

고객은 우리가족

영인과학
소식지
2014년
봄호

영인 Lab.Highlight

특별기획

생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(4)
LC/MS/MS 솔루션-1
(QQQ LC/MS/MS)

초청 칼럼

분석화학과 나노화학의 꿈을 펼쳐며

스페셜 칼럼

UHPLC-Q-TOF-MS를 이용한
효모 metabolite 분석

최신 분석 동향

대한약전 10 개정에 따른
부형제의 수은 분석법

세계 첨단 기업

박막두께 측정 시스템 전문 기업,
Filmetrics

63호

2014년 3월 발행



영인과학

영인과학의

모든 제품을 만나보세요~!



General Laboratory Equipment	Microwave	Lab Automation
순수/초순수제조장치	수분/고형분 함량 분석기	Robotics/Automated Liquid Handler/ Autosampler
극저온 냉각 시스템	수분/지방 함량 분석기	
Radiation Survey Meter/Dosimeter	회분 함량 분석기	Specific Analyzer
Sampling	Chromatography	TOC Analyzer/Boron/NOA Analyzer
Sampler(Gas,Liquid,Solid Phase)	GC 시스템	Oil in Water Monitoring System
3H, 14C Sampler(radioisotope sampler)	GC/MS, GC/MS/MS	오일검출기(Oil on Water)
Microbial Sample	HPLC 시스템	수은 분석기
Sample Preparation	LC/MS, LC/MS/MS	Gas Analyzer
Microwave Sample Preparation	Customized 시스템	단백질 함량 분석기
SPE	Spectroscopy	전자동 원소 분석기
Acid Digestion	Gamma-Ray Spectroscopy	전자동 질소/단백질 분석기
Pyrolyzer	Alpha-Ray Spectroscopy	On-line Hydrocarbon Gas Analyzer
Multi Purpose Sampler System	Radiation Detection/Monitoring	Surface Science
Purge and Trap System	Atomic Emission Detector	Film Thickness
Microbial Identification System	ICP	Clinic Instruments
Thermal Desorption System	UV-Vis Spectrophotometer	생화학 분석기
Head Space Solution	NMR Spectrometer	혈액가스 분석기
QuEChERS Automation System	Microwave-NMR System	혈구 계수기
촉매반응기(Catalytic Micro Reactor)	Mass Spectroscopy	면역 분석기
입자 계수 측정	Electrochemistry	정량 알려지 분석기
Particle Counter	pH(Meter/Monitor)/ Conductivity(Meter/Monitor)	체액 분석기
Synthesis		Instruments
Microwave Organic Synthesis	Ion Monitor (Sodium, Hydrazine, Silica, Ammonia, Calcium, Fluoride, Chloride, DO, Ozon)	Capillary Electrophoresis
Microwave Peptide Synthesis		

※ 자세한 제품 소개는 영인과학 웹사이트(www.youngin.com)에서 보실 수 있습니다.

C o n t e n t s



04

초청 칼럼

분석화학과 나노화학의 꿈을 펼쳐며



09

스페셜 칼럼

UHPLC-Q-TOF-MS를 이용한
효모 metabolite 분석



14

특별 기획

생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(4)
LC/MS/MS 솔루션-1
(QQQ LC/MS/MS)



18

최신 분석 동향

대한약전 10 개정에 따른 부형제의 수은 분석법



20

고분자

최상의 결과 획득을 위한
GPC/SEC 컬럼 검정(Calibration)



23

환경

토양 미생물 군집 분포분석을 위한
인지질 지방산 분석법

28

환경

TOC와 BOD/COD의 상관 관계

30

환경

수돗물 내의 불소 모니터링

32

임상

당뇨병 환자의 혈당관리, HbA1C 측정

34

세계 첨단 기업

박막두께 측정 시스템 전문 기업, Filmetrics

36

Product Story

38

차별화된 고객지원 프로그램(VI)

USER FORUM

39

Service Note

GC 소모품 점검 및 교체 주기

40

영인 계열사 소식

52

Young In News

54

독자카드

55

생활의 심포



분석화학과 나노화학의 꿈을 펼치며



글 | 이광필 공학박사
 경북대학 사범대학 교수
 한국과학영재교육학회 회장
 전 한국분석과학회 회장
 전 전국대학교 과학영재교육원장협의회 회장
 전 경북대학교 과학영재교육원 원장
 전 대한화학회 분석분과 회장
 전 한국분석과학회 편집위원장
 전 일본원자력연구소 특별연구원

청마의 해인 2014년은 더욱 활발한 한해가 될 것이라는 기대로 맞이하여 벌써 2월이 지나가고 있습니다. 본인은 2012년 임진년 흑룡의 해에 인생의 한바퀴를 돌아서 이제 다시 새로운 한바퀴를 시작하고 있는 중에, 영인 Lab Highlight를 통해 지금까지의 연구와 경험담을 정리해 볼 수 있는 좋은 기회가 생기게 되어 감사하게 생각합니다.



학교 연구실에서

화학의 길에 들어서면서

사실 고등학교에서 대학에 진학할 때 전공에 대하여 잘 모릅니다. 본인도 아마 고등학교 시절 처음 화학시험에서 좋은 점수를 받아서 화학을 선택한 기억이 납니다. 대학에서는 운 좋게도 한국분석화학회의 명예회장이신 박공식 박사님을 은사로 모시게 되어 본인이 지금의 학문에 길을 갈 수 있게 큰 영향을 주셨지요. 대학 졸업 후에 학훈단 장교로 경남 양산에서 예비군 교관과 논산훈련소의 훈련병의 교관으로 군생활을 마무리 하고 아시아자동차(주) 본사 자재개발부에 취업을 하였습니다. 사실 이때, 뜻이 맞던 몇 명의 친구와 전역 후에 사업을 하려고 준비를 했습니다. 그때에 사업 아이템으로 타일공장을 용인 쪽에서 하려고 계획하였습니다. 아마 사업을 하였다면 용인 쪽의 부동산 값이 폭등하여 큰 돈을 벌었을 것 같습니다. 아시아자동차에서는 자동차부품 중에 플라스틱, 고무, 유리제품 등 화학관련 제품의 개발과 업체관리 등을 담당하였습니다. 그 시절 군용차의 부품개발을 담당하였기에 민간인으로 군용 지프를 타고 다니면서 즐거운 회사생활을 한 듯 합니다.

유학의 길에

회사 생활을 하던 중, 함께 사업을 하려 했던 친구가 갑자기 미국 유학을 가는 바람에 본인도 1981년 10월, 4년 반의 회사생활을 접고 일본 유학을 가기로 결심하였습니다. 유학은 일본 나고야대학으로 정하고 학과선택을 위하여 박공식 박사님께 자문을 구하였습니다. 그때 박공식 박사께서는 유기화학 보다는 분석화학이나 방사선화학을 추천하였습니다. 일본대학에서는 연구생 제도가 있어 1년 반의 연구생 생활을 하면서 입학시험을 통과하여야 입학할 허가를 받았습니다. 입학시험은 전공 과목 뿐만 아니라 외국어시험도 포함되어 있었습니다. 7년 정도 공백이 있어서인지 공부한다고 애를 써서 그때 안경을 쓰게 되었습니다.

유학생살에 즈음하여

석사 및 박사과정에서는 주로 극저온에서의 고체수소 중에 수소, 중수소, 삼중수소의 거동에 관한 연구를 하였습니다. 극저온인 액체 헬륨온도 4.2 K과 1.9 K에서 고체수소를 생성하여 중성자나 감마선을 이용하여 수소, 중수소 원자를 생성시켜 전자스핀공명기를 이용하여 주로 측정하였으며, 수소, 중수소, 삼중수소의 분리를 위하여 저온 동위원소 가스 크로마토그래프를 이용하여 실험하였습니다.



왼쪽 : 나고야 대학 시절 / 오른쪽 : 아마다 박사와 함께

실험 주제는 원천적 기초연구로서, 액체헬륨을 사용하는 실험으로 체력을 필요로 하는 실험이었습니다. 고가의 액체헬륨을 사용하기 때문에 그때 조교수였던 미야자키 교수와 꼬박 밤을 번갈아 새며 일주일내내 실험을 반복적으로 하였습니다. 학생이 아닌 데도 불구하고 직접 실험을 하는 미야자키 교수님의 연구 정신도 저의 좋은 귀감이 되었습니다. 이 연구결과는 대학의 물리화학 교과서에 나오는데, 수소분자와 수소의 반응속도식인 아레니우스식의 극저온에서 직선성을 보이지 않는 부분인 수소원자의 터널효과를 실험적으로 증명한 중요한 결과로 기여하고 있습니다. 지금은 작고하신 후에 끼 지도교수님의 저의 대한 배려와 한국을 자주 방문하여 한국 노래를 즐겨 부른 것들이 지금 그리워집니다.

일본원자력연구소에서

학위를 마치고 박사연구원으로 일본원자력연구소(도카이 무라)의 레이저화학연구실로 자리를 옮겼습니다. 태평양쪽에 있는 일본원자력연구소에서 숙소를 제공해 주어 자전거로 출퇴근하면서 태평양을 바라보면서 연구를 시작하였습니다.

레이저화학 연구실은 원자력분야에 있어서 레이저유도화학반응을 이용한 새로운 프로세스의 가능성을 검토하는 것을 목적으로, 고속 화학반응의 연구, 레이저 선택여기반응의 연구, 고에너지 밀도연구를 수행하기 위하여 1988년 4월에 발족되었습니다. 이 연구에서 란타나이드화합물의 상호분리, 미량원소의 분석(형광분석, 공명전리 분석), 새로운 화학반응의 탐구를 수행하였습니다. 연구를 수행하던 중에 한국원자력연구소에서 방문하여 본 연구실과 비슷한 연구실을 만든 것으로 기억됩니다. 한국원자력 연구실이 지금은 훨씬 활성화되어 있습니다. 같이 연구한 야마다 박사는 동경대 화학과 출신으로



왼쪽 : 미야자키 교수와 함께 / 오른쪽 : 박금식 박사님과 동경에서

현재 동경 이과대학에서 교수로 재직하고 있습니다. 한편으로 그때 상온핵융합이 부각되어 본인도 사람좋은 오노 박사와 상온핵융합의 묶음에 대한 이온연구도 수행하였습니다. 이즈음 동경에 박금식 박사님과 김낙배 박사가 일본의 세이코 회장이신 하라 박사를 방문하여 한일 방사선환경관련 연구 협의를 하였습니다.

한국표준과학연구원으로

1989년 3월, 한국 표준연구소에 유치과학자로 귀국하게 되었습니다. 처음에는 멋쟁이신 박종철 박사님이 이끄는 양자물리실에서 현재 연세대에 있는 유경화 박사 그리고 이용호 박사와 함께 양자홀 효과와 뇌자도에 대하여 연구하였습니다. 일년 후에 황선태 박사가 이끄는 방사선연구실로 자리를 옮겨 중성자 분석과 환경방사능 연구를 수행하였습니다. 한편으로는 최신의 분석기술의 하나인 포항 공대 방사광가속기가 그 당시 건설되고 있어 본인은 표준연의 전용 빔라인을 만들기 위해 일본의 분자과학연구소와 미국의 위스콘신 대학에서 연구를 수행하였으며 사전조사 일환으로 각 방사광연구소를 방문하였습니다. 그때 본인에게 많은 도움과 자문을 해 주신 포항공대 김호길 학장께 감사를 드립니다.

잘 아시겠지만, 한국표준과학연구원은 연구하기 좋은 환경인 연구소로 알려져 있습니다. 본인도 연구소 생활에 만족한 시간을 보냈습니다. 왜냐하면 연구소는 돈을 주면서 연구를 하라고 하니 오직 연구에 전념할 수 있었습니다. 그리고 그때 연구소에서 제공해 준 공동관리 아파트 2동에서 즐거운 생활을 하였고, 지금까지도 같은 통로의 멤버가 모이고 있습니다. 이후 1989년 3월에서 1994년 2월 까지 5년간의 대덕연구단지 생활을 접고 경북대학교 사범대학 화학교육과로 자리를 옮기게 되었습니다.



왼쪽 : 표준연 뉴튼 사과나무 앞에서 / 오른쪽 : 박종철 박사, 후에게 교수, 황선태 박사와 함께

경북대학교 사범대학 화학교육과로

역사와 전통을 가지고 한국교육에 큰 기여를 하고 있는 경북대학교 사대 화학교육과의 분석화학 전공의 오대섭 교수의 후임으로 자리를 옮기게 되어 학교생활을 시작하였습니다. 사대 화학과에는 유기화학에 여수동 교수, 이우봉 교수, 무기화학에 여환진 교수, 분석화학에 작고하신 이선행 교수, 물리화학에 이무상 교수님께서 학과를 잘 이끌어 오고 계셨습니다. 활발한 크로마토그래피 연구를 하던 이선행 교수님의 작고로 본인은 분리분석 연구를 시작하게 되었습니다. 평소 교류가 있었고 지금은 퇴임한 나고야공업시험소와 히로시마대학에 재임한 다니카 박사와 공동연구로 이온 크로마토그래피를 이용한 산성비의 환경평가 연구를 수행하였습니다. 이 주제로 권세목 박사가 박사학위를 취득하였습니다.

그리고 화학연구소의 류재욱 박사는 HPLC 컬럼의 정지상 개발, 포항산업기술연구소의 김병익 박사는 GC의 새로운 컬럼을 개발하여 박사학위를 취득하였습니다. 또한 CE를 구입하여 분리분석에 대한 연구를 수행하였고, 이때 지금은 한남대학에 재직하는 최성호 교수와 중국해난대학의 장유핑 교수가 이 연구에 크게 기여하여 이 분야의 국제학술지에 50편 이상의 논문을 발표하였습니다. 이후 분리분석에서 이성체 분리를 전공한 류재정 교수가 합류하여 지속적인 연구를 현재까지 수행 중에 있습니다. 2000년에 들어서면서, 한국의 산업적 팽창으로 인하여 분석분야의 기기들도 많이 보급되었으며 연구비의 증가로 인하여 연구활동에 큰 지장은 없게 된 듯합니다. 물론 국산 분석기기는 매우 적어서 한국분석분야의 발전을 위해서는 정책적으로 분석기기의 국산화를 추진함이 바람직하다고 사료됩니다.

경북대학교 화학교육과 나노분석과학연구소로 시작

사람을 보다 유익하게, 우수한 논문과 연구개발에 최선

본인은 연구에 있어 물질을 만들어 분석하고 실제로 사용에 적용하는 실사구시의 정신도 중요한 학문의 자세로 생각을 하고 있었기에 나노를 분석에 적용하는 연구를 시작하게 되어 연구실을 나노과학분석실로 명명하게 되었습니다.

나노(nano)라는 단어는 ‘난쟁이’를 뜻하는 ‘나노스(Nanos)’에서 유래되어 지금은 아주 미세한 물리학적 계량 단위로 쓰이고 있습니다. 나노는 10억분의 1이라는 단위로서, 나노세컨드(ns)는 10억분의 1초, 나노미터(nm)는 10억분의 1 m를 가리킵니다. 나노기술이란 바로 이러한 나노미터 크기의 물질(나노 물질)들이 갖는 독특한 성질과 현상을 찾아내, 나노물질을 정렬시키고 조합하여 매우 유용한 성질의 소재나 시스템을 생산하는 과학과 기술을 통칭합니다. 초기의 나노기술은 반도체 미세 기술을 극복하는 대안으로 연구가 시작되어 현재는 다양한 분야에 적용, 전자와 정보 통신은 물론 기계·화학·바이오·에너지·의료 등 대부분의 산업에 응용되고 있습니다.

경북대학교 나노분석과학연구소는 나노소재들(탄소나노튜브, 그래핀, 나노섬유, 나노입자, 나노구조체, 나노복합물, 나노다공성물질 등)을 이용한 다양한 활용방법을 연구하고 있습니다. 미래의 핵심산업으로 부상하고 있는 연료전지, 배터리, 센서, 태양광전지, 전자촉매 및 약물전달 효율개선, 분리분석 등 나노소재를 이용한 활발한 연구활동을 보이고 있습니다. 연구팀은 현재까지 SCI급 논문을 200편 이상 발표하였습니다. 또한 출판, 인쇄 및 전자과학, 기술, 의학저널 분야에서 세계 최대 출판업체인 엘세비어의 사이언스 다이렉트(Science Direct)에서 웹상 다운로드한 논문 순위 ‘Science Direct Top 25 Hottest Article’에 10편 이상이 선정되기도 했습니다. 이 연구에는 인도에서 2003년부터 본인과 같이 연구하



왼쪽 : 기후대학에서 다니카, 다께우치 교수와 함께 / 오른쪽 : 어느 봄날 교정에서

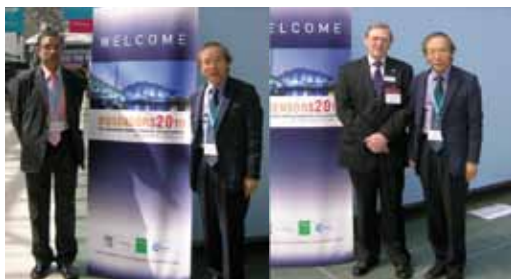
고 있는 고파란 교수가 크게 기여하였습니다. 지금은 한국의 영주권을 받았으며 현재에도 본인과 함께 지속적이고 활발한 연구를 수행 중에 있습니다. 이 외에도 참여해 준 연구원들의 노력과 주변 지인들의 관심이 있었기에 좋은 연구결과가 나올 수 있었으며, 아이디어를 현실화하는 과정이 어렵지만 좋은 결과가 나올 때마다 일에 대한 보람이 더욱 커지고 있습니다.

대구나노부품실용화 센터 유치

2003년 10월, 대구나노부품실용화센터가 지역산업진흥사업으로 선정되어 2004년 6월에 설립하게 되었습니다. 지금은 작고하신 정말 열정적인 경북대 화학과 지중기 교수께서 센터장으로, 본인은 나노소재개발실 실장, 강인규 교수가 나노섬유개발실장, 이형락 교수가 나노부품개발실 실장으로 이 센터를 계획하고 유치하였음에 자부심을 느끼고 있습니다. 지금까지 대구테크노파크산하 나노융합실용화센터로 대구지역에 나노기술의 연구개발과 기업지원에 크게 기여하고 있습니다. 특히, 150억 이상의 분석장비를 갖추고 대구지역 산업체 등에 나노제품의 상용화와 분석지원을 수행 중에 있습니다.

나노소재 이용, 효소 필요없는 혈당측정센서 세계최초 개발

2007년부터 효소가 필요없는 혈당(글루코오스) 측정 센서인 '나노바이오 센서용 기능성 나노섬유 멤브레인(막)'을 세계 최초로 개발하였습니다. 이는 그 동안의 혈당 측정이 효소를 사용하였는데, pH 2 이하와 pH 8 이상, 40 °C 이상 온도에서는 효소가 쉽게 활성을 잃어 정확도가 떨어진다는 것. 그리고 효소를 이용한 혈당 측정 센서인 일회용 스트립센서가 한번 밖에 사용할 수 없는데다 장기간 보관이 불가능하다는 단점을 안고 있었습니다. 하지만 연구팀이 개발한 센서는 효소가 불필요해 외부 환경과 온도에 영향을 받지 않고, 보관이 쉬우며, 정확도가 높고, 혈당을 연속으로 측정할 수 있



왼쪽 : 고파란 교수와 함께 / 오른쪽 : 튜너 교수와 함께

는 장점을 가지고 있습니다. 지난 2013년 미국특허를 등록하였고, 중국에 특허 신청 중에 있습니다. 현재는 i4tech에 기술이전을 일부하였으며 상용화를 위한 준비를 하고 있습니다.

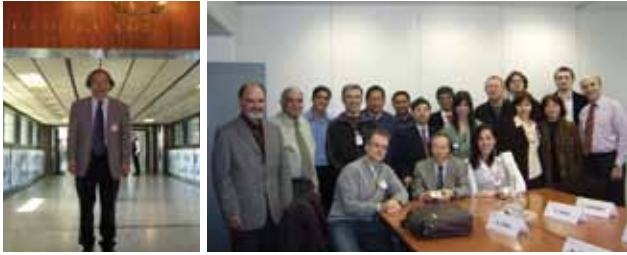
혈당측정용 바이오 센서 외에 나노소재를 이용한 다양한 연구 진행

탄소 나노튜브를 이용한 분산연구를 수행하였으며, 전도성 탄소나노튜브/고분자 복합재료의 구체적인 응용분야인 전자과 차폐, 정전기 분산, 평판 디스플레이에서의 ITO 분말 대체, e-painting 등에 있어, 전기전도도의 정확한 조절이 무엇보다 중요합니다. 따라서 탄소 나노튜브의 분산기술은 반드시 해결해야 할 선결과제로 이에 대한 연구를 진행하였습니다. 그리고 차세대 에너지로 각광받고 있는 연료전지에 대한 연구도 활발히 진행하고 있습니다. 연료전지는 어떤 전해물질을 사용하는가에 따라 다양하게 분류되는데, 각 연료전지별로 적용될 수 있고 현재 수준보다 훨씬 더 뛰어난 화학물질과 촉매를 만들어 내는 연구를 하고 있습니다. 아울러 배터리 또한 현재보다 뛰어난 화학물질과 촉매 개발을 위한 연구에 힘을 기울이고 있습니다.


국제공동연구 수행

학교에 재직하는 중에 여러나라와 공동으로 국제공동연구를 수행할 수 있었습니다. 한중일호미국 5개국공동연구로 "산성비의 동시 분석연구"를 일본 다나카 박사가 책임자로 5년간 수행하였으며, 한일 공동연구를 기후대학 다케우치 교수 그룹과 "초미량 분리분석을 위한 고효능 단일 실리카 재질의 모세관 개발"을 진행하였습니다. 또한 Chinese Academy of Science의 Zhuo-Bin Yua, 중국 장유평 교수와 한중공동연구로 "모세관-HPLC와 CEC를 위한 전자기선을 이용한 단일 컬럼의 제조"를 수행하였으며, 절강대학 Zhu Yan 교수와 "카본나노튜브를 기저로한 새로운 흡착제 및 크로마토그래피 정지상 개발"을 진행하였습니다.

그리고 한헝가리연구로 Hungarian Academy and Science, Veres, Miklos 박사와 "전도성고분자에 의한 나노다이아몬드의 표면 모식화"를 진행하였고, "고선택성 및 고감도 전기방사법 기저 전도성 고분자 나노섬유 core-shell MIP 막 합성 및 응용성 검토를 위한 공동연구"를 Cranfield 대학교의 Michael J Whitcombe 박사 팀과 한영공동연구로 수행하였습니다.



왼쪽 : IAEA에서 / 오른쪽 : IAEA 공동연구원들과 함께

본인 연구실에 '신애인화'라는 글귀가 걸려 있습니다. 바로 '연구원들 간에 서로 믿고 사랑하며, 인내하고 화합하자.'라는 뜻으로 새로운 분야를 개발하기 위해 좋은 기자재나 기술력도 중요하지만, 결국에는 합심된 사람의 마음과 노력이 중요하다는 의미입니다. 지금 하고 있는 모든 연구과제들이 결국 사람에게 보다 유익함을 주기 위한 노력이라고 보면, 사람을 먼저 생각하고 사랑하는 마음과 다음을 위해 참을 수 있는 힘이야말로 연구자가 갖추어야 할 가장 중요한 덕목이 아닌가 싶습니다. 

한편, 국제원자력기구(IAEA)의 Coordinated Research Project (CRP)와 공동연구로 “Nanoscale radiation engineering of advanced materials for potential biomedical applications”와 Radiation synthesis of stimuli-responsive membranes, hydrogels and adsorbents for separation purposes”에 대하여 약 7년간 수행하였습니다.

개인적인 목표와 인생관을 소개한다면...

시간이 지나서 생각해 보면, 연구자의 목표라는 것은 좋은 연구를 통해 우수한 논문을 발표하고 연구결과를 상용화하여 국가발전이나 해당 분야의 기술진보를 이루어 내는 것입니다. 하지만 이 같은 성과는 혼자서만은 할 수 없는 일이기도 합니다. 많은 사람들의 도움이 필요한 일입니다. 연구에 필요한 아이디어, 우수한 연구인력, 연구비, 연구공간 등이 잘 갖추어진다면 좋은 연구결과를 산출할 수 있으리라 생각합니다. 본인은 사범대학에 있었기 때문에 연구 환경이 열악한 편이었지만 주어진 환경에서 최선을 다하면서 연구를 해 온 듯 합니다. '신은 사랑하는 사람에게 시련을 준다.'라는 말이 있듯이 이 시대의 연구자들은 어려운 일에 직면하더라도 주어진 환경에 최선을 다하는 정신과 자세를 가져야 한다고 생각합니다.



나노분석과학연구실 2014년 신년회

UHPLC-Q-TOF-MS를 이용한 효모 metabolite 분석

글 | 김혜련 박사(한국식품연구원 우리술연구센터)



서론

발효주, 장류, 식초 등 양조 제품이 만들어지는 과정은 전분의 당화, 단백질분해, 지질분해, 알코올발효, 젖산발효, 초산발효, 고급알코올의 생성 등 많은 화학적 반응의 결과이다. 이와 같은 반응은 양조에 관련된 미생물의 작용에 의한 것으로 미생물의 특성에 따라 제품의 품질이 결정된다. 따라서 양조에 있어서 미생물은 매우 중요하다.



한국의 막걸리, 일본의 청주, 프랑스의 포도주, 독일의 맥주와 같은 발효주를 만드는데 주요한 역할을 담당하는 미생물은 효모이다. 효모는 술 외에도 빵, 된장, 간장의 발효에 관계되며 단백질, 비타민이 풍부하게 함유되어 있기 때문에 약용, 식용, 사료에 이용되고 더욱이 우리 막걸리는 청주와는 달리 효모를 제거하지 않고 먹기 때문에 좋은 영양공급원이기도 하다. 현재 막걸리 양조에 쓰이는 효모는 포도주용이나 제빵효모와 같은 수입효모에 의존하고 있는 실정이며 극히 일부의 업체에서만 특성이 우수한 효모를 분리하여 자체적으로 사용하고 있다.

