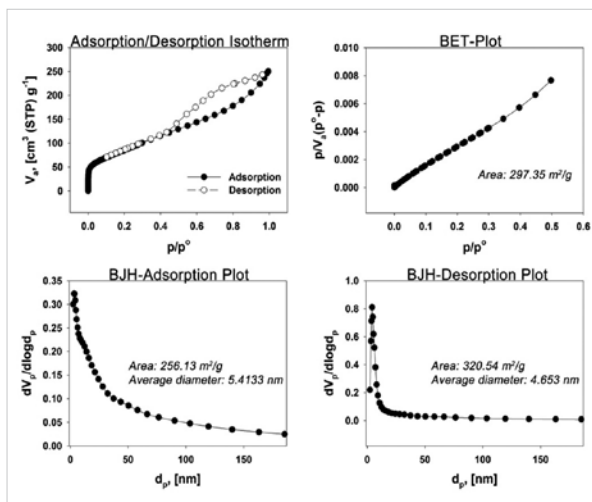
즉, 다공성 물질에 있는 기공이 Micro-Reaction Chamber 역할을 하게 된다. 기공 안에서 액상의 TG는 Stationary Phase가 되며 MeOH는 Mobile Phase가 되어 반응을 최적화시킨다. 반응 물질을 촉매에 Bounding시켜 반응속도를 높이는 일반적 촉매 원리와 같은 것이다. 따라서, 다공성 물질의 존재하에서 상압조건 하에서도 외부 열원의 에너지를 가함으로써 Methylation이 완결될 수 있음을 시사한다. Methylation이 된 FAMES의 경우 낮은 TG 대비 낮은 끓는점으로 인하여 기상으로 되기 때문에 Pore(기공) 내의 내압증가로 인하여 기공을 빠져 나오게 된다. 이를 이용하면 높은 수율의 Methylation을 기대할 수 있으며 Methylation은 1~2분 안에 완료시킬 수 있다.

결과 및 고찰

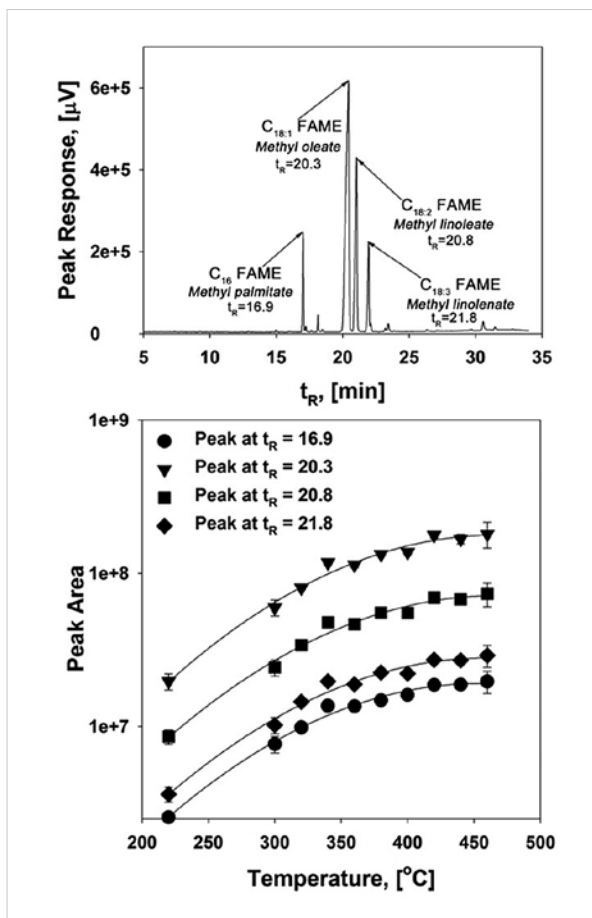
다공성 물질을 활용한 새로운 Methylation의 경우 Pore Size가 중요하다. 이는 TG 분자의 평균 사이즈가 2 nm임을 감안할 때 Micro-Pore를 가지는 다공성 물질의 활용이 어려움에 의미하기 때문이다. 따라서 Meso- 및 Macro-Pore를 가지고 있는 활성알루미나를 가지고 Methylation을 진행하였으며 사용한 활성알루미나의 물리적 성질은 <그림 5>에 도식화하여 정리하였다.

본 자료에 소개된 Derivatization에 의한 Methylation을 GC를 활용한 TG 분석에 사용할 경우 기존의 Methylation을 통한 GC 분석과 동일한 결과가 나와야 하며 반응 최적온도를 구할 필요가 있다.

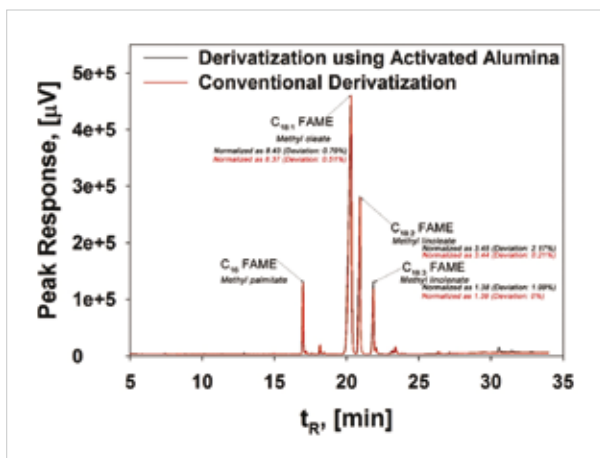
<그림 6>은 다공성 물질을 활용한 Methylation 결과이며 온도에 따른 각 지방산의 농도를 피크면적을 통하여 간접적으로 나타내었으며 Methylation 반응시간은 2분이다. <그림 6>에 나와 있는 것과 같이 Rapeseed Oil의 주성분은 C16-18이라 할 수 있으며(<표 2>참조) <그림 6>과 같이 온도에 따라 그 값이 증



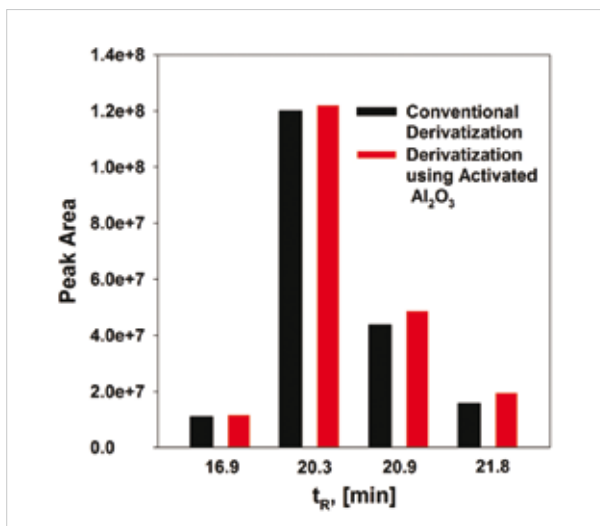
<그림 5> 활성알루미나의 표면적 및 기공 분포도



<그림 6> 380 °C에서 얻어진 FAME의 크로마토 그래프 및 온도에 따른 FAME의 피크면적 변화 (Methylation 반응시간 2분)



〈그림 7〉 360 ℃ 2분 Methylation 조건을 통해 얻어진 FAME과 기존 액상축매를 사용하여 얻어진 FAME의 상대적 피크면적 비교



〈그림 8〉 동일한 양의 TG로 변환된 FAMEs의 피크면적비교(기존 방법과 투고문에서 소개된 새로운 방법)


가하는 것을 볼 수 있다. 하지만 380 ℃ 이후의 온도에서는 피크면적의 증가가 둔화되는 것을 알 수 있으며 이는 Rapeseed Oil의 TG가 FAMEs으로의 전환이 최대치에 이르렀음을 〈그림 6〉은 시사하고 있다.

또한 새로운 Methylation의 Technique의 타당성을 입증하기 위해서는 C_{16} 의 FAME(Methyl Palmitate)의 피크면적을 다른 성분들의 피크면적에 Normalize하였고 이를 기존의 알칼리 촉매 하에서 Methylation한 FAMEs과 피크면적비를 비

교하여 〈그림 7〉에 나타내었다. 〈그림 7〉에 나타난 것과 같이 동일한 피크면적 비를 보여 주기 때문에 새로운 Methylation Technique의 타당성이 입증된다고 할 수 있다. 마지막으로 동일한 TG의 양을 가지고 기존의 방법과 본 자료에서 소개한 Methylation한 값을 〈그림 8〉과 같이 면적비로 비교하였다.

〈그림 8〉의 Methylation Reaction은 380 ℃에서 2분간 진행하였는데 피크면적이 기존의 방법대비 약간 증가되었음을 확인할 수 있으며 이는 기존 방법보다 더 높은 수율의 Methylation 반응을 기대할 수 있음을 보여 주고 있다. 또한 본 자료에서 소개된 Derivatization에 의한 Methylation을 진행할 경우 1~2 μL 의 TG의 양으로도 정량 및 정성 분석이 가능하다는 것을 실험 결과에서 알 수 있다. 따라서 TG의 지방산 정량 및 정성 분석은 실내대기오염측정, 에어로졸, 의료, 식품, 생물, 생명공학, 의료 분야 등에 적용 가능할 것으로 기대된다.

결론

본 자료에서는 TG의 지방산 분석의 정량 및 정성을 위한 새로운 Derivatization에 의한 Methylation 기법에 대하여 소개하였으며 이는 촉매 조건 및 초임계 조건에 의한 Methylation 기법을 대신할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 적은 시료량으로도 TG의 정량/정성이 가능하기 때문에 다양한 분야에 활용할 수 있으며 짧은 시간(1~2분) 내에 Derivatization이 가능한 특징을 보인다. 다만 Derivatization을 위한 최적 Operation Parameters에 대한 규명이 후속 연구를 통하여 필요하다고 할 수 있다. 

농식품 잔류농약 분석을 위한 신속 다성분 동시분석법 개발



2014년 6월, 국립농산물품질관리원은 국내 농식품 안전 관리 강화를 위해 동시에 분석 가능한 잔류농약 성분을 기존 245개에서 320개로 대폭 확대하는 방법을 국내 최초로 개발하였다고 밝혔다.

〈표 1〉 잔류농약 다성분 분석(320 성분) 개선 요지

	현행 분석 체계	개선 내용
분석 성분	245개 농약	동시분석 가능 모든 농약 (320개 성분)
분석 방법	다성분 동시분석	신속 다성분 동시분석
전처리 방법	농약추출 → 분배 → 농축 → 정제 → 농축 → 기기분석 (액액분배·SPE 정제법)	농약추출 → 분배·정제 → 기기분석 (퀘처스법)
분석 체계 및 분석 기기	① 검출여부 확인 GC-ECD/NPD, HPLC-UVD/FLD ↓ ② 검출성분 재확인 GC-MS, HPLC-MS/MS (질량분석기·정성확인) ↓ ③ 검출농약 정량 (3반복 분석 및 회수를 실험포함) GC-ECD/NPD, HPLC-UVD/FLD	① 검출여부 확인 GC-MS/MS, HPLC-MS/MS (질량분석기·정성확인·정량) ↓ ② 검출농약 정량 (3반복 분석 및 회수를 실험포함) GC-MS/MS, HPLC-MS/MS GC-ECD/NPD, HPLC-UVD/FLD
분석 시간	16.5시간	10.6시간
특징	농약의 분석특성에 따라 검출기를 달리 해야 함.	모든 성분을 하전된 질량비로 검출함.

※ HPLC : 액체크로마토그래프, GC : 기체크로마토그래프, MS/MS : 질량분석기,
ECD : 전자포획검출기, NPD : 질소·인검출기, UVD : 자외선검출기, FLD : 형광검출기

국립농산물품질관리원 소속 시험연구소에서 이번에 직접 개발한 새로운 방법은 잔류농약 분석에 필요한 전처리 과정을 단순

화하고, 질량분석기와 같은 첨단 분석장비 활용방법을 개선하여 융복합화함으로써 가능하였다.

• 전처리 방법 개선: 액액분배·고체상 추출 정제


⇒ 퀘처스(QuEChERS) 전처리법

퀘처스(QuEChERS) 전처리법 : 유럽공인분석법으로 빠르고, 쉽고, 경제적이며 효율적인 전처리 방법으로 기존 전처리 방법에서 가장 긴 시간을 차지한 농축단계가 없이 분석 가능한 전처리

• 기기분석방법 개선: 액체, 기체 크로마토그래프

⇒ 질량분석기 분석법

질량분석기 분석법 : 잔류농약 질량을 분석하여 기존 분석법보다 10배 이상 낮은 농도까지 검출 가능한 분석법

국립농산물품질관리원은 앞으로도 신속 다성분 동시분석 성분을 연차적으로 확대하여 국내 생산 농산물의 잔류농약 안전관리를 강화할 계획이라고 밝혔다. 이를 위하여 첨단화된 분석장비를 융·복합하여 국내에서 사용되는 농약 전체를 동시에 분석할 수 있도록 새로운 잔류농약 분석법을 개발할 예정이다. 분석 성분수는 올해 320개 성분에서 2015년 400개 성분, 2020년에는 500개 성분까지 확대할 계획이다. 

〈출처〉

- 농림축산식품부 홈페이지(<http://www.mafra.go.kr/>) 알림소식
- : 농식품 잔류농약 분석 보도자료(농림축산식품부, 2014년 6월 25일)

생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(5) GC/MS/MS 솔루션 (GC-QQQ & GC-QTOF)



다양한 응용분야에서 널리 사용되고 있는 기체 크로마토그래프/질량분석기(Gas Chromatograph/Mass Spectrometer, 이하 GC/MS)는 질량분석관이 한 개인 단일 질량분석기(Single Mass Spectrometer, MS)부터 질량분석관이 두 개가 연이어 구성된 텐덤 질량분석기(Tandem Mass Spectrometer, MS/MS)까지 다양하게 사용되고 있다.

또한 불과 10년 전만 하더라도 텐덤 질량분석기에 대한 관심보다는 질량 분해능이 높은 고분해능 질량분석기(High Reso-

lution Mass Spectrometer, 이하 HRMS)에 대한 관심이 더 높았다. 하지만 환경/식품 중 유해물질에 대한 규제 수준이 점점 더 낮아지고 인체에 극미량으로 존재하는 유효/유해 물질에 대한 관심이 확대됨에 따라 최근 5년 전부터는 저분해능 질량분석기(Low Resolution Mass Spectrometer, 이하 LRMS)인 사중극자(Quadrupole, 이하 Quad) 질량분석관이 두 개 연이은 형태의 삼중 사중극자(Triple Quadrupole, 이하 QQQ) 텐덤 질량분석기를 이용한 극미량 목적 성분의 정확한 스크리닝 및 정량 분석에 많은 관심이 집중되기 시작하였다.

그리고 이제는 목적 성분에 대한 분석 뿐만 아니라 더 나아가 비목적 성분에 대한 스크리닝 및 미지성분에 대한 신속하고 정확한 동정에 대해서까지 관심이 확대됨에 따라 저분해능 질량분석기인 Quad 질량분석관에 고분해능 질량분석기인 비행시간(Time of Flight, 이하 TOF) 질량분석관이 연이어 장착된 사중극자-비행시간(Quadrupol-TOF, 이하 Q-TOF) 텐덤 질량분석기에 대해서까지 관심이 확대되기에 이르렀다.

LAB Technological Innovation

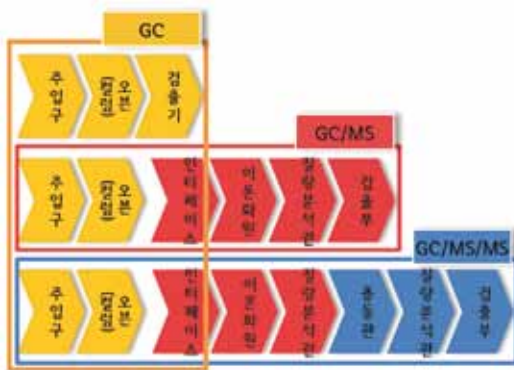
LAB Technological Innovation 연재시리즈

1. 액체 크로마토그래피
2. 캐필러리 유체역학 테크놀로지
3. Mass Profiler Professional(MPP) 소프트웨어
4. LC/MS/MS 솔루션
 - 4-1. QQQ LC/MS/MS
 - 4-2. Q-TOF LC/MS/MS
5. GC/MS/MS 솔루션

GC/MS/MS 이해하기

질량분석관은 먼저 LRMS 또는 HRMS로 나눌 수 있으며, 또한 이들 질량분석관의 개수에 따라 MS 또는 MS/MS로 나

늘 수 있다. 범용적으로 사용되는 GC/MS로는 GC/SQ(Single Quadrupole), GC/IT(Ion Trap), GC/TOF(Time of Flight)를 들 수 있으며, 가장 일반적인 형태의 GC/MS/MS는 GC-QQQ이며 앞서 기술한 바와 같이 최근에는 GC-QTOF를 사용하기도 한다.



저분해능 질량분석기(LRMS) 일반적으로 소수점 첫째 자리까지 측정할 수 있으며, 보통 소수점 첫째 자리에서 반올림하여 정수자리에 대해서 신뢰할 수 있다고 한다(사중극자(Quad), 이온트랩(IT)).

고분해능 질량분석기(HRMS) 스펙의 범위가 다양하지만 보통 소수점 넷째, 다섯째 자리까지 측정할 수 있으며, 측정 가능한 소수점자리에서 반올림한 단위에 대해서 신뢰할 수 있다고 한다(비행시간(TOF), 푸리에변환(FT), 자기 섹터(Sector)).

단일 질량분석기(MS) 질량분석관이 한 개로 구성된 질량분석기로서 GC/MS는 GC를 기반으로 혼합상태의 성분들이 단일 성분으로 분리되어 차례로 MS로 전달되면 각 성분 별로 특징적인 이온조각들이 생성되고 이들 조각이온들이 질량별로 분리되고 그 양이 측정된다.

