

고객은 우리가족

영인과학
소식지
2015년
봄호

영인 Lab.Highlight

67호

2015년 3월 발행



영인과학

하루 1번씩 찾아가는

영인과학 Social Networking Service

영인과학 SNS
팔로워&친구가 되시면
다양하고 유익한
정보를
공유하실 수
있습니다.



Facebook



Twitter



YouTube

* 매일 1건 이상의 정보와 자료 전달
(최신 동향, 전시/세미나 일정, 제품 및 응용자료 소개 등)

* 주기적인 이벤트 실시

* SNS를 통한 고객들의 활발한 소통

- 트위터 : 팔로워 83명
- 페이스북 : 친구 280명
- 유튜브 : 기기 유지관리법 게시

2015년 2월 기준

온라인을 통한 신속한 정보 공유를 위해
2012년 4월부터 운영하고 있는
영인과학 페이스북, 트위터, 유튜브는
영인과학과 고객 간의 열린 소통의 장으로
활용되고 있습니다.

영인과학의 팔로워&친구가 되어 주세요.
다양한 정보와 자료를 공유하실 수 있습니다.

C o n t e n t s

04

초청 칼럼

식품분석과 함께 한 나의 연구 활동

12

스페셜 칼럼

폴리머 중 PAHs 국제 표준화를 위한 시험방법 개발

16

특별 기획

시료전처리 솔루션(2)
VOCs 시료전처리 솔루션

20

최신 분석 동향

식품분야,
시험·검사 장비에 대한
감사추적(Audit trail) 개요

22

세계 첨단 기업

고성능, 다기능 X-선 회절 분석기 전문 회사
STOE사

24

법과학

불법금지약물 유통의 범죄조직을 찾아라.

26

식품

식품 포장재 중
휘발성유기화합물(VOCs) 분석

28

환경

TOC와 BOD/COD의 상관 관계

30

정밀화학

의료기기 제조에 사용되는
코팅 두께 측정법

32

임상

백혈구를 염색하는 성분의 비밀
Chlorazol Black E

34

Product Story

36

스스로 하는 기기 진단

Agilent HPLC Autosampler Needle Seat
교체 방법

38

분석 TIP & TRICKS

Agilent GC, GC/MS Capillary Flow Technology
: Backflush

41

영인 계열사 소식

52

Young In News

54

독자카드

55

생활의 싹표

영인 Lab.Highlight 67호에 게재된 글과 사진의 무단 복제를 금합니다.



Facebook



Twitter



YouTube

식품분석과 함께 한 나의 연구 활동



글 | 하재호 박사

한국식품연구원: 식품분석센터장, 산업지원연구본부장,
안전성연구본부장, 선임연구본부장

한국분석과학회 회장(2014)

한국식품과학회 식품분석분과위원장(2002~2013)

중국칭화대학 방문교수(2007~2008)

과학기술인 총연합회 이사(2014~2016)

국제식품규격위원회 한국대표(2004~2015)

나의 학문적인 성과에 대해 돌아보는 글을 벌써 쓰게 되었다는 것이 약간은 쑥스러운 느낌이 들지만, 우선 내가 이 길을 걷게 된 과정부터 다시 한 번 되짚어 보도록 하겠다.

필자는 1975년 당시에 유행하던 모 스낵식품에 흥미를 갖게 된 이유로, 부산 수산대학(현 부경대학) 식품공학과를 지원하였고 1982년 학부를, 그리고 1984년 대학원을 졸업하였다. 대학원을 졸업하면서도 식품분석이라는 분야가 향후 나의 전문분야가 될 것이라고 생각하지 못하였다. 실제로 대학원을 졸업한 후 나름대로 야심을 가지고 약 1년간 부산에 있는 무역회사를 다녔으나 근무여건이 잘 맞지 않은 관계로 퇴사하였다. 그리고 다시 농수산물 유통공사 종합식품연구원의 연구자 모집 공고를 보고

지원하여 입사를 하게 되었다. 처음 연구를 시작한 것은 수산가공 분야였으나, 조직이 바뀌면서 이화학 연구실로 이동하였고, 1985년에 이르러서 나의 학교 선배이신 허우덕 선배님과 함께 식품분석을 처음으로 시작하였다. 그 당시 유통공사 식품연구원에서는 분석실이 별도로 없었고 그저 이화학 연구실 소속의 연구원으로 분석분야를 담당하는 정도였다.

1985년 당시의 유통공사 식품연구원 내의 이화학 연구실 소속 분석실에는 Varian사의 Gas Chromatography(GC) VISTA 6000 모델 1대, Waters사 HPLC 1대, Shimadzu사 QP-1000 질량분석기 1대가 있었다. 그러나 나는 GC와 HPLC에 관하여 전혀 문외한이었기 때문에, 허우덕 선배님을 통하여 GC를 조작하는 방법과 관련 이론을 배우게 되었다. 그 일을 계기로 하여 지금까지 식품분석이 나의 전공이 되었고, 현재까지도 이 일을 천직으로 여기게 되었다. 그리고 1988년 5월 1일, 유통공사 종합식품연구원과 KIST 생물공학부가 병합되면서 한국식품개발연구원이 탄생하였고, 2004년 9월 23일에는 한국식품연구원으로 명칭이 바뀌게 되었으며, 나는 이 곳에서 연구자로서 식품분석만을 연구해 오게 되었다.

식품 분석 연구의 배경

국내 다수의 분석 전문가들은 해외 유학을 하고, 그 기간 동안 현지의 유명 교수들과의 교류 및 지도를 통해 분석 과학을 시작하게 되며, 이 과정을 통해 자신의 경력을 쌓아나가게 된다. 하지만 나는 사실 해외에서 분석과학을 공부한 경험 없이, 오로지 연구실에서 스스로 학회 참석이나 전공 서적을 통해 분석을 공부하였다. 그리고 다양한 분석과학의 줄기 중, 나의 학부 및 대학원 시절의 전공이었던 식품과학 분야의 하나인 식품 분석을 연구하게 되었다. 또한 1992년에는 고려대학교 대학원에서 참기름의 향기 성분에 관한 논문으로 박사 학위를 취득하였으며, 이것이 계기가 되어 식품 중의 향기 성분 연구에 몰두하게 되었다.

분석과학이라고 하면 기초 과학의 영역에 가깝다고 생각되었지만, 오히려 식품 분석이라는 분야는 기초 과학보다 응용과학에 더 가깝다고 생각한다. 이는 식품과학이 응용과학의 측면에서 활용되고 있기 때문일 것이다. 따라서 나의 연구 성과를 나열해

보면 대부분 기초과학적 측면보다는 응용분야, 즉 실제 식품산업에서 활용가능하거나 적어도 식품산업에 직·간접적으로 영향을 줄 수 있는 성과들이 주를 이루고 있다. 지금부터는 그 성과들에 대해 하나씩 나열해 보도록 하겠다.

김치 중의 만니톨(mannitol) 발견

우리나라 전통식품 가운데 김치는 매우 중요한 연구대상이다. 김치에 관한 연구를 보면, 대부분 김치의 발효과정에 관여하는 미생물에 대한 연구이며, 발효과정에서 이루어지는 김치 성분의 변화에 대한 연구는 상대적으로 매우 적다.