최근 대사체학이 발효식품연구의 좋은 분석기법으로 떠오르고 있다. 전통적인 화학적 분석방법은 목적하는 화학성분을 미리 선정해서 분석하기 때문에 복잡한 생물현상을 이해하기에는 한계가 있는 반면, 대사체학은 특정 성분을 선정하지 않고 가능한 모든 성분을 동시에 분석하기 때문에 발효현상과 같은 복잡한 과정과 원료 성분들과의 상관관계에 좀더 쉽게 접근할 수 있다. 더 나아가 발효

식품의 대사체학 연구는 미생물의 발효대사를 세밀하게 프로파일링할 수 있고, 발효식품의 공정표준화 및 품질향상에 필요한 기반 자료로 활용될 수 있다.

대사체학 연구에 이용되는 대표적인 분석장비는 NMR과 MS이며, 가장 많이 사용되어 온 장비는 NMR로 감도가 떨어지고 시료량이 많이 필요하며 검출 가능한 물질이 한정되어 있는 단점이 있지만 분석시간이 짧고 resolution과 재현성이 높으며 metabolic database가 잘 구축되어 있다.

MS는 GC/MS와 LC/MS가 있으며 GC/MS는 시료를 유도체화하여야 하고 분석시간이 길다는 단점을 가지고 있지만 감도, 재현성, 적은 분석 시료량, 데이터베이스 구축의 장점을 가지고 있다. 그리고 LC/MS는 최근 기기적인 업그레이드로 분석시간이나 낮은 resolution이 많이 보완되었지만 대사체학 연구를 위한 데이터베이스 구축이 다른 장비들에 비해 한정되어 있어 줄어든 분석시간에 비해 데이터 해석에 많은 노력이 요구되고 있다. 그럼에도 불구하고 최근 LC/MS가 가장 많이 쓰이는 장비 중의 하나인 것은 분석 가능한 metabolite 수가 월등히 많고 손쉬운 시료 전처리와 적은 양으로 분석이 가능하기 때문이다.

국내 전통주 시장에 우리나라 전통 누룩에서 분리한 자국의 효모 사용은 매우 중요한 과제이며 또한 기능성까지 가지고 있는 효모의 선별은 매우 필요한 연구이다. 본 연구에서는 전통 누룩에서 분리한 기능성을 갖는 효모의 metabolite를 UHPLC-Q-TOF-MS를 이용하여 분석한 결과에 대하여 소개하고자 한다.

재료 및 방법

미생물 대사체 추출

미생물 대사체 추출은 효모를 PDB medium(potato starch, dextrose, pH 5.1±0.2), 30℃에서 48시간 동안 진탕 배양한 후 sonic dismembrator(Fisher Scientific, Model 500)를 이용하여 macro tip을 사용하고 30% amplitude 세기로 pulse on 7 min 동안 실시하여 cell wall을 파괴하고 -70℃에서 냉동한 후 동결건조하여 50% cold methanol extraction 방법으로 추출하였다.

미생물 대사체 분석

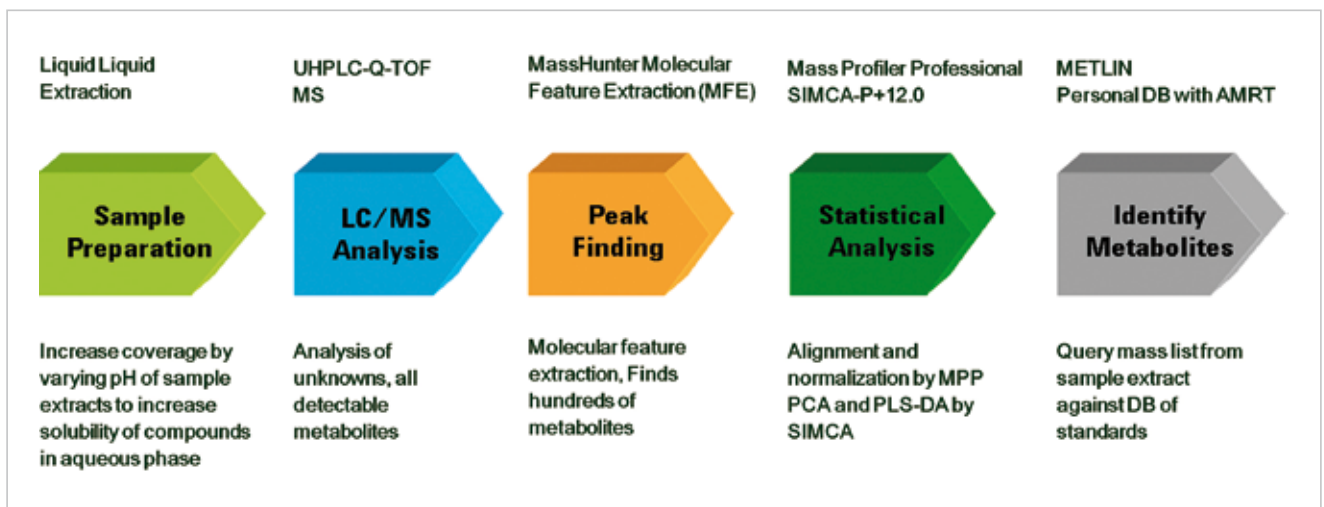
미생물 대사체 분석은 Accurate-Mass Quadrupole Time-of-Flight(Q-TOF) LC/MS(UHPLC: Agilent 1290 Infinity, MS: Agilent 6520, USA)를 이용하여 분석하였다(〈그림 1〉). ESI+Jet stream 방식으로 positive 이온화 모드에서 gas temp. 325℃, nebulizer pressure 30 psi, capillary voltage 4000 V, skimmer voltage 65 V, fragmentor voltage 150 V로 설정하고 UHPLC-Q-TOF MS의 이동상은 5 mM ammonium acetate in DW(A)와 0.1% formic acid in ACN(B)를 gradient 조건으로 Zorbax HILIC Plus(2.1×100 mm, 3.5-micron, Agilent) column을 사용하여 유속 0.3 mL/min, 컬럼 온도 30℃로 분석하였다. 얻어진 데이터를 Mass Profiler Professional(MPP)을 이용하여 alignment하고 normalization하여 SIMCA-P+12.0(Umetrics, Sweden)을 이용한 다변량 통계분석(PLS-DA : partial least square-discriminant analysis), 주성분분석(PCA : principal component analysis) 하였으며 METLIN DB에서 동정하였다(〈그림 2〉).



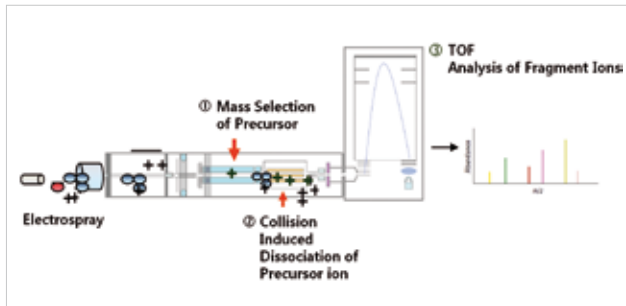
〈그림 1〉 UHPLC-Q-TOF-MS system

UHPLC-Q-TOF-MS

UHPLC-Q-TOF-MS는 액상의 분석물질을 기화 및 이온화하여 고 진공관에서 원하는 질량(m/z)이나 질량범위만 검출하여 정량, 정성분석하는 시스템이다. 이온화 소스의 분무기(nebulizer)에서 시료와 이동상은 에어로졸 형태가 된 후 고온의 질소가스에 의하여 중성의 matrix 용매는 제거되고 분석 시료만 질량 대 전하비(m/z)로 분리되어 질량분석기(mass analyzer)로 도입되어 분석된다. 우리 실험실에 장착되어 있는 이온화 소스는 대기압 전기분무 이온화(ESI) 방식으로 분석시료극성도 M-H, 분석시료분자량 2-100,000 m/z, 휘발성을 요구하지 않고 열에 민감한 시료, 이온 용매에서 형성되고 용액에서 multiply charge를 띠는 시료에 적합하다.



〈그림 2〉 Workflow of metabolite analysis by UHPLC-Q-TOF-MS



(그림 3) Time-of-Flight (TOF) mass analyzer

이온소스, 비행관, 반사기, 검출기로 구성되어 전기장 영역의 이온소스에서 모든 이온은 동일한 에너지로 가속화되어 전기장이 없는 비행관(1 m)을 이동하는 시간을 측정함으로써 측정된 시간을 속도로 계산하여 이온의 m/z 를 측정한다. 체류시간에 따라 3차원 스펙트럼을 제공하여 물질의 분자량 뿐만 아니라 조각이온 정보까지 정확한 물질의 구조정보를 제공해 준다(그림 3)).

결과 및 고찰

효모 균주의 in vitro 생리기능성

(표 1) Characteristics of wild yeast strains from Nuruk

Strain No.	Source of Nuruk	Species	ACE inhibitory activity (%)	α -Glucosidase inhibitory activity (%)	Fibrinolytic activity (mm)
Y54-3	Cheongju	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	56.9	n.d ^a	17
Y64-3	Haemi	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	34.7	43.1	n.d
Y86-5	Okchun	<i>Pichia burtonii</i>	29.6	47.7	n.d
Y88-4	Sunchang	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	62.3	n.d	18
Y90-5	Hapchun	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	71.2	n.d	20
Y99-7	Andong	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	62.4	n.d	25
Y103-4	Jeju	<i>Pichia anomala</i>	40.3	48.5	n.d
Y172-8	Gunsan	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	47	48.2	n.d
Y197-9	Jeongpyung	<i>Pichia burtonii</i>	38.9	43.2	n.d
Y257-7	Cheongju	<i>Pichia burtonii</i>	41.7	55.6	n.d

* a : n.d, not detected

우리나라 전통 누룩으로부터 in vitro 생리기능성을 갖는 6종의 *Saccharomyces cerevisiae*와 4종의 *Pichia sp.*를 분리 선발하였다. 선발된 10균주는 항고혈압 활성을 나타내는 ACE inhibitory activity

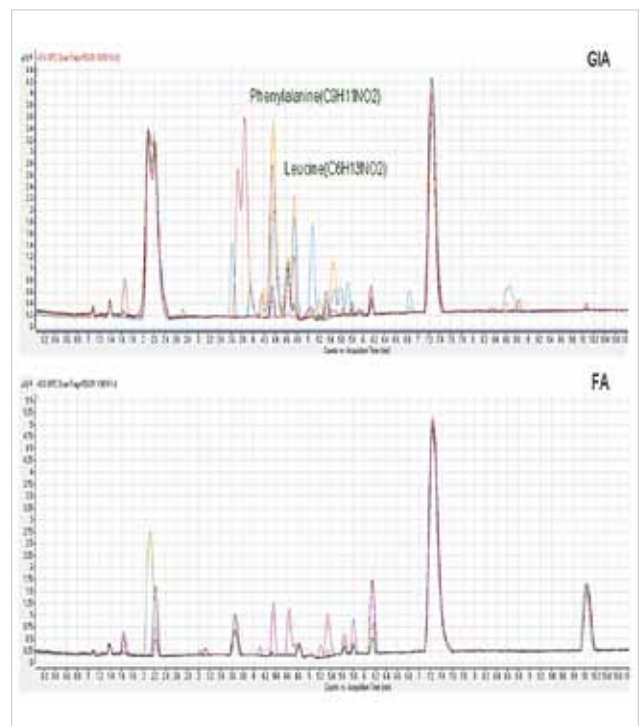
가 모두 있었고 항비만활성을 나타내는 α -glucosidase inhibitory activity는 6균주에서, 혈전용해활성을 나타내는 fibrinolytic activity는 4균주에서 활성이 있는 것으로 분석되었으며 균주의 species 종류와 활성을 나타내는 생리기능성 종류가 일치하지 않았다(표 1)).

효모 metabolite 분석

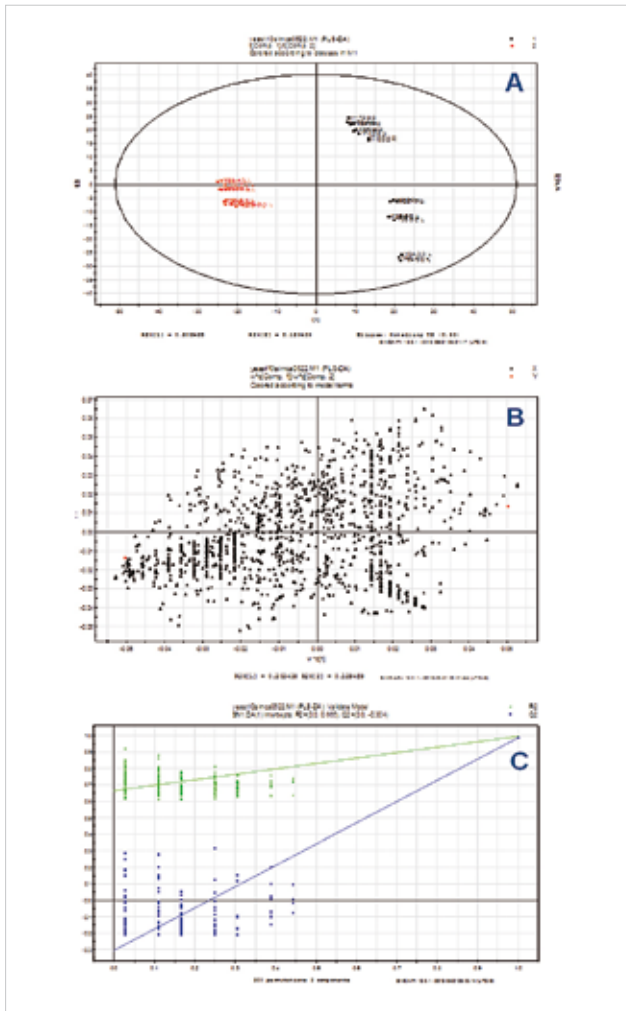
추출된 효모 metabolite의 UHPLC-Q-TOF-MS에 의한 TIC는 (그림 4)에 나타내었고 효모 metabolite의 PLS-DA profiling 결과균주의 strain 종류보다는 α -glucosidase inhibitory activity(GIA), fibrinolyticactivity(FA)와 같은 in vitro 기능성에 의해 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며 미지의 시료를 예측할 수 있는 Q2 값이 > 0.5으로 높게 나왔고, 분석 모델 시스템은 잘 형성되는지를 확인하는 R2 값이 높게 나와 분석 모델은 잘 형성된 것으로 확인되었다(그림 5)).

효모의 생리기능성 물질

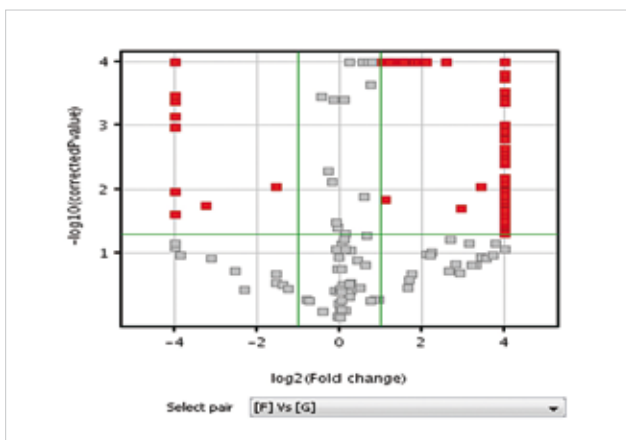
효모의 metabolite를 분석한 결과 437(m/z)개의 서로 다른 물질이 분석되었고 아미노산, small peptides, purine base 등이 효모 metabolite의 volcano plot에서 $p<0.05$, $FC>2.0$ 의 주요한 차이가 나는 물질들로 확인되었다(그림 6)).



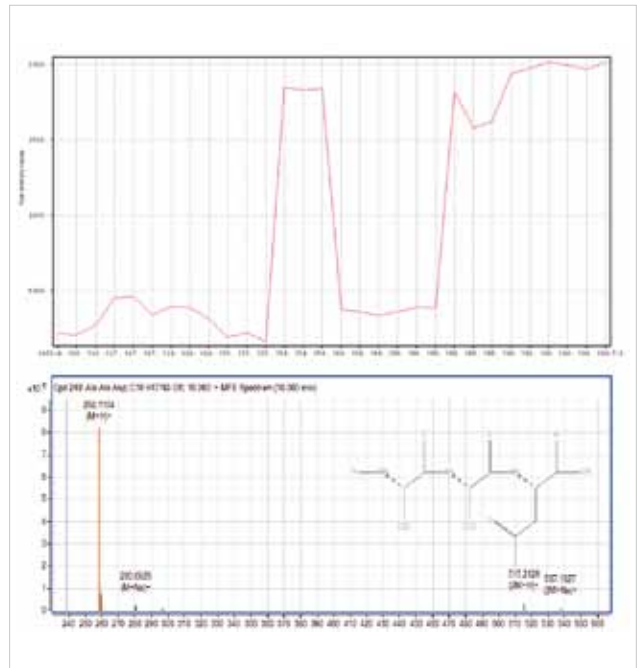
(그림 4) Total ion chromatograph of yeast metabolite extracted by UHPLC-Q-TOF MS



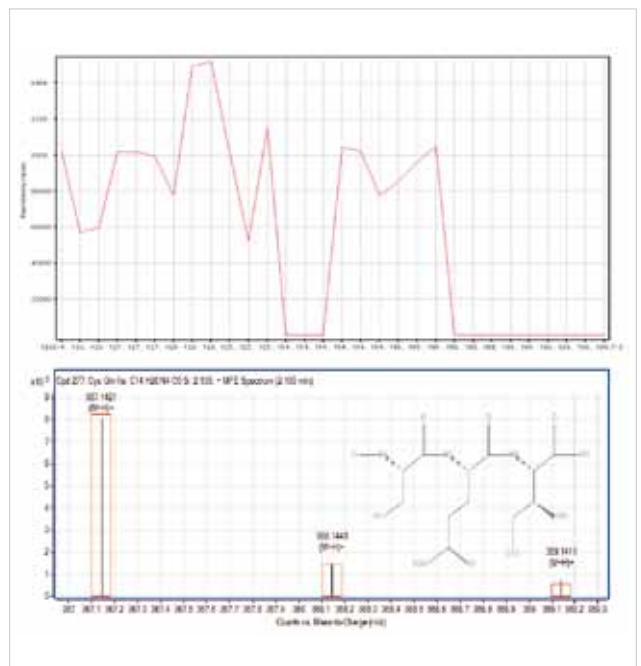
〈그림 5〉 PLS-DA score plot (A), loading plot (B) and its validation (C) of yeast strain metabolites derived from in vitro physiological activity, α-glucosidase inhibitory (■) and fibrinolytic activity (●)



〈그림 6〉 Volcano plot of yeast metabolite filtered by frequency. Red square symbols represent the significant components (p<0.05, FC>2.0) of those metabolites



〈그림 7〉 Candidate of fibrinopeptide - Ala Ala Asp




〈그림 8〉 Candidate of α-glucosidase inhibitory peptide- Cys Gln Ile

Fibrinolytic activity(F)가 있는 효모 균주에서 높게 나타난 Ala Ala Asp(Exact mass 257.10299, RT 10.060, Frequency 30(n=3)) tripeptide를 fibrinopeptide 후보물질로 선정하였고

α -glucosidase inhibitory activity(G)가 있는 효모 균주에서 높게 나타난 CysGln Ile(Exact mass 366.1353, RT 2.134, Frequency 18(n=3)) tripeptide를 α -glucosidase inhibitory peptide 후보물질로 선정하였다(그림 7, 8). Root-Bernstein과 Westall은 fibrinopeptide로 tetrapeptide를 보고하였고, Saito 등은 ACE inhibitory peptide로 sake와 sake lees에서 분리한 9개의 small peptide를 보고하였다.

결론

우리나라 전통누룩에서 분리 선발한 효모 균주의 metabolite를 UHPLC-Q-TOF-MS를 이용하여 분석한 결과, 균주의 strain 종류보다 in vitro 생리기능성에 의해 더 많은 영향을 받는 것을 확인하였다. 또한 차이가 나는 주요 물질들을 METLIN DB를 이용하여 동정할 결과, 생리기능성을 나타내는 tripeptide를 후보물질로 선정하였다. 앞으로 선정된 물질의 표준물질을 구입해서 in vitro 생리기능성을 시험해 볼 예정이다. 이러한 결과는 막걸리 양조에 있어서 기능성 정보를 제공해 주는데 이용될 수 있을 것으로 판단된다. 

[참고문헌]

1. Astrup T, and Mullertz S. (1952) The fibrin plate method for estimating fibrinolytic activity. Archives of Biochemistry and Biophysics. 40: 346-351.
2. Dunn WB, Bailey NJ, and Johnson HE. (2005) Measuring the metabolome: current analytical technologies. Analyst. 130: 606-625.
3. Kato H, Izumi Y, Hasunuma T, Matsuda F, and Kondo A. (2012) Widely targeted metabolic profiling analysis of yeast central metabolites. J. Biosci. Bioeng. 113: 665-673.
4. Kirimura J, Shimizu A, Kimizuka A, Ninomiya T, and Katsuya N. (1969) Contribution of peptides and amino acids to the taste of foods. J. Agric. Food Chem. 17: 689-695.
5. Pretorius S, Curtin CD, and Chambers PJ. (2012) The winemaker's bug: From ancient wisdom to opening new vistas with frontier yeast science. Bioeng Bugs. 3: 147-156.
6. Root-Bernstein RS, and Westall FC. (1984) Fibrinopeptide binds Gly-Pro-Arg-Pro. Proc Natl Acad Sci U S A. 81: 4339-4342.
7. Saito Y, Nakamura K, Kawato A, and Imayasu S. (1994) Structure and activity of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides from sake and sake lees. Biosci. Biotech. Biochem. 58: 1767-1771.
8. Sugimoto M, Kaneko M, Onuma H, Sakaguchi Y, Mori M, Abe S, Soga T, and Tomita M. (2012) Changes in the charged metabolite and sugar profiles of pasteurized and unpasteurized Japanese sake with storage. J. Agric. Food Chem. 60: 2586-2593.
9. Tokuoka M, Sawamura N, Kobayashi K, and Mizuno A. (2010) Simple metabolite extraction method for metabolic profiling of the solid-state fermentation of *Aspergillus oryzae*. J. Biosci. Bioeng. 110: 665-669.
10. Want EJ, Wilson ID, Gika H, Theodoridis G, Plumb RS, Shockcor J, Holmes E, and Nicholson JK. (2010) Global metabolic profiling procedures for urine using UPLC-MS. Nature Protocols 5, 1005-1018.
11. Wishart DS. (2008) Metabolomics: applications to food science and nutrition research. Trends in Food Science & Technology. 19: 482-493.
12. Zhuge Q, Li B, Liu X, and Zheng Y. (2008) Comparison study of amino acids in yellow rice wine by high-performance anion-exchange chromatography. Liquor-Making Sci. Technol. 4: 108.

생산성 향상을 위한 실험실 기술혁신(4)

LC/MS/MS 솔루션-1

(QQQ LC/MS/MS)



액체크로마토그래피/질량분석법(Liquid Chromatography/Mass Spectrometry, LC/MS)은 혼합물을 액체크로마토그래프에 의해 분리한 후 질량분석기에서 이온화 및 조각화하여 질량 대 전하 비(m/z ratio)로 분리한 다음, 각 이온들의 상대세기를 기록한 질량 스펙트럼을 해석함으로써 유기화합물의 분자량 및 조각 이온정보에 의한 구조정보 획득이 가능한 정성 및 정량분석으로 간략히 정의할 수 있다.

한 걸음 더 나아가서, LC/MS/MS를 단순히 묘사하자면 LC/MS에 MS 즉 질량분석기를 더 연결한 시스템이라 할 수 있는데, '탠덤 질량분석법(Tandem Mass Spectrometry)'으로도 불리우기도 하는 이 질량분석기술은, 첫번째 질량분석기로부터 통과된 이온을 충돌관(Collision cell)에서 비활성기체와의 충돌에 의해 2차 조각화한 뒤 두번째 질량분석기를 통해 질량 대 전하 비(m/z ratio)로 분리하



〈그림 1〉 LC/MS와 LC/MS/MS의 일반적인 기기구성도

는 정성/정량 분석으로 정리할 수 있고, 첫번째와 두번째 질량분석기의 종류에 따라 QQQ(Triple Quadrupole), Q-TOF(Quadrupole Time-Of-Flight) 등의 기기로 나뉘어 진다.

LC/MS/MS는 첫번째 질량분석기에서 이미 선정된 특정 이온에 대한 상세정보를 두번째 질량분석기를 통하여 해석하는 분석법이 기 때문에 LC/MS 대비 매트릭스에 의한 간섭을 줄여 선택적인 고감도 분석을 할 수 있는 것이 주요 특징이자 사용의 목적이 된다.

LC/MS 및 LC/MS/MS 등의 질량분석법은 '질량정보'에 근거한 정성/정량 분석기의 특징으로 발색단이나 형광성이 없는 화합물을 유도체화 없이도 검출효율을 최소화하여 검출할 수 있는 장점을 제공하기 때문에 HPLC 분석법에 비해 이미 고효율 분석기술이라 할 수 있겠으나 본 편에서는 순수 LC/MS 및 LC/MS/MS 기술에 집중하여 다양한 LC/MS/MS 시스템 중 '선택적인 고감도 정량'의 목적에 가장 부합되는 질량분석기인 QQQ LC/MS/MS에서의 생산성 향상을 위한 기술혁신에 대해 정리해 보고자 한다.

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

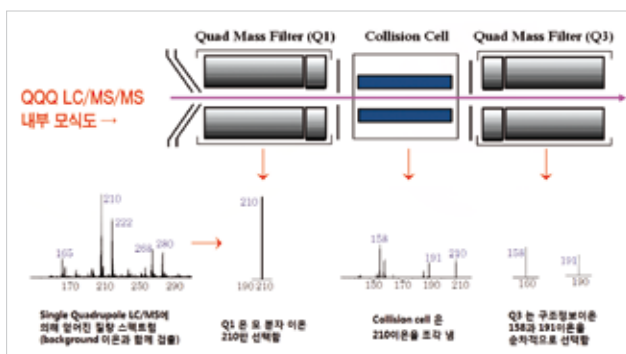
QQQ LC/MS/MS 이해하기

QQQ LC/MS/MS는 Triple Quadrupole LC/MS/MS라고도 표기되며, 첫번째 질량분석기와 두번째 질량분석기가 모두 사중극 자타입으로 구성된 탠덤 질량분석시스템으로, 이 기기를 사용하여 다음과 같은 분석모드를 통한 정성/정량 정보를 획득할 수 있다.