GC/SQ 4개의 봉 형태의 금속막대로 구성된 Quad 질량 분석관 한 개가 장착된 단일 질량분석기로 가장 널리 사용되고 있다. 서로 마주보고 있는 두 쌍의 막대에 각각 직류(Direct current, DC) 및 고주파(Radio Frequency, RF)를 걸어줌으로써 비전하(단위전하 당 질량, m/z)를 측정하여 이온의 질량을 측정할 수 있다.

- **Scan mode** : 특정 질량범위에 해당하는 DC/RF 전압을 계속/반복적으로 변화시켜 분석함으로써 범위 내의 질량값에 해당하는 이온을 모두 분리하여 검출한다. 따라서 해당 성분의 전체 조각이온의 모니터링을 통하여 질량 스펙트럼 패턴 확인에 의한 정성분석이 가능하다.
- **SIM mode** : 전체 질량범위 중 특정 질량값에 해당하는 DC/RF 전압을 고정하여 분석함으로써 분석자가 검출하고자 하는 특정 이온에 대해서만 분리하여 검출한다. 이에 따라 해당 성분의 특징적인 조각이온에 대한 필터를 통하여 기타 화학적 노이즈를 제거함으로써 해당 성분에 대한 선택적 검출이 가능하여 Scan 모드 분석법에 비해 고감도 정량분석이 가능하다.

GC/TOF 이온이 일정한 에너지에 의해 일정한 공간을 이동하는데 걸리는 시간을 측정함으로써 이온의 질량을 측정한다. TOF는 Scan 모드 분석만 가능하지만 Quad에 비해 월등히 높은 질량 분해능 및 질량 정확도를 바탕으로 보다 세밀하고 정밀한 정량/정성 분석이 가능하다.

탠덤 질량분석기(MS/MS) 질량분석관 두 개가 직렬로 연결되어 구성된 질량분석기로서 각각의 질량분석관에서 사용할 수 있는 분석 모드를 조합하여 다양한 분석기법으로 분석할 수 있다. 두 개의 질량분석관 사이에 위치하는 충돌관(Collision cell, CC)에서는 첫 번째 질량분석관에서 분류되어 전달되는 전구이온*이 충돌유도분리*에 의해 쪼개어지는데 이들 생성이온*을 모두 두 번째 질량분석관으로 보내어 준다. 이러한 충돌관의 존재로 말미암아 MS/MS만의 크나큰 장점이 생겨나게 되는 것이다.

* **전구이온(precursor ion, 부모이온: parent ion)** : 첫 번째 질량분석관에서 SIM 조건에 의해 선택되어 충돌관으로 전달되는 이온. 기존의 GC/MS의 SIM 조건을 잡는 원리와 동일한 원리를 적용하여 선택하되 질량값이 높을수록 유리하다.

* **충돌유도분해(CID: collision induced dissociation)** : 충돌관 내부의 에너지(Collision Energy, CE)와 기체(Collision gas, CG)에 의해 첫 번째 질량분석관에서 충돌관으로 전달된 전구이온의 조각화가 일어나는 반응. CID를 통해 전구이온이 생성이온으로 쪼개어진다.

* **생성이온(product ion, 딸이온: daughter ion)** : 첫 번째 질량분석관에서 선택된 전구이온이 충돌관으로 이동 후 CID 반응에 의해 생성된 이온. 이들 생성이온은 충돌관 내에서 질량별 필터링 과정을 거치지 않고 생성이온 모두가 두 번째 질량분석관으로 전달된다.

GC-QQQ 두 개의 Quad가 연이어 구성된 QQQ는 각각의 Quad를 모두 SIM 모드로 설정하여 분석하는 MRM(Multiple Reaction Monitoring) 모드 분석법 덕분에 가장 널리 사용되는 GC/MS/MS이다. MRM 모드 분석법은 첫 번째 SIM 조건에서 한 번, 두 번째 SIM 조건에서 또 한번, 총 두 번에 걸쳐 분석방해물질을 제거함으로써 목적 성분만이 갖는 고유한 생성이온에 대해서만 선택적 검출이 가능하여 월등히 높은 감도를 나타내게 되는 것이다(두 개의 Quad에서 SIM 조건에 의해 선택되는 각각의 이온 쌍을 트랜지션(transition)이라 하고 '전구이온 → 생성이온'으로 표현(예: 109 → 79)).

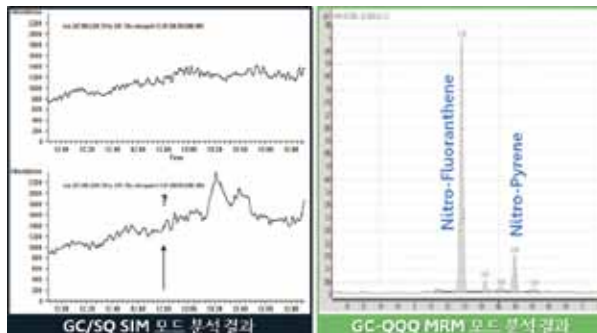
GC-QTOF 가장 최근에 상용화된 GC/MS/MS로서 Quad와 TOF 질량분석관이 연이어 구성되어 있다. 일상적인 분석에는 TOF 모드로만 분석하더라도 앞서 설명한 TOF의 높은 질량분해능 및 질량정확도를 바탕으로 보다 고차원의 분석 결과를 획득할 수 있다. 더 나아가 질량분해능을 증가하는 매트릭스 방해 효과가 나타난다든지 또는 TOF의 Scan 모드 분석을 통해 획득한 피크 중 라이브러리 매칭이 되지 않는 성분에 대한 동정이 필요한 경우에는 MS/MS 모드 분석을 통하여 기존의 GC-QQQ에 버금가는 정량 분석, 기존의 단일 고분해능 질량분석기로는 접근하기 어려웠던 수준의 정성 분석까지 수행할 수 있다.

GC/MS/MS 분석을 위한 시료 전처리의 혁신

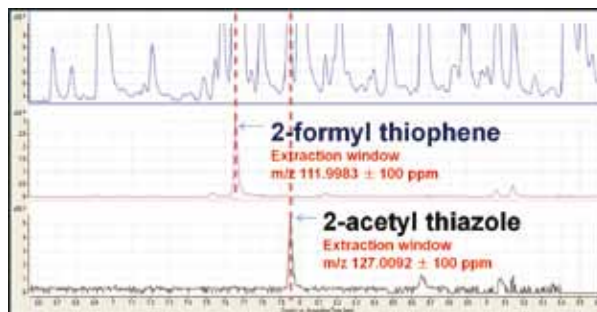
사실 GC/MS/MS는 그 자체로서 혁신 기술이라 할 수 있다. GC-QQQ 및 GC-QTOF는 공통적으로 MS/MS 기법을 통해 시료에 포함된 분석방해물질을 효과적으로 제거함으로써 상대적으로 분석 목적 성분들에 대해 보다 고감도로 분석할 수 있다. 또한 앞서 설명한 바와 같이 GC-QTOF의 경우, 굳이 MS/MS 분석법이 아니더라도 TOF의 높은 질량 분해능 및 정확도를 통하여 분석대상성분에 대한 보다 정밀한 분석이 가능하다. 이를 다시 말하면 시료 중의 분석목적성분을 제외한 나머지 성분들을 제거하기 위한 전처리 중 정제 과정을 간소화하거나 생략할 수 있다(그림 1), (그림 2)).

QQQ의 난제, MRM 분석법 확립 과정의 혁신

국내에서 GC-QQQ가 가장 많이 사용되는 응용분야는 바로



(그림 1) 대기 시료 채취 후 속습렛 추출을 실시 & 정제는 생략하고 각각 GC/SQ & GC-QQQ로 Nitro-PAHs를 분석하였다. GC/SQ에서는 SIM 모드로 분석했음에도 불구하고 해당 성분의 피크를 확인할 수 없는 반면, GC-QQQ에서는 MRM 모드 분석 결과, 해당성분의 피크를 명확하게 확인할 수 있다.



(그림 2) 커피 중 극미량으로 존재하면서 불쾌함을 주는 황 함유 성분을 분석하기 위해 커피 매트릭스 제거를 위한 복잡한 전처리 과정(농축 포함)을 거쳐거나 2D GC 기법을 도입하여 최대한 분리하여야 하지만, GC-QTOF를 이용하면 특별한 분석기법 없이 간단한 추출과정만으로 이들 성분을 분리하여 검출할 수 있다.

식품 중 잔류농약 분석이다. 이는 식품 중 잔류농약 규제에 의해 분석할 성분을 기존 GC 분석법을 이용할 경우 8번으로 나누어 분석하였던 항목들을 한 번에 분석할 수 있는 장점이 있기 때문이다. 또한 앞서 기술한 바와 같이 GC 분석을 위한 시료 전처리 과정보다 GC-QQQ 분석을 위한 시료 전처리 과정을 획기적으로 간소화시켰음에도 불구하고 높은 선택성과 감도를 나타내기 때문이다.

따라서 GC-QQQ를 이용하면 시간 및 비용을 절감하면서 동시에 고품질 데이터를 획득할 수 있게 된다. 같은 맥락으로 식품 외 기타 다른 응용분야에 적용할 때에도 동일한 이점을 따를 수 있다. 분석목적성분이 정해져 있고 시료의 매트릭스 효과가 크거나 목적 성분이 극히 미량으로 존재함에 따라 기존의 GC/MS로는 분석이 어려운 경우에 GC-QQQ를 도입하면 위와 같은 큰 효과를 얻을 수 있다.

이상과 같이 GC-QQQ 시스템은 분석자가 확인하고자 하는 MRM 모드 분석법을 통해 100종 이상의 다성분 목적성분에 대해서 탁월한 선택성과 감도라는 두 마리 토끼를 잡은 듯 하지만, 이러한 최고의 분석결과를 도출하기 위한 과정이 상당히 험난하다.

각각의 목적성분에 개별적으로 최적화된 트랜지션을 각각 설정해야 할 뿐만 아니라 동일한 목적성분을 분석함에도 불구하고 다양한 시료들에서 영향을 미치는 방해 요소 및 그 정도가 각각 다르기 때문에 시료의 종류에 따른(=매트릭스별) 최적의 분석법 세팅을 위해 상당한 시간이 소요된다(영인 Lab.Highlight 63호 특별기획, 생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(4) LC/MS/MS 솔루션-1(QQQ LC/MS/MS)의 'QQQ 분석법 확립의 여정' 참고).

이에 따라 MRM 분석법 자동화 툴 및 MRM 데이터베이스를 이용하여 기존의 분석법 확립과정에 비해 획기적으로 간편하게 진행할 수 있게 된다.

Method Building & Optimization Tool kit

GC-QQQ에서 MRM 분석법을 확립하기 위해서는 오른쪽 '기존의 MRM 분석법 확립 과정'에 설명된 바와 같이 여러 단계에 걸쳐 확인하고 선택하기를 반복하여야 한다.

기존에는 3번 단계까지만 실시하고 MRM 분석법 확립 과정이 끝이 나지만, 이제는 분석결과의 정확도를 높이면서 매트릭스별 재확인에 소요되는 시간까지 줄이고자 4번 단계까지 실시하도록 권장하고 있다. 이들 분석법 확립과정을 3단계, 4단계로 정리하여 간단히 설명하였지만 분석대상 성분의 개수에 따라 짧으면 1주일(10 성분 이하)에서 길게는 3개월(300 성분 이하)까지 상당한 시간이 소요될 수 있다. 또한 모든 과정을 분석자가 직접 입력/확인/선택/확정해야 하기 때문에 1주일이면 1주일, 1개월이면 1개월 내내 분석법 확립 과정에 집중하여야 하므로 다른 업무에 지장을 초래할 수 있다.

그러나 MRM 분석법 자동화 툴(Method building & optimization tool)을 이용하면 데이터를 선택하고 그 결과를 확인하는 약간의 수고만으로 분석법 확립을 완료할 수 있기 때문에 업무효율을 상당 수준 향상시킬 수 있게 된다(자동모드-1).

기존의 MRM 분석법 확립 과정(수동모드)

1) Scan 모드 분석

분석대상성분에 대한 혼합표준물질을 이용하여 GC를 통해 잘 분리가 되는지 또는 GC로 분리가 잘 되지 않는다면 MS로 분리할 수 있을지에 대한 총체적인 그림을 그린다. 주입구 온도, 오븐 승온 조건, 인터페이스 온도에 대한 설정이 완료되면, 피크들이 몰려있는 시간대 별로 분류할 세그먼트(Segment)를 정하고 전구이온으로 사용할 이온을 확인한다.

2) Product Ion Scan(PIS, SIM-Scan) 모드 분석

각 세그먼트에 해당하는 성분의 전구이온 및 다양한 충돌에너지(Collision Energy, CE), 두 번째 Quad의 질량범위를 입력하여 분석하고, 어떤 전구이온이 어떤 충돌에너지 조건에서 생성이온이 잘 생성되는지, 높은 감도를 나타내는지, 좋은 재현성을 나타내는지 확인한다. 높은 감도 및 재현성을 나타내는 생성이온을 최종적으로 확인하기 위해 충돌에너지를 다양하게 설정하여 여러 번 반복분석을 해야 하기 때문에 많은 시간이 소요된다. 이 과정을 통해 특정 성분에 해당하는 최적의 충돌에너지 & 생성이온을 선택한다.

3) Multiple Reaction Monitoring(MRM, SIM-SIM) 모드 분석

이전 단계에서 선택되어진 SIM-CE-SIM 조건을 입력하여 분석하되 세그먼트를 세분화하는 등 재조정을 통하여 감도 향상 등의 효과를 누릴 수도 있다.

4) 시료별 매트릭스 효과에 따른 분석조건 재설정

최종 확정된 MRM 분석법을 적용하여 시료에 해당 농약 표준 물질을 첨가하여 분석해 본다. 이를 통해 순수 표준물질 분석 결과와의 비교 등을 통하여 각 성분들에 대한 매트릭스 영향을 확인하고 경우에 따라 분석조건을 바꾸는 등 최종 점검을 한다.

분석자가 수동으로 직접 분석법을 확립하는 과정보다 자동화 툴을 이용하는 과정에서 한 단계가 더 추가되지만, 그 과정은 훨씬 간편하다.

수동과정에서는 다음 단계로 넘어가기 전에 분석자가 반드시 데이터를 면밀히 확인하여 다음 단계에서 사용할 인자를 하나 하나 선택하고 입력하여야만 했다. 하지만 자동과정에서는 자동화 툴을 사용하지 않는 첫 번째, 다섯 번째 과정을 제외하고는 모두 자동화 툴을 통해 모든 인자가 자동으로 세팅되어지는 편리함이 더해지는 것이다.

Method Building & Optimization Tool kit을 이용한 MRM 분석법 확립과정(자동모드-1)

1) Scan 모드 분석

앞서 기술한 내용과 동일한 과정을 실시한다.

2) Design Experiments Assistant

PIS 모드 분석에서 사용할 CE에 따른 분석 시퀀스를 작성하고 실행한다.

3) Analyze Experiments Assistant

Design Experiments Assistant를 통해 분석된 데이터를 열고 실행하면 자동으로 최적의 CE, 정량&정성 이온이 선택되고 이에 따른 정량&정성이온의 비율, 감도조정을 위한 Gain이 설정되어 감도를 최적화한 초기 MRM 분석법이 설정된다.

4) Dynamic MRM Assistant

최종 분석법에 적용될 파라미터(최소 Dwell time, 최소 데이터 포인트, 최소 RT 변화도)를 입력하고 실행하면 최적의 Dwell time 및 세그먼트가 설정되어 최종 MRM 분석법 설정이 완료된다. 이는 Analyze Experiments Assistant에서 감도 최적화 MRM 분석법에 재현성 최적화가 더해져 보다 견고한 분석법으로 거듭나게 된다.

5) 시료별 매트릭스 효과에 따른 분석조건 재설정

앞서 기술한 내용과 동일한 과정을 실시한다.

MRM Database를 이용한 MRM 분석법 확립과정(자동모드-2)

1) 시료별 매트릭스 효과에 따른 분석조건 재설정

데이터베이스에 포함된 GC 조건 및 화합물별 전체 트랜지션을 모두 포함한 MRM 분석법을 적용하여 해당 농약 표준물질이 첨가된 다양한 매트릭스의 시료들을 분석한다. 각 시료별 방해 효과가 가장 적게 나타나는 트랜지션만을 선택하여 최종 분석법으로 확립한다.

2) Dynamic MRM Assistant

앞서 기술한 내용과 동일한 과정을 실시한다.

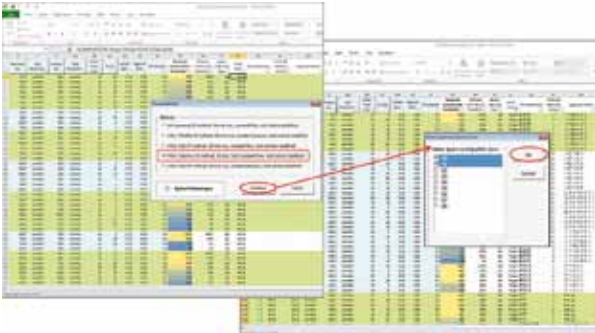
게다가 전문 분석자가 오랜 시간을 투자하여 확립한 MRM 분석법에 못지 않은 감도 & 정밀도를 가지는 분석법을 얻을 수 있다는 크나큰 이점을 동시에 누릴 수 있다(표 1).

(표 1) 자동화 툴을 이용하여 자동으로 확립한 MRM 분석법을 각각 사용하여 다성분 농약 동시분석을 실시하고 그 재현성에 대해 비교하였다. 대부분의 화합물에 있어 그 재현성이 향상된 결과를 보였다.