필자는 1988년 식품연구원의 주요사업 연구비로 김치의 발효과정 중에 일어나는 맛 성분의 변화에 대해 연구하였다. 김치의 맛을 결정하는 데에는 아미노산, 유리당, 유기산 등 다양한 성분이 관여한다. 그 중 유리당을 분석하는 데에는 그 성분의 함량이 매우 낮은 점과 김치를 담글 때 사용하는 여러 가지 부재료에 의한 방해로 인해 큰 어려움을 겪었다. 이를 해결하기 위해 김치 유리당의 -OH 기에 TMS 유도체를 만들어 GC-FID를 사용하여 분석하였다.

그 과정에서 발효 시간의 경과에 따른 유리당의 변화를 GC를 사용하여 분석하는 도중, GC의 크로마토그램에서 새로운 피크가 계속 증가하는 것을 관찰하였다. 이 새로운 피크가 무엇인가를 알아내기 위하여 당시로서는 매우 귀한 장비에 속하는 GC/MS(QP-1000)를 사용하여 분석을 한 결과, 그 물질이 mannitol임을 발견하였다. QP-1000은 초창기 질량분석기의 모델로 지금은 너무나 일반적인 library가 없어 eight peak index라고 하는 책을 사용하여 mannitol을 확인하였다. 처음 발견 당시에는 김치에서 mannitol을 발견한 것이 어떤 의미를 가지는 것인지 전혀 몰랐고, 그저 식품과학회지에 그리 능숙하지 않은 문장으로 영문 논문을 내었을 뿐이었다.

이후 그 논문을 본 식품미생물 전공교수님들이 나에게 그것이 매우 중요한 발견이라고 얘기해 주었을 때 비로소 김치 중의 mannitol 발견의 의미를 알게 되었다. 즉, 김치의 발효가 hetero fermentation임을 증명할 수 있는 중요한 화합물이라는 것

이었다. 현재도 세계김치연구소에서는 김치의 발효과정에서 생성되는 mannitol에 관하여 연구를 한다고 하니 어깨가 으쓱해진다. Mannitol은 내가 발견한 식품의 성분 중에서 중요한 의미를 가지는 최초의 성분이었다.

참기름의 진위판별법 개발

GC를 배우면서 가장 먼저 시작한 것이 지방산 분석이었다. 지금도 그렇지만 당시에도 사회적으로 큰 문제를 일으키는 3대 불신식품인 가짜 꿀, 가짜 고춧가루 및 가짜 참기름이 있었다. 허우덕 선배님은 참기름의 진위 판별법에 관하여 몇 차례 논문을 발표하였는데, 그 방법은 참기름 중의 지방산을 분석하여 참기름의 주요 지방산인 oleic acid와 linoleic acid의 비율(L/O ratio)을 비교하여 참기름에 혼입된 다른 식용유를 판별하는 것이었다.

한편, 가짜 참기름을 만드는데 가장 흔히 사용되는 것은 옥수수기름으로, 이것은 참기름과 마찬가지로 linolenic acid의 함량이 1% 이하로 낮기 때문에 자주 사용되었다. 물론 순수한 참기름과 옥수수기름이 첨가된 가짜 참기름의 지방산을 비교하면 비교적 쉽게 옥수수기름의 혼입여부를 판별할 수 있다. 한 가지 문제는 참기름에 옥수수기름을 10% 이하로 첨가한 경우는 지방산분석으로 판별이 용이하지 않는다는 점이다. 그래서 생각해낸 방법이 참기름과 옥수수기름의 탄소동위원소를 측정하여 판정하는 방법이다. 참깨와 옥수수는 광합성 작용으로 탄수화물을 만드는 생화학적 합성경로가 다른데, 참깨는 C₃ plant이고 옥수수는 C₄ plant이다. C₃ plant와 C₄ plant는 탄소동위원소인 C₁₂에 대한 C₁₃의 비율이 다르기 때문에 가짜 참기름을 판별해 낼 수 있었다. 즉, 진짜 꿀과 설탕으로 사탕을 만들 수 있는 방법을 응용한 것이었다.

이 결과는 상당히 성공적이었다. 참기름에 인위적으로 다른 식용유를 섞은 경우 먼저 지방산 조성을 분석한 다음 지방산의 상대적 비율을 측정한다. 그리고 일정한 범위에 맞지 않는 경우 가짜 참기름으로 판정하고, 마지막으로 탄소동위원소 비율을 측정하여 일정한 비율에 맞지 않는 기름을 가짜 참기름으로 판정할 수 있었다.

한중일 국제 분석화학 심포지엄 교류

2003년 한국분석과학회의 열공 회원인 김만구 교수님께서 한국, 중국, 일본 3개국의 기체크로마토그래피 연구회(GC 연구회)를 만들어 3개국이 국제심포지엄을 갖자는 제안을 하였다. 최초 국제심포지엄을 일본에서 하였는데, 다음 개최국으로 한국이 결정되었다. 김만구 교수님은 국제 협력이나 국제 심포지엄에 많은 열정이 있었고 서울여대 화학과 이동선 교수님과 함께 성공적인 한중일 국제 심포지엄을 개최하는데 여러 가지 노력을 하였다.

필자는 GC 연구회의 일원으로 가입하여 한중일 분석심포지엄을 이끌어가는 사람들 중의 한명으로 역할을 수행하였다. 2004년 10월, 서울교육문화회관에서 제2차 한중일 국제 분석화학 심포지엄이 성공적으로 개최되었고 이후 중국, 일본, 한국 순으로 매년 한중일 분석화학심포지엄이 개최되었다. 현재는 제12차 한중일 국제 분석화학 심포지엄이 부산에서 개최될 예정이며 향후 이 모임은 지속적으로 개최될 것이다.



한중일 분석화학 모임-북경(2004)

벨기에산 돼지고기 PCB분석

GC를 사용하여 분석하는 기술에 대하여 조금 자신이 붙은 2002년, 국가적인 문제가 식품연구원에 속제로 주어졌다. 즉, 벨기에로부터 수입한 돼지고기가 dioxin에 오염되어 전 세계적으로 문제가 된 것인데 이것을 해결하는 것이었다. 한국은 당시 벨기에와 외교관계 수립 100주년이라는 해였기 때문에 수입된 돼지고기 중 검사 후 이상이 없는 경우는 수입허가를 하라고 압력을 가하는 벨기에 정부의 요구를 들어줄 수밖에 없는 상황이

었다. 벨기에 정부의 요구는 간단명료하여 돼지고기의 PCB 함량을 분석한 다음 개별시료가 기준치 200 ppb 이상을 초과하는 컨테이너는 폐기하고 나머지는 수입해서 통관시키라는 것이었다. 분석방법은 Italian method로 전 세계에서 공통으로 승인한 분석법이였으며 벨기에와 한국 정부에서 상호 인정된 분석방법을 사용하는 것이었다. 또한 정부기관에서 분석을 하여서는 안 되고 민간기관에서 분석을 하되 그 민간기관이 ISO 17025를 준수하는 기관이어야 했다.

한편, 한국정부 입장에서 보면 소비자 단체에서 벨기에산 돼지고기의 수입을 전면 반대하고 있었고 여러 가지 정치, 사회적인 문제로 인하여 쉽게 결론을 내리지 못하고 있었던 상황이었다. 이 문제는 매우 민감하였으며 결국 식품연구원에서 분석을 하도록 결정되었고 그 일을 식품분석센터가 주도하게 되었다.