〈표 1〉 QQQ LC/MS/MS에서의 데이터 획득 모드

데이터 획득 모드	설명
MS Scan	이온화원에서 발생하는 모든 모분자 이온(Parent ion 또는 Precursor ion) 확인(충돌관 에너지 사용하지 않음)
MS SIM (Selected Ion Monitoring)	이온화원에서 발생한 모분자들 중 특정 모분자 이온만 선택하여 정량(충돌관 에너지를 사용하지 않음)
Product Ion	선택한 모분자를 충돌관에서 조각낸 뒤 조각화된 모든 이온을 스캔하여 확인(SIM+Scan의 개념)
MRM (Multiple Reaction Monitoring)	선택한 모분자를 조각 낸 이온들 중 특정 조각이온(daughter ion)을 선택하여 정량(SIM+SIM의 개념)
Precursor Ion	클래스별 스크리닝을 위해 동일한 조각이온이 조각나는 모분자 이온확인
Neutral Loss	클래스별 스크리닝을 위해 동일한 중성이온으로 떨어져 나오는 모분자 이온확인

QQQ LC/MS/MS의 장점은 분석 목적성분과 유사한 background를 제거하고, 분석 목적성분만이 갖는 고유한 이온들을 선택적으로 검출함으로써, 복잡한 매트릭스 속의 극미량 목적성분을 정확하게, 그리고 LC-UV/FLD 분석법 대비 복잡한 전처리를 줄여 쉽게 검출할 수 있다는 것이다. 이러한 특징으로, QQQ LC/MS/MS는 규제환경 내에서 대상이 정해진, 다성분에 대한 고효율, 고감도 정량 분석 응용분야에 가장 활발하게 이용되고 있으며, 이 분야에서는 〈표 1〉의 내용 중 'MRM' 모드를 사용하게 된다(〈그림 2〉).



〈그림 2〉 MRM 모드 분석의 흐름(질량-대-전하 비 210의 모분자 이온값을 갖는 화합물의 예, Single Quadrupole LC/MS와 비교)

QQQ 분석법 확립의 여정

문헌에 나온 조건이나 선배의 도움을 받지 않고 QQQ LC/MS/MS 분석법을 확립 한다고 가정할 때, 다음의 흐름을 따라 진행하게 될 것이다.

- 고효율 전처리법 탐색, 표준물질 제조
- MS-inlet, 즉 액체크로마토그래피 분리조건(컬럼, 이동상, 유속, 오븐온도 등) 최적화
- MRM 변수 최적화
 - 이온 도입 극대화를 위한 Capillary voltage
 - 감도 높은 모분자 이온 형성을 위한 Fragmentor voltage
 - 선택적이고, 감도 높은 조각이온 형성을 위한 Collision Energy
- 검출한계 및 검량한계, 직선성 및 반복성 평가
- Matrix 중의 목적성분 분석 검증

하나의 성분에 대한 QQQ LC/MS/MS 분석법 개발을 고려하여도 분석법 확립의 여정이 매우 쉽지는 않아 보인다. 게다가 최근 QQQ LC/MS/MS에서 일상적으로 동시 분석되는 MRM 수는 백여종 이상에 달하기 때문에 이를 감안하면, QQQ LC/MS/MS의 분석법 확립의 여정은 멀고 험해 보인다. LC-UV/FLD 분석법 대비 전처리에 공을 들이는 시간이 줄어들었다 하더라도 MRM 변수 최적화 과정은 새롭고 어렵게 느껴질 수 있다. 그러나, 현존하는 질량분석 시스템 중 펨토그램(1g, 10^{-15} g) 즉, 1,000조 분의 1 수준의 고감도 검출이 가능한 것은 QQQ LC/MS/MS 뿐이기에 위의 최적화 과정은 필수불가결하게 된다. 이 과정을 어렵지 않고, 빠르게 진행할 수 있는 방법이 필요한 시점이고, 질량분석기의 기기적 성능보다 더욱 중요하게 검토되어야 할 사항을 살펴 보아야 하는 시점인 것이다.

생산성 향상을 위한 QQQ 분석 도우미들

(1) MRM Optimizer

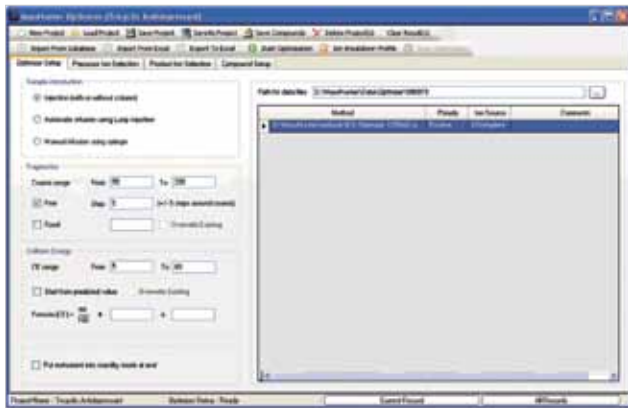
QQQ LC/MS/MS 질량분석기가 상용화된 초기에는 마법사 형식의 가이드라인 소프트웨어가 없었기에 앞서 언급한 MRM 데이터 획득과 관련된 변수들을 각각의 화합물 별로 많은 시간과 노력을 들여 어렵게 최적화 할 수 있었다. 그러나 최근에는 MRM 변수 최적화 소프트웨어를 이용하여 MRM 데이터 획득 변수들을 '자동으로' 최적화 할 수 있게 되었다.

LC/MS의 경우 용매를 사용하는 MS-inlet HPLC와 soft ionization 방식의 대기압 이온화원에 의해 이온화가 진행되기 때문에

GC/MS와 달리 다양한 adduct들이 붙는 형태의 이온이 형성될 수 있고, fragmentor voltage에 따라 생성된 모분자 이온의 감도가 달라지기 때문에 GC/MS(/MS)에서는 EI 이온화원 기준 70 eV의 이온화에너지 값을 거의 고정하여 사용하고, hard ionization의 특징으로 인하여 생성되는 모분자 이온의 감도는 극히 낮다) GC/MS(/MS) 대비 MRM 변수 최적화에서 고려해야 할 사항이 조금 더 많은 셈인데, 현재까지 개발된 Optimizer 소프트웨어는 이렇게 LC/MS/MS에서만 고려되는 변수또한 최적화가 가능하도록 설계되어 있다.

자동화된 MRM 분석법 개발 소프트웨어(Optimizer의 주요 특징)

- 최적의 precursor ion 선택
- 각 precursor ion별 최적의 fragmentor voltage 탐색
- 최적의 product ion 선택
- 사용자가 선택한 타겟화합물 리스트에 대한 각 transition의 collision energy 최적화



(그림 3) Optimizer 소프트웨어 setup 화면의 예

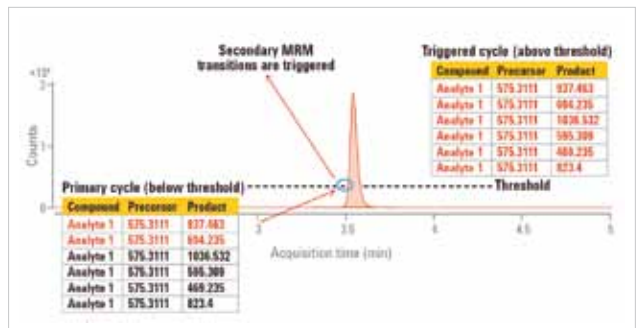
(2) Flow-injection analysis sequencing

단성분에 대한 분석조건 최적화 시 표준품을 질량분석기에 주입하는 방법은 고전적으로 infusion pump를 이용한 직접 주입방식이었다. 그러나 200종 이상의 동시 다성분 분석에 있어 이러한 방식은 시간과 노동력을 매우 소모하게 되므로 전체 분석법 최적화에 병목현상을 일으키기도 한다. 이를 개선하기 위한 Flow-injection analysis는 infusion 방식과 유사한 접근이지만, 기본적으로 HPLC의 autosampler를 사용하는 구조이기 때문에 infusion 방식대비 적은 시료량으로, 동일한 결과를 더욱 빠르게 얻을 수 있고, 별도의 유료변경이 필요없는 효율적 디자인이라 할 수 있다. 이러한 Flow-injection analysis는 먼저 기술했던 Optimizer 소프트웨어를 통한 MRM 변수 최적화 과정과 시너지를 일으켜 전체적인 QQQ LC/MS/MS 분석법 최적화 과정의 생산성을 높일 수 있다.

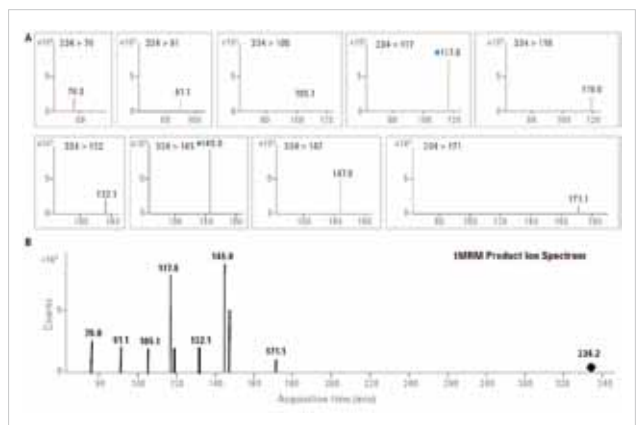
(3) tMRM

매우 선택적인 조각이온을 타겟 성분이라고 확신하고 이를 이용한 고감도 정량이 가능한 QQQ LC/MS/MS 분석에서 정말 그 성분이 맞는지, 아니면 positive false 인지를 판가름해야 하는 상황이 발생하는 경우가 있다. 규제요구 수준 농도 부근에서 검출되는 성분이라거나, 크로마토그래피 적으로 완벽히 분리되지 못하고 co-elution 되면서 유사한 MRM transition을 갖는 성분들이 그 예가 될 것이다. 이 경우 MRM과는 별도의 정성과정이 필요하게 되고 이는 동시 다성분 정량분석의 업무흐름에 downtime을 유발하게 되기 때문에 이를 극복할 수 있는 기능에 대한 관심과 개발이 이루어져 왔다. Triggered MRM(tMRM)은 이 기술 중 가장 최신의 진보된 기술로서, 기존의 MRM-product ion scan 동시 분석 기술의 단점을 극복하였다.

tMRM 분석에서는 먼저 목적성분별 주요MRMtransition(primary 및 secondary, 최대 10개) 값과, tMRM 분석을 기기적으로 개시 할 primary transition의 threshold 값을 지정한다. 모든 목적성분에



(그림 4) 두 개의 primary transition에 대한 tMRM 실험의 예



(그림 5) Product ion 스펙트럼이 생성되는 과정: 목적 화합물 A에 대하여 Primary(•) 및 secondary MRM 스펙트럼이 합쳐져 product ion 스펙트럼 B가 구축되면, 스펙트럼 B를 라이브러리 검색 및 성분확인에 사용하게 된다.

대하여 primary transition에 대한 스펙트럼이 얻어지는 동안, 미리 설정해 두었던 threshold 값을 넘어 서는 primary transition 신호가 발생되면, secondary transition에 대한 분석이 시작되고 지정된 횟수의 스캔데이터가 얻어지게 된다(그림 4).

tMRM 분석 중에 얻어진 secondary MRM 스펙트럼들은 primary MRM transition 스펙트럼과 합쳐져 특정 성분에 대한 하나의 product ion 스펙트럼을 만들고, 이 product ion 스펙트럼을 통하여 라이브러리 매칭 및 화합물 동정이 가능하게 되는 것이다(그림 5).

최대 10개의 MRM transition을 모두 설정한다고 하여도 50 ms 미만의 시간이 소요되기 때문에 200 ms 정도의 시간이 걸리는 기존의 일반적인 product ion 스캐닝 기술과 비교하여 타겟 당 고속 검출이 가능하게 된다. 이 빠른 분석주기는 각 피크에 대해 더 많은 데이터 포인트를 획득하게 함으로써, 정량분석 데이터를 더욱 감도 높고, 정확하며 믿을 수 있게 만들어 준다. 특히 기존의 data dependant analysis 대비 tMRM은 빠른 사이클 타임으로 QQQ LC/MS/MS 데이터 분석을 진행하는 동안 정성 및 정량 양쪽의 데이터 품질의 저하가 없다는 점에서 진정한 생산성을 향상시키고 분석비용을 최소화할 수 있는 기술이라 할 수 있다.

(4) Application Kit

수백종의 목적성분에 대한 QQQ LC/MS/MS 분석에 있어 기기 설치를 포함한 전체 분석법 셋업기간이 일반적으로 7주에서 5개월 정도 소요된다고 한다(기기설치 ⇒ 표준물질 주문 및 준비 ⇒ MS 조건 최적화 ⇒ LC 조건 최적화 ⇒ 데이터베이스 and/or 라이브러리 생성 ⇒ 분석법 validation). 분석하고자 하는 수백종의 목적성분들에 대하여 이미 준비된 표준품과 이미 준비된 LC 및 MS 조건 그리고 데이터베이스/라이브러리가 만에 하나라도 존재한다면 이 길고 험난한 시간을 단숨에 극복할 수 있게 될 것이다.


그런데, 만에 하나가 현실이 되었다. 최근 QQQ LC/MS/MS로 분석되고 있는 대표적인 응용에 대한 맞춤형 분석솔루션이 출시되고 있다. Application Kit라고 불리우는 이 패키지에는 응용별 checkout용 표준물질, HPLC 컬럼, MS 조건, LC 조건, 데이터베이스 또는 라이브러리 및 수백종의 혼합 표준물질이 포함되어 제공되며, kit에 포함된 데이터베이스 또는 라이브러리의 개수는 계속해서 증가하고 있다. 해당 Kit를 사용하면 전체 분석법 셋업기간을 1~2주 이내까지 단축할 수 있다. 현재까지 제공되고 있는 ap-

plication kit는 다음의 응용분야를 포함하고 있으며 상세 정보는 아래와 같다(표 2)).

〈표 2〉 QQQ LC/MS/MS 용 분석법 셋업 자동화를 위한 Application Kit 패키지 구성

Kit 종류	세부 포함내용
진류농약 Application Kit	- 농약 700종 triggered MRM 데이터베이스 및 라이브러리 - 250여종의 혼합 표준물질 - RRLLC 및 UHPLC 컬럼 - Quick-start 가이드 및 응용자료 - Example 스크리닝 method 파일, 데이터 파일, 레포트 파일
법과학 독약물 Application Kit	- 법과학 독약물 2,500종 triggered MRM 데이터베이스 및 라이브러리 - 139여종의 혼합 표준물질 - RRLLC 및 UHPLC 컬럼 - Quick-start 가이드 및 응용자료 - Example 스크리닝 method 파일, 데이터 파일, 레포트 파일
동물용 의약품 Application Kit	- 동물용 의약품 600종 triggered MRM 데이터베이스 및 라이브러리 - 140여종의 혼합 표준물질 - RRLLC 및 UHPLC 컬럼 - Quick-start 가이드 및 응용자료 - Example 스크리닝 method 파일, 데이터 파일, 레포트 파일

결론

QQQ LC/MS/MS는 단분자 검출 수준의 고감도 성능을 제공하여, 규제환경에서의 대상화합물이 정해진 동시다성분의 정량분석을 가능하게 하는 유일한 분석기기가 될 수 있다. 그러나, 분석의 변수들을 최적화하고, 실제 분석 도중에 발생할 수 있는 positive false를 검증하는 과정이 만만치 않은 것이 현실이다. 이 과정을 획기적으로 빠르고 쉽게 진행함으로써 QQQ LC/MS/MS의 생산성을 극대화할 수 있는 도구들을 살펴보았다. 

대한약전 10 개정에 따른 부형제의 수는 분석법



대한민국약전은 대한민국의 약전(藥典)이다. 대한민국약전은 약사법 제51조제1항에 따른 의약품 등의 성질과 상태, 품질 및 저장방법 등과 그 밖에 필요한 기준에 대한 세부사항을 정하기 위한 공정서이다. 주요 의약품의 품질 강도 및 순도의 기준과 그 시험법을 통일 제정하여 질병의 예방 치료에 유효하고 품질이 확실한 의약품을 공급하도록 하는데 그 목적이 있다.

1958년 10월 10일, 약사법에 따라 《대한약전》과 《국정처방서》의 두 책으로 나온 이후 2012년에 개정되었으며 부형제의 수는 합량 시험이 신설되었다.

부형제란?

인체에 쓰이는 약은 정제(알약) 및 캡슐, 주사제 등으로 사람의 몸에 투여된다. 그 내용물은 크게 주성분(약효를 나타내는 물질, Active Pharmaceutical Ingredients)과 부형제(약의 크기 및 외관 때문에 약효와 관계없이 들어가는 물질, Pharmaceutical Excipient)로 나눌 수 있다. 주성분은 활성을 띠는 약의 성분을 이야기하는 것이다.

이 주성분만을 가지고 인체 등에 투여하지는 않는데, 그 이유는 약물의 성분이 물에 잘 녹지 않는 종류가 많을 뿐 아니라 먹기 편한 형태인 알약 등을 만들 때 제조상의 간편함 및 원하는 곳에서 용해될 수 있도록 하는 특수한 제제 및 시간 차를 둔 용해 제제 등 부형제가 필요하기 때문이다.

이러한 부형제의 종류는 결합제(주성분과 가루성분의 결합을 도와주는 물질), 붕해제(알약이 빨리 터지게 하는 물질), 활택제(약이 달라붙지 못하게 하는 물질) 등 4~7개 정도의 물질이 들어가고 여기에 코팅제까지 더하면 4~5개 성분이 더 늘어난다.

지난 2012년 12월에 발행된 대한민국약전 제 10 개정에는 이러한 부형제들에 대한 순도 시험, 전기전도율, 미생물 한도 등의 절차가 수록되어 있다. 순도 시험에는 수은을 비롯한 카드뮴, 납, 비소 등의 중금속이 포함되어 있다. 순도 시험 대상 시료에는 부형제로 많이 쓰이는 미결정 셀룰로오스, 유당, 전분 등이 있다.

그 중 수은은 사람에게 가장 유해한 중금속이며, 전세계적으로 엄격히 규제를 하고 있는 물질이다. 수은은 메모리효과가 매우 크고 극미량을 분석해야 하기 때문에 Atomic Absorption Spectroscopy(AAS)나 ICP-OES 같은 검출 한계와 오차가 큰 장비로는 분석이 쉽지 않다. 따라서 전용 수은분석기를 이용하여 정확하고 정밀하게 분석을 수행해야 한다.



Teledyne Leeman Labs사 수은분석기(Hydra II C)

부형제의 수은 분석 전용 기기의 조건

1. 전자동 수은 분석기로서 미량의 수은을 시료 전처리 없이 직접 분석할 수 있어야 하고 다양한 시료들의 분석이 가능해야 한다.
2. 원자흡수 분광법의 원리를 이용한 금아말감법에 기초하여 민감도 및 선택성이 우수해야 한다.
3. 고형 및 액상 시료 중의 수은을 직접 분석할 수 있으며 시료 전처리나 폐기물을 발생시키지 않는다.
4. 시료는 대기 중의 공기가 아닌 산소에 의해 연소되며 수은 증기는 금아말감에 포집되고 이후 정량 분석에 이용된다.
5. 모든 분석법은 자동으로 수행되며, 별도로 사용자가 프로그래밍할 수 있다.

부형제를 포함한 첨가제의 종류

01	글리신	13	락트산
02	메틸셀룰로오스	14	미결정셀룰로오스
03	분말셀룰로오스	15	스테아르산
04	아라비아고무	16	아세트산무수물
05	아세트산나트륨수화물	17	건조아황산나트륨
06	아황산수소나트륨	18	인산수소나트륨수화물
07	인산수소칼슘수화물	19	카르복시메틸셀룰로오스나트륨
08	타르타르산	20	탄산나트륨수화물
09	건조탄산나트륨	21	탄산칼륨
10	파라옥시벤조산에틸	22	폴리소르베이트 80
11	황납	23	황산알루미늄길룸수화물
12	황산칼륨	24	히프로멜로오스

부형제의 수은 분석법

1. 조작 조건

- ① 장치 : 시료의 연소에서 금아말감에 의한 포집, 원자 흡광 광도법에 의한 측정까지 자동화된 수은측정장치를 사용한다.
- ② 수은표준원액 : 염화수은(II) 0.135 g을 0.001% L-시스테인용액에 녹여 1,000 mL로 만든다. 이 원액 1 mL는 염화수은(II) 100 µg을 함유한다.
- ③ 수은표준용액 : 수은표준원액을 0.001% L-시스테인용액으로 희석하여 0 ng/mL ~ 200 ng/mL로 한다.

2. 수은 분석 절차

- ① 약(시료) 10 ~ 300 mg을 취한다.
- ② 보트를 연소로 안에 넣고 공기 또는 산소를 0.5 ~ 1 L/분으로 흘려 주면서, 약 900 °C로 가열하여 수은을 유출하고 포집관에 포집한다.
- ③ 포집관을 약 700 °C로 가열하여, 수은 증기를 냉원자흡광분석장치에 보내고 흡광도를 측정하여 A로 한다.
- ④ 별도로 도자기제 보트에 첨가제만으로 동일하게 흡광도를 측정하여 Ab로 한다. 따로 수은표준용액을 이용하여 동일하게 조작하여 얻어진 흡광도로부터 검량선을 작성하고, A-Ab 값을 검량선에 대입하여 검체 중 수은량을 산출한다(1.0 ppm 이하).





최상의 결과 획득을 위한 GPC/SEC* 컬럼 검정(Calibration)

(*GPC/SEC : Gel Permeation Chromatography/Size Exclusion Chromatography)

Narrow calibration standard를 사용하는 GPC/SEC 컬럼의 검정(calibration)은 고분자의 분자량 분포를 탐색하는데 있어 이미 잘 정립되어 있고 일상적으로 사용되는 방법이다.

GPC/SEC 컬럼 검정은 GPC/SEC 분석법 개발의 필수요소이므로 표준운영절차(SOP, Standard Operation Procedure)는 항상 최선의 방법을 사용해야 한다. 본 자료를 통하여 GPC/SEC 컬럼 검정에 도움이 될 만한 몇 가지 가이드라인을 정리해 보고자 한다.

올바른 표준품 및 이동상 선택하기

검정을 위한 표준품은 분석법에 사용할 이동상 용매와 밀접한 관련이 있다. GPC/SEC에서 대표적으로 사용되는 고분자 표준품과 그에 적합한 이동상 용매의 조합을 아래 <표 1>에 나타내었으며, 이 자료는 대부분의 GPC/SEC 응용을 포함한다.

<표 1> GPC/SEC 이동상 용매별 권장 표준품

이동상 타입	이동상 용매	표준품
유기용매	THF, Chloroform, Toluene	Polystyrene (대안으로 PMMA)
극성 유기용매 또는 유기용매/물 혼합	DMF, NMP	PEG/PEO (대안으로 PMMA)
수용성	Water	PEG/PEO

표준품 구매 시에는 가장 좁은 다분산성(polydispersity, D) 값을 갖는 것을 선택하는 것이 중요함(일반적으로 다분산성 값 1.2가 가장 작은 값이다), 다분산성값이 큰 경우에는 분석 간 Mp 결과값의 명확성이 떨어지기 때문에 분석결과와 재현성이 저하되는 결과가 나타날 수 있음을 고려해야 한다(Mp: 피크 정점에서의 분자량 분포값).

Agilent에서는 광범위한 분자량 분포 측정이 필요한 실험실을 위해 10개의 서로 다른 분자량 분포값을 갖는 표준품이 각 0.5 g씩 미리 포장된 'GPC/SEC calibration kit'를 제공하고 있습니다. 특정 범위의 분자량 분포를 상세히 측정하고자 하는 경우에는 사용할 컬럼의 크기배제 한계범위를 고려하여 원하는 분자량 값을 갖는 개별 표준품의 구매 또한 가능합니다.

표준품 제대로 조제하기

검정을 위한 표준품은 불분명한 피크모양, 부정확한 검량선 작성결과 및 필터/컬럼 프리트의 잠재적인 막힘현상 등을 피하기 위해 반드시 제대로, 정확하게 조제되어야 한다. 또한 각각의 표준품 용액 조제 시 반드시 여과되고 고순도를 갖는 동일한 용매를 사용해야 한다.

표준품이 용매에 완전히 용해되었다고 판단되는 경우에는 조제한 표준용액을 여과할 필요는 없다. 격렬하게 섞는 행위(vortexing),

sonicating 및 shaking)는 피크 모양, 용출시간 및 분자량 분포값을 변화시킬 수 있으므로 피하는 것을 권장한다.

표준용액의 농도 또한 조제 시 중요한 요소라 할 수 있는데, 너무 높은 농도의 표준용액은 과도한 시료의 점도 영향으로 물질교환과 락스힘이 줄어드는 반면에, 너무 낮은 농도 또는 너무 낮은 신호대-잡음비는 재현성 있는 적분이 불가능할 정도의 작은 피크로 검출될 수 있기 때문에 적당한 농도를 찾아 제조하는 것이 중요하다. GPC/SEC 분석에서는 일반적으로 0.1% 이하의 농도 주입을 권장한다.



진정한 시료의 용해도는 용매내부와 랜덤코일형태의 고분자 사슬 밖 사이의 평형이 이루어졌을 때 존재한다 할 수 있다. 따라서 높은 분자량값을 갖는 표준품은 완전히 용해되는데 더 많은 시간이 걸릴 것이고, 때로는 용해도를 높이기 위해 열을 가할 필요가 생길 수도 있게 된다. 가열이 필요한 경우에는 열변성을 피하기 위해 사용하는 용매의 끓는점 대비 10 °C 미만의 온도 내에서 진행하는 것을 권장한다.

몇 개의 표준품이 필요한가?

GPC/SEC에서는 정확한 다항회귀분석결과를 획득하기 위해서 10~12개의 데이터 포인트를 사용한 검량선을 작성하는 것이 일반적이다. 이상적으로는 사용할 표준물질들이 컬럼의 전체 크기배제 범위를 커버할 수 있다면 분자량 분포값 계산 시 발생할 수 있는 외삽에 의한 에러를 줄이고, 검량선과 미지시료 간의 반복 비교에 있어 재현성을 향상시킬 수 있다.