Compound Name	Expert optimized RSD	Dynamic MRM RSD	Improved
Acetochlor	1.4	1.2	Y
Aclonfen	15.7	12.4	Y
Alachlor	2.4	0.8	Y
Allethrin	16.8	11.2	Y
Ancymidol	7.5	7.1	Y
Azaconazole	5.3	4.6	Y
Azinphos-methyl	71.1	25.3	Y
Benfuracarb	14.1	7.4	Y
Benodanil	10.1	8.8	Y
Benzoylprop ethyl	2.7	3.6	
Biphenyl	11.6	9.7	Y
Bromacil	19.7	15.2	Y
Bromocyclen	8.1	6.0	Y
Bromopropylate	10.4	11.6	
Bromuconazole I	6.1	5.7	Y
Bromuconazole II	5.7	5.7	Y
Buprofezin	6.2	6.1	Y
Butachlor	8.7	8.3	Y
Butralin	16.8	15.7	Y
Captafol	44.7	16.4	
Carbofuran	68.3	57.1	Y
Average %RSD	11.1	9.3	
RSD Std Dev	12.0	8.8	

MRM 분석법 확립을 더욱 획기적으로 단순화시키고 빠르게 하고자 한다면 MRM Database 또는 GC-QQQ Analyzer를 활용하면 된다. MRM Database는 GC/MS의 라이브러리에 화합물별 질량 스펙트럼 정보가 목록화되어 있는 것처럼 화합물별 MRM 트랜지션이 목록화되어 있어 언제나 분석하고자 하는 성분에 대한 트랜지션을 선택하여 MRM 분석법을 확립할 수 있다.

MRM Database에는 농약 및 기타 환경오염물질 1,100여 종에 대한 머무름 지수(RI, Retention index), 트랜지션(모든 화합물에 대해 최고 8개씩 포함), GC 분석 조건 등이 포함되어 있으며, 이들 중 필요한 부분만 선택하여 MRM 분석법을 확립할 수 있다(그림 3). 그리고 이렇게 MRM Database를 이용하면 앞서 기술한 MRM 분석법 확립 단계 4~5개 중 2 단계만 실시하면 된다(자동모드-2).



(그림 3) MRM Database에 정리된 화합물 정보(성분명(영어/중국어/일본어 등), 성분 그룹, CAS#, 구조식 등)를 바탕으로 분석자가 필요로 하는 성분들을 분류/선택하면 이를 바로 분석법으로 변환하여 분석에 바로 사용할 수 있다.

이렇게 MRM Database를 이용하여 분석법을 확립하면 간단하고 빠르게 MRM 분석법 확립을 완료할 수 있게 된다.

뿐만 아니라 GC-QQQ 시스템 구매 시 Analyzer 형식으로 구매하면 MRM Database의 GC 분석법에 포함된 Column Backflushing 및 RTL(Retention Time Locking)을 기타 하드웨어 추가 세팅 없이 그대로 적용하여 분석할 수 있다. 이로 인해 시스템 내에 잔류하는 분석방해물질들을 시스템 외부로 효과적으로 배출함과 동시에 분석 데이터들의 RT를 한결같이 고정시킴으로써 분석방해물질 잔류에 따른 시스템 오염 및 감도저하, RT 변화에 따른 분석법 재설정 등의 번거로움 없이 분석할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이라 할 수 있다.

Q-TOF의 난제, 방대한 데이터 처리의 혁신

GC-QQQ에서 MRM 분석법 확립 과정이 가장 큰 어려움이 있었다면, GC-QTOF에서는 분석법 확립 과정보다는 분석 후에 얻어지는 데이터를 해석하고 처리하는 부분이 훨씬 복잡하고 어렵다. TOF의 높은 질량 분해능 및 질량 정확성이라는 획기적인 특징을 통해 보다 선택성있는 정량, 보다 정밀한 정성이 가능해졌고, Quad에 비해 빠른 스캔 속도를 통하여 보다 많은 데이터 포인트를 획득함으로써 숨어있는 피크에 대한 정보를 더욱 용이하게 얻을 수 있게 되었다. 이는 분석자가 얻게 되는 이득만큼 훨씬 많은 정보들을 여과 없이 모두 받아들였기 때문에 가능한 것이다.

따라서 이들 방대한 데이터들 중에서 분석자가 필요한 정보와 필요할 정보, 그리고 불필요한 정보를 어떻게 추출하고 분류할 것인지가 관건이다. 제 아무리 좋은 성능을 지닌 분석기기를 이용하여 최고의 데이터를 산출하였다 한들 이들 데이터에서 중요한 정보들을 뽑아내지 못한다면 이 최고의 데이터는 아무 쓸모가 없게 되는 것이다.

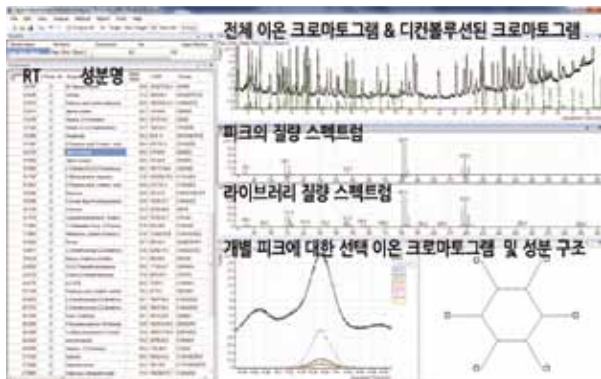
Unknown Analysis

아무리 데이터가 방대하다 하더라도 분석자가 확인하고자 하는 목적성분에 대한 정보를 추출하는 것은 어렵지 않다. 목적성분의 확인을 위해서는 일반적으로 해당 성분의 표준물질을 분석한 데이터를 바탕으로 분석자가 확인해야 할 정확한 정보를 알고 있기 때문이다. 그러나 목적성분에 대한 정보를 제외한 나머지 데이터들 중에서 분석자에게 필요할(?) 것으로 여겨지는 정보를 뽑아내고자 한다면 이야기가 달라진다.

필요하다(=중요하다=유의미하다), 필요하지 않다(=중요하지 않다=무의미하다)를 판단하기 위해서는 먼저 그 데이터에 대한 정성정보가 확보되어야만 한다. 이들 정성정보를 확보하기 위해서는 제일 먼저 TOF의 빠른 스캔, 높은 질량 분해능에 의한 엄청난 양의 데이터들 중에 육안으로 확인되는 피크, 육안으로 확인되지 않지만 분명히 존재하는 피크 등 가능한 한 모든 피크에 대한 정보를 분류해 내어야만 한다.

이를 위해 디컨볼루션(Deconvolution)을 적용하여 전체 크로마토그램 중에 포함된 모든 피크 정보를 추출한 뒤, 이들 중 필요한 정보(=목적성분)를 먼저 확인하여 제외하고 나머지 정보들에 대해서도 정성정보를 확보해 나간다. 이들 정성정보를 확보하기 위해서는 목적 성분을 제외한 모든 피크의 질량 스펙트럼 정보를 라이브러리와 일일이 대조해 나가야만 한다.

이때 “Unknown Analysis” 소프트웨어를 사용하면 보다 간편하고 신속하게 이들 비목적 성분에 대한 정성정보를 확인할 수 있게 된다(그림 4). 디컨볼루션 후, 목적 성분에 대한 정량 분석이 완료된 데이터를 Unknown Analysis에 적용하면 디컨볼루션된 모든 피크에 대한 정성분석(=라이브러리 검색)을 자동으로 완료한다. Unknown Analysis를 통해 처리된 데이터는 목적 성분(Target)과 비목적 성분(Non-Target), 라이



(그림 4) Unknown analysis 화면. 데이터를 선택하여 적용시키면 화면의 왼쪽에 디커플링된 피크의 머무름 시간(RT)이 표기되는데 그 피크가 라이브러리 매칭이 되면 성분명이 표시되고 매칭되지 않으면 빈 칸으로 남는다. 화면의 오른쪽 위쪽부터 데이터의 전체 이온 크로마토그램(TIC)과 디커플링된 크로마토그램이 겹쳐져 나타나고, 그 아래에는 선택된(왼쪽의 파란색 셀로 표시된) 피크의 질량 스펙트럼 & 라이브러리에서 매칭된 질량 스펙트럼이 표시되고, 가장 아래에는 선택된 개별 피크의 TIC & EIC(선택 이온 크로마토그램) 및 그 성분 구조 그림이 표시된다.

브러리와 매칭된 성분(Hit)과 매칭되지 않은 성분(Non-Hit)으로 쉽게 분류할 수도 있다. 또한 이들 중 라이브러리와 매칭되지 않은 성분에 대해서는 추가적으로 Q-TOF CI-MS/MS 모드 분석을 통하여 성분에 대한 정보를 더욱 심도있게 확인할 수도 있다.

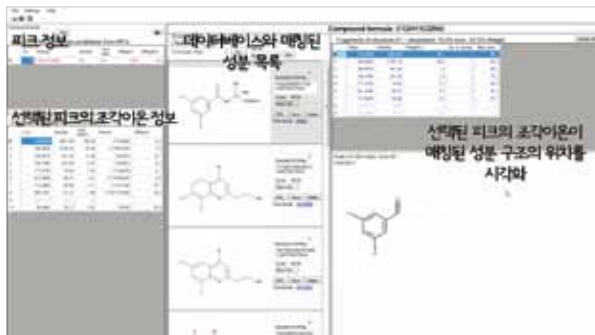
Molecular Structure Correlator(MSC)

Unknown Analysis를 이용하여 비목적 성분에 대해서까지 편리하게 라이브러리 검색 결과를 확인할 수 있었다면, MSC 소프트웨어를 이용하면 일반 라이브러리로 검색이 되지 않는 그야말로 “UNKNOWN” 성분(미지 성분)에 대해서까지도 정성분석할 수 있게 된다. 조금 더 정확히 설명하자면, 일반적으로 GC/MS에서 사용하는 NIST 또는 Wiley 라이브러리가 포함하는 성분이 100만 개가 채 되지 않는다. 하지만 MSC에 적용시킬 수 있는 데이터베이스는 ChemSpider 또는 PubChem 과 인터넷으로 연동되어 그 범위를 최대 130배 가량 확대(약 1억 여 개)하여 성분을 검색해 볼 수 있게 되는 것이다.

원래는 일반 라이브러리 외의 성분에 대해서는 분자량 확인 뿐만 아니라 각 조각이온의 분자식을 각각 계산하여 조합함으로써 해당 피크의 성분을 추정하거나, 또는 분석법 자체를 완전히 변경하여 NMR, FT-IR 등으로 분석을 실시하고 그 구조적 특징을 확인하는 것이 일반적이다.

MSC를 이용한 미지성분 동정 과정

- 1) CI-TOF Scan 모드로 분석을 실시하고 그 데이터를 이전에 분석한 EI-TOF Scan 데이터와 비교하여 확인하고자 하는 피크의 모분자량을 확인한다.
- 2) CI-QTOF MS/MS 모드로 분석 시 앞서 확인한 모분자 이온만 첫 번째 Quad를 통과시키고 충돌관에서 생성된 그 조각이온을 TOF로 Scan하여 보다 정제된 조각이온의 질량 스펙트럼을 획득한다.
- 3) MSC에 데이터를 적용하여 모분자 이온과 조각 이온들의 화학식 정보를 토대로 데이터베이스 검색을 실시하면 GC/MS에서 라이브러리 검색을 한 것처럼 일치율이 높은 성분의 순서대로 그 목록이 나열되고 세부적으로는 각각의 이온조각이 그 성분 구조의 어느 부분에 해당하는지에 대한 구조적 정보를 확인할 수 있다.



(그림 5) MSC 화면. CI-QTOF MS/MS 모드로 분석한 데이터를 불러들이고 검색을 실시하면 데이터에 나타난 피크의 분자량, 분자식 등에 대한 정보와 그 피크에서 나타난 조각이온의 정보가 나타난다. 화면의 가운데 창에서 데이터베이스를 선택하고 검색을 실시하면 그 아래에 매칭율이 높은 순서대로 화합물의 정보들이 나열된다(약 1분 소요). 그리고 그 화합물 정보들을 클릭하여 선택하면 선택된 화합물의 구조에서 피크의 조각이온들이 각각 어디에 해당하는지 오른쪽 화면에 표시된다.

그러나 GC-QTOF를 활용하면 분석방법을 변경하지 않고도 MSC를 활용하여(=라이브러리의 성분범위를 130배 확대하여) 보다 손쉽게 미지성분에 대한 구조적 동정이 가능하다. 물론 확대된 새로운 웹 버전의 데이터베이스에서도 검색되지 않는다면 앞서 설명한 과정을 통해 분석 성분을 확인해야 할 것이다.

Mass Profiler Professional(MPP)

두 개 이상의 샘플 그룹에 대한 차이를 발견하고자 한다면, 먼저 그 샘플에서 최대한 많은 종류의 정보를 뽑아내야 하고 그

다음에는 그 정보를 서로 비교함으로써 어떤 피크에서 얼마만큼의 차이가 나타나는지, 또 그 차이가 유의한지 아닌지를 확인하여야 한다. 그러나 이 또한 수십 분에 걸쳐 수백 개의 피크를 포함하는 크로마토그램을 시료의 그룹 내/외적으로 모두 비교하기 위해서는 한 달 이상의 시간이 소요될 수도 있다. 더욱이 이렇게 오랜 시간 동안 공들여 확보한 자료가 그 효과를 발휘하지 못하는 경우도 종종 발생한다. 더군다나 TOF, Q-TOF의 방대한 데이터 간의 차이를 찾아내는 작업은 깊고 복잡하게 얽힌 미로를 헤매며 그 끝을 찾아내는 과정으로 비유할 수 있다.

이렇게 험난한 여정을 보다 즐겁게, 그리고 더욱 양질의 결과를 불러들이기 위해 MPP 소프트웨어를 적용한다. Mega Bite 또는 Giga Bite 급의 방대한 MS 데이터에 통계 & 수학적 모델을 적용하여 보다 쉽고 빠르게, 그리고 더 정확하게 그 차이를 확인할 수 있게 된다(영인 Lab.Highlight 62호 특별기획, 생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(3) 'Mass Profiler Professional(MPP) 소프트웨어 편' & <그림 6> 참고).

과거에는 다양한 성분을 분석하기 위해서 다양한 종류의 분석기기를 사용하여 각 성분의 특성에 알맞은 다양한 전처리 및 최적화된 분석기와 분석법을 도입하여 여러 번 분석하기를 되풀이하여야만 했다. 이런 기존의 분석법을 탈피하여 전처리 과정을 간소화하고 분석법 역시 하나로 통일하여 분석함으로써 생산성을 획기적으로 향상시켜 준 GC-QQQ!



(그림 6) MPP는 질량분석데이터에 통계기법을 보다 쉽게 적용시킬 수 있도록 고안된 소프트웨어이다. GC/MS(/MS), LC/MS(/MS)로 분석한 데이터를 별도의 프로세싱 없이 곧바로 MPP에 적용하여 t-테스트, ANOVA 분석, 주성분 분석, 군집분석, 판별분석 등 다양한 통계결과를 도출할 수 있다. 이들 결과를 도출하는 과정 역시 기존의 통계 프로그램과는 다르게, 적용하고자 하는 기법을 위한 개별적인 프로그래밍 필요 없이 단지 클릭만으로 모든 과정을 진행할 수 있어 통계 전문가가 아니더라도 좋은 결과를 획득할 수 있다.



(그림 7) Agilent 7200 Q-TOF GC/MS(왼쪽) / Agilent 7000 QQQ GC/MS(오른쪽)

비목적 성분에 대한 스크리닝 및 이들 데이터에서 정성 확인되지 못한 미지 성분에 대한 구조 동정을 위해 다양한 전처리, 다양한 종류의 분석기기를 도입한 분석법을 실시하여 그 데이터를 통합/해석해야만 했던 기존의 복잡한 분석법이 아닌 최소한의 전처리, 기존의 분석법을 그대로 적용하여 분석함으로써 생산성을 획기적으로 향상시켜 준 GC-QTOF!

이들 GC/MS/MS 시스템은 공통적으로 전처리를 간소화하고 한 번의 분석으로 정확하고 다양한 결과를 도출시킬 수 있다는 혁신적인 특징을 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 분석법 확립 과정의 어려움 그리고 데이터 해석의 어려움이 걸림돌로 작용하였던 것이 사실이다. 그러나 지금까지 기술한 다양한 툴(MRM 분석법 자동화 툴, MRM Database, Unknown Analysis, MSC, MPP)들을 활용함으로써 이들 걸림돌까지 효과적으로 제거할 수 있다.

결과적으로 단일 질량분석기가 아닌 텐덤 질량분석기라는 혁신, 이에 따른 전처리 과정의 간소화라는 혁신, GC-QQQ에 있어 속제로 남아있던 분석법 확립의 신속함이라는 혁신, GC-QTOF에 있어 생산성을 떨어뜨리던 데이터 해석의 신속함이라는 혁신을 추가함으로써 그야말로 생산성을 혁신적으로 극대화시킬 수 있게 되었다. 이러한 기술 혁신이 어디까지 확대되고 언제까지 진화하게 될지 큰 기대가 된다. 🌐

넓은 범위, 최고의 전문성을 가진 다항목 수질측정기 전문기업



항공우주산업 분야와 해양산업 분야의 오랜 경력을 가진 설계엔지니어와 매니저들이 제약산업분야의 과학자와 만나 실험실과 현장에서 모두 사용할 수 있는 최첨단 분석 및 공정 장비를 개발/생산하는 새로운 회사, AQUARead를 설립하였다.

AQUARead사는 150년 이상 축적된 최첨단 과학과 기술로 뛰어난 성능의 다항목 수질 측정기를 생산, 판매하고 있으며 본사는 영국에 위치하고 있다.

모든 AQUARead사의 장비는 영국에서 설계 및 생산되며 철저한 품질관리를 통해 과학적으로 넓은 범위의 수질을 정확하게 측정할 수 있는 수질측정 장비를 생산하고 있다.

AQUARead사는 다항목 수질측정 분야에서 최고의 전문성을 가지고 있으며 LevelLine-레벨 및 온도데이터 기록장치도 생산하고 있다. AQUARead사의 수질 측정 프로브는 지하수, 표층수 및 폐수 등을 측정하는데 적합하며 극한 환경에서도 사용할 수 있도록 견고한 재질로 만들어진다.

멀티 파라미터는 각 항목 측정시마다 다른 측정 장치를 사용할 필요 없이 하나의 장치로 모든 항목을 측정하기 때문에 시간을 절약할 수 있다. 또한 현장에서 바로 측정이 가능하여 시료를 채취해서 실험실까지 가져오는 수고를 덜 수 있다.