분석 시료 수는 상당히 많아서 2개월간 85개 컨테이너에서 채취된 약 1,300개 시료를 분석해야 했다. 나는 약 1개월 간의 setup 과정을 거쳐 분석을 시작하였으며 약 2개월 간에 걸쳐 시료를 분석 완료하였다. 분석한 데이터는 CD로 만든 후 벨기에 정부로 보내졌고 벨기에 정부에서는 이를 인정하고 승인하였다. 이 과제를 무사히 해결함으로써 국가적인 문제를 잘 마무리할 수 있었고 식품분석센터의 장비를 자동화할 수 있는 계기를 마련하게 되었다. 식품분석학자로서 국가적인 문제를 해결하는데 이바지하였다는 점에 지금도 자부심을 느낀다.

일본 히타치 회사 및 일본 식품분석센터와 교류

2004년 5월, 일본 식품분석센터(Japan Food Research Laboratories, JFRL)에 식품 중의 영양성분 분석법에 관한 연구 교류를 위하여 처음으로 방문하였다. 일본 식품분석센터는 일본의 식품, 식품포장 및 용기 등의 일본 전체 분석시장의 20% 이상을 담당하고 있으며 직원이 약 1,200명이고 6개의 지점을 보유하고 있는 일본의 가장 큰 분석검사소이다. 일본 식품분석센터의 전무이신 Mr. Tanno를 만났고 이후 식품연구원과 일본 식품분석센터의 인연은 지금까지 계속되고 있다. 현재 Mr. Tanno는 은퇴하였으나 일본을 방문할 때마다 그 분을 꼭 만나고 친목관계를 이어가고 있다.



일본 식품분석센터 JFRI 방문(2004)

한편, 일본 히타치 회사는 u-HPLC를 만들어 세계적으로 판매하고 있는 회사로 분석 장비 뿐만 아니라 의료장비와 중공업장비 및 반도체를 생산하는 업체로서 나에게 5년 동안 연구비를 지원하면서 많은 도움을 준 회사이다. 히타치 회사와는 약 7년 전 한국 식품과학회에서 처음 인연을 맺었으며 이후 나와 지속적으로 교류하면서 히타치 회사의 연구원들과 식품분석에 관한 연구를 공동으로 수행하였다. 히타치 회사의 u-HPLC를 사용하여 capsaicinoids의 신속분석법, 인삼 중의 ginsenosides 신속분석법 및 flavonoids 신속분석법 등을 개발하여 J. AOAC Int.에 연구논문을 발표하였고 지금도 신속분석법에 관하여 연구를 지속하는 계기가 되었다. 이 자리를 빌어 히타치 회사의 5년간 연구비 지원에 대하여 감사의 마음을 다시 한 번 전하고 싶다.

국제식품규격위원회(CODEX Alimentarius) 활동

우리나라 식품 중에서 국제식품규격 즉, CODEX Alimentarius Committee에서 승인을 받아 국제식품규격에 등록된 사례는 김치, 고추장, 된장, 인삼 등이 있다. 2005년부터 나는 이 일에 관여하여 지금도 CODEX Alimentarius Committee의 시료채취 및 분석분과위원회(CODEX Committee on methods and sampling, CCMAS)의 한국대표단으로 참여하고 있다. 2002년 9월부터 한국정부는 고추장, 된장, 인삼을 국제식품규격으로 등록하기 위하여 많은 노력을 기울여왔다. 세계 식품규격을 만들기 위해서는 분석방법이 반드시 CCMAS에서 통과되어야 하는데, 한국은 CCMAS에서 고추장, 된장 및 인삼의 품질지표성분의 분석법을 통과시키지 못하여 애를 먹고 있었다.



국제식품규격위원회 회의 참석(2007)

결국은 내가 CCMAS에 한국대표단의 일원으로 파견되어 이 문제를 해결해야 하는 임무를 부여받았다. 분석방법은 CCMAS의 working group meeting에서 승인이 되는데, 2009년 헝가리에서 개최되는 제29차 CCMAS working group에 참여하였을 때 한국의 안건이 agenda로 상정조차 되지 못한 상황이었다. 정말 매우 급박한 상황에서 한국으로 연락을 취하여 훈령을 받은 다음 한국의 고추장, 된장 및 인삼의 분석법 승인에 관한 문건을 agenda로 상정시키고 working group 의장인 영국인 Dr. Roger Wood를 설득하여 이것을 통과시키게 되었다.

중국 칭화대학 연구

2007년 8월, 나는 Professor Lin Jinming이 있는 중국 칭화대학 화학과에 1년 간 연구연가를 갔다. 식품연구원에서 약 20년 간의 연구생활 동안 중국의 식품산업에 관하여 더 깊이 알아야 할 필요성을 느꼈고 평소에 습득하여온 중국어도 공부할 겸 중국으로 1년 간 연가를 가기로 결심한 것이다. 그래서 한중일 국제 분석과학 심포지엄 활동을 통하여 깊은 친분관계가 있던 Professor Lin에게 연락하여 칭화대학 화학과에서 방문교수로서 1년 간 지내기로 하였다.

중국은 빠른 성장을 계속하는 국가로 식품산업에서는 매우 중요한 국가라고 생각되었다. 중국을 보다 잘 이해하는 것은 한국과 중국 간의 친밀한 관계 유지 뿐만 아니라, 향후 우리의 식품산업 발전과 중국진출에 대한 교두보를 쉽게 놓을 수 있는 기회라고 생각하였다. 나는 중국에 머무르는 동안 중국의 여러 지역

을 방문할 기회를 가졌다. 장춘, 석가장, 천진, 지난, 청도, 정주, 우한, 충칭, 상해, 항주, 소주, 우시, 하문, 해남도, 이장 등 많은 곳을 방문하였다. 다행히 나는 중국어를 상당한 수준으로 할 수 있었기에 혼자 여행하는 것에는 거의 어려움이 없었다. 지금도 중국은 자주 방문하며, 식품연구원에서 중국과 관련이 있는 일은 내가 나서서 해결해 주고 있다.

2008년 8월 베이징 올림픽이 열리기 직전, 나는 다시 한국으로 귀국하게 되었다. 중국에서의 1년 간의 생활은 매우 유익했으며, Professor Lin이 있는 연구실에서 마이크로칩을 만드는 연구와 분리분석에 관하여 학생들과 같이 연구하면서 나름대로 많은 것을 배우기도 하였다. 내가 주로 하는 크로마토그래피에 의한 분리분석법에 대해 학생들을 대상으로 강의하였고 대학원 학생들은 나와 함께 크로마토그래피에 의한 분리분석법을 재미있게 학습하였다. 내가 한국으로 귀국한 직후인 2008년 9월, 우유에서 발견된 멜라민 사건이 터졌을 때, 중국에서는 식품안전에 관하여 국가적인 차원에서 대응하였는데 나는 중국에 있는 친구로부터 멜라민 분석법을 수집하여 이것을 한국어로 번역한 다음 식약청에 제공하기도 하였다.

고추장의 capsaicinoids 신속분석법 개발

우리나라 전통식품 중에는 고추를 사용한 것이 많다. 예를 들면 김치, 고추장, 냉면 등 고추의 매운맛을 음식에 가하여 그 맛을 풍요롭게 하는 식품이 다양하게 발달되어 있다. 외국 사람이 한국음식을 먹을 때 가장 독특하다고 평가하는 맛으로는 매운맛을 손꼽는데, 이 매운맛은 대부분이 고추로부터 유래된다. 따라서 우리나라 음식의 매운맛을 신속하게 측정하여 매운 정도를 표시하는 것은 우리나라 전통식품을 외국인에게 소개하는데 있어 중요한 의미가 있다.