그러나 컬럼의 전체 크기배제 범위를 모두 검량할 수 없는 경우에는 Agilent PLgel Mixed 컬럼과 같이 선행 검량범위가 넓은 컬럼을 사용하는 것이 바람직하며, 모든 성분들이 완전한 바탕선 수준에서의 분리가 이루어져야 분석의 재현성을 극대화할 수 있다. 이 경우, 인공적인 락스힘에 의해 용출시간이 이동하는 것을 방지해 줄

수 있다. 바탕선 수준에서의 분리를 이루기 위해서는 개별 분자량을 갖는 표준품들이 10배 차이로 분리되어야 한다.

검량선 작성을 위한 분석시간을 단축하기 위해 흔히 3~4개의 개별 표준품들을 각테일처럼 섞은 상태에서 주입한다. 일단 조제가 완료되고 난 뒤에는 표준품들이 계속해서 변성이 되기 때문에 매주 새로운 표준품들을 조제하는 것이 최선의 방법이며, PEOs 및 PEGs들은 반드시 냉장보관하여야 하는데, 사용 전에는 상온이 되도록 할 것을 권장한다.

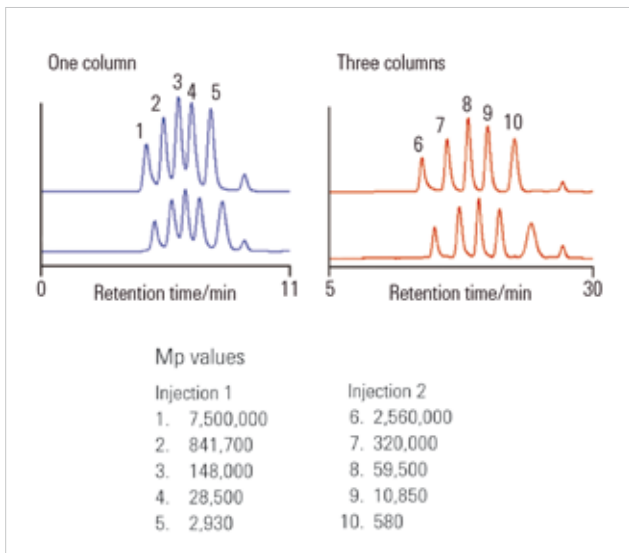
'Agilent EasyVial'은 이러한 각테일 형태의 혼합 표준품을 유기/수용성 GPC/SEC 분석별로 제공함으로써 간편한 방법으로 정확한 컬럼 검정이 가능하도록 합니다. 미리 제조되어 제공되는 'pre-paired kit'는 서로 다른 색으로 표시된 3개의 자동시료주입기용 바이알(2 또는 4 mL)에 정확하게 칭량된 4개의 고분자 표준품 혼합물이 각각 들어 있어 3회 주입으로 최종 12개 포인트의 검량선을 작성할 수 있도록 제공됩니다.

분리능 및 컬럼효율의 향상을 위한 전략

분석의 온도를 증가시키면 일반적으로 이동상 용매의 점도가 낮아지기 때문에 분리능을 향상시키거나 컬럼을 하나 더 직렬연결할 수 있다. 최대 분석 온도는 이동상 용매의 끓는점, 해당 온도에서의 시료 안정성 및 컬럼 안정성을 포함하는 기타 요소 등에 따라 결정된다.

더 작은 입자크기의 컬럼은 더 높은 컬럼효율을 제공할 수 있다. 하지만, 컬럼의 입자크기를 줄이는 선택은 시료의 분자량 분포에 따라 결정되고, 매우 작은 입자크기를 사용하는 경우에는 전단(shear) 현상이 발생하여 분자량 분포 결과값이 실제값과 비교하여 더 크게 계산될 수 있기 때문에 주의해야 한다. 또한 최적의 유속이 입자크기별로 달라질 수 있다는 점을 염두해 두어야 한다.

<그림 1>에서 보여지듯이 직렬로 연결하는 컬럼의 개수를 증가시키는 것 또한 하나의 전략이 될 수 있다. 단, 이 경우 시스템의 한계압력을 고려하여야 한다. <표 2>는 가장 적당한 컬럼 세트를 평가할 때 유용한 출발점이 될 수 있다.



〈그림 1〉 Agilent PLgel 컬럼의 연결 개수 증가 결과 : 바탕선 분리 및 피크 높이 향상

〈표 2〉 입자크기에 따른 GPC 컬럼 연결 개수

입자크기(μm)	GPC/SEC 컬럼의 개수
3	1~2
5~6	2~3
8~10	2~4
13~20	3~4

분석업무에 따라 결정되는 검정의 빈도

끊임없는 분석업무를 진행하는 경우에는 매일 검정하는 것을 권장한다. 하지만, 내부 자체 분석인 경우에는 주 1회를 권장하며, GPC/SEC 시스템 또는 이동상 용매가 변경된 경우 반드시 재검정이 수행되어야 한다.

결론

GPC/SEC는 고분자의 분자량 분포를 통합적으로 이해할 수 있는 유일한 분석법이라 할 수 있다. 이러한 GPC/SEC 기기와 컬럼으로부터 최상의 결과를 항상 획득하는데 있어 컬럼의 정기적인 검정은

필수 요소이다. 이를 위해 적합한 표준물질의 종류와 개수의 선택, 믿을 수 있는 제조사에서 공급하는 이상적인 고분자 표준물질(고순도, 좁은 다분산성)을 통한 정기적인 컬럼의 검정을 권장한다.



토양 미생물 군집 분포분석을 위한 인지질 지방산 전처리법



개요

PLFA(인지질 지방산; Phospholipid fatty acid)는 미생물 생체량과 토양의 군집조성과 환경적 시료들의 다른 유형을 측정하기 위해 널리 사용된다. 전형적으로 분석은 많은 단계를 포함하고, 각 실험실에서 이용되는 장비에 의존하여 적은 시료집단(예, 20~24개의 시료와 바탕시료)을 처리하는데 1.5~3일이 소요된다. 또한 GC 또는 GC/MS로 분석 후 데이터를 얻기 위해 추가 시간이 필요하다.

본 자료에서는 처리량의 4~5배 증가, 1.5일 내에 96개의 토양시료와 바탕시료를 처리하는 방법인 High throughput method를 자세히 소개하고, 표준방법과의 결과를 비교하여 많은 양의 시료를 처리해야 하는 실험실에 보다 효율적인 방법을 제안하고자 한다.

High throughput method

모든 건조와 원심분리 단계는 원심농축기를 이용한다. 토양시료는 test tube에 넣고 하룻밤 건조시키고 나서 Bligh-Dyer 지방 추출을 시킨다. 그 추출물은 건조 후 chloroform에 용해되어 96-well solid phase extraction plates로 운반된다. 인지질은 glass vials로 96-well plate format에서 녹여서 분리되고, 건조된 후 에스테르 교환이 일어나게 된다.

그 결과로 형성된 지방산 메틸 에스테르는 GC로 분석하고, ISTD와의 상대적인 비교를 통해 정성되어진다. High throughput pro-

ocol은 더 빠른 시료 전처리가 가능한 96-well 구성방식을 사용하여 전통적인 protocol보다 훨씬 적은 양의 용매를 사용하게 된다.

연구 결과, 10개의 다른 토양에 대해 biomarker PLFA 농도는 매우 큰 연관성을 보여주었다. 비록 두 개의 protocol은 동일하지 않지만, PLFA biomarker의 다변량분석을 통해 두 개의 protocol은 다른 토양에서 비슷한 패턴을 나타냄을 확인하였다.

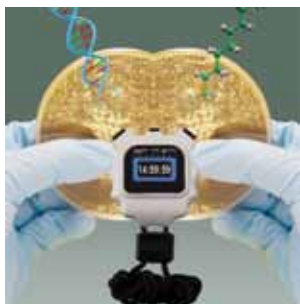
그러므로 High throughput protocol은 PLFA 분석 건수가 많은 실험실에서 유용할 수 있다.

도입부

PLFA(인지질 지방산) 분석은 농업관리, 중금속, pH, 수분 활성도 그리고 유전자 재조합 작물에 대한 토양 미생물의 군집반응을 연구하는데 사용되어 왔다. 최근에 출판된 protocol(Buyer et al., 2010)을 사용하면 실험실에서 19개의 미리 냉동건조한 토양 시료와 하나의 바탕시료를 1.5일 내에 준비할 수 있다.

100개 이상, 심지어 1,000개 이상의 시료 분석이 필요한 실험실의 경우, 상당한 시간과 비용이 필요하게 된다. 이러한 시간과 비용을 줄이기 위해 본 연구에서는 test tubes와 96-well plates를 본 실험의 protocol로 채택했다.





Multichannel pipettes과 96-well plates의 사용은 각 시료처리를 위해 소비되는 시간을 줄인다. 또한 규모를 소형화함으로써 증발 시간 뿐만 아니라 사용되는 화학물질의 부피를 줄일 수 있고 비용과 폐기물도 감소시킬 수 있다. 이러한 방

법은 96개 시료들의 처리량을 5배 증가, 동시에 1.5일 안에 처리하도록 해준다.

실험방법

- Solvent : HPLC 또는 GC grade
- Water : 16~18 MΩcm deionized water
- Reagent : reagent grade
- Bligh-Dyer 추출용매 : 250 mL 50 mM K₂HPO₄ in H₂O + 500 mL MeOH + 250 mL CHCl₃
- 내부표준물질 : 1:1 CHCl₃ : MeOH(40.9 mg/20 mL)에 19:0 Phosphatidylcholine을 용해시켜 -20℃로 보관하고 사용하기 전에 mL당 0.5 μL 비율로 추출액에 첨가하여 사용
- 에스테르교환 추출액 : 75 mL MeOH에 0.561 g의 KOH를 용해시켜 25 mL 톨루엔에 첨가

(1) 건조와 추출

체에 쳐서 준비한 습기가 있는 토양시료 2 g를 13 mm×1,000 mm screw-cap test tube에 넣어 준비한 후 하룻밤 동안 실온에서 원심분축기로 건조하여 다시 무게를 측정한다. 그리고 나서 내부표준물질이 첨가된 Bligh-Dyer 추출액(4.0 mL)을 test tube에 주입하고 상온에서 10분 동안 원심분리하여 상층액을 깨끗한 test tube로 옮겨 담는다. 또한 chloroform과 water 1 mL를 각각 첨가한다. test tube는 5초 동안 vortexing 한 후 10분 동안 원심분리한다. 이후 상층액은 제거하고 추출한 지질이 포함된 하층액을 30℃로 증발시켜 -20℃에서 하룻밤 동안 보관한다.

(2) 지질 분리

지질(lipid)종들은 well당 50 mg의 silica가 포함된 96 well SPE plate를 이용하여 고체상추출법(Solid Phase Extraction, SPE)

을 사용하여 분리한다. 각각의 well은 1 mL씩 MeOH, CHCl₃를 이용하여 3회 반복하여 컨디셔닝시킨다. 시료는 1 mL CHCl₃에 용해시키고 SPE plate를 통과시켜 분리과정을 거치게 된다. 1 mL CHCl₃와 1 mL ACN으로 washing한 후 0.5 mL의 5:5:1 MeOH:CHCl₃:H₂O로 인지질을 용출시켜 1.5 mL 바이알에 담아 30분 동안 70℃로 증발시킨 후 37℃로 건조시켜 농축의 과정을 거치게 된다.

(3) 에스테르 교환반응

에스테르 교환반응 시약(0.2 mL)을 각각 바이알에 넣고 PTFE/Silicon cap으로 닫고 15분 동안 37℃로 가열한 후 acetic acid (0.075 M)과 chloroform(각각 0.4 mL)을 첨가한다. 그리고 나서 10초 동안 흔들어 주어 층이 분리되면 바닥층에서 0.3 mL를 취하여 Multi-Tier micoplate의 1 mL 바이알로 옮겨 준다. 이후 chloroform 추출을 반복하여 바닥층의 0.4 mL는 버리고 추출액과 섞어 chloroform은 실온에서 증발시켜 건조한다. 시료는 75 μL의 hexane에 용해시켜 conical glass insert에 담아 GC용 바이알에 넣고 분석하기 전까지 -20℃에서 보관한다.

(4) 분석시스템

Agilent 7890GC+FID

- Autosampler
- Inlet: S/SL inlet, 1:30, 250℃,
- Column : Ultra 2 column, 25 m×0.2 mm×0.33 μm, 1.2 mL constant flow
- Oven temp.: 190℃; 10℃/min; 285℃; 60℃/min; 310℃(2 min)
- Detector temp.: 300℃

MIDI MIS Sherlock

- PLFAD1 calibration mixture



(5) 표준 분석방법

기존에 사용하던 표준 분석은 간단하게 말하면 5 g의 동결건조된 토양을 변형된 Bligh-Dyer 추출법을 사용하여 19 mL 추출용매를 사용한다. 용매는 N₂ 가스를 흘려주어 증발시킨 후 고체상추출법을 이용하여 지질을 분리한 후 5 mL MeOH로 인지질(phospholipids)을 용출시킨다. 다시 N₂ 가스를 흘려주어 농축의 과정을 거친 후 인지질을 지방산 메틸 에스테르로 교환하여 4 mL hexane으로 추출한 후 농축시켜 GC로 분석한다.

(6) 토양시료

서로 다른 10개의 토양시료를 내부표준물질을 사용하여 3개의 바탕시료와 함께 기존의 표준분석방법으로 3회 반복 실험하였다. 동일한 10개의 토양시료를 시료처리량을 증가시킬 수 있는 방법인 High throughput method로 6개의 바탕시료를 포함하여 9회 반복 실험 하였다. 토양들은 12종의 토양 중 Inceptisols과 Ultisols 2종류에 해당하는 토양에 대해 pH, 유기물 함량, 토양의 분류와 함께 토양의 특성을 <표 1>에 나타냈다. 모든 토양들은 4 mm 스크린을 사용하여 걸러졌으며 -20℃에서 보관하였다.

<표 1> 실험에 사용된 토양 정보

soil	site	Soil taxonomy	pH	% organic matter	Texture
1	Grass	Mixed Arenic Paleudults and Aquic Hapludults	4.8	0.6	Sandy loam
2	Tilled	Mixed Fluvaquentic Dystrudepts and Fluvaquentic Endoaquepts	5.1	1.4	
3	Corn	Mixed Typic and Aquic Hapludults	4.7	2.3	
4	Forest	Mixed Arenic Paleudults and Aquic Hapludults	4.6	2.7	
5	Grass	Fine-loamy, mixed, semiactive, mesic Typic Hapludults	6.5	3.1	
6	Grass	Mixed Arenic Paleudults and Aquic Hapludults	4.1	3.2	
7	Forest	Mixed Arenic Paleudults and Aquic Hapludults	4.3	3.3	
8	Grass	Fine-silty, mixed, active, mesic Aquic Hapludults	6.1	4.3	
9	Grass	Mixed Fluvaquentic Dystrudepts and Fluvaquentic Endoaquepts	5.1	5.0	
10	Forest	Fine-loamy, mixed, semiactive, mesic Typic Hapludults	6.7	5.2	

(7) 통계분석

지방은 biomarker 그룹으로 통합되었다: eukaryotes, polyunsaturated fatty acids(Zelles, 1999); eubacteria, 15:0, 17:0 cyclo, 19:0 cyclo, 15:1 iso, 17:1 iso, 17:1 anteiso(Frostegård and Bååth, 1996); Gram positive bacteria, iso and anteiso saturated branched fatty acids(Zelles, 1999); Gram negative bacteria, monounsaturated fatty acids and cyclopropyl 17:0 and 19:0(Zelles, 1999); actinobacteria, 10-methyl fatty acids(Zelles, 1999); fungi, 18:2_6 cis(Frostegård and Bååth, 1996); and protozoa, 20:3 and 20:4 fatty acids(Ringelberg et al., 1997). 이러한 biomarker는 분류학상의 그룹이 전부 명확하지 않기 때문에 조심스럽게 해석되어야 한다.

모든 단변량 통계분석은 SAS ver. 9.2를 사용하여 시행되었다. 다변량분석과 방식은 CANOCO version 4.5의 중복분석을 이용하여 시행되었다.

결과 및 토의

본 연구의 목표는 기존의 분석방법과 비슷한 결과를 주면서 신속하게 시료처리량을 증가시킬 수 있는 분석 방법을 개발하는 것이었다. 따라서 기존의 Bligh-Dyer의 추출법과 인지질 정제를 위한 silica 재질의 SPE 추출, 염기-촉매화된 에스테르 교환반응을 선택하고 assay를 최소화하면서 96-well plate 방식을 사용하였다.

96-well SPE plate는 컬럼방식의 SPE를 사용하는 것보다 더 많은 시료처리량을 보여주었다. 또한 사용되는 용매의 양을 상당히 줄일 수 있었고, 용출시키는 양이 줄어들어 용매를 증발시켜 농축시키는 과정의 시간도 줄일 수 있었다. Findlay(2004)가 이전에 보고한 바에 따라 5:5:1 MeOH:CHCl₃:H₂O로 용출시키는 것이 MeOH으로만 용출시키는 것보다 0.5 mL의 훨씬 적은 양으로도 최대의 추출효율을 얻을 수 있었다.

기존의 분석방법들은 19개의 동결건조된 토양시료와 1개의 바탕시료의 한 배치를 GC 분석을 위해 준비하는데만 1.5일이 소요된 반면, 시료처리량을 증가시킬 수 있는 방법은 90개의 토양시료를 건조시킨 것과 바탕시료를 준비하는데 1.5일이 소요되었다. GC로 시료 1개당 분석시간은 11.9분이었다.

<표 2>는 토양 시료 10개를 기존의 분석방법과 시료처리량을 증가시키는 분석방법을 가지고 분석한 정량결과를 비교한 것이다. 시료처리량을 증가시킬 수 있는 분석방법은 기존 분석방법에 비해 낮은 PLFA 농도를 나타냈지만 더 낮은 표준편차와 분산상관계수를 보여주면서 보다 나은 재현성을 나타냈다. 각 분석 방법에 의한 PLFA의 농도는 모든 토양에 대해 상당한 연관성이 있다.

두 분석방법 사이의 피어슨 상관계수는 0.94 또는 $P < 0.0001$ 로, 전체 PLFA와 protozoa 외에 모든 biomarker들에 대해 통계적으로 상당히 높지만 protozoan biomarker는 0.59($P=0.071$)의 상관계수를 나타내었다. Protozoa의 낮은 상관계수는 낮은 농도와 protozoan biomarker의 높은 편차에 의해 설명되어진다(<표 2>).

실제로 9개의 시료는 protozoan biomarker가 발견되지 않았지만 다른 모든 biomarker들은 모든 시료에서 검출되었다.

단일 연구에서 두 분석방법을 합쳐 사용할 수는 없지만 토양 또는 토양 처리방법을 비교할 때 두 분석방법이 일반적으로 비슷한 결론을 이끌어 낼 수 있다는 것으로 상당한 연관성을 보인다. Eubacteria는 이 두 분석법을 적용하였을 때 비슷한 농도를 가지는 다른 biomarker들과 비교하여 약간 다른 결과를 보인다.

만일 eubacteria로 확인이 되었을 경우, eubacteria: eukaryote 비율 또는 다른 eubacteria biomarker를 이용한 다른 비율들이 시료처리량을 증가시킬 수 있는 분석법에서 기존의 분석법보다 높은 비율을 보여야 한다. 하지만 2개의 토양시료로 비교하였을 때 기존의 분석방법을 이용하여 높은 비율을 얻은 토양시료가 시료 처리량을 증가시킬 수 있는 분석방법을 이용하여도 여전히 높은 비율을 보여주었다.

(표 2) PLFA 분석의 분산. eubacteria를 제외한 모든 경우에서, 기존의 분석방법과 시료처리량을 증가시키는 분석방법 비교(P < 0.05)

biomarker	표준방법			높은 시료처리량 분석방법		
	평균 (nmol/g) ^a	SD ^b	CV(%) ^c	평균 (nmol/g) ^a	SD ^b	CV(%) ^c
Total PLFA	129.42	27.33	21.12	99.59	16.59	16.66
Eukaryotes	7.90	2.61	33.04	4.95	0.37	7.47
Eubacteria	13.76	2.80	20.35	13.99	2.83	20.23
Gram-positive	32.31	7.07	21.88	20.78	3.10	14.92
Gram-negative	44.75	11.74	26.23	38.80	7.77	20.03
Actinobacteria	15.45	2.27	14.69	10.64	2.08	19.55
Fungi	4.55	2.27	49.89	2.44	0.19	7.79
Protozoa	0.87	0.34	39.08	0.55	0.13	23.64

a : 최소 평균 값

b : 모든 토양 전반에 풀링된 토양 내에 반복실험 중 표준편차

c : 분산상관계수

시료처리량을 증가시킬 수 있는 분석방법을 사용하는데도 낮은 biomarker 농도를 나타내는지는 쉽게 알 수 없다. 시료처리량을 증가시킬 수 있는 분석 방법이 전체리 과정에서 사용되는 용매의 양을 줄이거나 하여 전체적인 과정을 축소시킨 것을 제외하고는 기존의 분석방법과 시료처리량을 증가시킬 수 있는 분석방법이 크게 다르지는 않다. 하지만 아마도 전체적인 분석과정의 스케

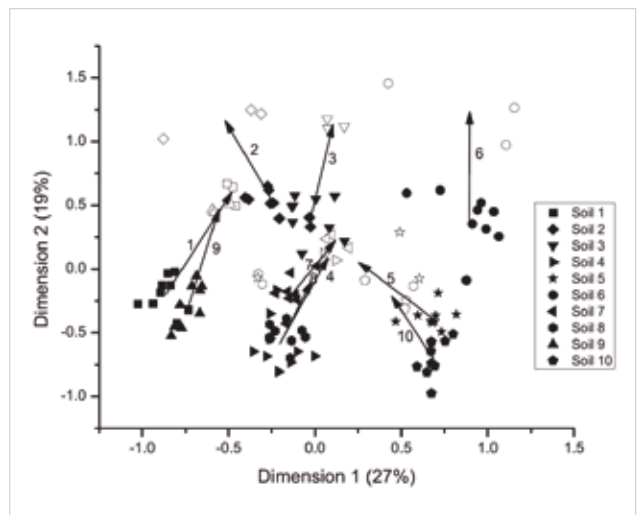
일을 줄임으로써 다소 추출효과가 떨어져 이러한 현상이 나타날 수도 있다.

그 대신 모든 농도는 내부표준물질을 기본으로 하기 때문에 아마도 용출을 위해 다른 혼합용매를 사용하는 시료처리량을 증가시킬 수 있는 방법에서 다른 인지질과 관련된 내부표준물질의 용출이 더 높게 나타난다. 용출을 위해 사용하는 MeOH을 달리하는 것은 용출 곡선을 변경하기 위한 것이기 때문에 혼합 용매의 차이는 상당히 비슷한 결과를 나타낼 것으로 예상된다.

기존 분석 방법과 시료처리량을 증가시킬 수 있는 방법을 이용하여 10개의 토양시료 사이의 군집 조정을 보기 위해 중복 분석이 사용되었다(그림 1).

시료처리량을 증가시킬 수 있는 방법의 기호들이 그래프의 아래쪽에 향해 있다. 두 가지 분석방법 모두 토양 시료에 대해 비슷한 패턴을 만들어 냈지만 시료처리량을 증가시킬 수 있는 방법을 이용한 시료의 평균거리에서부터 기존 분석 방법으로 처리한 시료의 평균거리까지 포인트 벡터는 토양 시료에서, 특히 Dimension 1에서 몇몇의 다른점이 있는 것을 보여준다.

하지만 평균 좌표는 두 방법들 간에 매우 연관성이 있다(Dimension 1, r=0.90, P=0.0004, Dimension 2, r=0.97, P < 0.0001).



(그림 1) PLFA 군집 조성의 중복분석

색칠되어져 있는 기호는 시료처리량을 증가시킬 수 있는 분석방법이고 테두리만 있는 기호는 기존 분석방법이다. 벡터는 높은 처리량 방법에서부터 표준방법까지 각 토양의 평균에 변화를 나타낸다. 각 벡터는 토양번호 표가 붙어진다. 축 라벨 괄호에 있는 숫자는 각 축에 의해 설명되어지는 분산%를 나타낸 것이다.


어떤 방법을 사용하더라도 토양들 사이의 관계는 비슷한 결론에 도달한다. 토양 5와 10, 토양 4, 7 그리고 8, 토양 1 과 9는 서로 비슷한 결론을 도출한다.

또한 두 방법 중 어느 방법을 사용하더라도 토양 2는 토양 5,6 그리고 10과 거의 비슷하지 않는 반면 토양 6은 토양 1, 2 그리고 9와 거의 비슷하지 않다. 그러므로 어떤 방법들을 보더라도 본 연구에서 토양의 범위 전반에서는 비슷한 생태계적 결론을 제공한다.

또한 환경적 변수로서 토양과 시료 처리 방법 둘 다 사용하면서 분리된 증복 분석 실험을 진행했다. 토양은 PLFA 조성에서 69%의 분산을 나타냈고 시료 전처리 방법은 17%의 분산을 나타냈다.

요약

본 연구에서 소개하는 토양의 PLFA 분석을 위한 시료 처리량을 증가시킬 수 있는 방법인 High throughput method는 적은 시료, 적은 양의 용매, 그리고 96-well SPE plates를 사용한다. 이 방법을 이용하여 시료 처리량을 증가시킬 수 있기 때문에 많은 시료를 분석해야 하는 실험실에 유용할 것으로 판단된다. 기존의 표준방법과 비교했을 경우 동일한 미생물 생체량 또는 군집조성 측정결과를 낼 수 없어 단일연구 내에 접목할 수는 없다.

하지만, 미생물 생체량 결과에서는 두 시료처리 방법에서 비슷한 결과를 나타냈으며, 더 전통적인 시료 처리 방법과 새로운 시료 처리 방법을 비교했을때 토양의 군집 조성 데이터에서 비슷한 결론을 얻을 수 있었다. 



TOC와 BOD/COD의 상관 관계

※ TOC(Total Organic Carbon)
BOD(Biochemical Oxygen Demand)
COD(Chemical Oxygen Demand)

물 속 유기물 측정 지표, BOD와 COD

오랫동안 실험실 등에서 산업용수나 폐수 등 물 속에 존재하는 유기물(=오염)을 측정하기 위한 지표로 BOD(Biochemical Oxygen Demand, 생물학적 산소 요구량)와 COD(Chemical Oxygen Demand, 화학적 산소 요구량)를 측정해 왔다. 폐수 처리시설에서는 방류수 모니터링과 함께 폐수 처리 공정(생화학적 처리, 약품 주입 등) 효율을 최적화시키기 위해 일관성있는 데이터가 필요하다. 그러나 BOD는 분석 시간이 5일이나 소요되기 때문에 공정 최적화를 위한 데이터로 사용하기는 부적합하며, COD는 BOD보다 분석 시간이 적게 소요되지만 분석 과정에서 유해물질이 사용되며 일관성 있는 분석 결과값을 얻기는 부적합하다.