AQUARead사의 수질 측정기는 각 항목 측정장치가 측정할 수 있는 전 범위를 신속하고 편리하게 측정할 수 있도록 설계되었다. 또한 AQUARead사는 프로브와 같이 사용할 수 있는 electrode도 생산하고 있으며 정확한 측정을 위해 최신 기술을 적용하여 생산한다.

AQUARead사는 GPS 아쿠아미터도 직접 설계, 생산하고 있다. GPS 아쿠아미터는 아쿠아프로브의 캘리브레이션을 가능하게 하며 정밀한 GPS 좌표를 포함한 데이터를 기록하고 열람할 수 있도록 설계되었다.

또한 무인 측정이 가능하도록 32,000개의 데이터 세트를 저장할 수 있는 메모리와 사용빈도에 따라 6~12개월 동안 전원 공급이 가능한 배터리를 탑재한 AquaLogger도 생산하고 있다.

AQUARead사의 파라미터

Standard Parameter

Optical Dissolved Oxygen, Conductivity(EC), TDS*, Resistivity*, Salinity*, Seawater Specific Gravity*, pH, ORP, Temperature

* EC 및 Temperature 값에 의해 계산됨.

Optional Parameters

Depth

Ion Specific Electrodes

Ammonium, Ammonia, Chloride, Fluoride, Nitrate, Calcium

Optional Electrode

Turbidity, Chlorophyll, Phycocyanin(Freshwater Blue-Green Algae), Phycocyanin(Marine Blue-Green Algae), Rhodamine WT Dye, Fluorescein Dye, Refined Oil, CDOM/FDOM

AQUARead사의 주요 제품(멀티파라미터)



AP-2000 Aquaprobes

AQUARead사의 사회 공헌

AQUARead사는 전세계 빈곤 지역의 어린이들에게 깨끗한 물을 공급하기 위한 사회공헌 프로그램인 Just a Drop에 참여하고 있다.



Aquaread사의 대표인 Craig Harrison은 "Just a Drop의 '10유로로 한 아이에게 평생동안 깨끗한

물을 공급할 수 있다.'라는 가슴아픈 메시지를 보고 제품 1개를 판매할 때마다 10유로를 기부하기로 결심을 굳히게 되었다."라고 밝혔다. 또한 그는 "전세계 어린이들이 깨끗하고 안전한 물을 공급받지 못해 매일 사망하고 있다. 이 프로그램으로 우리는 매일 수 많은 어린이들의 생명을 구하고 있다는 것에 자부심을 느낀다."라고 전했다.





Static 헤드스페이스 샘플러를 이용한 알코올 음료 중 fusel alcohol 분석

요약

알코올 음료 중에 존재하는 fusel alcohol을 분석하기 위해 Teledyne Tekmar사에서는 Headspace sampler(〈그림 1〉, 〈그림 2〉)를 사용하여 미 재무부 주류담배세무국(The Alcohol and Tobacco Tax and Trade Bureau of the US Department of the Treasury(이하 TTB)) 기준(TM200)을 충족시키기 위한 분석법을 개발하였다.

개요

Fusel alcohol은 발효과정 중에 발생하는 혼한 부산물이지만 비정상적인 양 또는 종류는 알코올 음료 불순물로 여겨진다. 분석법 TM200은 fusel alcohol을 분석하기 위해 직접 시료를 주입하는 방법이다. 이 분석법은 물과 섞이지 않는 음용이 불가능한 알코올(NonBeverage Alcohol, 이하 NBA) 제품들은 적용이 불가하다고 명시하고 있다.

추가적으로, 극성 NBA 제품들과 고형물이 10% 이상인 증류주(Distilled spirits)는 분석 전에 반드시 희석해야 한다.

직접 시료를 주입하는 방법은 시료 중에 존재하는 모든 화합물들이 주입구를 통과하기 때문에 주입구의 오염을 야기하여 빈번하게 주입구 라이너(liner)를 교체해야 하는 번거로움이 있다.

이러한 오염 문제 때문에 TM200 분석법에서는 검량선의 상관계수(r^2) 값이 0.99 이하로 나타나면 주입구의 라이너를 교체할 것을 권고하였다. 라이너 오염 뿐만 아니라 당 성분 같이 열적으로 불안정한 화합물들이 여러 종류의 화합물로 분해되어 피크 간섭을 일으켜 분석의 방해요소로 작용한다.

Teledyne Tekmar사에서는 TTB 기준에 따른 fusel alcohol 분석을 위해 Static 헤드스페이스 샘플러를 이용한 분석법을 개발하였다. Static 헤드스페이스 샘플러를 이용함으로써 헤드스페이스 바이얼 내의 라이너 오염을 유발하는 비휘발성 화합물들을 제외한 휘발성 화합물들만 GC로 전달하게 된다.



〈그림 1〉 Versa Automated Headspace Vial Sampler



〈그림 2〉 HT3 Static and Dynamic Headspace Analyzer

실험 조건

본 실험에서는 Teledyne Tekmar사 HT3 헤드스페이스 샘플러와 Agilent사 GC/FID를 사용하였다. GC 이동상과 FID의 makeup gas, HT3 pressurization gas로 헬륨을 사용하였다. 또한 시료에 가해지는 최적의 온도를 찾기 위해 HT3 TekLink™ 소프트웨어의 최적의 분석법 개발 모드(Method Optimization Mode, 이하 M.O.M)를 이용하여 온도를 설정하였다.

〈표 1〉 GC 분석조건

Column	624-type, 30 m × 0.32 mm ID × 1.8 μm
Oven Program	35 °C for 5 min, 10 °C/min to 260 °C with a 2.5 min final hold, Run time 30 min
Inlet	250 °C
Column Flow	2 mL/min, Average Velocity 33 cm/sec
Gas	Helium
Split	20:1
Pressure	9.23 psi
Oxygen Flow	90

〈표 2〉 FID 분석조건

FID Temp	250 °C
Hydrogen	35 mL/min
Air	300 mL/min
Makeup Gas	Helium
Makeup Flow	30 mL/min

〈표 3〉 HT3 분석조건

Variable	Value	Variable	Value
Constant Heat Time	On	Mixing Time	5.00 min
GC Cycle Time	39.00 min	Mixing Level	Level 5
Valve Oven Temp	105 °C	Mixer Stabilize Time	0.50 min
Transfer Line Temp	120 °C	Pressure	15 psig
Standby Flow Rate	50 mL/min	Pressurize Time	1.00 min
Platen/Sample Temp	M.O.M.	Pressurize Equil Time	0.20 min
Platen Temp Equil Time	0.10 min	Loop Fill Pressure	12 psig
Sample Equil Time	40.00 min	Loop Fill Time	0.50 min
Mixer	Off	Inject Time	2.00 min

※ 노란색으로 표기된 분석 조건들은 사용되지 않음.

표준용액과 시료 전처리

Fusel alcohol 표준 용액은 TM200 과정에 따라 준비하였다. Working standard는 〈표 4〉의 나열된 범위를 만족시킬 수 있도록 준비하였다. Isoamyl alcohol(3-methyl-1-butanol)과 Active amyl alcohol(2-methyl-a-butanol)은 전체 amyl alcohol 농도를 조절하기 위해 준비하였다. 모든 working standard는 fusel alcohol 표준 용액을 물로 250 mL까지 희석하여 준비하였다.

〈표 4〉 Working standard 농도

Compound	10 mL	5 mL	2 mL	1 mL	0.2 mL
Ethanol	4% v/v	2% v/v	0.8% v/v	0.4% v/v	0.08% v/v
Ethyl Acetate	800mg/L	400mg/L	160 mg/L	80 mg/L	16 mg/L
Methanol	0.8% v/v	0.4% v/v	0.16% v/v	0.08% v/v	0.016% v/v
n-Propanol	400 mg/L	200 mg/L	80 mg/L	40 mg/L	8 mg/L
Isobutanol	800 mg/L	400 mg/L	160 mg/L	80 mg/L	16 mg/L
n-Butanol	40 mg/L	20 mg/L	8 mg/L	4 mg/L	0.8 mg/L
Isoamyl Alcohol	800 mg/L	400 mg/L	160 mg/L	80 mg/L	16 mg/L
Active Amyl Alcohol	800 mg/L	400 mg/L	160 mg/L	80 mg/L	16 mg/L

시료들은 working standard 또는 바탕시료(물) 10 mL에 녹여 22 mL 헤드스페이스 바이알에 준비하였다. Teledyne Tekmar사 소프트웨어의 M.O.M 기능으로 시료에 가해지는 온도를 40 °C에서 90 °C까지 10 °C씩 증가시켜 최적의 온도를 설정하였다.

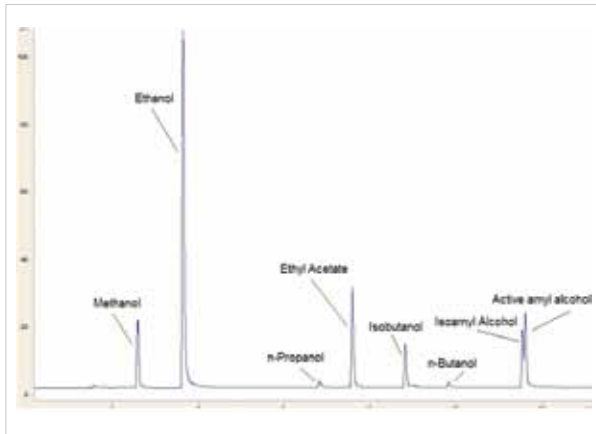
결과 및 고찰

TTB 분석법은 외부 표준물질 정량법으로 fusel alcohol 표준 용액 화합물의 상관계수(r^2)가 0.99 이상으로 계산되어야 한다. 상관계수와 Rf%상대표준편차는 시료 바이알에 가해지는 다양한 온도에 따라 다르게 나타났다.

Teledyne Tekmar사 TekLink™의 M.O.M 기능을 이용하여 찾은 최적의 설정 온도 70 °C로 시료에 가했을 때 0.99 이상의 r^2 값과 10% 미만의 Rf%값을 얻을 수 있었다. 〈표 5〉는 시료에 가해지는 온도를 70 °C로 설정하여 얻은 r^2 와 Rf%값이다. 〈그림 3〉은 가장 낮은 농도의 표준물질로 얻은 크로마토그램이다.

〈표 5〉 알코올 음료 중 fusel alcohol 분석 결과

Compound	Concentration Range	r ₂	Rf%	0.2 mL
Methanol	0.016% to 0.8% v/v	0.9981	5.05	0.08% v/v
Ethanol	0.08% to 4% v/v	0.9984	4.02	16 mg/L
n-Propanol	8 to 400 mg/L	0.9990	7.70	0.016% v/v
Ethyl Acetate	16 to 800 mg/L	0.9995	3.50	8 mg/L
Isobutanol	16 to 800 mg/L	0.9999	1.01	16 mg/L
n-Butanol	0.8 to 40 mg/L	0.9991	6.72	0.8 mg/L
Isoamyl Alcohol	16 to 800 mg/L	0.9996	3.36	16 mg/L
Active Amyl Alcohol	16 to 800 mg/L	0.9997	8.50	16 mg/L



〈그림 3〉 70 °C에서 분석한 크로마토그램

결론

맥주, 와인, 음용이 불가능한 알코올, 위스키 중에 존재하는 fusel alcohol을 분석하는 TM200 분석법을 Static 헤드스페이스 샘플러를 이용한 분석법으로 쉽게 전환할 수 있었다.

Fusel alcohol 분석에서 최적의 온도조건을 간편하게 찾기 위해 Teledyne Tekmar사 TekLink™의 M.O.M 기능을 이용하여 Teledyne Tekmar사 HT3 Static 헤드스페이스 샘플러로 분석법을 전환하였다.

Static 헤드스페이스 샘플러는 최상의 상관계수(r²)와 Rf% 상대표준편차 값을 얻기 위해 모든 fusel alcohol 화합물을 70 °C

에서 분석하였다. 헤드스페이스를 이용한 분석법은 직접 시료를 주입하는 방법과는 달리 시료 중에 존재하는 휘발성 화합물만 GC로 주입하게 된다. 중간휘발성 화합물과 당 성분과 같이 주입구의 라이너를 쉽게 오염시키는 다른 비휘발성 물질들은 헤드스페이스 바이알에 남게 된다.

따라서 이러한 헤드스페이스 샘플러를 이용한 분석법은 컬럼과 주입구의 라이너의 오염을 최소화하여 분석 시스템의 유지 보수 비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 시스템의 수명을 연장할 수 있다.

HT3 헤드스페이스 샘플러 또는 Versa 헤드스페이스 샘플러는 자동화된 시료 전처리 시스템으로 시료처리량을 증가시켜 더 많은 시료를 분석할 수 있다는 장점을 가진다. 또한 HT3 헤드스페이스 샘플러는 60개의 시료를, Versa 헤드스페이스는 20개의 시료의 전처리를 자동화할 수 있어 각 실험실의 예산에 맞는 시스템 선택으로 시료 전처리의 편리함과 함께 최상의 결과를 제공해 줄 수 있다.



다양한 시료*의 수은 분석 솔루션

* 혈액, 석탄, 금속, 화장품, 식품, 폐유 등

2013년 10월, 환경부는 일본에서 개최된 외교회의에서 수은 사용을 국제적으로 규제하는 '수은에 관한 미나마타 협약'이 채택됐다고 밝혔다. 미나마타 협약은 수은으로 인한 사람과 환경 위해를 줄이기 위해 단일 화학물질의 생산부터 저장, 사용, 배출, 폐기까지를 관리하는 세계 최초의 협약이 될 것이다. 이 협약은 수은으로부터의 환경문제를 해결하고자 하는 열의와 노력이다.

수은은 현재와 미래의 환경 이슈에서 가장 중요하고 심각하게 논의되는 중금속이며 반드시 오염 방지 대책이 필요한 사항이다. 수은은 휘발성과 memory effect(앞서 분석한 시료가 분석기 내에 잔류하여 다음 분석 시료의 분석결과에 영향을 미치는 현상) 때문에 반드시 전용 분석기를 통하여 측정해야 한다.

수은 전용 전자동 분석기는 대표적으로 Teledyne Leeman Labs사의 Hydra II 시리즈가 있는데, 대부분의 수은 분석 솔루션을 보유하고 있으며, 전 세계 1위의 점유율을 보이고 있는 장비이다.

본 자료에서는 Teledyne Leeman Labs사의 Hydra II C 모델을 이용하여 시료 전처리 과정없이 보다 빠르고 정확하게 다양한 시료(혈액, 석탄, 금속, 화장품, 식품, 폐유 등)에 대한 수은 측정 솔루션을 알려드리고자 한다.



연소 열분해법을 이용한 혈액 내 수은 측정

수은은 체 내에 섭취되면 폐와 피부에 안 좋은 영향을 끼치는 독성 원소이다. 지속적으로 수은에 노출될 경우, 인체 전반에 걸쳐 건강이 악화된다. 따라서 수은에 노출되었거나, 중독 증세를 보인다면, 혈액 검사 및 소변 검사를 받아보아야 한다.



혈액 내 수은 테스트는 모든 형태의 수은(원자 형태 수은, 무기 수은, 유기 수은 등)을 검출할 수 있지만, 체 내에서 혈류를 통해 금방 퍼지기 때문에 노출되는 즉시 테스트를 수행해야 한다. 수은

의 소변 테스트를 통한 검사 시에는 무기 및 원자 형태 수은만이 검출되고, 유기 수은(methyl mercury)은 소변으로 배출되지 않는다. <표 1>은 혈액 내 수은 테스트의 system parameter와 certified reference를 이용한 결과값을 나타내고 있다.

<표 1-1> 혈액 내 수은 측정 parameter

Parameter	Temperature(℃)	Time(초)
Dry(건조)	300	45
Decomposition(열분해)	800	150
Catalyst/Wait(촉매관 통과)	600	60
Gold Trap(금 아말감 포집)	700	30
Measurement(Detector)		90
Oxygen Flow	300 mL/min	

<표 1-2> 혈액 내 수은 측정 결과값

시료명	표준 값 (ng/g)	허용치 범위 (ng/g)	측정 값 (ng/g)	회수율 (%)
Lypho 1	9.6	7.7~11.6	9.08	94.8
Lypho 2	39	31~47	35.5	90.9
Lypho 3	73	58~87	66.7	91.4

석탄 및 fly ash 내 수은 분석

석탄 내에서 발견되는 수은의 양은 변동성이 아주 크다. 따라서 청정 연료를 사용하면 대기 오염 방지법의 수은 규칙 (Clean Air Act)의 수은 방출 요구 사항을 만족시킬 수 있으



며, 이는 환경 문제에서 매우 중요한 대안이다. 또한, 석탄의 연소로부터 생성되는 fly ash 잔여물의 금전적 가치는 수은 함량에 반비례한다. 따라서 수은의 함량이 적은 석탄 연료 또는 청정 연료를 사용하는 것이 중요한 것이다.

〈표 2-1〉 석탄 및 fly ash 내 수은 측정 parameter

Parameter	Temperature(℃)	Time(초)
Dry(건조)	300	45
Decompositon(열분해)	800	150
Catalyst/Wait(촉매관 통과)	600	60
Gold Trap(금 아말감 포집)	700	30
Measurement(Detector)		90
Oxygen Flow	300 mL/min	

〈표 2-2〉 석탄 및 fly ash 내 수은 측정 결과값

시료명	CRM 명	표준 값(μg/g)	측정 값(μg/g)	회수율(%)
Coal	HC-35150	0.176	0.177	99.4
Fly ash	1633b	0.143	0.132	92.3

연소 열분해 법을 이용한

구리 정광(기초적인 구리 광물) 내의 수은 측정

수은은 금, 은, 구리 등이 풍부하게 많은 천연 광석에서 발견되는 독성과 지속성이 강한 오염 물질이다. 천연 광석이 가공 처리 되면 수은이 환경에 방출될 수 있다. 예를 들어 스탬프 과정(광석을 알갱이로 분쇄하는 과정)에서 수은을 함유한 잔여 찌꺼기가 지역 내 하천 유역에 방류되거나, 제련을 하는 동안 발생한 휘발성 수은이 대기로 방출될 수 있다. 이러한 이유로 항상 안정적으로 수은을 측정하고 감시하는 것이 중요하다.