매운맛을 내는 것은 국가별로 차이가 있다. 일본은 와사비, 중국은 고추와 산초, 인도는 카레 등을 사용하여 다양한 매운맛을 만들어내며, 이외도 생강이나 파, 마늘 등 매운맛을 내는 물질은 다양하다. 고추나 고추장의 매운 맛은 capsaicinoids라고 하는 성분에서 나오는 것으로, 이것은 capsaicin과 dihydro-capsaicin이 주성분이다.

Capsaicinoids를 분석하는 방법은 주로 HPLC인데, 고추 중의 capsaicinoids를 분석하는 방법은 이미 AOAC에 등재되어 있다. 하지만 우리나라 고추장의 경우 물엿 및 다양한 부원료를 사용하므로 이 부원료에 의하여 capsaicin의 분석이 쉽지가 않다.

나는 heating-block을 사용하여 고추장으로부터 capsaicinoids를 신속하게 추출하여 초고속 액체 크로마토그래피(ultra high performance liquid chromatography, u-HPLC)로 분석하는 방법을 개발하여 J. AOAC Int.(2008년)과 Food Science and Biotechnology(2010년)에 게재하였다. 이후 고추장과 고추가 들어간 식품에서 capsaicinoids를 분석하는 방법을 연구한 논문을 4편 발표하였고 이후 한국의 전통음식에서 capsaicinoids를 분석 지원하는 일을 계속 수행하고 있다.

인공트랜스지방과 경화트랜스지방의 구분법 개발

2002년 미국의 의학연구원/국립과학 아카데미(IOM/NAS)는 식품중의 트랜스지방산의 섭취량이 저밀도 콜레스테롤(LDL-Cholesterol)과 양의 상관관계가 있음을 발표하였다. 이 발표 이후 전 세계는 트랜스지방산에 관하여 많은 연구와 발표가 있었고 미국, 프랑스, 영국, 덴마크 등 여러 국가에서 트랜스지방의 섭취를 제한하거나 표시를 강화하도록 하였다.

우리나라에서도 2007년 12월 1일부터 가공식품에 트랜스지방의 함량을 표시하도록 의무화하였다. 유지 중의 트랜스지방산의 분석법은 이미 잘 알려져 있었으나 국내에서는 식품 중의 트랜스지방산 분석법에 관한 연구가 거의 진행되지 않았다. 따라서 나는 트랜스지방을 분석하기 위하여 지방을 추출하는 방법



Trans fat 인터뷰
KBS2 스펀지(2007)

에 관하여 연구하였다. 이러한 연구의 결과를 당시의 식약청과 같이 공유하면서 트랜스지방의 표시제도가 도입되게 되었다.

한편 트랜스지방은 2가지 종류가 있는데, 자연 트랜스지방과 부분경화유로부터 유래되는 경화 트랜스지방산이 있다. 이들 두 종류의 트랜스지방산을 구분하는 것은 지금까지 연구된 바가 없었다. 나는 comprehensive GCxGC-TOFMS를 사용하여 이중결합이 한 개이며 탄소수가 18개인 두 가지 트랜스지방산인 vaccenic acid와 elaidic acid를 분리하는 기술을 개발하여 이것을 처음으로 학계에 발표하였다. 지금도 가끔 식품 중의 트랜스지방에 관한 언론의 관심이 일어나면 나에게 분석협조와 인터뷰를 요청하는 일이 종종 있다.

막걸리에서 파네졸(farnesol) 발견

막걸리는 대표적인 우리나라 전통주로, 지금은 맥주, 와인, 양주, 보드카 등 다양한 술에 밀려서 그 인기가 다소 주춤하지만 1970년대는 많은 젊은이들이 캠퍼스에서 대학 생활을 즐기며 막걸리를 마셨다. 2000년대에 들어와서 막걸리는 한류 열풍과 더불어 시장이 크게 성장하고 그 판매량이 매우 증가하였다. 그리고 해외 수출도 매우 활발히 이루어졌다. 2007년에서 2010년까지 막걸리의 판매량은 꾸준히 증가와 감소를 반복하였다. 그러나 2010년 하반기부터 막걸리의 판매가 점차 줄어들기 시작하였기 때문에 농식품부를 비롯하여 정부에서도 막걸리의 소비 진작을 위하여 여러 가지 돌파구를 모색하고 있었다.

필자는 막걸리에 대해선 마시는 것만 알았을 뿐, 막걸리의 발효공정에 관해서는 대학을 다니면서 배운 발효공학 수준의 기초적인 지식 밖에 없었다. 그 가운데 나는 한국연구재단의 연구비를 받아서 중국의 하문대학(Xiamen University)과 국제공동연구를 2008년부터 시작하였는데, 공동과제의 주요 내용이 새로운 형태의 solid phase microextraction fiber를 만드는 것이었다.

하문대학의 공동연구교수인 Dr. Chen Xi는 나와 이전부터 잘 알고 지내던 사이였다. Chen Xi 교수의 동료인 Professor Wang Yirua가 나의 연구실로 1년 간 식품분석을 연구하기 위하



막걸리 중의 farnesol 발견 인터뷰
KBS 1TV(2011)

여 2009년부터 와 있었는데 나는 새로운 형태의 SPME fiber를 만드는 국제공동과제와 식품연구원의 자체과제를 엮어서 SPME를 기반으로 하여 우리의 전통식품에서 향기성분을 효율적으로 분석하는 방법에 관하여 연구를 하였다.

그 연구는 SPME와 매우 유사한 stir bar sorptive extraction (SBSE) 기술을 이용하여 막걸리 중의 성분을 분리 분석하는 기술이었다. 이 연구의 과정에서 나는 우연히 파네졸(farnesol)이라는 향 중양성분을 막걸리로부터 발견하였다. 파네졸은 2010년 가을에 발견하였으나, 이것을 발표하기는 시기적으로 적절하지 않은 것으로 판단되었고 더구나 이 물질이 파네졸인 것이 확실한지 확인하기 위하여 영인과학에서 GC-MS/MS를 사용하여 분석을 수행하는데 약간의 시간이 필요하였다. 이후 여러 가지 실험을 통하여 이 물질이 파네졸임을 확인한 다음 이것을 발표할 시기를 고심하였다.

결국 발표 시기를 겨울보다는 봄에 하기로 결정하고 식품연구원의 홍보실과 농식품부에 2011년 4월 중에 막걸리에 관한 중요한 연구결과를 발표하기로 통보한 다음 2011년 4월 14일을 기하여 막걸리에 향 중양성분인 파네졸이 있다는 사실을 언론에 발표하였다. 그 결과는 막걸리 역사상 가장 대박이었다. 이 연구의 결과는 KBS, MBC 및 SBS의 주요뉴스로 보도되었고 SBS에서는 headline으로 보도하였다.