온라인 TOC 분석기

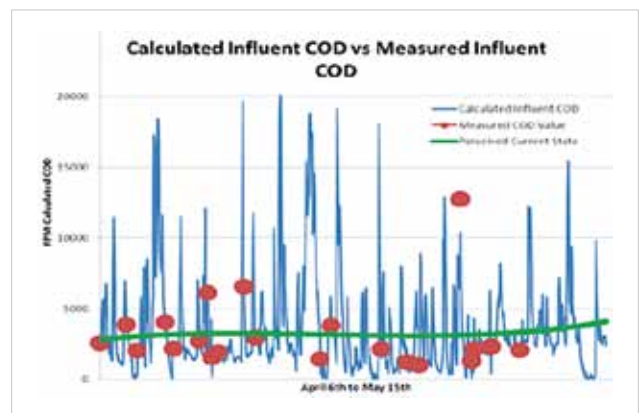
GE AI사의 InnovOx 온라인 TOC(Total Organic Carbon) 분석기는 TOC를 연속적으로 분석할 수 있다. TOC 분석값은 BOD, COD 값과 일정한 상관관계에 있기 때문에 공정 최적화에 요구되는 적합한 데이터로 사용될 수 있다. 분석자가 오염수가 유출되기 전에 방류수의 유지, 우회 또는 희석 여부를 결정할 수 있다.



〈그림 1〉 GE AI사 InnovOx 온라인 TOC 분석기

국제 공인 폐수 관리 프로토콜, TOC

TOC와 BOD/COD의 상관 절차는 폐수 관리의 프로토콜로서 일반적으로 통용되고 있다. 2013년 1월, ITA(Instrumentation Testing Association)는 프로토콜 개발 촉진을 위해 TOC와의 연관성을 통한 BOD의 제한 사항에 대해 설명하는 연구 결과를 발표하였다. 최근 몇 년간 TOC 분석은 국제적으로 인정되어 왔으며 특히 유럽에서는 관련 규정에서 BOD/COD 분석을 대체하는 용도로 인정되고 있다.



〈그림 2〉 InnovOx 분석기의 데이터와 실제 COD 측정 값의 비교 그래프

일관성있는 TOC 모니터링의 유효성에 대한 이해를 돕기 위해 〈그림 2〉에 InnovOx TOC 분석기로 분석하여 계산한 COD 값과 미국의 폐수 시설 소속 엔지니어가 분석한 COD 값을 그래프로 나타내었다.

TOC 분석 절차

다음은 BOD 또는 COD를 TOC 분석기를 이용해 연속 모니터링하는 방법을 나타낸 것이다. 이 방법은 ITA 연구 결과 보고서의 권

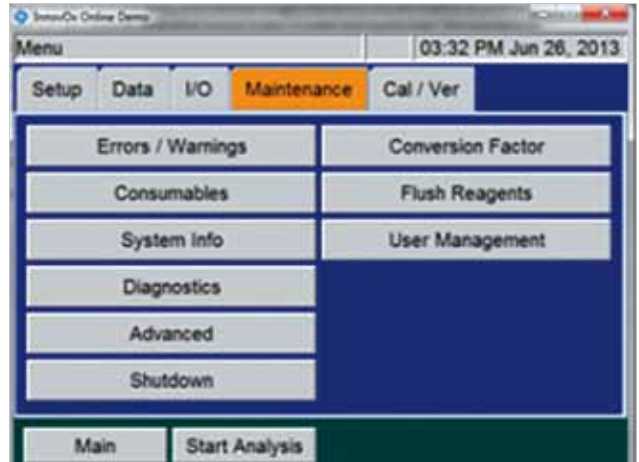
고에 따르고 있으며 분석기 사용자 및 다른 응용에서의 연구 결과에 기초하고 있다. 이 방법에 따라 BOD 또는 COD를 모니터링 하려면 별도로 제공되는 마이크로소프트의 엑셀 파일이 필요하다.

1. 분석하고자 하는 샘플라인에서 샘플을 약 500 mL씩 두 병으로 나누어 담고 각각의 병에 날짜-T와 날짜-B로 표시한다(예: 20130926-T, 20130926-B).
2. 날짜-T로 표시된 샘플은 TOC를 분석할 샘플이다. 엑셀 파일의 "DATE" 항목에 샘플병에 기재한 날짜를 입력하고 TOC를 분석한 결과를 "TOC(mg/L)" 항목에 입력한다.
3. 날짜-B로 표시된 샘플은 실험실로 보내서 BOD 또는 COD를 측정한다. 측정 결과를 엑셀파일의 "BOD or COD(mg/L)" 항목에 입력한다.
4. 측정할 다른 샘플도 1~3의 과정으로 측정하고 값을 엑셀 파일에 입력한다.
5. 측정된 TOC 값과 BOD 또는 COD 값을 엑셀 파일에 입력하면 회귀분석을 시작한다. 그래프에 회귀직선이 표시되며 직선식은 아래와 같다.

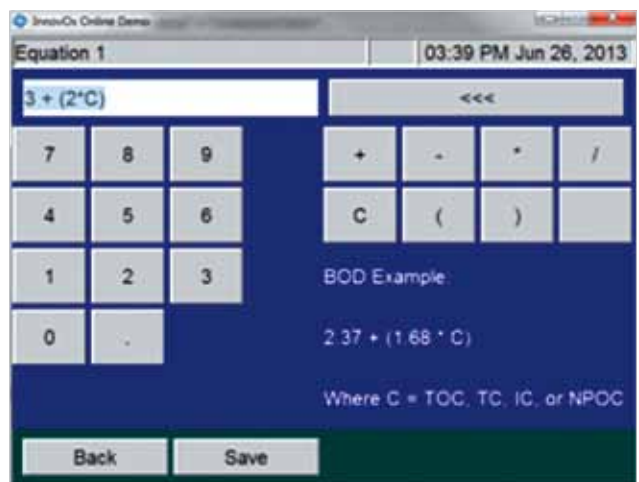
$$Y = \text{기울기} \times X + Y\text{절편}, Y = \text{BOD 또는 COD}, X = \text{TOC}$$

기울기는 보통 0.5~5 사이이다. 엑셀 시트의 F13 셀에 피어슨 상관계수가 계산된다. 이 값이 1에 가까울수록 두 값의 상관관계가 직선에 가까워진다. 만약 두 값 사이의 유의미한 상관관계가 없다면 추가로 샘플 분석이 필요하다.

6. 분석을 통해 도출된 상관관계 식을 InnovOx 분석기에 입력한다. 분석기의 터치스크린에는 <Y절편+기울기×X>의 형식으로 나타난다. 터치스크린에서 Menu ⇒ Maintenance ⇒ Conversion Factor(그림 3) ⇒ Factor 1 Equation(그림 4)에서 계산된 값을 입력한다.
7. 변환값(Conversion Factor)을 이용한 결과를 화면에 나타내게 하려면 샘플 프로토콜의 설정을 변경한다. 분석 프로토콜의 설정 메뉴에서 설정 변경이 가능하다. 스크린의 Menu⇒ Setup ⇒ Grab ⇒ Analysis Protocol에서 변경할 프로토콜을 선택한 후 "Modify"를 누른다. "Conversion Factor" 버튼을 누른 후 Factor 1 또는 Factor 2를 선택한다.
8. 설정 후 화면에는 사용자가 선택한 단위(TOC, BOD, COD)의 측정값을 나타낸다.




〈그림 3〉 Conversion Factor를 선택할 수 있는 화면



〈그림 4〉 Conversion Factor를 입력할 수 있는 화면

참고자료

1. Instrumentation Testing Association(ITA), addressing BOD5 limitations through Total Organic Carbon Correlations: A Five Facility International Investigation, January 2013.
2. Babatoal, A. and Xu,T., Faster and Smarter, A BOD to COD conversion enables quick response to process control needs, Water Environment Laboratory, October/November 2010.
3. Evaluation of Total Organic Carbon as a Reliable Technique to Predict the Biochemical Oxygen Demand in Wastewater at the Clark County Water Reclamation District, June 22, 2006. 



수돗물 내의 불소 모니터링

먹는물의 품질에 대한 국민의 관심이 증가됨에 따라 정수 처리 공장들은 더욱 엄격해진 각종 법규에 만족하는 양질의 물을 지속적으로 공급하는데에 집중하고 있다. 미국에서는 치아 건강을 위한 수돗물 불소농도조정사업을 1945년부터 일부 시작하였으며 세계 60여 국가에서 시행되고 있다.

우리나라에서는 1994년 전국으로 확대되었으나 안정성 논란이 끊임없이 제기되어 찬반논란이 계속되고 있다. 불소의 농도가 0.6~0.8 ppm 정도의 수준으로 유지되었을 때 충치발생 억제에 도움이 되지만 과다 투입 시 인체에 해로운 영향을 끼칠 수 있기 때문이다. 따라서 온라인 모니터링을 통하여 물 처리 공정의 이러한 추세에 대해 타당한 효과가 있는지를 증명하고 대중의 신뢰를 확신시켜주기 위하여 정확한 모니터링이 필요한 시점이다.

Thermo Orion사의 2109XP Fluoride Analyzer는 수돗물에서 불소의 농도를 지속적으로 측정하는 온라인 장비로 현장에서 검증된 전기적, 유동적 하드웨어를 가지고 있어 다양한 범위의 산업공정 응용에서 활용되고 있다.

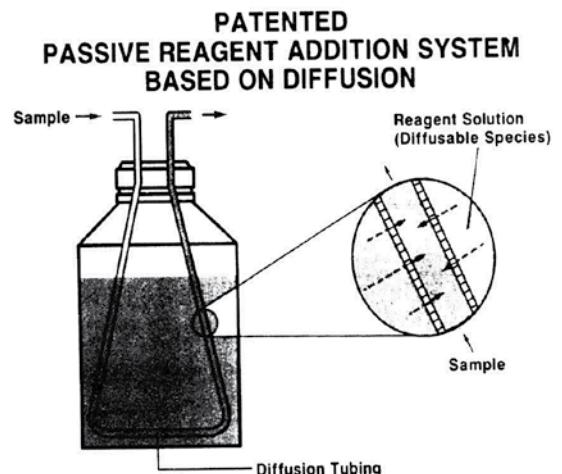
Thermo Orion사 2109XP series Flow Control System

2109XP Fluoride Analyzer는 수많은 응용에서 성능이 입증된 유동조절(Fluidic Control) 방법을 사용한다. 시료는 먼저 60 Micron의 작은 inlet 필터와 모니터 내부에 있는 bypass valve assembly를 통해 진행된다. 필터는 fluidic component downstream의 막힘 방지를 위해, 존재할 지도 모르는 소량의 녹과 물때 등을 걸러낸다.

Bypass valve assembly는 파이프의 시료가 drain으로 보내지도록 하며 실험실 분석을 위해 grab 시료를 채취하는데 유용한 지점이다. Flow는 다음에 유속을 40 mL/min으로 정확하게 조절하는 combination regulator, rot meter 그리고 restrictor tube assembly를 지난다. 일반 조작에서 flow는 추가된 펌프 없이 경쟁 모델에서 보여진 것과 같거나 나은 performance를 보여주는 동시에 수 주 동안 수 mL/min 내로 유속을 일정하게 유지시켜 준다.

시약 첨가

불소 측정에 있어서 신중하게 고려해야 할 주요 간섭물은 Al^{3+} , OH^- 등이다. 특히 OH^- 는 pH 7 이상에서 불소 측정에 추가적인 방해요인으로 실제값보다 높게 읽게 하거나 불안정을 유발하므로 온라인 측정 시 acid reagent나 버퍼가 첨가되어야 한다.



2109XP Fluoride Analyzer는 시료의 pH를 낮추고 이온세기를 증가시키기 위해 휘발성(volatile) 약산을 시약(formic acid)으로 사용하는데 이때 펌프를 사용하지 않고 시약 고유의 증기압에 의존하는 'passive reagent addition'을 사용한다. 이 방법은 펌프의 필요성을 제거했을 뿐 아니라 모니터의 fluidic을 간편화하며 또한 요구되는 maintenance의 양을 낮춘다. Passive diffusion reagent의 소모주기는 두달이며, 기기 정지 시간을 최소화하기 위해 수반 안에 교체가 가능하다.

전극 디자인



대부분 온라인 모니터의 심장부는 검출 시스템이다. 모니터에 사용되는 전극은 지속적인 시료의 흐름에 견딜 수 있을 정도로 견고해야 하기 때문에 완전하게 밀봉이 되어야 하며 특수하게 제작된 기준전극을 사용해야 한다. 2109XP Fluoride Analyzer의 측정 전극은 모니터 전용 전극을 사용하여 장시간의 측정에도 일정한 정밀성을 보여줄 뿐 아니라 전극 유지에 필요한 최소의 시간으로 최상의 모니터 능력을 제공해 줄 수 있다.

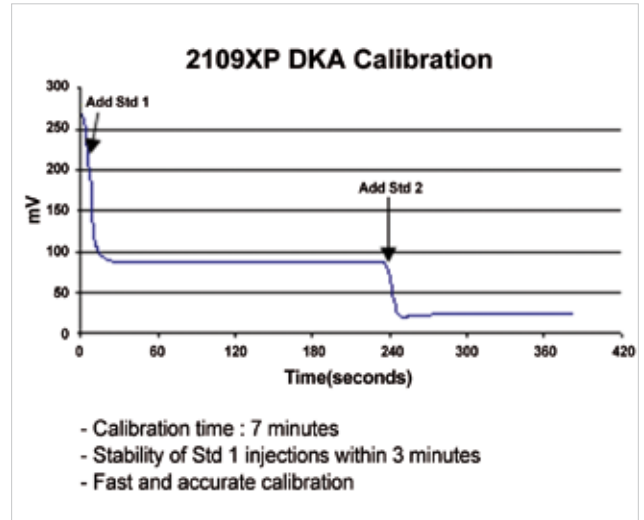
시그널

장착된 시그널 conditioning 모듈은 가장 정교한 컴퓨터 컨트롤 시스템과도 쉽게 연결할 수 있다. 분리된 출력 시그널은 간단하게 버튼을 눌러주면 대수에서 직선으로 빠르게 전환된다. 2109XP Fluoride Analyzer는 타 회사의 장비처럼 이러한 기능을 위해 더 이상 비싼 add-on module을 사용하지 않아도 된다. 설비의 공정은 수초 내에 변화하기 때문에, 계측기의 시그널은 이를 만족하기 위한 다양한 설정범위를 가져야 한다. 읽기 쉬운 디지털 디스플레이와 결합된 이러한 특징들은 수처리 공정이 최적의 컨트롤 하에서 유지될 수 있도록 한다.

디스플레이


LCD 디스플레이는 농도, 기울기, E0, mV, 온도 그리고 진단 정보를 디지털로 나타낸다. 사용자는 직선과 대수 농도 출력을 선택할 수 있으며 상대 정밀도는 넓은 측정범위에서 항상 일정하다. LED를 지시하는 것은 어떤 모드가 디스플레이 되는지 보여주고 간단한 calibration 과정을 통해 사용자를 고무시킨다.

Calibration



Calibration은 valve를 이용해 시료를 채취해 실험실에서 측정하는 off-line 방법이나 표준물질을 시료에 첨가하는 Orion 특허의 DKA(Double Known Addition) 방법 중 어떤 것을 사용하더라도 신속하고 간단하다. 기기는 각 단계마다 전위가 충분히 안정되면 이를 모니터하며 이 값을 저장한다.

기기 체크 및 유지

기기를 사용하는 도중 기능을 확인하기 위해서 언제든지 밸브를 돌리고 시료에 표준물질을 첨가함으로써 간단하게 체크할 수 있다. 한 달에 한 번씩의 calibration과 2개월마다의 시약보충은 기기를 정밀하게 유지하도록 한다. 이와 같은 Orion 불소 모니터의 특성은 가장 정확하고 정밀한 데이터를 얻을 수 있도록 하며 최소의 유지비용으로 최고의 물을 공급할 수 있도록 할 것이다. 

당뇨병 환자의 혈당관리, HbA1C 측정

혈관에는 적혈구가 있는데, 이 적혈구의 중심에는 헤모글로빈이 있다. 혈당이 헤모글로빈에 붙으면 당화 헤모글로빈(Glycosylated hemoglobin)이 되는데, 이를 헤모글로빈 A1C 또는 HbA1C이라고 부른다. 혈액에 혈당이 많을수록 더 많은 HbA1C가 존재한다.

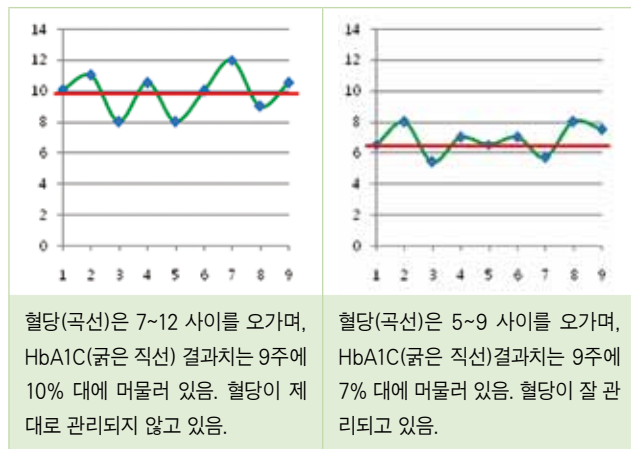
적혈구의 수명은 8~12주이다. HbA1C를 측정하면 지난 8~12주간의 환자의 평균 혈당치를 알 수 있다. 일반적으로 당뇨가 없는 정상인의 HbA1C 수치는 3.5~5.5%이며, 당뇨병 환자의 경우 정상치는 4~6%이다(수치는 병원에서 사용하는 장비와 시약에 따라 차이가 있을 수 있음).

HbA1C 검사는 현재 당뇨병의 진행을 점검할 수 있는 가장 좋은 방법이다. 그러나 HbA1C 수치는 반드시 혈당치와 일치하지 않는다. 당뇨병 관리가 잘 되어 있는 환자의 혈당 HbA1C를 동시에 측정해보면 수치가 비슷하다. 식전 30분의 혈당치는 5.5~6.5 mmols/L 인 반면 HbA1C는 7%이다.

이전 그래프는 9주 동안 두 명의 환자에 대한 HbA1C 측정치로서 한 명은 관리가 잘 된 반면, 다른 한 명은 잘 되어 있지 않다 (곡선-혈당/붉은 직선-HbA1C).

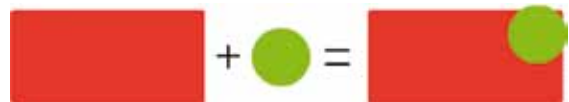
언제 HbA1C를 측정해야 하는가?

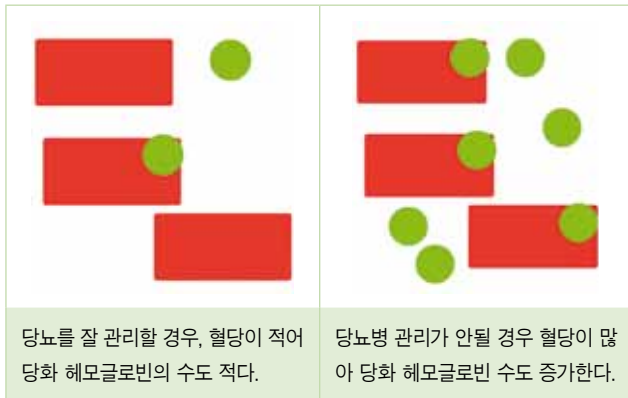
당뇨를 잘 관리한다면(HbA1C 값이 < 7%), 3~6개월마다 한번씩 HbA1C를 측정해야 한다. 만약 마지막 측정치가 < 7%이고 환자의 건강상태는 아직 괜찮을 경우, 가능한 한 수치를 낮추고 다음 측정시기를 앞당겨야 한다. 이를 통해 환자의 당뇨 관리 능력을 향상시킬 수 있다. 당뇨병에 적극적으로 대처하지 않는다면, 합병증 유사증세를 예측할 수 있는 값이 나올지라도 HbA1C 측정은 아무 의미가 없다.




그림으로 보는 측정 원리

혈액의 헤모글로빈(네모상자)은 혈당(원)과 결합해서 당화 헤모글로빈을 만드는데 이 반응은 10주 내내 이루어진다.





HbA1C를 측정할 수 있는 다양한 진단검사의학 장비들이 있고 결과값에 대한 정밀도와 분석능을 높이기 위해서 지속적으로 개발되고 있다. 

혈당치는 순간 순간 계속 변한다. 이에 따라 시간별 또는 일별로 혈당치를 관리하는 것이 가장 좋다. HbA1C 수치는 천천히, 10주가 지나야 변하기 때문에 '정도관리(Quality control)' 검사로 이용할 수 있다.

HbA1C 측정법과 원리

진단검사의학과 검사실에서 시행하는 HbA1C 측정법으로는 면역분석법(immunoassay), 이온교환 고성능액체크로마토그래피법(ion-exchange high-performance liquid chromatography), 보로네이트 친화력(boronated affinity) HPLC, 효소분석법(enzymatic assay), 전기영동법(capillary electrophoresis) 등이 있다.

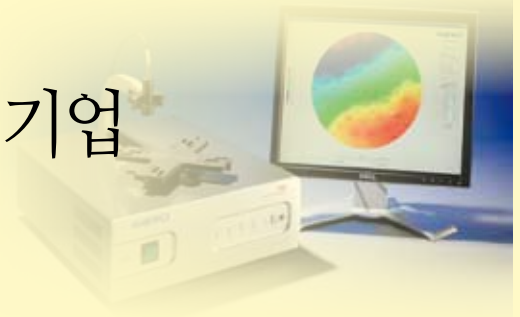
혈당치와 HbA1C의 비교

혈액 속의 HbA1C와 혈당은 동시에 발생하기 때문에 HbA1C 수치는 대체로 혈당치와 거의 일치한다. 따라서 HbA1C 수치 10%는 지난 10주간의 평균 혈당치가 13 mmol/L임을 의미한다. 그러나 수치가 더 낮을 경우에는 차이가 줄어들어, HbA1C 수치가 7%이면 평균 혈당치는 8 mmol/L를 의미한다.

HbA1C	혈당치 mmol/L	HbA1C	혈당치 mmol/L	HbA1C	혈당치 mmol/L
13	18	10	13	7	8
12	17	9	12	6	7
11	15	8	10	5	5



박막두께 측정 시스템 전문 기업



1995년 창립된 Filmetrics사는 분광법을 이용한 박막두께 측정 시스템을 전문으로 개발 및 공급하는 회사이다. 현재 실험실에서 사용할 수 있는 제품부터 현장용 제품, 반도체 웨이퍼의 두께를 하나의 포인트 당 1초 이하의 빠른 속도로 측정 및 자동 스캐닝할 수 있는 제품까지 사용자의 응용에 맞는 최적의 제품을 생산하고 있다.

Filmetrics사의 박막(코팅) 두께 측정기는 사용자 편의성이 우수한 소프트웨어를 이용하여 최소 3 nm부터 최대 0.5 mm 범위의 박막 두께를 0.4%(또는 2 nm) 이상의 정확도를 가지고 측정한다. Filmetrics사의 공정용 모델인 F30은 혁신적인 기술력을 인정받아, 1997년 R&D Magazine에서 "100 most technologically significant new products"로 선정되었다.

Filmetrics사 개요

- 설립일 : 1995년
- 소재지 : San Diego, CA, USA
- 응용 : Thin Film & Coating Measurements
- 기술 : Spectral Reflectance & FFT
- 제품 범위 : Low Cost to Fully Automated
- 시장 : Broad Range of Market

Filmetrics 수상 경력

R&D Magazine

- R&D 100 Award recognizing the Filmetrics F30 Product(1997)
- R&D 100 Award recognizing Filmetrics' Thickness Imaging Technology(2002)

Photonics Spectra

- "25 Best New Products" recognizing the Filmetrics F20(1998)

대표 응용분야

1) 반도체 응용(Semiconductor Process Films)

반도체 소자는 실리콘 웨이퍼에 얇은 막을 입힌 후 그 표면에 식각이나 산화·증착·배선 등 다양한 공정을 거쳐 만들어지는데, 이때 각 과정에서 사용되는 박막이나 코팅의 두께가 균일하지 않으면 제대로 된 성능의 반도체 소자를 얻을 수 없다. F50, F80 모델은 웨이퍼의 두께 측정, 표면 거칠기(roughness), 산화물, SiNx, Photoresist와 반도체 가공 필름의 광학 상수를 결정하는 데 이용된다. 또한 Single layer 응용 외에도 2중, 3중 layer의 박막(코팅) 두께의 측정도 가능하다. 예를 들어, Silicon-On-Insulator에서 사용되는 Polysilicon/SiO₂의 측정에도 이용된다.



2) 공정용(Deposition Rates Measurement, In-Situ Measurement)



금속 유기 화학증착 시스템(Metal Organic Chemical Vapor Deposition System using Ultra-Sonic Spray), 분자빔 증착기(Molecular Beam Epitaxy System)에서 증착된 박막 두께는 probe assembly가 구부리기 쉽게 구성되어 있는 F30모델을 이용해서 실

제 공정에서 바로 측정이 가능하다.

3) 광전자 재료(Optoelectronic Materials)

광전자재료는 발광특성의 결시변화 등이 없는 안정한 특성, 즉 안정한 발광을 내는 것이 무엇보다 중요하다. F20 Series 모델은 광전자 재료의 광학계



수인 굴절률과 소광계수를 측정함으로써 발광의 안정성에 대한 특성 파악이 가능하다.

4) 광학 / 하드 코팅(Optical / Hard Coatings)



박막은 스크래치 방지와 반사 방지용 코팅과 관련된 분야에서 사용되며, 이 밖에도 자동차의 부품(헤드 램프), 안경용 렌즈, 포장재 분야에서 이용된다. 광학 박막 두께의 변화에 따라 물리적, 광학적 특성도 크게 변한다. 박막 가공기술은 모든 산업의 기초 기술로 설계, 조립을 결정하는 중요한 요소이며 제조단가를 결정하게 된다.