〈표 3-1〉 구리 정광 내 수은 측정 parameter

Parameter	Temperature(℃)	Time(초)
Dry(건조)	300	30
Decompositon(열분해)	800	150
Catalyst/Wait(촉매관 통과)	600	60
Gold Trap(금 아말감 포집)	600	30
Measurement(Detector)		100
Oxygen Flow	350 mL/min	

〈표 3-2〉 구리 정광 내 수은 측정 결과값

시료명	평균 측정 값(μg/g)	표준 편차(μg/g)
15766	45.4	3.7
118	112.1	2.9
23798	1.48	0.09
17416	0.188	0.011

화장품의 수은 측정

흥미롭게도 그 동안 수은은 피부 표백제 및 화장품의 방부제로서 많이 사용해 왔다. 일부 불량한 공정을 거친 제품에서는 기준치를 백 배 이상 초과한 수은 화장품이 시중에 버젓이 출시되어 문제를 야기하기도 했다. 현재 21CFR Part 700에 따르면 입 주위에 사용되는 제품의 수은 농도 규제치는 1 ppm 미만이며, 식약처 유통화장품 안전관리 기준은 1 ppm 이하이다.



〈표 4-1〉 화장품 내 수은 측정 parameter

Parameter	Temperature(℃)	Time(초)
Dry(건조)	300	70
Decompositon(열분해)	800	350
Catalyst/Wait(촉매관 통과)	600	60
Gold Trap(금 아말감 포집)	600	30
Measurement(Detector)		100
Oxygen Flow	350 mL/min	

〈표 4-2〉 화장품 내 수은 측정 결과값

시료명	Hydra II C		Hydra II AF*	
	평균 결과값 (ng/g)	표준편차 (ng/g)	평균 결과값 (ng/g)	표준편차 (ng/g)
Facial powder 1	2.60	0.27	2.84	0.37
Facial powder 2	4.68	1.03	4.23	0.25
Lipstick	1.13	0.35	1.44	0.84
Face cream	0.58	0.23	0.55	0.02
Nail polish 1	0.36	0.14	0.29	0.26
Nail polish 2	1.90	0.13	1.44	0.13

* 원자형광방식의 낮은 검출 한계가 특징이며, 물 분석 등에 특화된 수은분석기

식품 내 수은 분석



참치와 같은 해산물에는 다량의 수은이 함유되어 있을 수 있다. 이는 어린이나 임산부 등 취약 계층에 높은 오염 노출 위험성이 있다. 해산물 외의 식품도 수은 함량을 반드시 검사하여야 한다.

〈표 5-1〉 식품 내 수은 측정 parameter

Parameter	Temperature(℃)	Time(초)
Dry(건조)	300	45
Decompositon(열분해)	800	150
Catalyst/Wait(촉매관 통과)	600	60
Gold Trap(금 아말감 포집)	600	30
Measurement(Detector)		90
Oxygen Flow	300 mL/min	

〈표 5-2〉 식품 내 수은 측정 결과값

시료명	CRM명	표준 값(μg/g)	측정 값(μg/g)	회수율(%)
참치	BCR463	2.85	3.04	105
곱상어 근육	DORM-2	4.64	4.73	102
곱상어 간	Dolt-3	3.37	3.51	104
시금치 잎	NIST 1570A	0.030	0.033	109
사과 잎	NIST 1515	0.044	0.046	104
밀가루	NIST 8437	0.004	0.0042	105

폐유 내의 수은 함량 측정



폐유를 폐기하기 전에 수은의 농도를 측정해야 한다. 현재 40 CFR 261.24에는 0.2 mg/L의 수은을 함유하는 폐기물은 회수할 수 없다고 규정되어 있다. 규정된 수은 농도 이상을 함유하는 폐유를 수거하여 처리하는 과정에서 다량의 수은이 발생할 수 있기 때문이다.

〈표 6-1〉 폐유 내 수은 측정 parameter

Parameter	Temperature(℃)	Time(초)
Dry(건조)	100	30
Decompositon(열분해)	800	200
Catalyst/Wait(촉매관 통과)	600	60
Gold Trap(금 아말감 포집)	600	30
Measurement(Detector)		100
Oxygen Flow	350 mL/min	

〈표 6-2〉 폐유 내 수은 측정 결과값

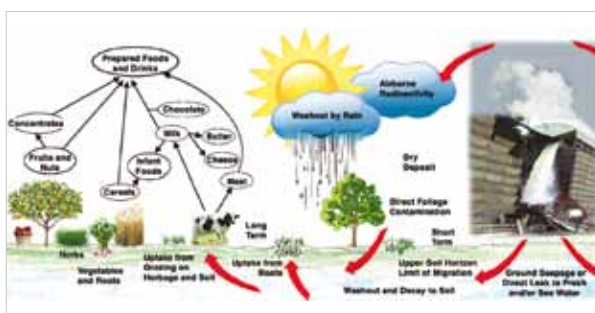
시료명	표준 값 (ng/g)	평균 측정 값 (ng/g)	표준편차 (ng/g)	회수율 (%)
Oil 1	520	524.9	8.59	100.9
Oil 2	720	733.4	10.8	101.9
Oil 3	520	521.9	11.2	100.4
Oil 4	-	2.03	0.61	-
Oil 5	920	917.2	10.7	99.7
Oil 6	320	317.7	5.6	99.3



Spectroscopy Water Gamma Detector를 이용한 수질 내 방사능 측정

식품 뿐 아니라 휴대용 식수, 해수, 담수 등 다양한 종류의 물 속에도 방사능은 존재할 수 있는데 후쿠시마 사고로 인한 인근 바다의 오염으로, 한국 시장에서도 여러 종류의 식품 중 일본 산 수산물에 대한 위험성이 꾸준히 이슈가 되어 오고 있다. 먹는 물을 통한 방사능 피폭 발암, 유전자해 등 인체에 부정적인 영향을 줄 수 있기 때문에 수산물 뿐 아니라 먹는 물 등의 방사능 관리도 매우 중요하다.

방사능의 오염 경로



〈그림 1〉 방사능의 오염 경로
원자력 발전소/핵 실험 등 ⇒ 인공 방사성 핵종 발생 ⇒ 대기 중 유입 ⇒ 낙진/토양 및 해양 유입 ⇒ 지하수 등의 수질 오염 발생 ⇒ 수중생물 피폭 ⇒ 인체 영향

1986년 발생한 체르노빌 원전 사고에 이어, 2011년 3월 일본 후쿠시마에서는 또 한번의 원전 사고가 발생하였다. 이 두 사건은 원자력발전소의 치명적인 위험성을 알려 준 사건으로, 세계적으로 사람들에게 방사능의 위험에 대한 인식을 각인시키는 계기가 되었다.

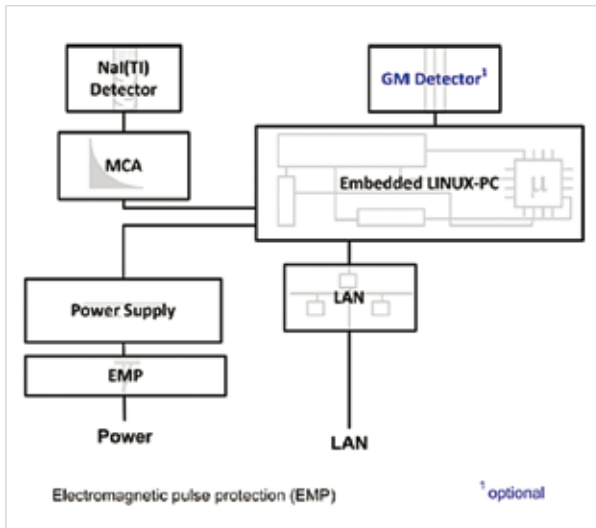
특히 후쿠시마 원전 사고는 바다 건너에 위치한 한국에서는 상당히 민감한 문제로 꾸준히 이슈가 되고 있다. 불과 몇 년전만 해도 논의였던 식품 중 방사능이 최근에는 이슈가 되고 있으며, 상당수 식품 관련 업계와 기관에서는 HPGe 기반의 감마핵종분석기를 도입하여 식품의 안전에 만전을 기하고 있는 상황이다. 식품 중 방사능 측정에 대한 응용자료는 영인 Lab. Highlight 57호에 'ORTEC사의 FoodGuard-1&2를 통한 식품 중 방사능 측정 및 식품 중 방사능 규제 기준'이란 제목으로 소개한 바 있다.

수질 내 방사능 측정 시스템

Envinet사에서 방사능 동위원소에 대한 식별, Activity, 선량을 측정이 가능한, 수중 환경에서의 미량의 스펙트럼 변화까지도 확인이 가능한 IGW810/811을 출시하였다.

IGW810은 수중의 방사능 측정이 가능하도록 방수 가능한 하우징을 통하여 시스템을 보호하고 있기 때문에 최대 500 m의 물 속에서도 장비의 사용이 가능하며, NaI(Tl) 검출기와 MCA로 구성되어 있어 높은 효율로 감마 핵종을 검출할 수 있다.

호수나 지하수 하천 등의 방사능 오염은 먹는 물 및 수중 생물의 오염에 직접적인 영향을 끼치기 때문에 인체에도 직/간접적



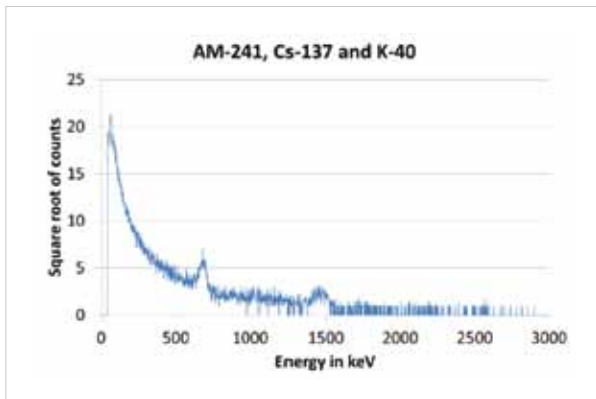
〈그림 2〉 IGW810(811)의 구성 및 구조

Specification


- 검출기 : 3 in Nal(Tl) 섬광검출기
- 에너지 범위 : 30 keV~3 MeV
- 선량률 범위 : 0.001~80 uSv/h
- 채널 : 8192 채널
- 적정 온도 : -40~60 ℃
- 분해능 : 7% 이하(661 keV@Cs-137)
- 검출 한계치 : 0.008 Bq/l (30일 측정시)
- 인터페이스 : LAN Ethernet 10 Mbit/s



〈그림 4〉 IGW810/811



〈그림 3〉 IGW810을 이용하여 측정된 AM-241, Cs-137, K-40의 스펙트럼

으로 피해를 입히게 되므로, 정기적인 검사를 통한 관리가 필수적이다. Envinet사 IGW810은 실험실용 감마핵종분석기와는 다르게 최대 500 m의 수심까지 현장에서 바로 측정이 가능하기 때문에 다양한 수질의 환경에서 사용할 수 있는 최적의 솔루션이 될 수 있다. 



크레아티닌 검사의 임상적 의의

크레아티닌이란?

크레아티닌(creatinine)은 근육이 수축하는데 사용하는 에너지로서, 크레아틴(creatine)이 근육에서 비효율적으로 탈수될 경우 생성되는 대사 종말산물이다. 크레아티닌은 형성된 이후의 농도가 거의 일정하게 유지되도록 근육량에 비례하므로 근육량이 적어지면 크레아티닌 양도 감소한다.

크레아티닌은 신장의 사구체에서 여과된 후 일부는 세뇨관으로 배설되며 재흡수되지 않는다. 따라서 크레아티닌은 신장이 제대로 기능을 하고 있는지 확인하는데 사용된다.

혈 중 크레아티닌 측정의 이유

혈 중 크레아티닌 측정은 신장기능이 정상인지 어떤지를 파악하는데 매우 중요하다. 크레아티닌 농도가 증가하면 증가할수

록 신장장애가 크다는 것을 의미한다. 특히 크레아티닌의 농도는 근육량에 비례하고 섭취하는 음식의 영향을 거의 받지 않아 일정한 편이므로 신장 기능 장애의 지표로서 특이성이 크다. 또한 전체 근육량을 나타내는 직접적인 지표로도 인식하고 있다.

그러나 혈 중 크레아티닌 농도는 울혈성 심부전, 선단거대증에서도 증가를 보이고 기타 간장애, 근이영양증, 요붕증에서는 감소한다. 이 외에도 일본에서는 혈중 크레아티닌(creatinine) 수치가 낮은 이들의 경우 2형 당뇨병이 발생할 위험성이 증가하는 것으로 사료된다는 연구 결과를 미국 당뇨병 학술 저널에 발표했다.



간사이(關西) 지방에서 진행 중인 심대사 질환 위험요인 관찰 연구에 참여하고 있는 40~55세 사이의 남성 8,570명을 대상으로 추적조사를 진행한 결과, 연구 초기에는 당뇨병 환자들이 없었으나, 4년에 걸친 추적조사 기간 동안 총 877명의 2형 당뇨병 환자들이 발생했다.

크레아티닌 검사 결과의 활용

일반적으로 혈 중 크레아티닌 농도가 8.0 mg/dL이 넘을 경우 투석 요법을 고려한다. 그러나 당뇨병으로 인한 신장 손상의 경우, 일반적으로 근육량이 크게 감소하기 때문에 크레아티닌 생산량이 감소하고 전신 부종 등으로 치료가 힘든 경우가 많아 8.0 mg/dL 이하라도 투석하는 경우가 많다.

기준 참고치

혈청 검체

- 남성 : 0.67~1.17 mg/dL
- 여성 : 0.51~0.95 mg/dL

- 신생아 : 0.31~0.98 mg/dL
- 유아 : 0.16~0.39 mg/dL
- 소아 : 0.26~0.77 mg/dL

전혈 검체

- 남성 : 0.6~1.1 mg/dL
- 여성 : 0.5~0.8 mg/dL

크레아티닌 측정 및 주의사항


크레아티닌은 일반적으로 검사실에서 생화학 분석기를 이용해 측정한다. 그러나 최근에는 투석실에서 혈액가스 분석기를 이용해 현장 검사로 측정할 수 있다.

생화학 분석기로 측정할 경우 적혈구가 용혈을 일으킬 수 있으며, 적혈구 대사 산물인 빌리루빈은 측정치에 오차를 일으킬 수 있으므로 유의해야 한다. 또한 혈당치가 높은 환자의 경우 크레아티닌값이 실제보다 낮게 나올 수도 있다.

Radiometer 혈액가스 분석기의 기능

- ABL800 FLEX는 혈액가스(pH, pO₂, pCO₂)와 전해질(Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Cl⁻) 대사물질(glucose, lactate, creatinine), full oximeter(tHb, sO₂, O₂Hb, COHb, MetHb, HHb)를 측정합니다.



- FLEX mode를 이용해 35 μ L부터 흡입된 검체량에 따라 검사를 실시할 수 있으므로 검체 낭비가 없습니다.
- 검체 주입과정부터 모든 검사과정을 자동화시켜 누구나 손쉽게 사용할 수 있으며 사용자 편차없는 정확한 검사결과를 제공합니다. 

- 출처**
- 임상병리파일 제3판 이귀녕, 권오현 저
 - 약업 신문 2009년 3월 16일자 기사
 - Radiometer ABL800 FLEX Reference manual
 - www.Radiometer.com

액체 크로마토그래프/테덤질량분석기 [Agilent] 6495 Triple Quadrupole LC/MS/MS

2014년 6월에 출시된 Agilent 6495 Triple Quadrupole LC/MS/MS 시스템은 검증된 애절런트 iFunnel 기술을 바탕으로 감도, 동적 범위, 견고성, 정밀도 및 정확도를 한 차원 높여 분석자들에게 향상된 생산성 및 결과에 대한 더 높은 신뢰성을 제공합니다.

Agilent 고유의 iFunnel 기술은 고효율 ESI(Electrospray Ionization) 이온 생성과 이온 샘플링을 결합하여 Triple Quadrupole LC/MS/MS 감도 향상을 극대화하였습니다. 새로운 Triple Quadrupole 설계 혁신을 통해 성능을 최적화하고 극미량 농도에서의 정량분석 결과 품질을 더욱 높였습니다.

특징

- 최적화된 프리필터 설계가 적용되어 강화된 Q1 Ion Optics은 이온 전송을 높이고 오염을 줄입니다.
- Tapered Hexapole Collision Cell을 통해 효과적인 조각 이온 수집 및 전달이 가능합니다.
- 새로운 고 에너지 변환 다이노드 및 저 노이즈 특징을 갖춘 이온 검출부를 통해 더욱 효율적인 양이온 및 음이온 검출과 넓은 질량 범위에서의 정량 분석을 구현합니다.

응용분야

식품 및 수질 중 극미량의 잔류 유해물질 분석, 기능성 물질 분석, 펩타이드 정량



일회용 미생물 임팩터 [PMS] BioCapt

약품 생산 시 무균 처리과정에서는 작업자에 의해 허위 양성(false positive)이 초래될 위험이 가장 큽니다. 미생물 활성이 탐지되면 최고 18,000USD의 비용이 소요되는 조사를 실시해야 하며 배지 손실의 위험도 감수해야 합니다. 기존의 에어 샘플러 멸균 프로세스인 고압 멸균과 소독은 비용과 시간이 많이 소요되며 고압 멸균기의 취급과 운반 중에 오염이 재발생할 수 있습니다.

PMS사의 일회용 미생물 임팩터, BioCapt-single use는 작업자가 배지 플레이트와 직접 접촉하는 것을 방지하여 허위 양성에 대한 고가의 조사 과정을 없애줍니다. 또한 배지 플레이트와 샘플링 헤드를 통합하여 단일 유닛으로 만들어 고압 멸균, 스테인리스 헤드 소독에 수반되는 취급 위험, 비용, 복잡성을 없애줍니다.