이와 동시에 전국의 언론매체 약 250개에서 같은 기사가 발표되었고 막걸리의 판매량이 급속히 증가하여 엄청난 파급효과를 일으켰다. 막걸리가 처음으로 주류시장 점유율 10%를 넘기는 쾌거를 이루었고(동아일보 2011.7.19.일 보도, 국제청 발표 2011년) 부수적인 효과로 해묵은 쌀이 완전 소비되었으며 막걸리 관련 주식이 폭등하는 일이 있었다. 이때 언론에 발표한 내용 중에

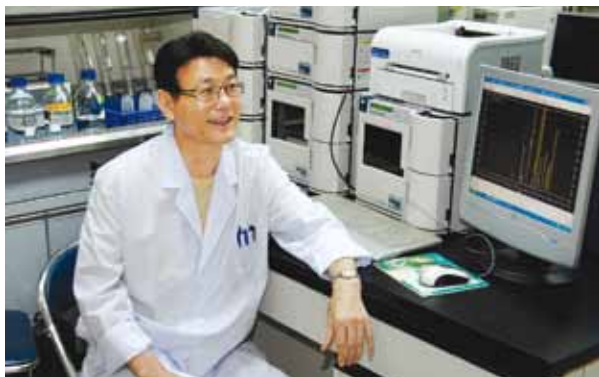
는 막걸리의 중요한 성분은 가라앉은 부분에 많이 있으니 꼭 흔들어 마시라는 것과 막걸리에 들어있는 성분이 맥주나 와인보다 훨씬 많다는 것도 포함되었다.

필자는 개인적으로 분석과학은 모든 산업의 기초학문으로 그 중요성이 외부로 잘 나타나지 않는 것이라고 생각하고 있다. 하지만 막걸리에서 파네졸을 발견함으로써 막걸리 업체에 큰 이익을 안겨주었고 막걸리 업체로부터 수많은 감사의 표시를 들어서 개인적으로는 무척 영광으로 생각한다. 그 결과 탁약주 협회의 김경식 회장께서 직접 감사의 표시를 하였으며 2011년 11월 11일 그 공로를 인정받아 산업포장을 수상받았다.

연구자는 자신의 연구 결과를 많은 사람이 알아줄 때 스스로의 존재가치를 느끼게 된다고 생각한다. 나는 다른 사람들이 전혀 생각하지 않은 분석방법을 사용하여 막걸리로부터 파네졸을 발견하였고 그 결과 막걸리 업체에 더없는 파급효과(약 3,000억 원으로 추정됨)를 이룩한데 대하여 지금도 정말 영광으로 생각하고 있다. 가끔 술집에 가면 막걸리와 관련된 이야기를 하는 것을 듣는데, 반드시 나의 연구결과가 이야깃거리로 등장하기 때문에 속으로 흐뭇함을 느낀다.

막걸리에서 스쿠알렌(squalene) 발견

막걸리에서 파네졸을 발견한 연구결과를 발표한 다음 수많은 언론에서 인터뷰 요청이 왔고, 연구원 홍보실에서는 식품연구원이 생긴 이후로 가장 대박 홍보라고 하였다. 당시 식품연구원 이무



실험실 연구 사진(2012)

하 원장은 언론에 파네졸 발견에 관한 기고문을 게재하였고, 나에게 연구비를 줄 테니 막걸리에 관하여 계속 연구하라고 요청하였다. 그래서 식품연구원의 우리술센터와 공동으로 막걸리의 기능성 물질에 관한 연구를 2년간 더 수행하였다. 연구를 수행하는 동안 파네졸을 발견한 분석법인 SBSE 추출법으로 새로운 물질이 발견되었다. 이것이 바로 스쿠알렌이었다.

스쿠알렌은 매우 유명한 물질로 이미 건강기능식품 성분으로 등록이 되어있는 것이었다. 스쿠알렌을 발견하여 그 사실을 언론에 보도하려던 즈음에 대한민국에 있어서는 안 될 대형사고가 발생하였다. 바로 세월호 사건이었다. 세월호의 선박주인은 000이었으며, 그는 00스쿠알렌으로 알려진 유명 인사였다. 너무나 우연의 일치로 나의 연구결과와 얽혀 있었다.

대한민국은 세월호 사건으로 슬픔에 잠겨있는데 막걸리로부터 스쿠알렌을 발견하였으니 막걸리를 마셔야 한다고 말하는 것은 거의 불가능하여 다시 발표 시기를 기다려야 하였다. 이후 000이 돌아오지 못할 몸으로 발견되었는데 그 옆에 막걸리통과 스쿠알렌이 동시에 발견되었다니 나의 연구결과를 볼 때 이 얼마나 기막힌 우연의 일치인가 하고 생각하였다.

시간이 얼마간 경과한 2014년 9월 3일, 드디어 막걸리에서 스쿠알렌이 발견되었다는 연구결과를 언론에 발표하였고 막걸리에 대한 관심이 다시 일어나게 되었다. 물론 파네졸을 발견하여 발표하였을 때 만큼은 아니었으나 그래도 침체 일로에 있던 막걸리 시장에 다시 숨을 돌리게 만들 수 있는 계기는 되었다고 생각된다. 파네졸과 스쿠알렌의 구조를 비교한 결과, 파네졸의 두 분자가 결합하여 탈수되면 스쿠알렌 한 분자가 된다는 것을 알게 되었다.

이 결과는 한국 분석과학회지 2014년 1월호에 발표하였다. 막걸리에서 스쿠알렌의 발견 소식도 파네졸과 마찬가지로 주요방송에서 보도되었고, 특히 SBS의 경우 한OO의 아침마당에서 생방송으로 인터뷰가 진행되었다. 막걸리로부터 이 두 가지 물질을 발견하여 보도함으로써 막걸리의 우수성을 과학적으로 입증하게 되어 막걸리에 대한 홍보효과를 톡톡히 하게 되었고, 2014년 11월 11일 막걸리의 날에 공로상을 받게 되었다.

몽골 농식품 안전관리 역량강화 사업 수행

몽골은 인구수의 15배가 넘는 4,500만두에 달하는 가축을 사육하고 매년 수십만 톤의 축산물을 생산, 소비하는 유목 축산 국가로, 몽골 GDP에서 농축산식품 산업이 차지하는 비중이 36.5%에 달한다. 그러나 축산농가 대부분이 전통적인 방목방식에 의하여 육류생산을 하고 있으며, 농축산식품 자원을 위생적으로 생산하여 가공 및 유통하는 시스템이 없다. 또한 국가적인 차원에서 식품위생 관리 및 분석검사시스템이 체계적으로 확립되지 않아 연간 약 3만 건의 식중독 사고가 발생하는 등 몽골 국민의 보건 수준에 심각한 위협이 되고 있다.

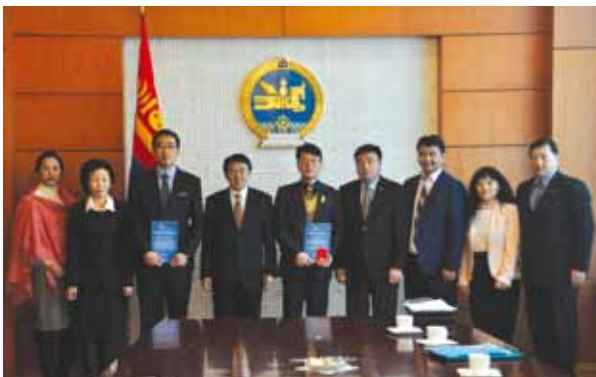
이의 해결을 위해, 몽골정부는 선진화된 농축산식품 위생관리 및 분석검사 시스템을 구축하여 체계적인 식품안전관리를 통한 국민보건향상 및 경제발전을 꾀하고 있었으나, 전문 기술인력, 물자 및 예산의 부족으로 인해 그 이행에 어려움을 겪고 있었다. 이에 따라 몽골 정부는 체계적이고 과학적인 농축산식품 안전성 검사에 필요한 농축산식품성분 분석 및 미생물 검사와 관련된 기술전수 및 기자재 지원 등을 한국정부에 요청하였다.