5) 디스플레이 응용(Flat Panel Display Applications)

LCD Panel의 제작에 있어서 각 코팅의 두께가 일정하지 않을 경우 명도 및 채도 불량, 회로 불량 등의 문제점이 발생하게 된다. 또한 액정 표시 장치의 Cell Gap이 일정하지 않으면 그 부분을 통과하는 빛의 투과도가 달라져 Uniformity 불량을 나타낸다. 박막 두께 측정장비는 이와 관련하여, 코팅의 두께와 Cell Gap을 측정하는 데 이용된다.



6) 태양 전지(Solar Cells)




박막 태양 전지의 구조는 Substrate(일반적으로 Glass 또는 Metal) 위에 투명전도막(Transparent Conductive Oxide: TCO)

이 코팅되어 있고 그 위에 Active Layer가 증착되어 있다. Active Layer의 정확한 두께와 구조를 이해하는 것은 매우 중요하다. 그 이유는 두께가 두꺼워질수록 비용이 크게 상승하게 되는 동시에 너무 두껍거나 너무 얇으면 효율과 내구성에 영향을 미칠 수 있으므로 적절하지 않은 Active Layer의 구조는 효율과 생산성을 급격하게 하락시킬 수 있기 때문이다.

응용별 제품 종류

박막(코팅) 두께 측정 시스템

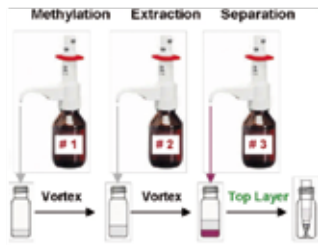
- Anti-Reflection / Hard Coating Measurement System : F10 Series
- Table Top Thin Film Measurement System : F20 Series
- Single-Spot Measurement System : F3, F10, F20 Series
- In-line Thin-Film Monitoring System : F30, F37
- Microscope Based Thickness Measurement System : F40 Series
- Automatic Thickness Mapping System : F50, F60, F80 Series 

미생물 동정 시스템 [MIDI] Sherlock Microbial Identification System

호기성, 혐기성 박테리아, 곰팡이 등의 세포막에 존재하는 균체 지방산 (fatty acid)을 Agilent GC로 자동 분석하여 Sherlock system database profile과 상호 비교한 결과를 가지고 미생물의 속, 종, 아종을 20분 만에, 최소 4분만에 빠르게 자동 분류, 동정합니다.

특징

- 미생물 세포막에 존재하는 지방산을 추출, 유도체화(Methylation), GC 분석
- 분석된 GC 결과를 MIDI 시스템 상의 라이브러리와 비교하여 일치되는 미생물 종 확인
- 약 1,500종 동정 가능
(DNA sequence와 결합할 경우, 약 2,500종 동정 가능)
- 미생물 라이브러리 : Aerobes(약 1,200종), Anaerobes(약 800종), Yeast(약 200종), Bioterrorism(36종)
- Instant FAME : 시료 전처리 3분, 분석 9분, Standard FAME보다 감도 향상
- Custom Libraries, Strain Tracking, FDA Regulation 21 CFR Part 11



Species Profile Information									
Species	Abundance	Retention Time	Peak Area	Peak Width	Peak Height	Peak Position	Peak Shape	Peak Color	Peak Label
Staphylococcus aureus	100	1.234	12345	0.123	1234	1.234	1.234	1.234	1.234
Escherichia coli	50	2.345	23456	0.234	2345	2.345	2.345	2.345	2.345
Bacillus subtilis	20	3.456	34567	0.345	3456	3.456	3.456	3.456	3.456
Salmonella enteritidis	10	4.567	45678	0.456	4567	4.567	4.567	4.567	4.567
Streptococcus pneumoniae	5	5.678	56789	0.567	5678	5.678	5.678	5.678	5.678
Enterobacter aerogenes	3	6.789	67890	0.678	6789	6.789	6.789	6.789	6.789
Shigella flexneri	2	7.890	78901	0.789	7890	7.890	7.890	7.890	7.890
Yersinia enterocolitica	1	8.901	89012	0.890	8901	8.901	8.901	8.901	8.901
Legionella pneumophila	1	9.012	90123	0.901	9012	9.012	9.012	9.012	9.012
Brucella abortus	1	10.123	101234	1.012	10123	10.123	10.123	10.123	10.123
Chlamydia trachomatis	1	11.234	112345	1.123	11234	11.234	11.234	11.234	11.234
Neisseria meningitidis	1	12.345	123456	1.234	12345	12.345	12.345	12.345	12.345
Haemophilus influenzae	1	13.456	134567	1.345	13456	13.456	13.456	13.456	13.456
Streptococcus pyogenes	1	14.567	145678	1.456	14567	14.567	14.567	14.567	14.567
Staphylococcus epidermidis	1	15.678	156789	1.567	15678	15.678	15.678	15.678	15.678
Enterobacter cloacae	1	16.789	167890	1.678	16789	16.789	16.789	16.789	16.789
Shigella sonnei	1	17.890	178901	1.789	17890	17.890	17.890	17.890	17.890
Yersinia enterocolitica	1	18.901	189012	1.890	18901	18.901	18.901	18.901	18.901
Legionella pneumophila	1	19.012	190123	1.901	19012	19.012	19.012	19.012	19.012
Brucella abortus	1	20.123	201234	2.012	20123	20.123	20.123	20.123	20.123
Chlamydia trachomatis	1	21.234	212345	2.123	21234	21.234	21.234	21.234	21.234
Neisseria meningitidis	1	22.345	223456	2.234	22345	22.345	22.345	22.345	22.345
Haemophilus influenzae	1	23.456	234567	2.345	23456	23.456	23.456	23.456	23.456
Streptococcus pyogenes	1	24.567	245678	2.456	24567	24.567	24.567	24.567	24.567
Staphylococcus epidermidis	1	25.678	256789	2.567	25678	25.678	25.678	25.678	25.678
Enterobacter cloacae	1	26.789	267890	2.678	26789	26.789	26.789	26.789	26.789
Shigella sonnei	1	27.890	278901	2.789	27890	27.890	27.890	27.890	27.890
Yersinia enterocolitica	1	28.901	289012	2.890	28901	28.901	28.901	28.901	28.901
Legionella pneumophila	1	29.012	290123	2.901	29012	29.012	29.012	29.012	29.012
Brucella abortus	1	30.123	301234	3.012	30123	30.123	30.123	30.123	30.123
Chlamydia trachomatis	1	31.234	312345	3.123	31234	31.234	31.234	31.234	31.234
Neisseria meningitidis	1	32.345	323456	3.234	32345	32.345	32.345	32.345	32.345
Haemophilus influenzae	1	33.456	334567	3.345	33456	33.456	33.456	33.456	33.456
Streptococcus pyogenes	1	34.567	345678	3.456	34567	34.567	34.567	34.567	34.567
Staphylococcus epidermidis	1	35.678	356789	3.567	35678	35.678	35.678	35.678	35.678
Enterobacter cloacae	1	36.789	367890	3.678	36789	36.789	36.789	36.789	36.789
Shigella sonnei	1	37.890	378901	3.789	37890	37.890	37.890	37.890	37.890
Yersinia enterocolitica	1	38.901	389012	3.890	38901	38.901	38.901	38.901	38.901
Legionella pneumophila	1	39.012	390123	3.901	39012	39.012	39.012	39.012	39.012
Brucella abortus	1	40.123	401234	4.012	40123	40.123	40.123	40.123	40.123
Chlamydia trachomatis	1	41.234	412345	4.123	41234	41.234	41.234	41.234	41.234
Neisseria meningitidis	1	42.345	423456	4.234	42345	42.345	42.345	42.345	42.345
Haemophilus influenzae	1	43.456	434567	4.345	43456	43.456	43.456	43.456	43.456
Streptococcus pyogenes	1	44.567	445678	4.456	44567	44.567	44.567	44.567	44.567
Staphylococcus epidermidis	1	45.678	456789	4.567	45678	45.678	45.678	45.678	45.678
Enterobacter cloacae	1	46.789	467890	4.678	46789	46.789	46.789	46.789	46.789
Shigella sonnei	1	47.890	478901	4.789	47890	47.890	47.890	47.890	47.890
Yersinia enterocolitica	1	48.901	489012	4.890	48901	48.901	48.901	48.901	48.901
Legionella pneumophila	1	49.012	490123	4.901	49012	49.012	49.012	49.012	49.012
Brucella abortus	1	50.123	501234	5.012	50123	50.123	50.123	50.123	50.123
Chlamydia trachomatis	1	51.234	512345	5.123	51234	51.234	51.234	51.234	51.234
Neisseria meningitidis	1	52.345	523456	5.234	52345	52.345	52.345	52.345	52.345
Haemophilus influenzae	1	53.456	534567	5.345	53456	53.456	53.456	53.456	53.456
Streptococcus pyogenes	1	54.567	545678	5.456	54567	54.567	54.567	54.567	54.567
Staphylococcus epidermidis	1	55.678	556789	5.567	55678	55.678	55.678	55.678	55.678
Enterobacter cloacae	1	56.789	567890	5.678	56789	56.789	56.789	56.789	56.789
Shigella sonnei	1	57.890	578901	5.789	57890	57.890	57.890	57.890	57.890
Yersinia enterocolitica	1	58.901	589012	5.890	58901	58.901	58.901	58.901	58.901
Legionella pneumophila	1	59.012	590123	5.901	59012	59.012	59.012	59.012	59.012
Brucella abortus	1	60.123	601234	6.012	60123	60.123	60.123	60.123	60.123
Chlamydia trachomatis	1	61.234	612345	6.123	61234	61.234	61.234	61.234	61.234
Neisseria meningitidis	1	62.345	623456	6.234	62345	62.345	62.345	62.345	62.345
Haemophilus influenzae	1	63.456	634567	6.345	63456	63.456	63.456	63.456	63.456
Streptococcus pyogenes	1	64.567	645678	6.456	64567	64.567	64.567	64.567	64.567
Staphylococcus epidermidis	1	65.678	656789	6.567	65678	65.678	65.678	65.678	65.678
Enterobacter cloacae	1	66.789	667890	6.678	66789	66.789	66.789	66.789	66.789
Shigella sonnei	1	67.890	678901	6.789	67890	67.890	67.890	67.890	67.890
Yersinia enterocolitica	1	68.901	689012	6.890	68901	68.901	68.901	68.901	68.901
Legionella pneumophila	1	69.012	690123	6.901	69012	69.012	69.012	69.012	69.012
Brucella abortus	1	70.123	701234	7.012	70123	70.123	70.123	70.123	70.123
Chlamydia trachomatis	1	71.234	712345	7.123	71234	71.234	71.234	71.234	71.234
Neisseria meningitidis	1	72.345	723456	7.234	72345	72.345	72.345	72.345	72.345
Haemophilus influenzae	1	73.456	734567	7.345	73456	73.456	73.456	73.456	73.456
Streptococcus pyogenes	1	74.567	745678	7.456	74567	74.567	74.567	74.567	74.567
Staphylococcus epidermidis	1	75.678	756789	7.567	75678	75.678	75.678	75.678	75.678
Enterobacter cloacae	1	76.789	767890	7.678	76789	76.789	76.789	76.789	76.789
Shigella sonnei	1	77.890	778901	7.789	77890	77.890	77.890	77.890	77.890
Yersinia enterocolitica	1	78.901	789012	7.890	78901	78.901	78.901	78.901	78.901
Legionella pneumophila	1	79.012	790123	7.901	79012	79.012	79.012	79.012	79.012
Brucella abortus	1	80.123	801234	8.012	80123	80.123	80.123	80.123	80.123
Chlamydia trachomatis	1	81.234	812345	8.123	81234	81.234	81.234	81.234	81.234
Neisseria meningitidis	1	82.345	823456	8.234	82345	82.345	82.345	82.345	82.345
Haemophilus influenzae	1	83.456	834567	8.345	83456	83.456	83.456	83.456	83.456
Streptococcus pyogenes	1	84.567	845678	8.456	84567	84.567	84.567	84.567	84.567
Staphylococcus epidermidis	1	85.678	856789	8.567	85678	85.678	85.678	85.678	85.678
Enterobacter cloacae	1	86.789	867890	8.678	86789	86.789	86.789	86.789	86.789
Shigella sonnei	1	87.890	878901	8.789	87890	87.890	87.890	87.890	87.890
Yersinia enterocolitica	1	88.901	889012	8.890	88901	88.901	88.901	88.901	88.901
Legionella pneumophila	1	89.012	890123	8.901	89012	89.012	89.012	89.012	89.012
Brucella abortus	1	90.123	901234	9.012	90123	90.123	90.123	90.123	90.123
Chlamydia trachomatis	1	91.234	912345	9.123	91234	91.234	91.234	91.234	91.234
Neisseria meningitidis	1	92.345	923456	9.234	92345	92.345	92.345	92.345	92.345
Haemophilus influenzae	1	93.456	934567	9.345	93456	93.456	93.456	93.456	93.456
Streptococcus pyogenes	1	94.567	945678	9.456	94567	94.567	94.567	94.567	94.567
Staphylococcus epidermidis	1	95.678	956789	9.567	95678	95.678	95.678	95.678	95.678
Enterobacter cloacae	1	96.789	967890	9.678	96789	96.789	96.789	96.789</	

Multiple parameter water quality analyzer [Thermo Fisher Scientific Orion] Chlorine XP

TFS Orion사에서는 폐수, 먹는물 등 다양한 종류의 물에서 Chloride를 정확히 측정할 수 있는 Chlorine XP를 출시하였습니다. Chlorine XP는 최소한의 유지보수, 저렴한 비용, 하나의 장비에 여러 parameter의 측정으로 시장에서 가장 광범위한 수질 모니터링 솔루션을 제공합니다.

특징

뛰어난 성능과 신뢰성

- 해수, 유수(油水) 등의 시료 조건에서도 뛰어난 정확성과 재현성
- 0~10 ppm의 측정 범위로 대부분 응용에 사용 가능
- 자동 영점 교정
- 선적 전 24시간의 성능 테스트
- 2년의 보증 기간

간단한 유지보수 및 비용 절감

- Light source 자체 교체 조정
- 광전지 자체 클리닝
- 광전지 자동 버블 제거 기능
- 유지보수 알림 및 경보 (평균 1년에 한번)
- 4,7,10에서 자동 버퍼 인식
- 하나의 분석기에 F&T Chlorine +pH, 온도(ORP, 전도도, 탁도 옵션) 가능
- 적은 시약 소비량(~0.33 mL/sample), 5분 주기 기준으로 최대 2달까지 사용 가능

추가 기능

- 최대 6, 4~20 mA의 전류 출력
- 6 x relays
- RS485, Modbus 프로토콜 지원

응용분야

- 먹는물, 폐수, 산업 등

기기 사양

- 정확도 : 3%
- 재현성 : ±5%
- 최소 검출치 : 10 ppb
- Cycle time : 2~10분
- 검출 범위 : 0~10 ppm(Cl); 0~14(pH); PT-100 Temp
- Parameters : FC, TC, F&TC, ORP, pH, Temp.



검사시간, TAT, 검체량, Work-load 최소화! [HORIBA Medical] Automated Hematology Analyzer

HORIBA Medical사 Pentra XL 80은 혈액검사 장비로서 시간당 80검사를 수행하며 총 26개 측정항목을 제공합니다. 전혈 검체를 활용하여 백혈구의 모든 종류와 미성숙 백혈구 및 비정형 림프구까지 측정이 가능합니다. 고농도 샘플에 대해 장비 상에서 희석비율을 설정할 수 있기 때문에 수동적인 희석 과정이 필요없고 간단한 세팅을 통해서 업무시간의 활용도를 높였습니다.

HORIBA Medical사 특허 기술인 DHSS(Double Hydrodynamic Sequential System) 방식으로 측정하여 최고의 정확성과 재현성을 보장합니다. 이와 더불어 시약 종류의 최소화, 샘플량의 최소화, TAT 최소화를 통하여 검사실에서 장비를 최대한 활용할 수 있고 검사실의 최적화를 구현할 수 있습니다.

측정 항목(26 항목)

- CBC(12 항목) : Wbc, Rbc, Hgb, Hct, Mcv, Mch, Mchc, Rdw, Plt, Mpx, Pct, Pdw
- 5DIFF(14 항목) : Lym, Mon, Neu, Eos, Baso, Aly, Lic (% and #)

특징

1) 검체의 완전 균질화

- 검체의 완벽한 360도 이중 회전 혼합

2) 최적의 정확성과 재현성 보장(DHSS 특허기술)

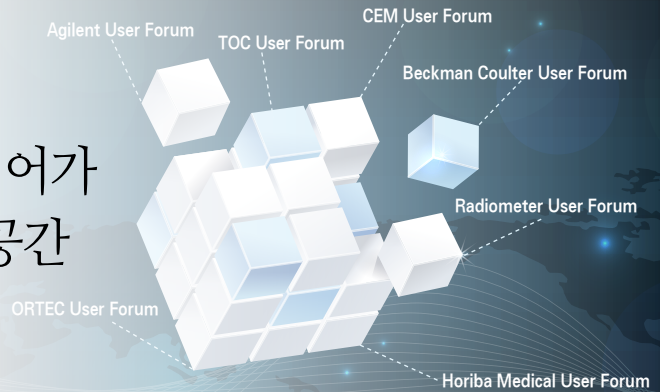
- Cell volume과 content의 연속측정으로 인한 시간차로 최적의 정확성과 재현성 보장

3) 희석 배율 설정

- 직선성을 벗어나는 고농도 샘플에 대해서 희석 배율 설정 가능
- 수동으로 희석하는 과정이 필요 없음



분석기기 사용자와 전문 엔지니어가 함께 참여하는 전문 커뮤니티 공간 USER FORUM



영인과학에서는 분석기기 사용자를 위한 제품별 User Forum을 온라인에서 운영하고 있습니다.

총 7개의 User Forum은 기기 유지보수 방법 및 최신 분석자료 제공 뿐만 아니라 전문 엔지니어를 포함한 사용 고객이 함께 참여할 수 있는 전문 커뮤니티 공간입니다.

User Forum을 통해 사용기기에 대한 정보 및 노하우를 공유할 수 있고, 차별화된 커뮤니티 서비스를 받으실 수 있습니다.

영인과학이 운영하는 User Forum

1. **Agilent User Forum** : Agilent사 GC, GC/MS, LC, LC/MS, UV-Vis Spectrophotometer
2. **TOC User Forum** : GE 시사 총유기탄소 분석기 (Total Organic Carbon Analyzer)
3. **CEM User Forum** : CEM사 Microwave System
4. **ORTEC User Forum** : AMETEK ORTEC사 방사능 측정 장비
5. **Horiba Medical User Forum** : Horiba Medical사 혈구 계수기
6. **Radiometer User Forum** : Radiometer사 혈액가스 분석기
7. **Beckman Coulter User Forum** : Beckman Coulter사 자동 생화학 분석기

User Forum 가입 방법

- (1) User Forum에 가입하기 위해서는 먼저, 영인과학 웹사이트 (www.youngin.com)의 회원으로 가입해야 합니다.
- (2) 로그인 후, 웹사이트 상단 메뉴의 고객지원을 클릭하시고, User Forum 페이지로 들어갑니다.
- (3) 가입을 원하시는 User Forum을 선택하시고 가입 확인을 하시면 됩니다.
- (4) User Forum을 방문하시면 사용 기기에 대한 정보 및 노하우를 공유할 수 있고 차별화된 커뮤니티 서비스를 받으실 수 있습니다.

User Forum Q&A 활용

각 User Forum에는 사용 기기에 대한 문의나 궁금한 사항을 질문하고 답변할 수 있는 Q&A 공간이 있습니다. User Forum에 가입하시면 Q&A 페이지에 질문과 답변을 자유롭게 게재하실 수 있습니다.



또한 질문과 답변을 게재해 주시는 분들 중 매월 3분을 추첨하여 기념품을 드리고 있습니다. User Forum에 가입하셔서 유익한 정보와 다양한 자료들을 공유하시기 바랍니다.

GC 소모품 점검 및 교체 주기

Gas Management				
제품명	점검 및 교체주기	조치사항	관련소모품(P/N)	관련소모품(Description)
Gas purifiers	6~12 개월	운반기체 혹은 검출기에 사용되는 가스의 순도와 사용 빈도에 따라 교체 주기 다름.	G3440-60004 OT3-2	ReNEWable Gas Purifier System-New S Trap, O ₂ /H ₂ O, 1/8"
Split vent trap	매 6개월		5188-6495	Split vent trap PM kit, single cartridge
Sample Introduction and Inlets				
제품명	점검 및 교체주기	조치사항	관련소모품(P/N)	관련소모품(Description)
Syringes	매 3개월	시린지에서 오염물이 확인될 때나, Plunger가 잘 움직이지 않을 때 세척해 주고, 잘 세척이 되지 않을 시 교체	9301-0714	Syringe, 10 µL straight, FN, 26s/42/HP (Auto-sampler Syringe)
			5190-1483	Syringe, 10.0 µL, FN, bevel tip (Manual Syringe)
Inlet liner	매주	크로마토그램의 데이터의 Area 변화나 이상이 생길시 교체	19251-60540	Liner, split, straight, glasswool, non-deact
			5181-3316	Liner, splits, snl-g taper, no glswl, deact
			5062-3587	Liner, splitless, single-taper, g
			5183-4647	Liner, split, low prs drop, glswl
Liner O-rings	매달	라이너에 들러 붙거나, 모양의 변형시 교체(라이너 교체시 같이 교체)	5188-5365	Liner O-Ring, Non-Stick
Inlet septum	매일	Inlet pressure shutdown이 발생했을 때, Data의 RT가 달라졌을 때 반드시 교체	5183-4757	Non-Stick BTO Inlet Septa 11 mm
			5183-4759	Non-Stick Adv Green Inlt Septa 11 mm
			5183-4761	Non-Stick Long Life Inlt Septa 11 mm
Inlet Gold Seal	매달	표면에 이상이 있거나 시료에 의해 오염될 경우 유령 피크 발생 및 재현성의 이상이 되므로 주기적 세척 및 교체	5188-5367	Gold Plated Inlet Seal with Washer
Columns				
제품명	점검 및 교체주기	조치사항	관련소모품(P/N)	관련소모품(Description)
Ferrules	필요시 교체	Inlet 부분과 Detector 부분의 부품 교체와 컬럼을 새로 장착할 때마다 교체	500-2114	Ferrule, Graph, 4/5/6890, 0.4 mm ID
			5080-8853	Ferrule Graphite 320 µm 0.5 mm id
			5080-8773	Ferrule, Graphite 530 µ 1.0 mm id
TCD Ferrules	필요시 교체		5182-3477	TCD Back Ferreules
			5182-9673	TCD Front Ferrule for 530 µm
			5182-9676	TCD Front Ferrule for 320 µm
Column nut	필요시 교체		5181-8830	Column nut
Solvent rinse	필요시 점검			
Column replacement	필요시 교체			
Detectors				
제품명	점검 및 교체주기	조치사항	관련소모품(P/N)	관련소모품(Description)
FID/NPD Jets	필요시 교체	외형적 손상, 점화되지 않을 때 교체	19244-80560	Jet, Capillary adaptable fitting
			G1531-80560	Jet, Capillary optimized fitting
Ignitor	필요시 교체	외형적 손상, 점화되지 않을 때 교체	19231-60680	Ignitor Glow Plug Assembly
FID Collector	필요시 교체		G1531-20690	Collector body
NPD ceramic insulator	필요시 교체	5182-9722 NPD ceramic insulator kit		
NPD bead	필요시 교체	Signal drift, 감도 저하 때 교체	G3434-60806	Blos NPD bead
			G1534-60570	NPD white ceramic bead
			5183-2007	NPD black ceramic bead
NPD Collector	필요시 교체		G1534-20530	NPD Collector Funnel
TCD	필요시 점검	Baseline이 흔들리거나, noise가 증가할때 "baking-out"		
ECD Mixing Liner	필요시 교체	Baseline이 흔들리거나, noise가 증가할때 "baking-out"	G2397-20540	Micro ECD Mixing Liner
FPD	매 6개월	감도 저하되었을 때 FPD windows와 seal 교체	19256-80030	Window, first



고품질의 Bio chemicals, Reagent 제조, 생산



AMRESCO는 고품질의 fine chemicals(정제 화학 제품), bio-chemicals, reagent를 제조하는 선도적인 미국기업이다. 품질을 최우선으로 하는 AMRESCO Quality Management System은 제조 및 테스트 등의 모든 과정을 통해 높은 수준의 산업 기준에 적합하도록 제조되고 있다.



Major Product Groups



Agaroses	Dyes & Stains
Acrylamides	Enzymes
Amino Acids	Media
Antibiotics & Antimycotics	Phenols/Organics
Biological Compounds	Preservatives
Buffers	Reagents
Carbohydrates	Reducing Agents
Chaotropic Agents	Salts
Chelating Agents	Substrates
Detergents	Sugars

Production Chemicals

AMRESCO는 고객 편의를 위해 일반적으로 생산되는 약 5,000

여 가지의 제품 외에 크고 작은 사이즈의 대량 맞춤 생산/제조를 하고 있다. AMRESCO는 high purity chemical을 diagnostic, molecular diagnostics, molecular biology, biopharm 분야에 공급하고 있다.

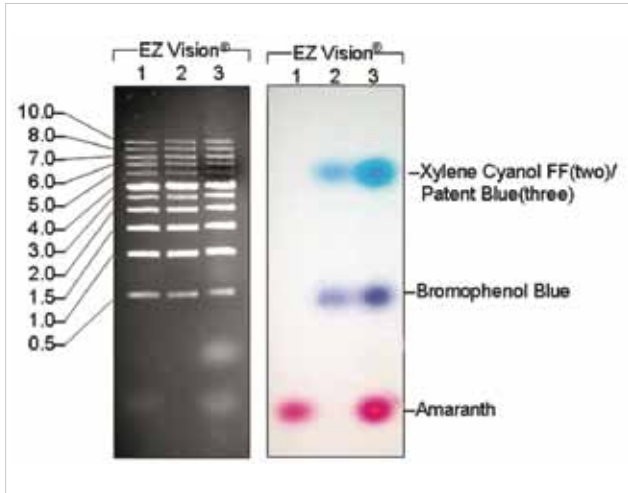
Research Products

AMRESCO는 biochemical 외에 life science 분야에서 사용되는 새롭고 혁신적인 research product를 지속적으로 연구, 생산하고 있다. 이러한 제품들은 연구자들이 신속하게 실험을 할 수 있도록 도와주고 향상된 연구결과를 도출할 수 있도록 해 준다.