규격

- 샘플러 몸체부 재질 : Polystyrol
- 공기 입구 : 20 슬릿
- 공칭 너비 : 0.1 mm
- 유량 : 25 LPM 또는 50 LPM 권장(100 LPM 가능)
- 크기 : 외부 직경 120 mm, 높이 38.5 mm, 한천표면지름 90 mm
- 표준 배지 : 30 mL 트립티케이스소이한천(TSA) 또는 사보우라우드 맥스 트로스 한천(SDA)



자료번호 65-07

자료번호 65-08

현장용 물 중 오일 모니터링 시스템 [Turner Designs Hydrocarbon Instruments] NexTD

TDHI사의 NexTD는 물 중의 오일 모니터링 시스템 중 가장 높은 방폭 등급(E x d 내압 방폭)에서 사용이 가능한 현장 모니터링 시스템입니다. 필드 측정이 용이하고 사용이 간편하며, 안정성이 높은 제품입니다.

특징

- 위험 환경에 대한 최고의 방폭 옵션(내압 방폭)
- 316 Stainless 및 알루미늄을 사용하여 시스템 보호
- 4100XD, 4100XDC와 동일한 응용에서 사용 가능(필요에 맞게 선택)
- Dual-stream sampling을 통한 2채널 확장 가능
- Ultrasonic cleaning 옵션을 통한 자체 내부 청소 가능(C type)
- TDHI사에서 지원하는 원격 조절 시스템인 "E09" 지원

Specification

Dimensions	55.9 cm W × 71.1 cm D × 178 cm H
Weight	136 kg + Accessories
Power	90~240 VAC, 50/60 Hz
Inlet Sample Flow rate	7.5~11.5 L/min
Inlet Sample Pressure	5~20 psig
Sample Temperature	0~88 °C
Detection Range	1~1000 ppb depending on hydrocarbon and water quality
Response time	< 10 seconds
Calibration	Multiple-point linear or non-linear, or uncalibrated
Electrons Cabinet	316 Stainless steel or aluminum
Explosion Proof	North America: Class I Division 1, Groups B, C, D, T4; ATEX & IECEx: II 2 G Ex d IIB T4 Tamb -20 °C to +60 °C

측정 항목

- Fuel Oil
- Crude Oil
- Aromatic Chemicals
- BTEX
- Phenol
- Styrene
- Other Fuels and Lubrication Oil
- Most Heat Transfer Fluids



현장검사 전용 혈액가스 분석기 [Radiometer] ABL 90 FLEX

Radiometer사에서는 중앙검사실 뿐만 아니라 응급실이나 수술실, 중환자실 등과 같이 현장에서 직접 혈액을 분석하는 현장검사(point-of-care testing)의 요구사항을 모두 반영해 신개념 현장검사용 혈액가스 분석기 ABL90 FLEX를 개발하였습니다. ABL90 FLEX는 기존의 혈액가스분석기와는 확실히 다른 기능을 제공하여 현장 의료진들이 검체를 분석하는데 소요되는 시간을 최소화하고 본연의 업무인 환자 진료에 매진할 수 있도록 지원합니다.

특징

- 폭넓은 측정 항목 : pH, pO₂, pCO₂, Na⁺, K⁺, Cl⁻, Ca²⁺, Glu, Lac, sO₂, tHb, O₂Hb, COHb, MetHb, HHb, HbF, Bilirubin(총 17항목)
- 빠른 검사 : 35초만에 분석 결과를 제공합니다.
- 검체량 : 65 µL (한번에 많은 양을 채혈할 수 없는 어린이와 노약자에게 적합합니다.)
- 검체흡입 자동화 : 5초만에 자동으로 검체 흡입을 완료해 검사자에 구애받지 않고 동일 검체에 대해 같은 결과를 제공합니다.
- 정도관리 자동화 : 내장된 QC system이 자동으로 정도관리를 실행합니다.
- 편리한 유지보수 : 소모품은 센서 카세트와 시약팩 두 가지이며, 도구없이 간단하게 교체할 수 있습니다.
- 간편한 사용 : 컬러 터치 스크린을 이용해 누구나 쉽게 사용할 수 있습니다.
- 이동 가능성 : 장비 크기 및 무게를 최소화시키고 배터리 방식을 채택해 필요시 다른 곳으로 이동해서 사용할 수 있습니다.



순수 제조장치 필터 교체 aquaMAX-Basic 360 Series



① 필터를 교체하기 위해서 우선 수도물을 잠귀 공급수를 차단합니다. Standby ready 상태에서 Service key와 Select key로 Pressure down을 2회 정도 실행합니다.



② Door를 열어 필터를 교체합니다. 생산모드(Product)에서 Measure key와 Select key로 Ion water를 선택하시면, 수질이 나타나는데 5~10 M Ω 정도가 정상이며, 수치가 낮으면 (5 M Ω 이하이면) 필터를 교체해 주셔야 합니다.



③ 기기의 필터 연결 하우징의 윗부분을 딸깍 소리가 나도록 눌러 밸브를 분리합니다.



④ 제공된 필터 교체 공구를 이용하여 기기로부터 필터를 분리합니다.



⑤ 공구를 필터 위 안쪽 끝까지 밀어 넣은 후, 위로 들어올려 필터를 분리합니다(지렛대 원리). Pre pack, Post pack 필터도 동일한 방법으로 분리합니다.



⑥ 먼저 필터 뒷부분의 고무캡을 제거한 후, 연결부위에서 딸깍 소리가 날 때까지 필터를 밀어 넣어 줍니다. 필터 뒷면에 이름이 명시되어 있으므로 이름이 나와 있는 부분을 위로하여 새로운 필터를 각각의 위치에 맞게 연결합니다.



⑦ 순서는 왼쪽부터 R.O. Membrane pack, Pre pack, Post pack 순으로 연결합니다.



⑧ Membrane pack 필터 하단의 연결튜브를 장착합니다(이때 딸깍 소리가 나면 정상적으로 연결된 것입니다). R.O. Membrane pack의 경우 필터 하단에 장착되어 있는 원터치 피팅 클립을 "딸깍" 소리가 나도록 아래로 눌러 외부로 연결된 피팅을 제거하여 주십시오.



⑨ 수도물을 열어줍니다. Standby ready 상태에서 Service key와 Select key로 flush를 하여 줍니다.



⑩ 기기 Door 안쪽에 필터 제거, 교체 관련 내용이 있습니다.



⑪ 자세한 사항은 유튜브에서 영인과학을 검색하여 확인할 수 있습니다.

필터 교체 주기

	R.O Membrane pack 1	R.O Membrane pack 2	R.O Pre-pack	R.O Post pack
360	V		V	
361	V		V	V
362		V	V	
363		V	V	V
Part No.	3101333502	3101333503	3101333512	3101333522
권장 교체 주기	12개월	12개월	6개월	6개월

잔류농약 동시분석성분 확대! 영화과학 Total Solution 제공하다.



“7월부터 원샷 올킬-잔류농약 동시 분석성분 확대 (기존) 245 성분 ⇒ (개선) 320 성분”

국립농산물품질관리원 시험연구소 신속 다성분 동시분석법 개발

그 동안 245개 성분에 대해서만 잔류농약 분석을 실시한 결과 일부 농가에서 245개 이외의 성분이 포함된 농약을 사용하는 사례가 보고되어, 국내에서 사용량이 늘어나고 있는 75개 성분을 추가로 관리하기 위해 새로운 분석법을 개발하였다고 밝혔다.

또한, 선진국에서는 자국에 허용기준이 설정되지 않은 모든 농약에 대하여 불검출(또는 0.01 ppm 이하)을 적용하는 등 국제적으로 수입 농식품에 대한 규제를 강화하고 있다.

농관원은 앞으로도 신속 다성분 동시분석 성분을 연차적으로 확대하여 국내 생산 농산물의 잔류농약 안전관리를 강화할 계획이라고 밝혔다.

- 농림축산식품부 6월 25일 보도자료 -

준비된 표준물질?

영화과학은 잔류농약 동시 분석 성분 확대에 대해 ChemService, Merck, SUPELCO사의 잔류농약표준물질을 제공한다.

정확한 정량·정성 분석을 위한 고순도 표준시약

식품공전 및 농산물 등의 유해물질 분석법
잔류농약 분석에 필요한 표준물질을 한번에 제공 가능!

- ✓ **주문제작 시약 공급!**
필요한 사양의 표준물질 주문제작 가능
- ✓ **우수한 품질!**
국제 기준에 맞추어 정량분석에 적합한 고순도 유기 화합물 표준시약 생산 (ISO Guide 34:2009, ISO 9001:2008, ISO/IEC 17025:2005에 등록)
- ✓ **다양한 제품 공급!**
단일물질 및 혼합액을 여러 가지 시험법에 맞추어 다양한 농도로 공급

“우수한 품질의 잔류농약 시약을 합리적인 가격으로 제공합니다!”



전처리 방법?

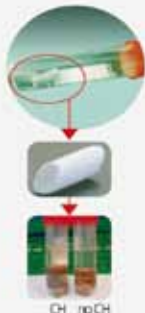
Agilent Bond Elut QuEChERS(퀘처스)가 정답!!



제품명	EN 제품번호
QuEChERS Extract Tubes, EN Method w/CH	5982-5650CH
Dispersive SPE 2 mL, Fruits & Veg, EN	5982-5021
Dispersive SPE 2 mL, Fatty Samples, EN	5982-5121
Dispersive SPE 2 mL, Pigment Sample, EN	5982-5221

Tip! Ceramic Homogenizers(CH)

흔드는 시간을 1분에서 20초로 줄여 주는 효과!
 멍쳐있는 salt를 부수주고 균질화를 도와주어 회수율을 높임.



제품번호	제품명
5982-9313	50 mL tube 용
5982-9312	15 mL tube 용
5982-9311	2 mL tube 용

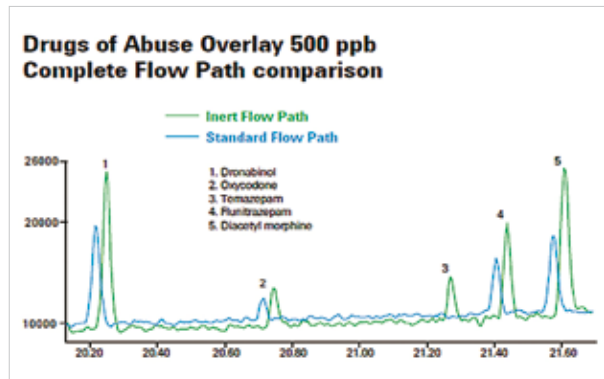
국립농산물품질관리원 소속 시험연구소에서 이번에 직접 개발한 새로운 방법은 잔류농약 분석에 필요한 전처리 과정을 단순화한 QuEChERS(퀘처스) 전처리법이다.

질량분석기와 같은 첨단 분석장비 활용? 언제, 어디서나 Agilent GC Ultra Inert로 가능!!

미량분석과 활성이 강한 시료는 Ultra Inert GC 컬럼 & 소모품으로~ 농약 시료들은 일반적으로 반응성이 크거나 활성이 강한 작용기를 가지고 있어, 분석 중 소모품 내부에 흡착되어 피크 테일링 현상이 나타나거나, 시료의 유실로 재현성이 감소하는 경우가 있다. Ultra Inert는 “최고의 비활성”이라는 의미로 특별한 비활성화 표면 처리를 거친 컬럼 & 소모품을 말하며, 시료의 활성으로 인한 흡착과 손실을 방지하기 때문에 일반 컬럼 & 소모품 사용 시 보다 향상된 결과를 얻을 수 있다.



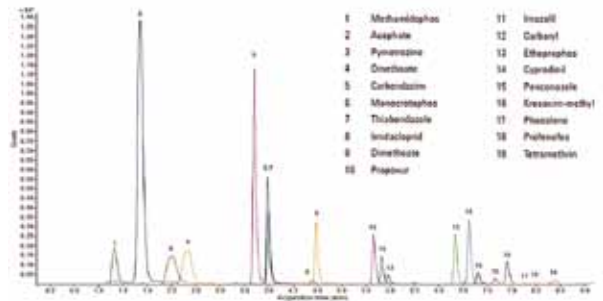
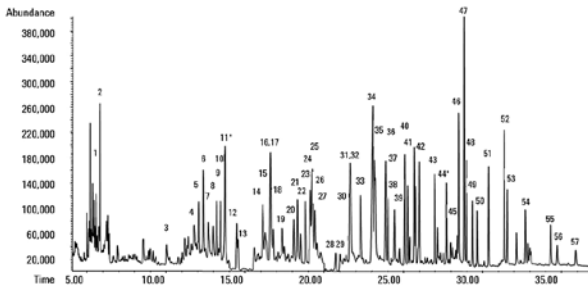
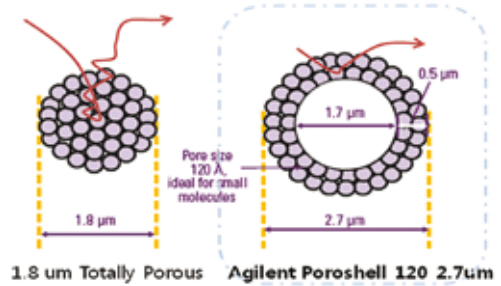
※ Inert Flow Path : 시료의 주입 과정 및 모든 이동경로에 비활성화 표면 처리를 하여 활성이 강한 분석이 까다로운 성분이나 미량 분석에 매우 효과적이다.



DB-5 컬럼의 업그레이드, DB-5msUI GC 컬럼

일반적으로 사용되는 ms 컬럼은 일반 컬럼보다 고정상의 유실로 인해 나타나는 블리드(bleed) 증상을 낮춘 low 블리드 컬럼이다. msUI 컬럼은 고정상에 특별한 비활성화 처리로 ms 컬럼

1 Methamidophos	16 Chlorpyrifos Methyl	31 Quinalphos	46 Phosmet
2 Dichlorvos	17 Vinclozolin	32 Triadimenol	47 Bifenthrin
3 Omethoate	18 Heptachlor	33 Methidathion	48 Fenpropathrin
4 Monocrotophos	19 Metalaxyl	34 Butachlor	49 Tetradifon
5 BHC alpha isomer	20 Fenitrothion	35 Dieldrin	50 Phosalone
6 Hexachlorobenzene	21 Pirimiphos-methyl	36 Isoprothiolane	51 lambda-Cyhalothrin
7 Dimethoate	22 Aldrin	37 p,p'-DDE	52 Permethrin I
8 BHC beta isomer	23 Malathion	38 Myclobutanil	53 Permethrin II
9 Lindane	24 Fenitrothion	39 Endrin	54 Cypermethrin I
10 Pentachloronitrobenzene	25 Chlorpyrifos	40 p,p'-DDD	55 Fenvalerate
11 Phenanthrene d10'	26 Parathion	41 o,p'-DDT	56 Cypermethrin II
12 Diazinon	27 Triadimefon	42 Ethion	57 Deltamethrin
13 BHC delta isomer	28 Heptachlor exo-epoxide	43 p,p'-DDT	* Internal standard
14 Propanil	29 Pendimethalin	44 Triphenyl phosphata*	
15 Methyl parathion	30 Isofenphos	45 Iprodione	



<그림 1> DB-5msUI(30 m×0.25 mm, 0.25 μm) 컬럼을 이용한 200 ng/mL의 농약시료 분석 Total Ion Chromatogram(TIC)

<그림 2> Agilent Poroshell 120 SB-C18 2.1×100, 2.7 μm 컬럼을 이용한 5 ng/g의 농약시료 분석 LC-MS/MS

보다 더 낮은 블리드와 최소의 피크 테일링을 제공한다. 질량분석기를 이용한 농약시료의 분석에서 DB-5msUI 컬럼을 이용하면 컬럼의 고정상 유실로부터 장비를 보호하고, 업그레이드된 결과를 얻을 수 있다.

에 기존의 1.8 μm 입자로 분석하였을때와 비교하여 낮은 압력에서도 유사한 성능이 가능하며 UHPLC가 아닌 일반 LC에서도 사용 가능하다. 이는 동시다성분 잔류농약 분석에 있어서 좋은 분리도와 향상된 감도를 보여준다.

기존 분석법보다 10배 이상 낮은 농도까지 검출? 향상된 감도를 위한 Agilent LC Poroshell column이면 OK!!



Agilent Poroshell 120 컬럼의 구조는 1.7 μm Soidl Core를 중심으로 미세한 다공성 입자 0.5 μm 층이 감싸고 있다. 이러한 독특한 구조 때문

기본이 충실한 연구실 구축의 시작, 와이에스엔 연구실 컨설팅(Lab Consulting)



연구원의 연구효율 향상과 안전을 위해 연구실을 완벽하게 구성하는 것은 매우 중요한 일이다. 또한 최근, 안전문제로 인한 사고 발생 증가로 인하여 기본을 지키는 연구실 안전에 대한 관심이 높아지고 있는 추세이다.

와이에스엔은 연구실 컨설팅을 통하여 연구원의 안전, 실험효율을 극대화할 수 있는 연구실 구축을 제안해 드리고 있다.

연구실 컨설팅 제공내역

① Basic Lay Out



- 연구실 전체 공간을 확인하고, 진행하고 있는 연구에 따라 연구실을 구성(크기 및 위치 선정)

② Lab Furniture

- 다양한 브랜드의 제품 비교를 통하여 연구목적 및 분석장비에 적합한 실험가구를 선정
- 위치 선정 및 실험가구 설치 기준에 맞춘 도면 제공 진행



③ Lab Utility



- 연구실 내 각종 유틸리티 공사 진행 계획 및 시공 진행
- 가스공사, 전기공사, 덕트공사에 대한 사전 도면 계획을 통하여 최종 확인 후 시공

④ Lab Safety

- 실험실 기본 소방시설 및 안전 설비 구성을 통하여 연구원 안전시설 필수 시공



연구실 전문 컨설팅 회사인 와이에스엔에서는 연구실 구축의 전반적인 부분에서 연구실 레이아웃 및 기초장비, 분석장비의 납품과 더불어 안전관리, 전기공사, 급배수 공사, 덕트공사, 가스공사, 인테리어까지 One Stop Total Solution을 제공하고 있다.