필자는 한국정부의 무상원조사업을 전담하는 KOICA를 통하여 몽골의 수도 울란바토르에 있는 SAMO 연구소에 선진화된 농축산식품 위생관리 및 분석 시스템을 구축해 주게 되었다. 총 사업비는 100만 불로, 사업기간은 2013년 7월부터 2년 6개월간 진행되고 있으며 GC, GC/MS, HPLC 등과 단백질분석기, 지방분석기, 당분석기 등 약 6억 5천만원의 장비를 지원하여 주었고 3차례의 초청연수와 5차례의 전문가 파견활동을 통하여

교육을 시행하였다. 이 사업이 한국정부에서 몽골에 지원한 사업 중 우수사업으로 평가되어 몽골정부로부터 2015년 1월 우수과학자상을 수상하였다.

맺는 글

나를 스스로 돌이켜보면 식품분석을 전문 연구 분야로 하고, 그 한 길로 연구자로서 거의 평생을 걸어왔다고 생각한다. 연구할 때 마음속의 다짐으로, “실패할 과제는 핑계를 찾고 성공할 과제는 방법을 찾는다.”는 말을 항상 연구의 좌우명으로 살아왔으며, 내가 걸어온 길을 명예롭고 영광스럽게 생각한다. 또한 이 길을 잘 걸어오게끔 여러 가지로 도와준 한국분석과학회의 선배, 동료, 후배들에게 진심으로 감사드리고 싶다. 연구자로서 앞으로 계속 노력할 것이며 나의 연구결과가 사회에 기여할 수 있도록 내심 다짐하여 본다. 🍷



몽골 사업 우수상 수상식(2015)

폴리머 중 PAHs 국제 표준화를 위한 시험방법 개발

글 | 정재학 본부장(KOTITI 시험연구원)



전기전자 및 소비자 제품 관련 국제 환경규제는 날로 강화되고 있다. 특히 환경유해물질로 알려진 벤조피렌을 포함하는 총 18개 PAHs(Poly Aromatic Hydrocarbons) 물질을 중심으로 EU에서는 기존 타이어 외에도 각종 소비자 제품에 확대 규제를 진행하고 있으나, PAHs에 대한 제품의 국제 표준화된 시험 방법이 부재하여 시험결과에 대한 혼란이 야기될 가능성이 큰 상황이다.

따라서 본 연구에서는 ISO, US EPA, 독일 GS Mark, ASTM 등 국가 및 단체 규격을 통하여 규격별 시료 전처리 방법, 분석 방법 등을 비교 검토하여 분석법을 개발 및 검증하였고, 이를 토대로 KS표준 제안 및 국제표준화(IEC/TC 111 WG3) 채택을 위한 신규표준안(NWIP)을 정식 제안하고자 한다.

PAHs 18종에 대하여 유기용매로 초음파추출 후 GC/MS 분석에 대한 시험방법 유효성을 검증한 결과, 기존의 PAHs 16종에 대한 분석 조건에서 새롭게 추가된 두 개의 물질인 Benzo[k]fluoranthene, Benzo[j]fluoranthene이 잘 분리되지 않아 새로운 컬럼과 조건을 확립하여 PAHs 18종에 대한 분리를 확인하였다.



















4개의 농도 범위(20, 50, 100, 200 ng/mL)에 대하여 3회 반복 측정된 결과, 상관계수 R²값이 0.999 이상으로 나타났으며,

LOD(검출한계) 1.60 ng/mL~7.98 ng/mL, LOQ(정량한계) 4.85 ng/mL~24.19 ng/mL로 EU PAHs 규제농도(0.5 mg/kg)를 충분히 만족할 수 있는 시험조건을 확립하였다.

또한 PAHs 시험방법의 검증을 위하여 ABS(아크로니트릴/부타디엔/스티렌) 등의 폴리머에 8종의 PAHs를 각각 일정 농도 spiking하여 RM(표준물질, Reference Material)을 제작하였다. 추가적으로 한국과 일본 시험기관이 공동으로 PAHs 물질 screening 가능성 검토를 위하여 Py-GC/MS를 이용한 화학적 전처리 과정 없이 단시간에 PAHs를 확인할 수 있는 방법도 검토하였다.

PAHs 종류 및 IEC 표준화

〈표 1〉 표준화 대상 PAHs 18종의 종류 및 구조

					
Acenaphthene	Acenaphthylene	Anthracene	Benzo[a]anthracene	Benzo[a]pyrene	Benzo[e]pyrene
					
Benzo[b]fluoranthene	Benzo[k]fluoranthene	Benzo[j]fluoranthene	Chrysene	Dibenzo[a,h]anthracene	Fluoranthene
					
Benzo[ghi]perylene	Fluorene	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	Naphthalene	Phenanthrene	Pyrene

(표 2) IEC 국제 표준화 현황

Specifications	Part names	Project Leaders (Task group leader)	Methods	NAEP	CD	IS	CDV	FDIS	IS
IEC 62321-1	General requirement	Richard (Jeterak, UK)	-						
IEC 62321-2	Dispositment incl. Mech. Sampling	Richard (Jeterak, UK)	-						
IEC 62321-3-1	Screening by XRF (Pb, Cd, Cr, ng, Br)	Stan (Thermo Fisher, USA)	XRF						
IEC 62321-3-2	Screening by C-IC (Pb)	Jiniluk Jung (KOTIT, Korea)	Combustion-IC						
IEC 62321-4	mg	Miyuki (Tohoku, Japan)	ICP-OES, ICP-MS, CU-AAS, AFS, DMA, ICP-OES, ICP-MS, AAL, AFS	June 2010	July 2011	April 2012	Nov 2012	June 2013	(2013)
IEC 62321-5	Pb, Cd, Cr	Miyuki (Tohoku, Japan)	ICP-OES, ICP-MS, AAL, AFS	Dec 2009					
IEC 62321-6	PBBs/PBDEs	Scott (SL, USA)	GC-MS, HPLC, IAMS		Oct 2012	Oct 2013	Jan 2014	Nov 2014	
IEC 62321-7-1	Cr(VI) in metal coatings	Sophia (SEM, USA)	UV-VIS	Dec 2010	Nov 2012	Dec 2013	Dec 2014	April 2015	
IEC 62321-7-2	Cr(VI) in polymers	Sophia (SEM, USA)	UV-VIS, sample prep. for AFS	June 2010	July 2014	July 2014	Feb 2015	Nov 2015	
IEC 62321-8	Phthalate in polymers	Munroe Kim (KOTIT, Korea)	GC-MS, LC-MS, IAMS, Py-GC-MS	June 2012	Dec 2013	May 2014	Jan 2015	June 2015	May 2016
IEC 62321-9	SECDD in polymers	Hyuniluk Cho, In-yeon Choi (KICL, Korea)	LC-MS	2014					