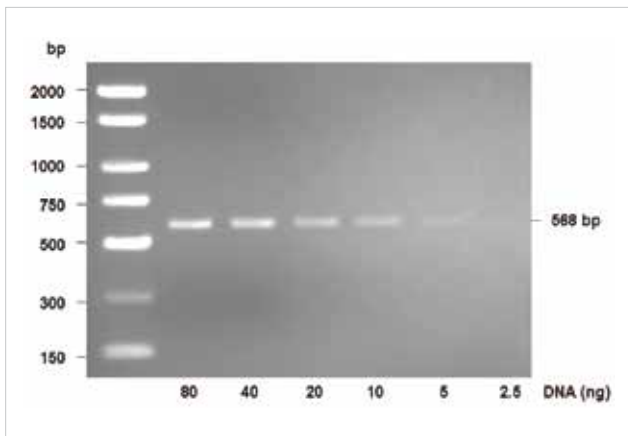
AMRESCO Best Items

DNA-EZ-Vision® DNA Dye as Loading Buffer

EZ-Vision®은 EtBr(ethidium bromide)의 대체 가능한 제품으로 편하고 안전하고 환경 친화적이며 실험자 및 환경을 보호할 수 있는 제품이다. 이 제품은 loading buffer(6X)에 사용가능한 제품과 gel solution(10,000X)에 넣어서 사용할 수 있는 In-Gel solution 타입으로 제공된다. EZ-Vision® loading buffer는 tracking dye의 수에 따라 EZ-Vision® loading buffer One, Two, Three 로 각각 제공되며 450 nm에서 읽힌다.



〈그림 1〉 Electrophoretic Migration of EZ-Vision® One, Two and Three.
 Left image: 1% TAE agarose gel showing the fluorescence of AMRESCO's 1 kb Ladder(K181) stained with EZ-Vision® One(lane 1), EZ-Vision® Two(lane 2) and EZ-Vision® Three(lane 3).
 Right image : showing the colors and migration position of the one fast migrating tracking dye of EZ-Vision® One(lane 1), the two tracking dyes of EZ-Vision® Two(lane 2), and the three tracking dyes of EZ-Vision® Three(lane 3).

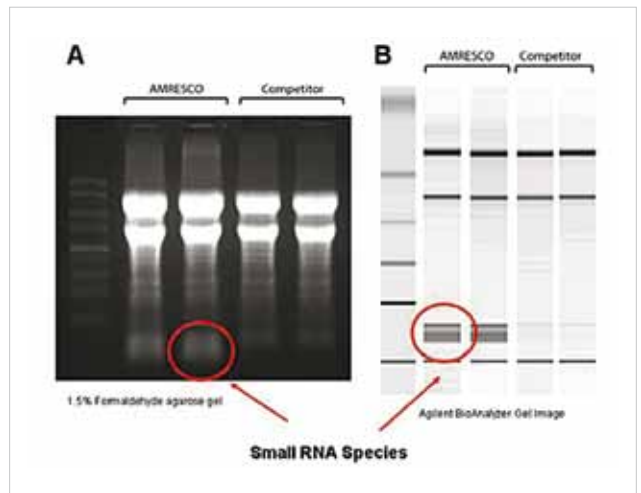


〈그림 2〉 다양한 크기의 DNA를 전기영동한 Gel을 EZ-Vision® In-Gel Solution을 이용하여 Stain한 결과

Product Name	Part Number
EZ-Vision® One, DNA Dye as loading buffer, 6X	N472-KIT
EZ-Vision® Two, DNA Dye as loading buffer, 6X	N650-KIT
EZ-Vision® Three, DNA Dye as loading buffer, 6X	N313-KIT
EZ-Vision® In-Gel Solution, 10,000X	N391-0.5ML

RNA-Phenol-Free Total RNA Purification Kit

스핀 컬럼을 이용하여 신속하게 사용이 가능하며, cultured animal cells, tissue samples, blood, bacteria, yeast, fungi, 식물 등 샘플에서 모든 사이즈의 RNA purification이 가능하다. 또한, Phenol-Free 제품으로 위험한 케미컬의 사용을 현저히 줄였으며, microRNA를 포함한 모든 RNA의 회수율을 증진시켰다.

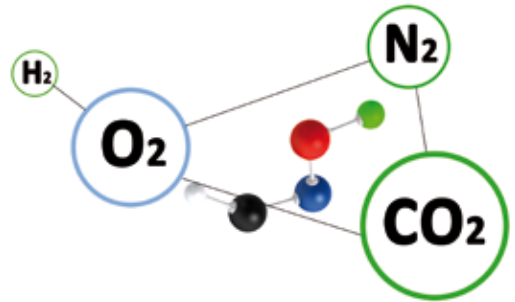


〈그림 3〉 Phenol-Free Total RNA Purification Kit을 이용하여 추출된 RNA의 Size Range

Product Name	Part Number
Phenol-Free Total RNA Purification Kit	N788-KIT



Real 고객 맞춤형! GAS 분석을 하십니까? 그렇다면 주목!



GAS 분석

가스(Gas)는 물질을 나타내는 세가지 상(Phase) 중 하나의 범주에 속한다. 일명 기체라고 하는데, 고체와 액체에 비해 일정한 모양과 부피를 가지지 않는다.

기체의 종류로는 영원히 기체상태로 존재하는 것으로 여겨지는 물질이었으나 현재는 임계온도가 상온 이하인 영구 기체(Permanent gas), 화학적으로 몹시 활발하지 못하여 다른 화합물을 만들기 어려운 비활성 기체(Inert gas), 탄소와 수소로만 구성되어 있는 화합물인 탄화수소 중에서 탄소원자 개수가 C₅ 이하의 탄화수소류 등과 같이 그 종류가 매우 다양하다.

또한, 고객마다 분석하려는 Gas 종류도, 목적도 다르며 수소부터 시작하여 C₅ 이하의 탄화수소까지 한번에 분리할 수 있는 컬럼도 없다. 먼저 분석하는 Gas의 종류에 따라 컬럼을 각각 선택하여야 하며, 검출기 역시 모든 Gas 성분을 하나의 검출기로 측정하기는 어려우므로, 시료의 Gas 성분에 따라 1~3개까지 검출기를 동시에 사용하는 경우도 있다.

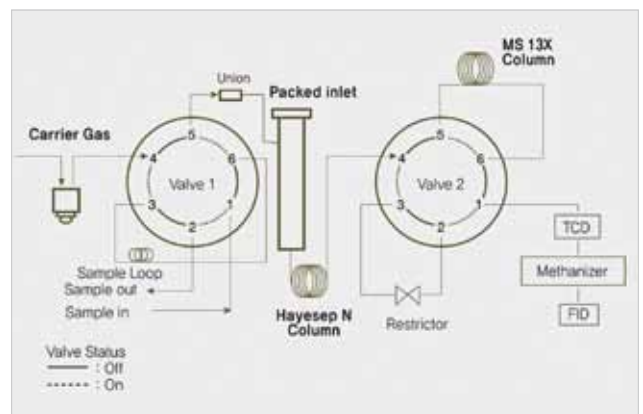
이렇듯 Gas 분석은 한번에 모든 고객의 요구조건을 충족하기에는 어려움이 있고 여러 응용을 필요로 하는 시스템이다.

가스 전용분석시스템

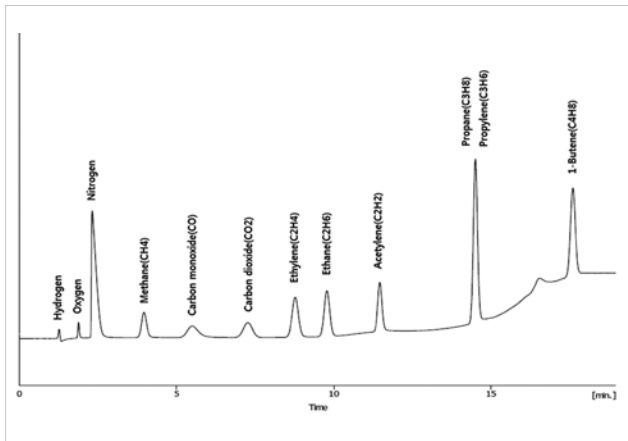
가스 전용분석시스템은 고객의 다양한 응용에 따라 그 구성이 달라진다. 대표적인 분석 응용에 따라 많이 사용되는 3가지 시스템 구성을 소개하겠다.

시스템 1

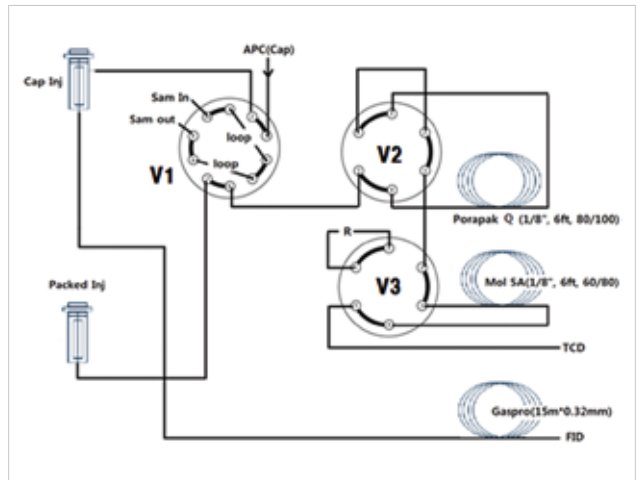
시스템 1은 현재 가장 범용적으로 사용할 수 있는 기본적인 가스 전용분석시스템 구성이다. 일반적인 비활성 기체와 가벼운 C₃까지의 탄화수소류를 분석하기에 적합한 시스템이다.



<그림 1> 시스템 1 밸브 구성



〈그림 2〉 시스템 1을 활용한 가스분석 크로마토그램



〈그림 3〉 시스템 2 밸브 구성

〈Step 1 : V1 Off, V2 Off〉

Sample loop에는 분석할 시료가 채워지는 단계

〈Step 2 : V1 On, V2 Off〉

Hayesep N 컬럼에는 CO₂~C₄까지 탄화수소가 머무르고 있으며, 가벼운 H₂, O₂, N₂, CH₄, CO는 MS 5A 컬럼에서 분리 분석하는 단계

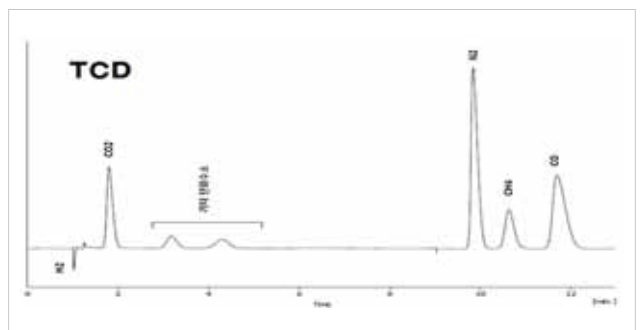
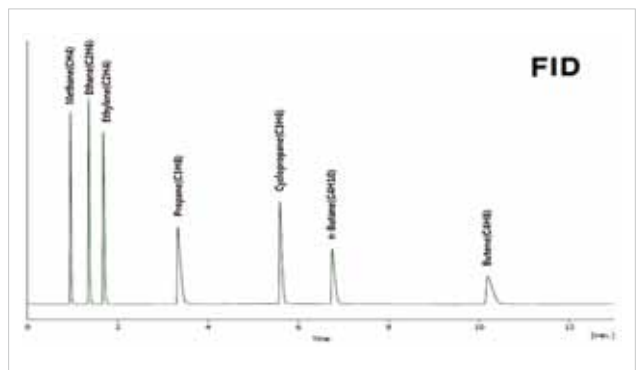
〈Step 3 : V1 On, V2 On〉

Hayesep N에 머물러 있던 CO₂가 MS 5A로 진행하려는 순간 V2를 On 상태로 검출기 부분으로 바로 빠져 나오도록 유로를 변경하는 단계

기타

한 크로마토그램으로 출력하기 위한 Signal change 기능, TCD-Methanizer-FID 동시 검출

- 1) H₂, O₂, N₂는 TCD에서 피크 확인
- 2) 기타 탄화수소 CH₄, C₂, C₃, C₄는 FID에서 측정
- 3) CO와 CO₂는 메타나이저를 통과하여 CH₄로 변환 후 FID로 검출



〈그림 4〉 시스템 2를 활용한 가스분석 크로마토그램

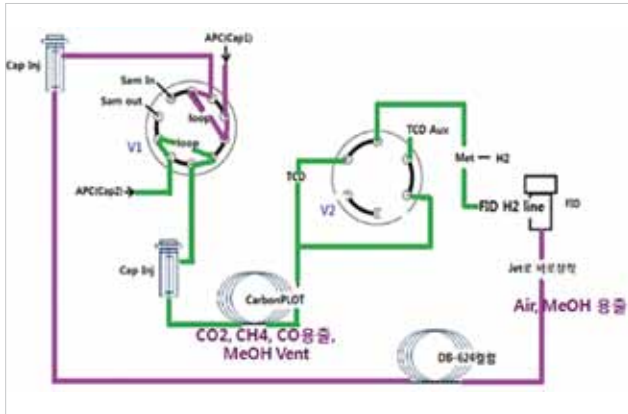
H₂, O₂, N₂만 TCD에서 측정하며, CH₄, CO, CO₂, C₂~C₄는 FID에서 측정하는 방법이다.

시스템 2

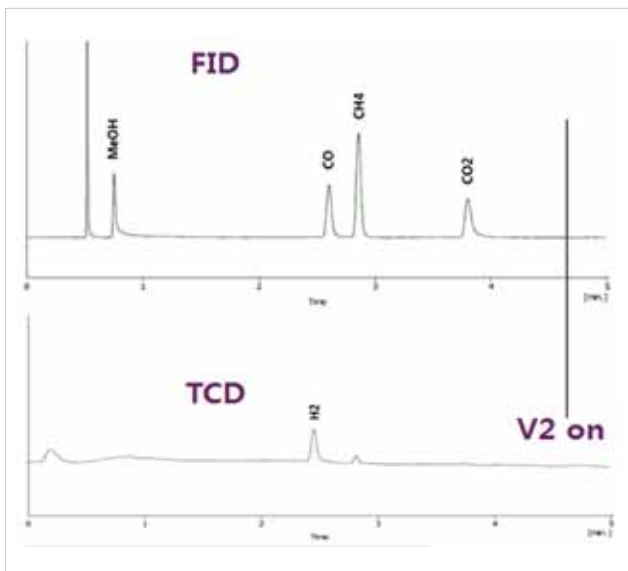
시스템 1은 충전용(packed) 컬럼을 사용하므로 분리능이 좋지 않아, C3 또는 C4 계열 탄화수소 피크가 분리되지 않는 문제점도 있다. 이럴 때 시스템 2와 같이 분리능이 좋은 모세관(Capillary) 컬럼을 사용하여 다음과 같은 Valve와 검출기로 구성할 수도 있다.

시스템 3

분석 물질 중 알코올, 알데히드, 암모니아와 같은 극성 물질이 포함되어 있는 경우에는 극성 물질은 Methanizer로 바로 진행 시 흡착/축매효율 감소 등의 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 '시스템 3'과 같이 중간에 시료를 Vent 할 수 있는 경로를 추가로 구성하면 해당 문제를 해결할 수 있다.



(그림 5) 시스템 3 밸브 구성



(그림 6) 시스템 3을 활용한 가스분석 크로마토그램

영린기기 가스 전용분석시스템

본 시스템은 대기 상태에서 기상으로 존재하는 물질 중 H₂, O₂, N₂, CO, CO₂와 같은 Permanent gas(영구 기체)와 함께 주로 C₁₀ 이하의 탄화수소 계열 분석에 적합하다. 이러한 가스 성분들은 끓는점이 낮고, 쉽게 기화가 가능하므로 영린 “가스 전용분석시스템”을 사용하면 쉽고 간편하게 시료를 분석할 수 있다.

영린기기는 자동밸브시스템을 이용하여 분석에 적합한 컬럼을 선정하고, 가스 성분들의 검출농도에 따라 최적의 검출기를 공급하는 고객 맞춤형 가스 전용분석시스템을 제공한다.

영린 가스 전용분석시스템은 많은 요소들을 고려해야 하는 가스 분석의 특징상 이처럼 고객이 추가로 어떤 물질을 더 분석하려고 하거나, 분석 물질이 변경되었을 경우 추가장착 및 시스템 변경이 용이하다는 점이 가장 큰 장점이다.

현재 많은 고객들이 다양하게 응용이 가능한 영린 “가스 전용분석시스템”을 사용하고 있다. 앞으로도 고객의 분석과 편리성을 반영한 다양한 종류의 가스 전용분석시스템을 개발할 것이다.



연구원의 안전과 완벽한 실험 결과를 위한 실험실 Hood



최근 연구실에서는 다양한 분석실험들이 이루어지고 있으며, 이에 따라 다양한 화학 약품과 가스가 사용되고 있다. 후드(Hood)는 환기를 통해 발생하는 유해가스를 신속하게 배기시켜 연구실내의 완벽한 SAFETY ZONE을 형성시키고 연구원의 안전과 완벽한 실험 결과를 위한 기본설비로 자리잡고 있다. 따라서, 다양한 종류의 배기설비를 연구실에 알맞게 배치하고 사용하는 것은 매우 중요하다.

와이에스엔에서 취급하는 다양한 HOOD의 종류

흡후드 (Fume Hood)

- 가장 기초적인 배기 설비
- 덕트 및 배기팬을 통한 흡후드 내부 공기 강제 배기 형태
- 전기 및 가스, 수도설비 선택 설치



암후드 (Arm Hood)

- 국지적 강제 배기 설비
- 관절형태로 일정 공간의 자유로운 이동 가능
- 분석 장비에 주로 사용
- 천정 설치형으로 공간의 제약이 없음.



케노피후드 (Canopy Hood)

- 국지적 강제 배기 설비
- 흡후드와 암후드 중간 형태
- 천정 설치형으로 공간의 제약이 없음.



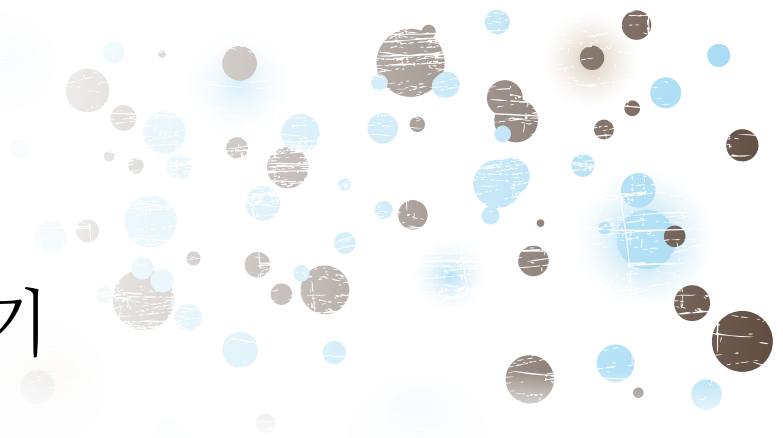
이동형 국소배기장치

- 국지적 공기정화장치
- 필요에 따라 배기 장치를 이동하여 사용할 수 있음.
- 냄새 유발물질의 이동이 빈번하여 후드 설치에 따른 효율이 낮다고 판단될 때 사용 가능
- 필터 내장형으로 공기 정화 및 순환시스템



※ 실험실 후드관련 문의 : 031-460-9391
(배치도면, 후드/덕트 공사, 후드 구매 등)

입도분석의 최강자 Malvern 입도분석기



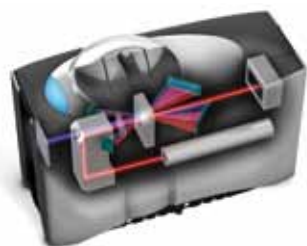
영인프린터어는 2014년부터 입도분석기로 유명한 Malvern사의 서울-경기지역 대리점이 되었다.

영국에 본사를 두고 있는 Malvern사는 입자 특성 및 물질 특성 규명을 위한 분석 솔루션의 업계 1위 기업으로서, 국내 사용자 10명 중 6명이 사용하고 있을 정도로 브랜드 인지도가 매우 높은 회사이다. Malvern사는 입도 분석기, 제타 전위 측정기, 분자량 측정기, 입자 형상 분석기, 레오미터 등 다양한 산업 전반에 걸친 입자 특성 및 물질 특성 규명을 위한 분석 기기와 응용 기술 지원을 제공하고 있다.

대표제품군

Mastersizer 시리즈 : 습식/건식 시료, 입자의 크기, 형태, 점성 분석

입자가 클수록 레이저 빔을 기준으로 빛이 산란하는 각도가 상대적으로 작고, 입자가 작을수록 빛이 산란하는 각도가 커진다. Mastersizer는 이러한 광산란 이론을 적용한 레이저 회절을 통해 분산된 미립자 시료를 통과할 때 산란하는 빛의 강도에 따른 각도 변화를 통해 입자 크기 분포를 측정하는 입자 크기 분포 측정기이다.



레이저 회절법을 사용하기 때문에 대부분의 측정이 1분 이내에 완료되며, 표준물질을 이용한 calibration이 필요없기 때문에 사용이 간편하다는 장점이 있다.

특징

- 각도별 산란강도 데이터를 분석하여 입자크기를 계산
- Mie 광산란 이론을 적용한 적색과 청색광 레이저
: 입자 크기에 따른 산란 패턴 측정
- 부피 등가구형의 직경으로 입도 분석
- 특허 받은 굴절식 광학 설계
: 순차적으로 조합하여 다양한 크기의 입자 측정 ⇒ 0.01 μm~3.5 mm
- 강력한 10 mW의 고체 청색 광원과 최신광학기술 탑재
: 뛰어난 감도 구현과 산란광 각도가 큰 100 nm 미만의 입자도 측정

검증 가능한 정확성 및 반복성

Mastersizer 입도 분석기는 생산에 중요한 부분을 차지하는 전 세계 수많은 환경에서 매일 같이 사용되고 있습니다. Mastersizer 3000은 입자 크기 측정 성능이 매우 뛰어나므로 그 결과를 신뢰할 수 있습니다.

- 폴리스틸렌 라텍스 표준 시료에 대한 정확도 1% 변화율보다 좋음.
- 폴리스틸렌 라텍스 표준 시료에 대한 반복성 0.5% 변화율보다 좋음.
- 다분산계 표준 시료에 대한 재현성 1% 변화율보다 좋음.
(ISO 13320:2009 및 USP (429) 기준 달성)

MS3000은 여러 가지 습식 및 건식 시료 분산 액세서리를 응용 분야의 요구 사항에 맞게 사용할 수 있다. 습식 분산 액세서리인 Hydro

시리즈는 시료의 용량에 따라 다양한 종류를 선택할 수 있으며, 모듈식으로 설계된 AeroS는 점착성 분말에서부터 무른 물질에 이르





Mastersizer series

기까지 매우 광범위한 건조 분말 시료를 재현 가능한 방식으로 신속하게 분산할 수 있다.

Zetasizer Nano 시리즈 : 입자의 크기, 제타전위 측정

Zetasizer Nano 시리즈는 광산란 기법을 이용해 콜로이드와 고분자 화합물 측정에 가장 중요한 세 가지 파라미터인 입자 크기, 제타 전위 및 분자량을 조합하여 측정하는 기기이다.



Zetasizer Nano series

특징

- Malvern의 특허 기술인 NIBS 광기술
- MPT-2 자동 적정기
: 시료를 희석하지 않거나 약간 희석한 상태에서 측정이 가능
- 0.3 nm~10 μm 사이의 입자 및 분자 크기 측정
- M3-PALS 기법
: 수성 및 비수성 분산제 내에서 시료의 제타 전위를 정확하게 측정
- Avalanche Photodiode 검출기와 광섬유를 이용한 광학 전송장비
: 높은 감도와 안정성으로 절대 분자량 측정
- 고유의 일회용 제타전위셀 : 시료 사이의 오염 방지

Viscotek GPC

: 굴절률(RID), 광산란(Light Scattering), 흡광(UV), 점도(viscosity) 4중 검출기

단백질, 천연 고분자, 합성 고분자 등 모든 유형의 거대분자 특성에 대한 포괄적인 특성을 분석하기 위한 첨단 다중 검출기 GPC/SEC 시스템이다. 3개 또는 4개의 검출기를 동시에 사용하여 절대 분자량과 크기 분포 정보를 얻을 수 있다.



Viscotek GPC system

특징

- 데이터 보정이 필요없는 저각 광산란(LALS) 또는 직각 광산란(RALS)을 이용한 절대 분자량 측정
- 고감도 점도계 검출기 : 물질 고유 점도 및 구조 정보 제공
- 입자 크기 분석 : 1 nm 미만의 분자 크기 측정 가능
- 단백질 형태, 안정성, 응집 및 4차 구조 분석
- UV-PDA검출기 : 코폴리머, 집합체 및 혼합체의 특성에 대한 완전 규명 가능
- 정확한 온도 제어(상온에서 80℃)
: 검출기 셀과 컬럼을 같은 온도 챔버에 포함까지 제어
⇒ 기준선 안전성과 데이터 재현성을 보장
- 사용자 기반 OmniSEC 소프트웨어
: LALS와 RALS에서 수집한 데이터를 사용하여 크기가 혼재되어 있는 시료 분석 시에도 낮은 s/n ratio와 정확한 분자량 측정 가능

그리고 Viscotek-HT GPC는 온도 제어를 최대 160 ℃까지 조절할 수 있어 폴리올레핀, 폴리티오펜, PEEK, PVF와 같은 용액 상태가 100~160 ℃가 되어야 하는 분석에 유용하다. 시스템 뿐만 아니라 Viscotek SEC/GPC는 다양한 종류의 컬럼과 표준물질을 함께 제공하는 토탈 솔루션을 제공한다.

컬럼	표준물질
단백질	사전 계량이 되어있는 대량 폴리머
수용액 가용성 폴리머	폴리스티렌(PS)
유기 가용성 폴리머	폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)
고온 GPC	폴리에틸렌글리콜(PEG)
양이온/음이온 폴리머	덱스트린
기능형 폴리머	폴루란



열화상 카메라, 상상 속에서만 가능했던 초고해상도 이미지가 현실이 됩니다.