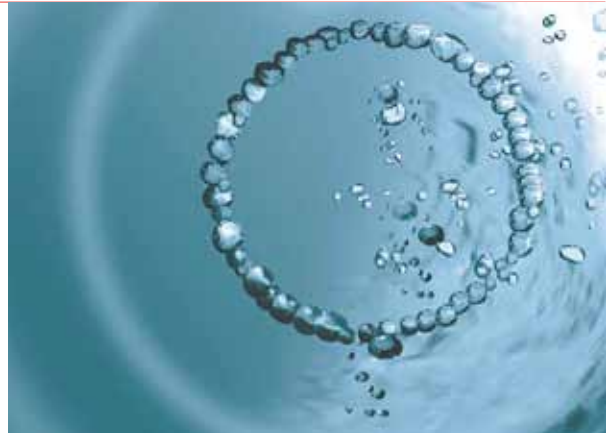


(주)와이에스엔 경기도 안양시 동안구 안양천동로 60 영린빌딩 | 대표전화 : 031-460-9370 | 웹사이트 : www.ysn.co.kr

생명과학 산업환경 계측기의 선두주자

VAISALA

환경 모니터링 계측기



1936년 핀란드에 설립된 Vaisala사는 환경 계측기 업계의 선두 기업으로서 온도, 습도, 이산화탄소, 압력 등 산업 환경 모니터링에 필요한 측정 제품을 생산, 공급하고 있다. 75년 이상의 계측 관련 노하우로 다양한 분야에 적합한 환경 모니터링 설계를 제공하고 있다.

영인프린터어는 Vaisala사의 한국 공식 대리점으로서 2014년부터 생명산업현장에서 필요한 계측 장비를 국내 시장에 선보이게 되었다.

대표 제품군

Vaisala사는 사용 환경의 온도, 습도, 이슬점, 압력, 이산화탄소 등을 측정하고 기록할 수 있는 다양한 종류의 데이터 로거(data logger), 센서(sensor) 등을 공급하고 있다.

소프트웨어를 비롯한 모든 제품이 GMP, FDA 21 CFR Part 11, Annex 11, CBER, SFDA, PMDA, ICH 등 국제 규격에 적합하도록 설계되어 있다. Vaisala사의 다양한 계측 장비는 시설에 부착하거나 휴대가 가능하다.

온도/습도 계측기(HUMICAP)



- 넓은 온도/습도 측정범위, 뛰어난 안정성 : -70~180 °C, 0~100% RH
- Chemical purge 기능 탑재 : 내화학성
- Near condensing 환경용 특수 warmed 프로브
- dry room에서 사용 가능한 특별 센서
- 트랜스미터 자체 디스플레이 방식, IP65/66 하우징으로 부식에 강함.
- 주 사용처 : stability room / environmental chamber

압력/온도/습도 계측기(BAROCAP)

- 한 대의 계측기로 세 가지 환경 인자 측정 가능
- 압력측정범위 : 50~1,100 hPa
- 다양하게 습도 측정 프로브 구성 가능
- 트랜스미터 자체 디스플레이 방식으로 측정하는 동안 결과 모니터링 가능



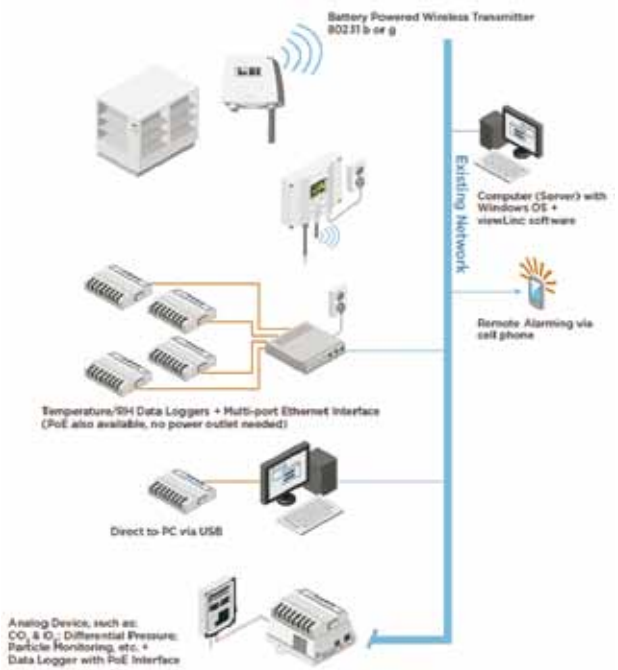
- 주 사용처 : 클린룸
- 주요 사용 분야 : 창고, 클린룸, Stability area, Calibration, 기록 보관소, 인큐베이터 등 챔버류, 혈액/조직은행, 냉장/냉동창고, Critical manufacturing

이산화탄소 계측기(CARBOCAP)

- ppm~20% CO₂ 측정 가능
- 리퍼런스 측정 시 오랜 시간 동안 안정
- 높은 습도 조건에서도 안정적 계측 가능 : 사용조건(0~100% RH)
- 저렴한 유지보수 비용
- 휴대용 모델인 경우, calibrating 인큐베이터에 최적/자동으로 온도 측정 가능(HMP75 RH/T 프로브 장착 시)
- 주 사용처 : 인큐베이터, 농산물저장고, 작물재배용 비닐하우스 등



연속계측시스템(Continuous Measurement System:CMS)



Vaisala veiwLinc 소프트웨어는 사용 환경 측정에 최적화된 데이터 로거와 성능 좋은 다양한 센서, 그리고 3중 데이터 보존 기능을 탑재하여 불시의 단전, 네트워크 장애, 사용자 조작에 의한 오작동 등에 의한 데이터 유실을 완벽하게 막아준다.

일탈 발생 시 e-mail, SMS, 경고 등과 같은 알람으로 상태를 알려주어, 즉각적인 환경 관리를 가능하게 해 준다.

PoE, Wi-Fi, Ethernet 등 기존에 보유하고 있는 네트워크 시스템을 이용하여 서버를 구축할 수 있기 때문에 설비 투자비용을 절감할 수 있어 경제적이다.

또한 GMP, FDA 21 CFR Part 11, Annex 11, CBER, SFDA, PMDA, ICH 등 국제 규격에 적합한 제품과 소프트웨어를 제공하므로 모든 공정이 엄격한 국제 규격에 의해 제어되어야 하는 시설에 적합하다.

GPC 전용분석시스템 (Gel Permeation Chromatograph)



실생활에서 쉽게 접할 수 있는 고분자 제품들은 물리적·화학적 성질을 개선하고 향상시키기 위해 섬유, 탈크, 마이카, 탄소분말 등 용도에 따른 다양한 첨가제가 사용되고 있다. 분자량은 가공 제품들의 기계적인 물성을 파악하는 중요한 척도로 사용되므로 이에 따른 분자량 및 분포도를 측정하여 제품의 연성, 취성, 내열성, 강도 등 물질의 특성을 확인할 수 있다.

영린기기 GPC 전용분석시스템은 천연 화합물 또는 합성 화합물의 상대적 분자량 및 분포도를 측정하기 위한 시스템이다. 고분자 분석 시 정확한 분자량을 얻기 위해 시료를 THF, DMF, Toluene, Water 등과 같은 용매에 녹여 상대적 분자량 및 분포도를 측정해야 하지만 시료가 녹는 용매를 찾기 어렵고, 분석방법의 오류로 시행착오를 겪을 수 있다



“고분자 분석 시스템”이 일반적인 HPLC와 다른 점

1) 분리기작

일반적인 HPLC가 순상/역상과 같은 화학적 친화력에 따른 분리기작을 사용하였다면 GPC는 용액 속의 분자 크기(분자크기 배제)에 따른 물리적 기작에 의해 분리가 이루어진다.

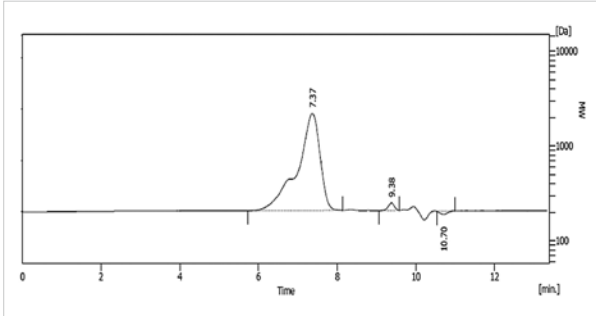


〈그림 1〉 용액 속의 분자 크기에 따른 물리적 기작에 의한 분리

2) 피크 모양

일반적인 HPLC 크로마토그램은 단일성분($M_w < 2,000$) 측정이므로 피크 모양이 sharp하다.

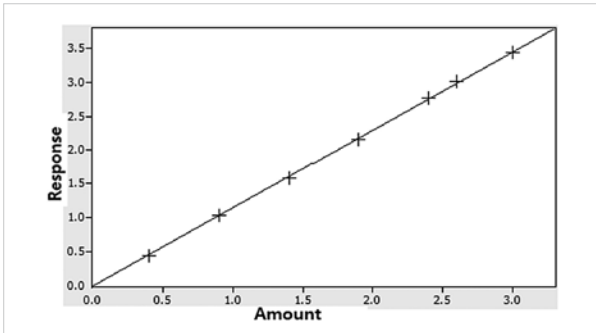
하지만 GPC의 크로마토그램은 고분자 분포이며, 단순 크기 배제에 의한 분리 방식이므로 분리능이 낮다. 따라서 표준 시료의 피크는 sharp 하나, 실제 시료는 broad한 모양으로 나타난다.



〈그림 2〉 GPC 크로마토그램

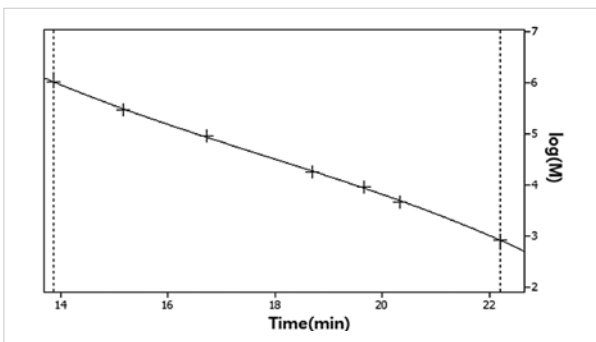
3) 검량선

일반적인 HPLC는 농도를 측정하는 정량이 목적이다.
(Response/Amount)



〈그림 3〉 일반적인 HPLC 검량선

반면, GPC는 상대 분자량 측정이 목적이다.
(M_w /Time)



〈그림 4〉 GPC 검량선

고분자 분석 시 주의할 점

- 1) 일반적인 GPC 컬럼은 압력 상한값이 낮다. 따라서 컬럼 압력 모니터링은 필수이다.
- 2) 컬럼마다 사용할 수 있는 용매가 극히 제한적이므로 Solvent 사용에 주의해야 한다.
- 3) 시료를 용해시킬 때 고분자가 깨질 수 있다.
- 4) 분석결과의 분자량이 다른 값으로 나타날 수 있으므로 시료 구조와 비슷한 표준 시료 선택이 필요하다.

영린기기 GPC 전용분석시스템 특징

- 1) 고분자 분석은 일반적인 HPLC와는 달라 분석의 어려움보다는 초기 분석방법 설정과 데이터 해석이 어려움-현장 교육 지원
- 2) 기기 구매 전 시료 분석/필요 시 기기 데모 가능
- 3) 유지보수 편리
(품질 무상 보증기간 2년/고객 요청 후 24시간 이내 서비스)
- 4) 분석에 필요한 장비 및 소모품 등 모든 품목 포함
- 5) 한글 소프트웨어 사용으로 편의성 증대
- 6) 확립된 분석 방법에 따른 정확한 응용지원 제공



2차 전지 충방전/ 임피던스 분석 솔루션



소개

현재 리튬 이온을 이용한 이차전지(lithium ion based secondary batteries) 혹은 리튬이차전지는 고출력, 고에너지 특성으로 인해 스마트 폰, 넷북 등의 휴대용 모바일 전원 뿐 아니라 하이브리드 자동차(hybrid vehicle) 등의 주된 에너지원으로 활용되고 있으며 최근 가장 활발하게 연구되는 분야 중 하나이다.



〈그림 1〉 리튬이차전지의 활용 변천사

Maccor사는 1986년 설립되어 27년 이상 배터리 시험기기만을 전문으로 생산하는 기업이다. 일반 실험실용 충방전기부터 전기차(EV) 응용에 적합한 700 V / 8,000 A 이상의 고사양 제품까지 생산하고 있으며, 4000 series는 국내 400여대 이상 판매되었다.

2013년 5월, Princeton Applied Research사와 Solartron Analytical사는 Maccor사와 함께 충방전과 전기화학 임피던스 분광법(Electrochemical Impedance Spectroscopy, EIS)이 가능한 4300M 모델을 개발/출시하였다.



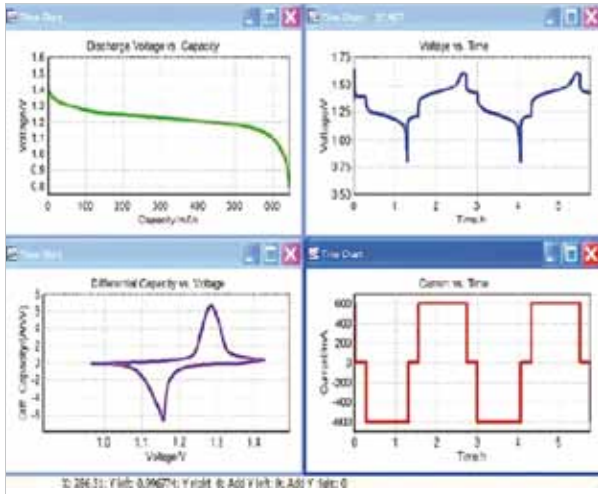
〈그림 2〉 충방전기 4300M과 전기화학장비 PARSTAT4000



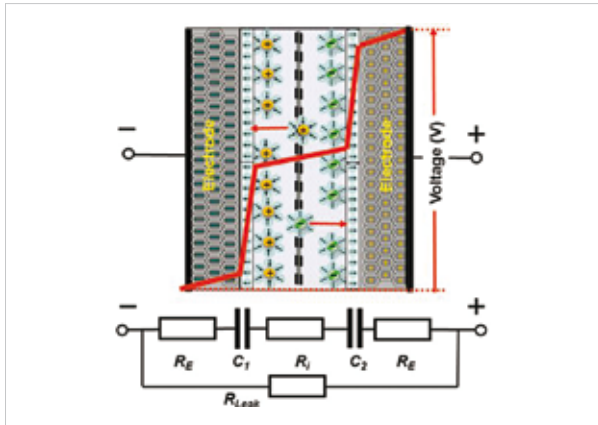
〈그림 3〉 충방전기 4300M과 전기화학장비 1287A/1260A

2차 전지의 전기화학 특성 분석법

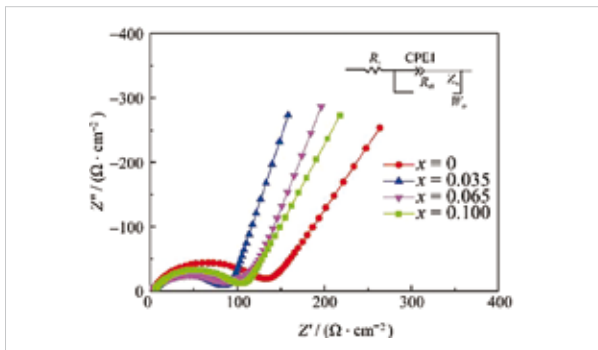
전지는 내부에 있는 화학물질의 화학 에너지를 전기 화학적 산화-환원반응에 의해 전기 에너지로 변환하는 장치이다. 이러한 전지의 성능을 평가하는 기준은 전지의 용량, 용량밀도, Cycle Life, Rate Performance 작동 온도구간, 자가 방전 등이 있다. 처음 휴대폰을 구입하여 사용하였을 때와 비교하여 2년 정도 시간이 경과하면 휴대폰 사용 가능 시간이 줄어드는 경험을 해 보았을 것이다.



(그림 4) 충방전 실험 Data



(그림 5) 2차 전지 내부 등가회로



(그림 6) 2차 전지 임피던스 Data

이것은 휴대폰 배터리가 충방전을 거듭할수록 성능이 조금씩 떨어지는 노화 현상이 나타나 2차 전지의 용량 성능이 떨어지기 때문이다. 이러한 현상은 전지계 내부에 존재하는 미량의 수분이 전해질이나 리튬과 반응하여 그 생성물이 사이클의 진행과 함께 차츰 누적해 가는 프로세스로 발생한 것이다.

전지의 임피던스는 결국 전지 내부의 불순물의 함량이나 전극의 부식도로 해석할 수 있고, 이는 단순한 충방전에 의한 전압, 전류량의 측정으로는 드러나지 않은 전지의 특성을 알아볼 수 있는 중요한 지표가 된다.

AMETEK사 4300M 제품을 이용하면 충방전 테스트 뿐만 아니라 임피던스 분석을 통해 전지 내부의 특성 및 변화를 분석할 수 있다.

2차 전지 응용의 임피던스 분석 특장점

임피던스와 등가회로(Equivalent Circuit) 분석을 통해 배터리 내부저항과 전도성을 측정하면 직류(DC) 실험에서 알 수 없는 다양한 정보를 얻을 수 있다.

- 변화 단계의 분석
- 반응 메커니즘 연구
- 배터리 작동 동안에 활성 표면의 변화
- 배터리 분리막(separator)의 평가
- 부동화막(Passivation film)의 특성
- 각 전극 위에서 전극 속도의 비교와 분리
- 전극의 부식 가능성 확인
- 각 전극에서 속도론적 정보 조사

동물성 식품 및 사료 중 다이옥신 분석



오늘날 식품의 국제적 교류가 활발해짐에 따라 국외에서 일어난 식품사고가 더 이상 먼 나라의 일로만 방치될 수 없는 실정이다. 최근 수출·입 식품에서 멜라민을 비롯하여 다이옥신 등 잔류화학물질이 검출되는 식품사고가 빈번히 일어나고 있다. 따라서 우리나라와 같이 동물성 식품의 수입 비중이 높은 국가에서는 철저한 수입식품 관리가 요구되어지고 있다.