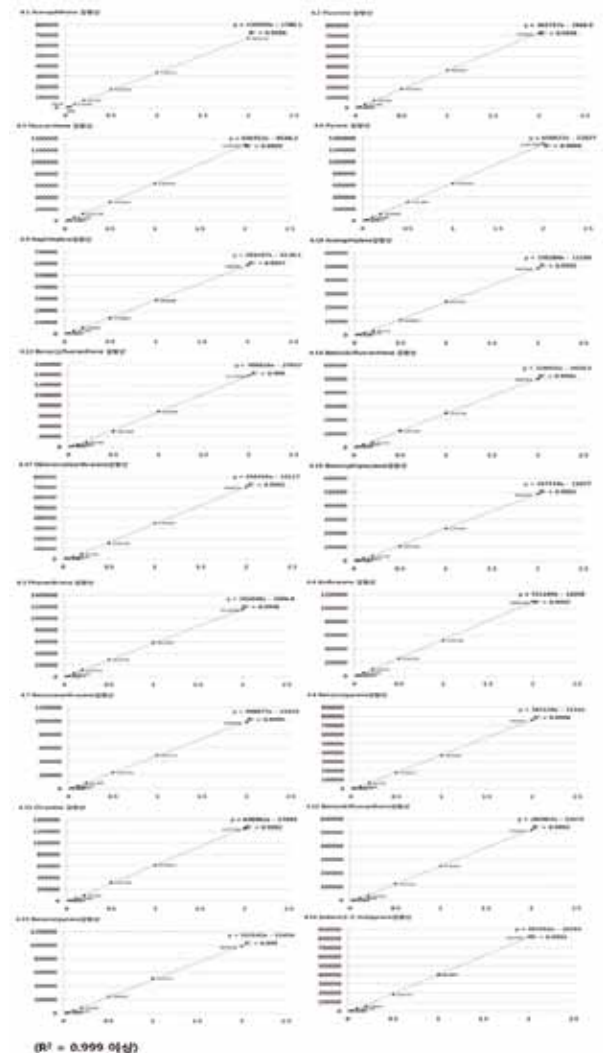
(P) NAEP (New Work Program), (CD) CEN Draft, (IS) International Inter-Laboratory Study, (CDV) CEN Voting, (FDIS) Final Draft for International Standard, (IS) International Standard.

GC/MS 분석 조건

Column	DB-EUPAH (20 m×0.14 mm×0.18 μm), mid-polar
Carrier gas	He
Oven temp. program	50 °C (1 min) → 10 °C/min up to 200 °C (0 min) → 7 °C/min up to 250 °C (2 min) → 2 °C/min up to 300 °C (3 min)
Inlet Temp.& mode	280 °C / Splitless
Injection volume	1 μL (constant flow)
Acquisition mode	Scan Monitoring (50~600 amu)

실험 결과

Linearity



PAHs Screening, 전처리 방법, 분석 조건

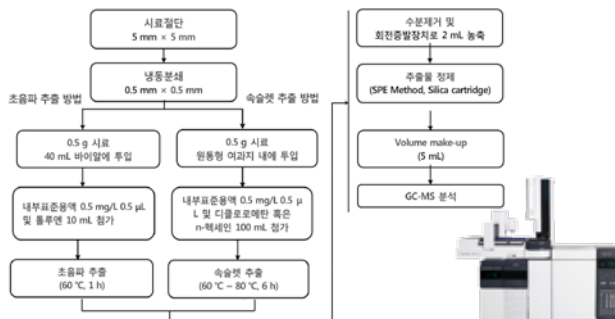
PAHs Screening



PAHs RM 제작 - ABS 재질(8개 PAHs)

PAHs RM	Target range of the RM(mg/kg)
ABS-100	50 ~ 100
ABS-200	150 ~ 250
ABS-400	300 ~ 450

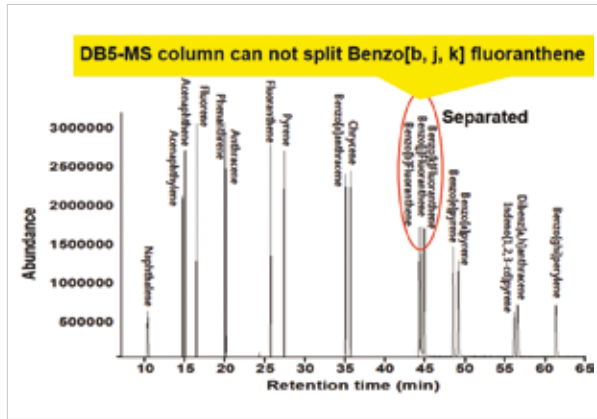
PAHs 시료 전처리 방법



GC/MS Chromatogram of PAHs

〈표 3〉 GC/MS Test conditions

Column	DB-EUPAH (20 m×0.14 mm×0.18 μm), mid-polar
Carrier gas	Helium
Oven temp. program	50 °C (1 min) → 10 °C/min up to 200 °C (0 min) → 7 °C/min up to 250 °C (2 min) → 2 °C/min up to 300 °C (3 min)
Inlet Temp. and mode	280 °C / Splitless
Injection volume	1 μL(constant flow)
Acquisition mode	Scan Monitoring(50~600 amu)

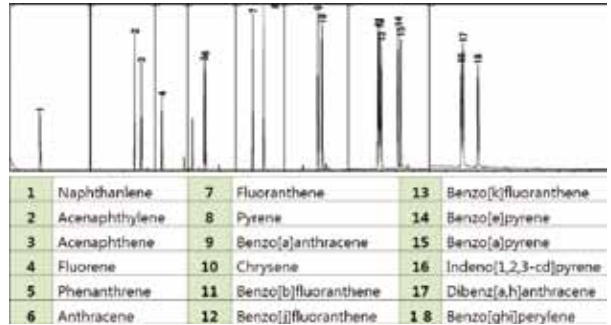


〈그림 1〉 PAHs GC Chromatogram

Py-GC/MS Chromatogram of PAHs

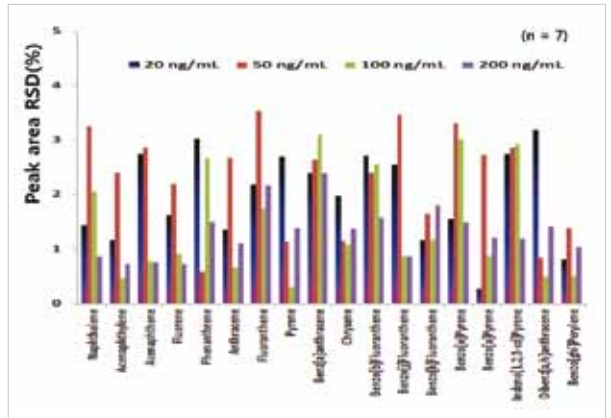
〈표 4〉 Py-GC/MS Test conditions

Pyrolyzer	Oven temperature	200 °C - 20 °C/min - 300 °C - 5 °C/min - 340 °C (1 min)
	Interface temperature	300 °C (Auto)
GC-MS	Injection mode	split 1:50
	Column	Rtx-35MS column 30 m(L)×0.32 mm(ID) ×0.25 μm(T)
	Temperature program	70 °C (1 min) - (10 °C/min) - 250 °C - (5 °C/min) - 320 °C (8 min)
	Carrier gas	Helium, 3.0 mL/min
	Injection temp.	300 °C
	Detector temp.	320 °C
Mass Detector	Scan range : 50~1,000 m/z Scan/SIM	