열은 3가지 전달 과정(대류, 전도, 복사)을 통해서 전달된다. 대류는 열 때문에 유체(流體)가 상하로 뒤바뀌며 움직이는 현상을 말하며 전도란 온도 차에 의한 열의 이동 방법 중의 하나로 열이 물체를 통해서 한 끝에서 다른 끝으로 직접 전달되는 현상을 말한다.

또 다른 전달 과정인 복사는 서로 떨어져 있는 물체 사이(공간)를 광선의 전달처럼 열선의 형태로 고온의 물체로부터 전달되는 현상을 말하는데, 이 때 열의 이동은 어떤 매질의 도움도 받지 않고 광속과 같은 속도로 일어나게 되고 적외선 열화상 카메라는 이러한 복사 열 전달을 이용하는 기기이다.

절대 영도(-273 ℃) 이상인 모든 물체에서는 적외선을 반사하며, 적외선 열화상 카메라는 눈에 보이지 않는 적외선, 즉 열복사선으로 물체를 볼 수 있게 해준다. 그러므로 열화상 카메라는 비정상적으로 온도가 높거나 낮은 부분을 즉시 발견할 수 있다. 이러한 열화상 카메라는 각종 산업의 예방정비, 건축물 검사, 다양한 기술과 과학 분야의 연구개발, 설비 자동화 등 거의 무한대에 가까운 응용 범위를 가지고 있으며, 보안, 경찰 감시, 해상 활동, 자동차, 소방 및 화재진압, 산업 분야 화재 예방에도 사용되고 있다.

FLIR 열화상 카메라는 100만원대부터 고가의 제품까지 모델에 따라서 다양한 기능을 탑재한 제품을 선보이고 있으며, 다양한 산업분야에서 활약하고 있다. 특히 FLIR의 최신 기술인 MSX(다중스펙트럼 동적 이미징) 기능으로 인해 열화상 이미지를 더욱 선명하고 상세하게 볼 수 있는 장점이 있다.

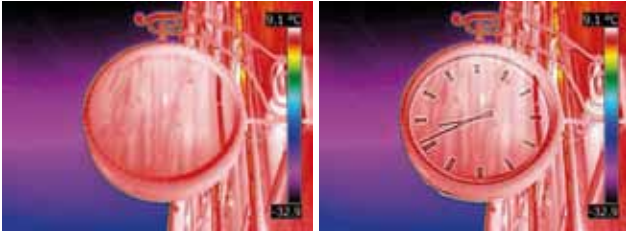
다중 스펙트럼 동적 이미징(MSX)

기존의 열화상 이미지는 낮은 해상도로 인해 구분이 어렵거나 온도 차이가 없는 부분의 식별이 불가능하다는 단점이 있었다. 하지만, MSX 기능을 사용하면 기존에 낮은 화질로 인해 분석이 불가능하던 부분을 쉽게 해결할 수 있다.

MSX 기술은 실화상에 열화상을 삽입하는 기존의 열-실화상 합성 방식과 달리 디지털 카메라의 높은 화질을 열화상 동영상과 스틸 사진에 구현시켜 열화상 이미지를 더욱 선명하고 상세하게 볼 수 있도록 해준다.

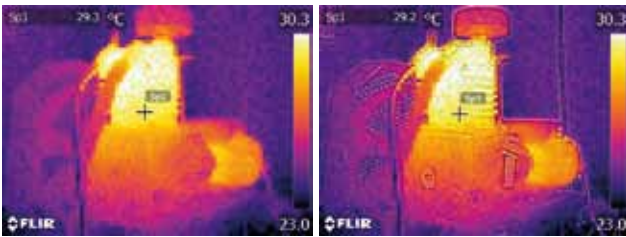
MSX 기능은 특히 출원 중인 최신 기술로서, 극히 우수한 열화상을 실시간으로 제공할 수 있는 FLIR의 독특한 온도 프로세서를 기반으로 하고 있다.

- 디지털 카메라의 고 화질을 열화상 이미지에 구현
- 문제 부위를 정확하게 확인할 수 있는 높은 온도 해상도 제공
- 화질이 우수하므로 보고서 작성을 위해 별도로 실화상을 촬영할 필요가 없음



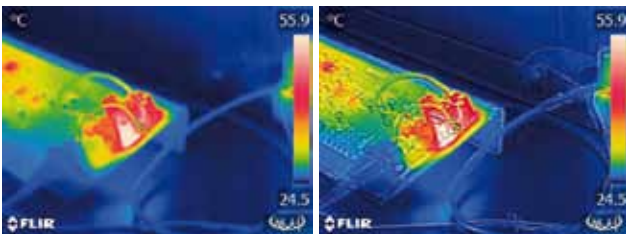
〈그림 1〉 건물의 열화상 이미지(좌)와 MSX를 적용한 열화상 이미지(우)

유리는 적외선이 투과하지 않지만, MSX를 적용한 열화상 이미지는 유리 뒤편에 있는 시계의 바늘까지도 선명하게 보여준다. 이것은 실화상의 일부를 열화상 위에 오버레이할 수 있는 MSX 기술 덕분에 가능한 것이다. 그 결과로 매우 자세한 부분까지 선명하게 볼 수 있는 고급 화질의 이미지를 제공한다.



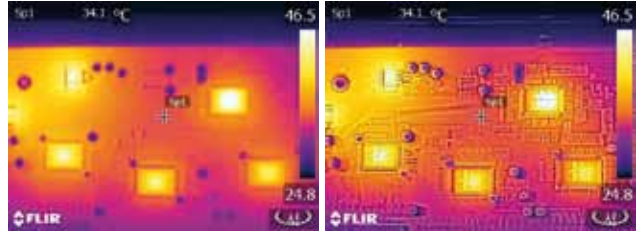
〈그림 2〉 압축기(compressor motor) 열화상 이미지(좌)와 MSX를 적용한 열화상 이미지(우)

일반 열화상 이미지로는 구분이 어려웠으나 MSX를 적용한 이미지 확인 시 부품의 위치 등 확인이 가능하여 좀 더 정확하게 확인할 수 있다.



〈그림 3〉 전원 케이블 열화상 이미지(좌)와 MSX를 적용한 열화상 이미지(우)

전원 케이블의 과열 부분 확인을 위해 열화상 이미지를 측정했다. 열화상 이미지로도 확인은 가능하지만 MSX 기술을 적용한 열화상 이미지를 보면, 실제 어떤 부분인지 더 수월하게 확인할 수 있다.



〈그림 4〉 반도체 칩의 열화상 이미지(좌)와 MSX를 적용한 열화상 이미지(우)

MSX를 적용하여 열화상 이미지를 측정했을 경우, 각 칩의 위치 및 과열된 부품이 어떤 부품인지도 확인이 가능하게 된다.

열화상 적외선 카메라의 디자인 제조, 마케팅의 세계적인 선도업체, FLIR Systems사

플리어시스템즈식회사(FLIR)는 50년 이상 적외선 열화상 카메라 및 군수용, 민수용 적외선 카메라를 제공해 온 혁신적인 적외선 이미지 시스템의 선도적 제조업체이며 60여 개 국가에서 산업, 상업 및 정부 활동 등의 다양한 분야에서 중추적인 역할을 하고 있다.

플리어 제품은 전 세계 적외선 열화상 카메라 시장의 60%에 달하는 높은 점유율을 차지하고 있어 'The Global Leader in Infrared Cameras'라는 슬로건에 걸맞는 위치를 점하고 있으며 국내에서도 그 시장의 점유율은 약 50%에 달한다.

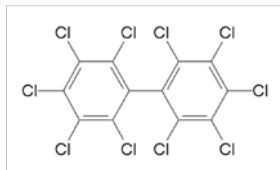
에이티프런티어는 플리어와 한국 내 총판계약을 체결함으로써 실험실 등 연구/개발부터 산업 현장까지 플리어의 기술을 합리적인 가격에 공급하고 있다(제품 문의 : 031-460-9323).



PCBs 함유기기의 관리 및 PCBs 분석

PCBs의 정의

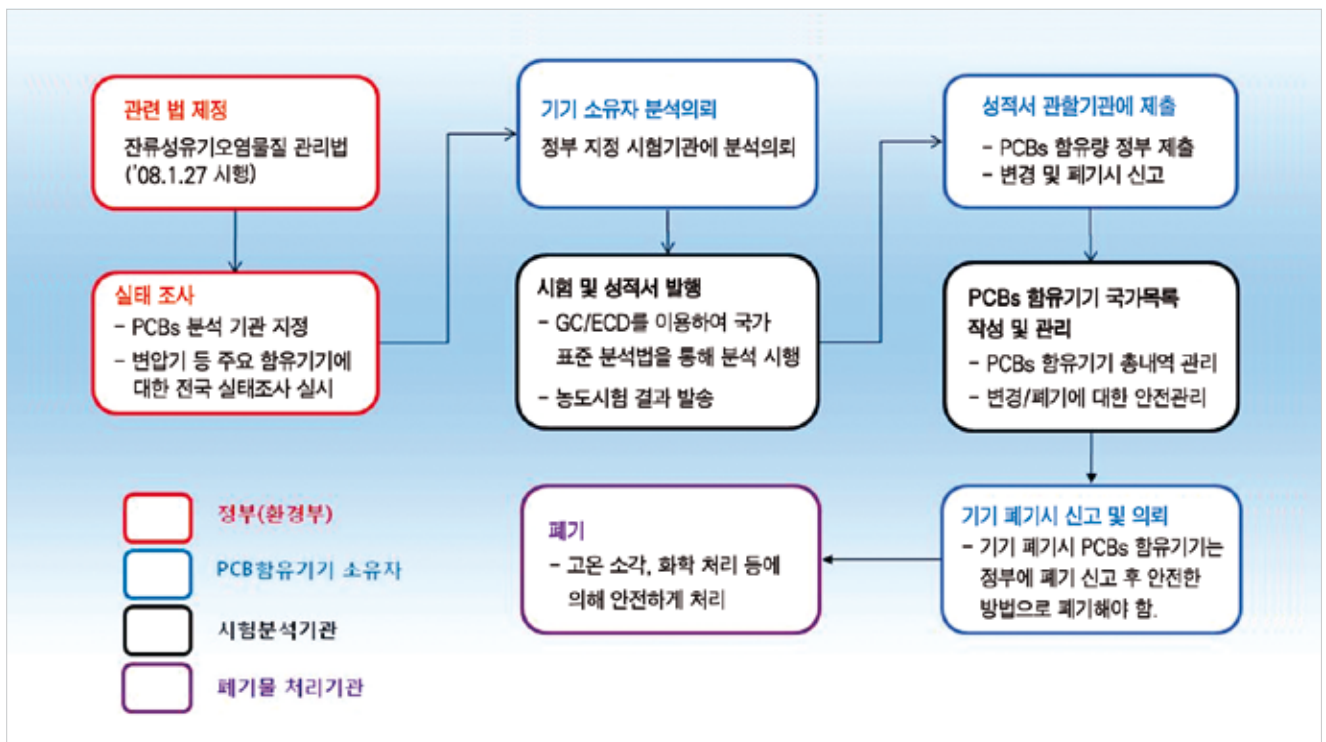
- 폴리염화비페닐(Polychlorinated Biphenyls)의 약자로 열에 잘 견디고 화학적으로 안정한 물질
- 1929년 미국에서 생산된 이래 세계 각국에서 제조·판매
- 주로 전기절연제, 유연제 등에 사용
- 인체 및 생태계에 대한 위해성으로 70년대부터 대부분의 국가에서 생산과 사용이 금지됨.



<그림 1> 폴리염화비페닐

PCBs 관리

- 국제사회는 스톡홀름 협약을 통해 PCBs를 포함한 잔류성유기오염물질의 관리 강화 및 적정 처리를 추진
- 스톡홀름 협약의 국내 비준('07.1.25)과 잔류성유기오염물질 관리법 시행('08.1.27)으로 스톡홀름 협약 및 잔류성유기오염물질 관리법에서 정하고 있는 PCBs 함유기기 관리규정을 준수하고 이행해야 함.
- 국내 관련 규정 : 잔류성유기오염물질관리법 제 24~26조
- PCBs 함유기기(관리대상 기기)의 관리주체별 의무사항 및 준수사항



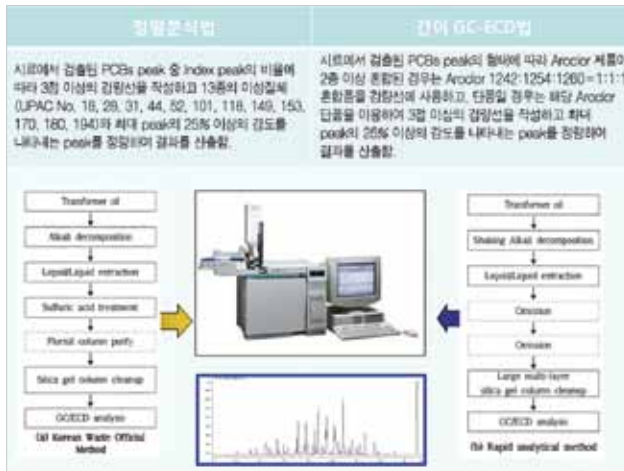
<그림 2> PCBs 함유 기기의 관리주체별 의무사항 및 준수사항

PCBs 관리대상기기의 종류

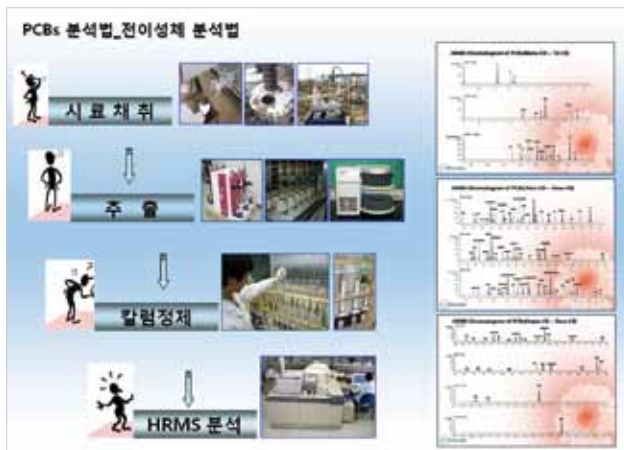
- 유입식 변압기, 유입식 콘덴서, 유입식 계기용 변압변류기
- 그 밖에 전기절연유를 절연매체로 사용하는 전력장비
: 유입식 안정기, 유입식 개폐기 차단기, 유입식 방전코일, 유입식 케이블 등

PCBs 분석법

구분	정밀분석방법 (GC/ECD)	간이절차법 (간이GC/ECD)	PCBs-전이성체 (HRMS)
분석시간	3~4주	14일 이내	4~5주
분석비용	20만원	12만원 이내	200만원

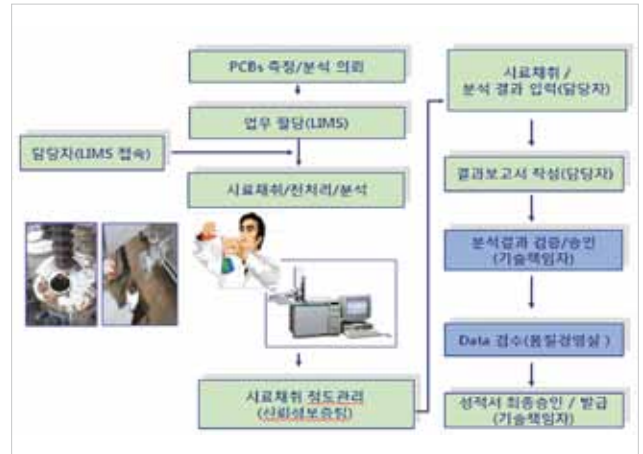


〈그림 3〉 PCBs 분석법 : GC/ECD



〈그림 4〉 PCBs 전이성체 분석법

시험의뢰 및 분석절차



〈그림 5〉 랩프런티어 시험의뢰 및 분석절차

- 시험분석 문의 : 031-460-9121

**HOT
ISSUE**

최신 뉴스

순수/초순수제조장치, aquaMAX 제조, 판매



2014년 3월부터 영인과학이 “순수/초순수제조장치”를 자체 제조 및 공급하게 되었습니다. 실험에 사용하시는 물을 보다 깨끗하게, 최상의 수질을 제공해 드리도록 하겠습니다. 다양한

기능과 편리성을 가진 역삼투 방식의 순수제조장치, aquaMAX™-Basic 360 Series와 최상의 수질, 유기물을 완전 제거한 실험실용 초순수제조장치, aquaMAX™-Ultra 370 Series의 두 가지 제조장치를 선보입니다. 제품에 대한 자세한 내용은 영인과학 홈페이지(www.youngin.com)에서 확인하실 수 있습니다.

세계 최고 권위의 분석기기 전시회, “PITTCON 2014” 참관

지난 3월 2일부터 6일까지 시험분석기 분야의 가장 권위있는 학술 대회 겸 전시회인 PITTCON 2014가 미국 시카고의 McCormick Place에서 개최되었습니다. 분석화학, 나노기술, 생명과학, 법과학, 식품안전, 환경, 에너지 등 여러 분야에서 가장 최신의 혁신적인 기술과 제품을 선보인 이번 PITTCON 2014에는 약 1,000여개 회사가 전시에 참가하였으며, 이 중 110여개 회사들은 새로운 분석기술과 장비를 개발하여 처음 참가한 것으로 나타났습니다. 영인과학에서는 이번 PITTCON 2014를 참관하며 시험분석기 관련 최신의 기술과 동향을 살펴보고, 이를 통해 점차 다양해지는 국내 고객분들의 새로운 분석 요구에 맞추어 보다 폭넓은 솔루션을 제공해 드리기 위해 더욱 노력할 것입니다.



신규 대리점 계약, Trinity Biotech 당뇨병 환자 혈당 모니터링



Trinity Biotech사 Premier Hb9210™



지난 2013년 12월, Trinity Biotech사와 당뇨병 환자의

혈당(헤모글로빈) 모니터링이 가능한 “Premier Hb9210™”에 대한 국내 독점 대리점 계약을 체결하였습니다. Trinity Biotech사 Premier Hb9210™은 column을 사용하여 혈당을 정량으로 측정하며 기존의 검사제품보다 더 빠르고 정확하게 진단하여 환자의 건강증진에 큰 도움이 될 수 있도록 디자인되었으며, CE Mark와 더불어 FDA로부터 승인되어 안정성과 유효성이 검증된 제품입니다. 국내에서도 현재, 식약처 허가등록과 비교평가를 진행 중에 있습니다.

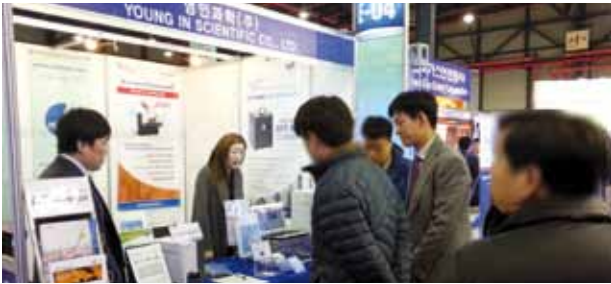
**Workshop
워크숍**

마이크로웨이브 장비, 수은분석기 유지보수 워크숍 실시

지난 3월 20일~21일 양일간 CEM사 마이크로웨이브 시료전처리 장비(MARS) 및 Teledyne Leeman Labs사 수은분석기(Hydra II C) 실사용자를 모시고 유지보수 워크숍을 실시하였습니다. 이번 워크숍에서는 Microwave와 수은분석기의 이해 및 시스템 구성에 대한 설명 뿐만 아니라 고객들이 실제로 분석하는 시료의 method development, 기기 실습 및 유지보수 교육이 함께 진행되었습니다. 특히, 실습 과정을 통해 시료용기 조립과 기기를 직접 구동할 수 있는 기회를 부여함으로써 장비 친숙도를 높였으며 수은분석기 소프트웨어가 설치된 컴퓨터를 직접 다루어 볼 수 있도록 하여, 고객들의 교육 만족도를 높였습니다.

Exhibition
전시회

제9회 서울국제가스산업전시회 (GAS KOREA 2014) 참가



지난 3월 12일부터 14일까지 3일간 서울무역전시컨벤션센터(SETEC)에서 서울국제가스산업전시회(GAS KOREA)가 개최되었습니다. GAS KOREA는 가스 관련 신기술 및 우수기기 전시를 통해 가스산업 및 가스안전에 대한 홍보를 위해 매년 진행하고 있습니다. 이번 GAS KOREA에서 영인과학은 새롭게 선보이고 있는 Precise사 온라인 탄화수소 가스분석기를 전시하고 가스산업 전반의 연구 동향을 파악하였습니다. 산업통상자원부, 환경부, 한국가스공사, 한국가스안전공사를 비롯한 약 100여 명의 가스 산업 종사자들이 부스를 방문하여 Precise 5 제품에 대해 관심과 호응을 보여주셨습니다.

Seminar
세미나

토양 중 PLFA(Phospholipid fatty acid) 분석 세미나 개최 - 제20차 세계 토양학 학술대회 -



2014년 6월 8일~13일, 한국토양비료학회, 농촌진흥청, 세계토양학회(IUSS) 주최 및 농림축산식품부, 제주특별자치도 후원으로 ICC 제주에서 제20차 세계 토양학 학술대회가 개최됩니다.

본 학술대회에서 영인과학은 MIDI사의 Sherlock 미생물 동정 시스템과 Agilent 7890A GC/FID를 함께 전시하고, MIDI 전시부스 내에서 6월 10일(화)에 선착순 15명을 대상으로 PLFA(Phospholipid fatty acid) 분석 세미나를 진행할 예정입니다. PLFA 분석 세미나는 'MIDI Sherlock 미생물 동정 시스템을 이용한 토양 중 우세한 미생물 종 분석'을 주제로 진행됩니다. PLFA 분석은 토양에 존재하는 미생물 중 우세한 미생물 종을 식별할 수 있어 토양 중 미생물 분석에 널리 사용되는 분석방법입니다. PLFA 세미나는 영인과학 홈페이지를 통해 참가신청을 하실 수 있습니다. 관심 있으신 분들의 많은 참여를 부탁드립니다.

New
Product
신제품

AMETEK ORTEC사 EasyNIM-928 Suite 출시

AMETEK ORTEC사에서는 하나의 NIM module에 MCA/Counter/Timer/Rate meter의 기능을 포함하고 있는 신규 NIM module인 Easy-NIM 928 suite을 출시하였습니다. 고객의 필요에 따라 MCA의 기능만을 가지고 있는 928-MCB, counter and timer의 기능을 갖추고 있는 928-Count2 및 928-Count4, 4가지 기능을 모두 갖춘 All-in-one 모델인 928을 선택하실 수 있으며 기존의 NIM module과는 다르게 전용 소프트웨어인 "Front Panel Emulator"를 함께 공급하여 Easy-NIM 928의 모든 하드웨어를 컨트롤할 수 있습니다. 또한 추가 옵션 소프트웨어인 "programmer's toolkit"를 통하여 사용자 편의대로 프로그램을 사용하고 제어할 수 있게 되어 기존의 NIM module에 비해 다양한 응용에 사용할 수 있습니다.



Easy NIM 928 suite 및
Front Panel Emulator
Software

EVENT
이벤트

영인과학 웹사이트 회원정보수정 이벤트

2014년 4월 한달 동안 영인과학 웹사이트의 회원 정보를 수정해 주시는 분들 중 추첨을 통해 커피 기프트콘을 보내드립니다. 보다 유익한 정보들을 정확하게 보내드리기 위해 진행되는 이번 이벤트에 꼭

참여하시고, 기념품도 받으시기 바랍니다. 영인과학 웹사이트 ⇒ 마이페이지 ⇒ 회원정보 변경 페이지에서 정보를 수정한 후, 수정 버튼을 누르시면 자동으로 신청됩니다. 자세한 사항은 영인과학 웹사이트(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 63호 내용 중 필요하신 자료가 있으시면 체크해 주십시오.

우편이나 e-mail로 신속하게 자료를 보내드리겠습니다.

- 자료번호 63-01 최상의 결과 획득을 위한 GPC/SEC 컬럼 검정(Calibration)
- 자료번호 63-02 토양 미생물 군집 분포분석을 위한 인지질 지방산 분석법
- 자료번호 63-03 TOC와 BOD/COD의 상관관계
- 자료번호 63-04 수돗물 내의 불소 모니터링
- 자료번호 63-05 당뇨병 환자의 혈당 관리, HbA1C 측정
- 자료번호 63-06 미생물 동정 시스템, MIDI사 Sherlock Microbial Identification System
- 자료번호 63-07 최상의 분석 및 빠른 동시 분석이 가능한 ICP-OES, Teledyne Leeman Labs사 Prodigy 7
- 자료번호 63-08 Multiple parameter water quality analyzer, Thermo Fisher Scientific Orion사 Chlorine XP
- 자료번호 63-09 검사시간, TAT, 검체량, Work-load 최소화, Horiba Medical사 Automated Hematology Analyzer
- 자료번호 63-10 고품질의 Bio chemicals, Reagent 제조, 생산 - AMRESCO
- 자료번호 63-11 Real 고객 맞춤형 GAS 분석 - YL 가스 전용 분석 시스템
- 자료번호 63-12 연구원의 안전과 완벽한 실험 결과를 위한 실험실 Hood
- 자료번호 63-13 입도분석의 최강자 - Malvern 입도분석기
- 자료번호 63-14 초고해상도 이미지 - FLIR 열화상 카메라
- 자료번호 63-15 PCBs 함유기기의 관리 및 PCBs 분석

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



나를 위한 여유 만들기

삶은 늘 여유보다는 바쁨과 달림의 연속입니다.
그래서인지 나를 돌보고 나를 챙기는 시간이
너무 부족하지는 않으신가요?

어쩌다 한번쯤은 나에게 게으름과 텅굴거림을
기쁘게 허락해 주세요.
이런 여유를 만끽하고 나면
또 다시 뛰어갈 힘이 생길테니까요.

봄기운이 가득한 시간을 맞이했네요.
햇빛이 따사롭고 청명한 하늘이 이쁜
봄날을 마음껏 즐기시기 바랍니다.
값비싼 선물보다 자연과 함께 할 수 있는 여유로움이
우리 자신에게 더 큰 선물이 아닐까요?

편집자.



영인과학

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