동물성 식품에 잔류할 수 있는 환경오염물질은 대부분 화학적으로 매우 안정하여 환경에 잔류하는 시간이 길며, 지방 친화성이 있는 물질들은 먹이사슬을 통하여 인체에 축적될 수 있다. 환경오염물질이 인체에 축적되는 원인

중 90% 이상은 식품 특히, 어류, 육류, 우유 및 유제품을 통하여 인체로 유입된다.

환경오염물질 중 독성이 가장 강해서 문제가 되어온 다이옥신은 쓰레기의 소각, 종이 또는 펄프의 표백과정, 플라스틱 제조, 유기염소계농약의 제조과정 등에서 비의도적으로 배출 또는 생성된다. 다이옥신의 독성은 생식기능 장애, 암 유발 가능성을 높이는 것으로 알려져 있다.

인체에 노출되는 다이옥신을 최소화하기 위하여 환경 및 식품의 각 매체별로 잔류허용기준을 설정하고 있다.

우리나라는 식육 중 잔류허용기준을 소고기 4.0, 돼지고기 2.0, 닭고기 3.0 pg-TEQ/g-fat 이하로 설정하여 운영하고 있다. 유럽 연합은 동물성 식품의 다이옥신 잔류허용기준을 설정하고 있으며 그 외의 국가는 입법이 추진 중이거나 기준을 설정하고 있지 않다.

※ TEQ : Toxicity Equivalency의 약자이며, 이는 검출된 다이옥신의 농도에 TEF(Toxic Equivalent Factor)를 환산한 값. TEF는 2,3,7,8-TCDD를 1로 하여, 나머지 독성이 있는 다이옥신의 독성등가계수를 정한 값

세계 각국에서 의도적 또는 비의도적으로 다이옥신 등이 축산 식품에 잔류되는 것을 방지하기 위해 사료의 품질관리를 그 어느 때보다 중요하게 다루고 있다. 유럽연합 및 벨기에 등에서는 사료에 대한 다이옥신 기준을 마련하여 사료에 기인한 다이옥신 및 유기염소계화학물 오염을 방지하고자 노력하고 있다 (<표 2>, <표 3>).

미국은 아직 사료 및 사료첨가제 내의 다이옥신에 대한 제한기준이 없는 상황이며, 현재 다이옥신을 포함한 화학유해물질 등

〈표 1〉 식품의 다이옥신 오염사고

구분	발생연도	사건 개요
벨기에 다이옥신 오염사고	1999년	- PCBs가 공업용 유지와 함께 사료에 혼입되는 사고 발생 - 우리나라로 수입된 벨기에산 돼지고기에서 PCBs 및 다이옥신을 검사한 결과 불합격 및 유통기간 경과 등으로 1,710톤을 반송 조치
미네랄 사료첨가제 다이옥신 오염사고	2002년 3월	- 미네랄 사료첨가제에 다이옥신 오염사고가 발생 - 우리나라에 수입된 제품수거 및 판매금지 조치 및 다이옥신 검사 실시
칠레산 돼지고기 다이옥신 오염사고	2003년 7월	- 칠레산 수입 돼지고기 정밀검사서 잔류 허용기준을 초과한 다이옥신을 검출 - 해당제품 반송 및 해당작업장 생산제품 수입중단 조치
감자사료 다이옥신 오염사고	2004년 11월	- 네덜란드, 벨기에, 독일에서 감자사료에 다이옥신이 오염 - 동 국가로부터 수입되는 축산물에 대하여 수입중단 조치
수입 쇠고기 다이옥신 검출사고	2006년 12월	- 미국산 수입 쇠고기 정밀검사서 잔류허용 기준을 초과한 다이옥신 검출로 수입중단 조치
모짜렐라 치즈 다이옥신 오염사고	2008년 3월	- 이탈리아의 모짜렐라 치즈에서 다이옥신 오염 확인 - 우리나라에 수입된 제품에 대하여 판매중지, 수거검사 및 유가공품 잠정 수입중단 조치 - 모짜렐라 제조업체의 버팔로 젖에서 다이옥신이 허용치 이상 검출
아일랜드 돼지사료 다이옥신 오염사고	2008년 12월	- 아일랜드에서 산업폐기유가 사료에 혼입되어 축산물에 다이옥신이 오염되는 사고가 발생 - 우리나라에 수입되는 돼지고기 제품에 대한 수입중단 조치
독일 사료 다이옥신 오염사고	2011년 11월	- 다이옥신에 오염된 동물 사료가 독일에서 발견 - Saxony-Anhalt주 설탕공장에서 유통시킨 사탕무우박에서 다량의 다이옥신 검출 - 해당 사탕무우박을 원료로 한 사료 전량 회수 및 소각 처리
독일산 계란 다이옥신 검출사고	2012년 6월	- 독일 Lower Saxony 지역 유기농장의 계란에서 다이옥신 검출 - 검사 결과 달걀 지방 1g 당 다이옥신이 19.5 pg 검출(법적 기준 : 5 pg) - 사료 또는 토양오염 의심
칠레산 가금류 다이옥신 검출사고	2013년 7월	- 칠레 오이긴스 지방에서 생산된 가금류 제품 다이옥신 검출로 수출 중단(사료오염 의심) - 2013년 7월부터 싱가포르 등은 칠레 오이긴스 카차포알 산 육류 수입금지 조치

을 규제하는 동물사료안전시스템(Animal Feed Safe System, AFSS)의 입법이 추진되고 있다.

전 세계적으로 소비자 신뢰도 저하의 주범은 다이옥신 등에 의한 비의도적 오염이다. 가장 최근(2013년 7월) 칠레에서 다이옥신으로 오염된 사료로 인하여 닭고기 등이 다이옥신에 오염되는 사건이 발생하여 전 세계적으로 충격을 안겨주었다. 국내에서는 사료 중 다이옥신 기준 미비로 축산물의 다이옥신 오염을 검사를 하지만, 사료에 대해서는 제대로 검사하지 않는 실정이다.



수입축산물에 비해 가격 경쟁력이 다소 떨어지는 우리 축산물 안전성에 대한 소비자들의 신뢰도 증진은 사료의 품질관리에서부터 시작되어야 한다. 따라서 사료에 대한 다이옥신 검사를 통해 보다 안전한 축산물 생산이 가능하며 특히, 유럽 등지로 수출되는 축산물 또는 사료 생산업체는 필히 다이옥신 분석을 하여 해당 국가의 잔류허용기준을 만족해야만 수출을 할 수 있다.

〈표 2〉 벨기에 사료 중 유해물질(다이옥신, PCBs) 허용기준(벨기에 농무부, 2000)

물질	사료구분	최대 허용치 (수분 12% 기준, WHO-TEQ)
다이옥신 (PCDDs/DFs)	감귤박	0.5 ng/kg 제품
	카오린 석회(Clay) 및 그 혼합 제품	0.5 ng/kg 제품
	동물지방 및 육상동물의 기타 제품(지방 25% 이상 함유)	2 ng/kg 지방
	육상동물의 기타 제품(지방 25% 미만 함유)	0.5 ng/kg 제품
	어류지방 및 어류, 기타 해산동물, 그들 제품 및 관련 제품(지방 25% 이상)	6 ng/kg 지방
	해산동물 이외의 어류, 그 제품 및 관련제품(지방 25% 미만)	1.5 ng/kg 제품
	식물성 박 및 관련제품	1 ng/kg 지방
	어류 이외의 동물용 배합사료	0.75 ng/kg 제품
	어류사료	3 ng/kg 제품
	배합사료	200 µg/kg 지방
다염화비페닐 (PCBs)	동물성 단미사료(지방 2% 이상)	250 µg/kg 지방
	동물성 단미사료(지방 2% 미만)	50 µg/kg 제품

※ PCBs는 PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180의 총량임.

〈표 3〉 EU의 사료 중 유해물질 허용 기준(Council Directive 1999/29/EC of 22, 1999)

물질명	대상 사료	최대 허용기준 (mg/kg, ppm)
디엘드린 및 엘드린(Dieldrin, Aldrin)	모든 사료 예외 : 지방(Fats)	0.01 0.2
캄페클로르 (Camphechlor, toxaphene)	모든 사료	0.1
클로르단(Chlordane) (Cis, Trans, Oxychlordane의 총량)	모든 사료 예외 : 지방(Fats)	0.02 0.05
디디티(DDT)류 (DDT, DDD, DDE 이성체의 총량)	모든 사료 예외 : 지방(Fats)	0.05 0.5
엔도설판(Endosulfan) (α -, β -, endosulfan-sulphate의 총량)	모든 사료, 예외 : 옥수수 Oil seeds 어류용 배합사료	0.1 0.2 0.5 0.005
엔드린(Endrin) (Endrin과 δ -Ketoendrine의 총량)	모든 사료 예외 : 지방(Fats)	0.01 0.05
헵타클로르(Heptachlor) (Heptachlor와 heptachlorepoxide의 총량)	모든 사료 예외 : 지방(Fats)	0.01 0.2
헥사클로로벤젠 [Hexachlorobenzene(HCB)]	모든 사료 지방(Fats)	0.01 0.2
헥사클로로싸이클로헥산 (Hexachlorocyclohexane)		
① 알파-이성체(Alpha-isomer)	모든 사료 예외 : 지방(Fats)	0.02 0.2
② 베타-이성체(Beta-isomer)	혼합 사료(Compound feeds) 예외 : 젖소용 단미사료 예외 : 지방(Fats)	0.01 0.005 0.01 0.1
③ 감마-이성체(Gamma-isomer)	모든 사료 예외 : 지방(Fats)	0.2 2
다이옥신(Dioxin) (PCDD와 PCDF의 총량)	감귤류 과육	500 pg I-TEQ/kg

사료 중 다이옥신 분석



※ 자세한 상담 및 분석법 문의는 전화(031-460-9000) 또는 웹페이지(www.labfrontier.com) 게시판으로 문의 바랍니다.

Seminar
세미나

**최신 분석기술 세미나 2014
진행**

영인과학에서는 2004년 5개 도시 순회 세미나를 시작으로 해마다 국내 각 지역의 주요도시를 순회하며 세미나를 진행해 왔습니다. 올해도 어김없이 최신분석기술의 동향을 고객분들 가장 가까이에서 전달해 드리기 위해 '최신 분석기술 세미나 2014'를 마련하고자 합니다. 이번 세미나에서는 2014년에 출시된 그리고 출시예정인 주요 신제품의 신기술에 대한 소개와 함께 '정량분석'과 '정성분석'이라는 큰 주제를 가지고 진행할 예정입니다. 다양한 응용의 분석결과와 함께 분석방법을 알아보고, 제품의 분석원리를 비롯해 빠르고 편리한 분석을 위한 다양한 기술들에 대해 소개해 드리고자 합니다. 모든 분석 실험실에서 진행되는 '정량분석'과 '정성분석'에 대한 업무절차를 새로운 각도에서 보실 수 있는 이번 세미나에 많은 관심과 참여를 부탁드립니다. 참가신청은 영인과학 홈페이지(www.youngin.com)를 통하여 온라인 신청 가능하며, 상세 일정 및 세미나 내용도 함께 확인하실 수 있습니다.



Exhibition
전시

**세계과학수사학술대전
(WFF 2014) 전시 참가**



영인과학에서는 10월 12일부터 18일까지 서울 삼성동 코엑스에서 진행되는 국립과학수사연구원 주최의 세계과학수사학술대전

(WFF 2014)에 전시 참가합니다. 본 학술대전은 제20차 국제법과학총회, 제6차 아시아법과학회총회, 제5차 아시아태평양법의학총회, 제10차 세계경찰병리학회 등 4개 학회가 동시 진행되는 국제행사로 110개국에서 2,500여명의 법과학 관련자들이 참석할 예정입니다. 이번 전시회에는 법과학 응용에서 목적성분에 대한 정량분석, 미지성분에 대한 정성분석에 활용되는 Agilent의 고감도 고분해능 질량분석기 솔루션, 6495 LC-QQQ, 7010 GC-QQQ, 7200B GC-QTOF 등을 전시할 예정입니다. 관련 고객분들의 많은 관심과 방문을 바랍니다.

New Principal
신규 대리점

**초소형 Ion Mobility 기술의
영국 Owlstone사와 대리점
계약 체결**

Owlstone사는 영국 캠브리지에 위치한 업체로 2004년 설립되었습니다. Owlstone사는 초소형 이온이동도(Ion Mobility; IM) 기술의 선도기업으로서 세계 유일의 혁신적인 초소형 IM 디바이스를 개발하였습니다. 초소형 IM 디바이스는 휴대형 크미량 가스분석기와 Agilent LC/MS/MS(액체 크로마토그래프-질량분석기) 전용 인터페이스 등에 활용 가능하며, 국가안보, 식품 환경, 화학 및 헬스케어 등 광범위한 산업분야에서 빠르고 감도높은 분리분석 결과를 제공합니다. 영인과학과는 지난 8월부터 정식 대리점 계약을 맺었으며, 자세한 제품 및 응용에 대한 내용은 영인과학 웹사이트 및 최신 분석기술 세미나 2014를 통해 소개해 드릴 예정입니다.



New Product
신제품

**Agilent 7010 Series GC-QQQ
및 6495 LC-QQQ 출시**

Agilent에서는 기존의 7000 시리즈 GC-QQQ와 더불어 보다 높은 감도를 필요로 하는 분석자를 위해 아토크램(Attogram) 수준까지 검출할 수 있는 7010 시리즈를 출시하였습니다. 또한 전 세계를 아울러 가장 높은 LC/MS/MS 감도 사양을 제공하는 6495 LC-QQQ도 함께 출시하였습니다. 6495 LC-QQQ는 검증된 애질런트 iFunnel 기술과 새로운 Triple Quadrupole 설계 혁신을 통해 감도, 동적 범위, 견고성, 정밀도 및 정확도를 한 차원 높여 분석자들에게 향상된 생산성 및 결과에 대한 더 높은 신뢰성을 제공합니다. 제품에 대한 자세한 내용은 영인과학 홈페이지(www.youngin.com)에서 확인하실 수 있습니다.



● 독자카드

영인 Lab. Highlight는 모든 연구, 실험에 종사하는 분들에게 도움을 드릴 수 있는 소식지가 되기 위해 독자 여러분의 의견을 듣고자 합니다.

보내주시는 의견은 영인 Lab. Highlight의 발전을 위한 소중한 자료로 활용하겠습니다.

이름	회사/부서명
전화번호	e-mail
주소	

① 이번 호에 가장 유익했던 기사는 어떤 것입니까 ?

② 다음 호에 다루었으면 하는 내용이나 영인 Lab. Highlight에 바라는 점이 있다면 적어 주십시오.

③ 필요하신 제품 정보 및 응용자료가 있으시면 적어주십시오. 신속하게 보내드리겠습니다.

④ 영인 Lab. Highlight 65호 내용 중 필요하신 자료가 있으시면 체크해 주십시오.

우편이나 e-mail로 신속하게 자료를 보내드리겠습니다.

- 자료번호 65-01 Static 헤드스페이스 샘플러를 이용한 알코올 음료 중 fusel alcohol 분석
- 자료번호 65-02 다양한 시료의 수은 분석 솔루션
- 자료번호 65-03 Spectroscopy Water Gamma Detector를 이용한 수질 내 방사능 측정
- 자료번호 65-04 크레아티닌 검사의 임상적 의의
- 자료번호 65-05 액체 크로마토그래프/탠덤질량분석기, Agilent사 6495 Triple Quadrupole LC/MS/MS
- 자료번호 65-06 일회용 미생물 임팩터, PMS사 BioCapt
- 자료번호 65-07 현장용 물 중 오일 모니터링 시스템, TDH사 NextD
- 자료번호 65-08 현장검사 전용 혈액가스 분석기, Radiometer사 ABL 90 FLEX
- 자료번호 65-09 잔류농약 동시분석성분 확대! 영화과학 Total Solution 제공하다.
- 자료번호 65-10 기본이 충실한 연구실 구축의 시작, 와이에스엔 연구실 컨설팅(Lab Consulting)
- 자료번호 65-11 생명과학 산업환경 계측기의 선두주자, VAISALA사 환경 모니터링 계측기
- 자료번호 65-12 GPC 전용분석시스템
- 자료번호 65-13 2차 전지 총방전/임피던스 분석 솔루션
- 자료번호 65-14 동물성 식품 및 사료 중 다이옥신 분석

※ 독자카드를 보내주시는 분들 중 의견이 채택된 분께는 소정의 기념품을 보내드립니다.

가을에는 감나무가 그리웁습니다.

도시에서 맞이하는 가을 말고
소담스럽고 조용한 시골 어느 마을에서
가을의 정취를 느껴보고 싶습니다.

마을 어귀에 떡 하니 놓여진 평상 위로
아름드리 초록 나무가 서 있고,
아마 도란도란 애기꽃이 피어난
동네 아낙들의 모습도 보이겠지요.

그 길을 지나 누런 눈두렁 밭을 둘러볼라치면
이내 가을임을 절실히 느끼게 됩니다.
잠시 눈을 감고 길게 숨을 들이쉬면
아련히 다가오는 가을 내음...
글로 표현하기 어려운 풋풋하고 섬세한 향기.
그 곳의 가을은 그렇게 시작되는 듯 합니다.

그리고 걸음 재촉하여 만나게 되는
마을의 초가 지붕.
설기설기 영겨있는 지붕의 벗짚들 사이로
쭈욱하고 뻗어나온 감나무.
주황빛 감들이 주렁주렁 열린 모습을 보고 있으면
가을은 금새 우리 마음 속까지 들어와 있겠지요.

감나무에서 만나는 가을은
훨씬 정겹고 편안하고 깊습니다.
기차로 몇 정거장 달려
자연이 울창한 마을로 가 보세요.
그 곳에서 감나무를 만나고
가을을 만나고 그리고 한 동안의 여유를 느끼며
가을 여행 한번 떠나보면 어떨까요?

편집자.



영인과학

135-891 서울시 강남구 압구정로 28길 22 구정빌딩 6층 | 전화 : 1544-1344 | 팩스 : 02-519-7400 | www.youngin.com | youngin@youngin.com