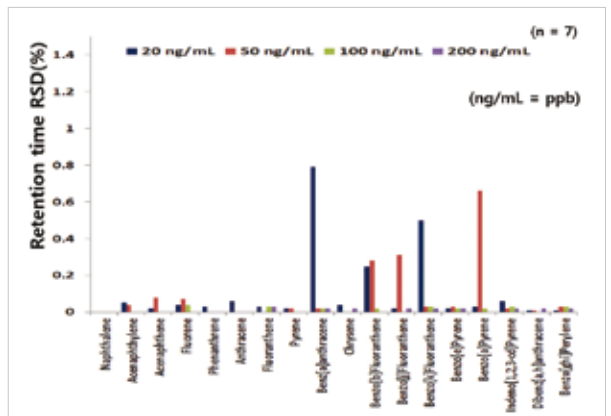


〈그림 2〉 PAHs Py-GC/MS Chromatogram

Precision



〈그림 3〉 Precision of the GC/MS peak area was less than 4 % RSD



〈그림 4〉 Precision of the GC/MS retention time was less than 1 % RSD

LOD(검출한계) & LOQ(정량한계)(GC/MS)

Compounds	concentration Range(ng/mL)	y=ax+b		R ²	LOD (ng/mL)	LOQ (ng/mL)
		slope(a)	SD of intercept(b)			
Naphthalene	20 - 200	2.971	- 4.006	0.9994	4.45	13.49
Acenaphthylene	20 - 200	4.093	- 3,868	0.9995	3.12	9.45
Acenaphthene	20 - 200	2.604	- 1,264	0.9993	1.60	4.85
Fluorene	20 - 200	2.938	- 4,749	0.9991	5.33	16.16
Phenanthrene	20 - 200	2.018	- 3,332	0.9999	5.45	16.51
Anthracene	20 - 200	5.435	- 3,997	0.9996	2.43	7.35
Fluoranthene	20 - 200	5.201	- 6,989	0.9998	4.43	13.44
Pyrene	20 - 200	5.261	- 8,013	0.9996	5.03	15.23
Benzo[a]anthracene	20 - 200	4.866	- 11,772	0.9994	7.98	24.19
Chrysenes	20 - 200	4.828	- 2,954	0.9996	2.92	13.49
Benzo[b]fluoranthene	20 - 200	4.115	- 6,019	0.9995	4.85	14.63
Benzo[k]fluoranthene	20 - 200	4.828	- 2,954	0.9993	2.92	13.49
Benzo[a,h]fluoranthene	20 - 200	5.301	- 8,412	0.9995	5.24	15.87
Benzo[e]pyrene	20 - 200	4.329	- 7,009	0.9997	5.34	16.19
Benzo[a]pyrene	20 - 200	4.632	- 5,696	0.9992	4.06	12.30
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	20 - 200	4.954	- 4,925	0.9999	3.28	9.94
Dibenzo[a,h]anthracene	20 - 200	5.181	- 5,352	0.9996	4.06	12.30
Benzo[ghi]perylene	20 - 200	5.738	- 4,536	0.9990	4.06	12.30

기전자업체에서 품질관리/Screening 목적으로는 충분히 활용 가능할 것으로 판단된다.

본 연구결과를 토대로 제작된 RM을 활용하여 시험기관별 RRT(Round Robin Test)를 실시할 계획이며, 이를 토대로 KS 제안 및 IEC/TC 111 WG3(RoHS 시험방법 국제표준화)에서 국제표준화를 제안하여 한국표준을 국제표준화할 계획이다.

RM test 결과(100 & 400 mg/kg PAHs, Sonication, GC/MS 결과)

시료	PAHs 명	검출농도 (mg/kg, SD (%))			
		Soniet extraction with Dichloromethane	Soniet extraction with n-hexane	Soniet extraction with Toluene	Ultrasonic extraction with Toluene
100	Acenaphthene	101 ± 2.47	98 ± 1.81	104 ± 4.78	94 ± 3.39 (104 %)
	Fluorene	106 ± 0.99	110 ± 1.67	106 ± 3.82	104 ± 4.91 (104 %)
	Phenanthrene	118 ± 1.27	121 ± 2.35	115 ± 2.44	112 ± 2.57 (115 %)
	Anthracene	123 ± 1.20	128 ± 3.63	120 ± 3.21	117 ± 3.41 (117 %)
	Fluoranthene	131 ± 2.33	136 ± 3.64	127 ± 4.39	127 ± 5.67 (127 %)
	Pyrene	126 ± 1.36	129 ± 2.45	123 ± 3.26	123 ± 3.39 (123 %)
	Benzo[a]anthracene	124 ± 1.27	125 ± 2.46	117 ± 2.00	102 ± 6.67 (122 %)
	Benzo[a]pyrene	124 ± 1.43	122 ± 2.91	124 ± 2.20	121 ± 3.86 (121 %)
	Acenaphthene	411 ± 7.88	389 ± 29.34	381 ± 3.16	401 ± 6.30 (100.3 %)
	Fluorene	425 ± 13.54	424 ± 20.36	420 ± 17.71	413 ± 17.58 (100.3 %)
400	Phenanthrene	454 ± 7.51	434 ± 14.58	425 ± 5.06	411 ± 6.63 (107.8 %)
	Anthracene	451 ± 6.91	432 ± 15.66	425 ± 3.90	446 ± 13.04 (111.5 %)
	Fluoranthene	462 ± 2.71	457 ± 18.64	445 ± 10.67	451 ± 11.68 (111.8 %)
	Pyrene	461 ± 7.15	435 ± 15.99	430 ± 1.09	448 ± 8.44 (112.2 %)
	Benzo[a]anthracene	472 ± 6.85	473 ± 3.48	467 ± 6.13	454 ± 4.16 (113.5 %)
	Benzo[a]pyrene	460 ± 5.01	459 ± 5.56	469 ± 4.27	445 ± 1.90 (111.8 %)

결론

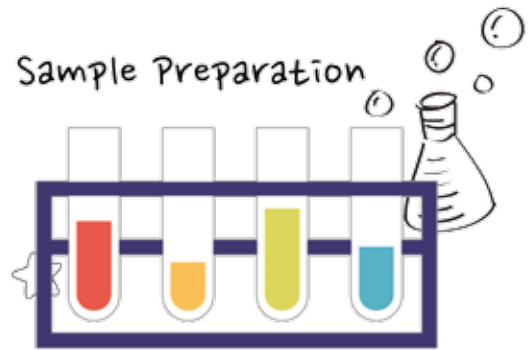
PAHs 시험방법의 KS 및 국제표준화 개발을 위한 시험방법 유효화를 실시한 결과, 유효화 항목 대부분 요구수준을 만족하였다.

특히, 초음파 추출 후 GC/MS를 사용한 정량방법은 EU PAHs 규제에서 요구하는 MDL 1 mg/kg을 만족하는 우수한 LOD, LOQ를 나타내었다.

Py-GC/MS를 사용한 고분자 중의 PAHs 함유 여부를 screening 하는 방법은 수십 mg/kg 이상의 농도를 함유한 시료에는 적합하지만, 1 mg/kg 이하의 저농도 시료 측정에는 현 수준에서 다소 미흡하여 추가적인 개발이 필요하다. 하지만 전

시료전처리 솔루션(2) VOCs 시료전처리 솔루션

퍼지 앤 트랩 & 헤드스페이스 샘플러



기체 크로마토그래프(Gas Chromatograph, GC)는 컬럼을 통해 시료 중에 존재하는 여러가지 화합물을 분리분석하고 각각의 화합물에 대해 정량하는데 매우 유용한 시스템이다. 그리고 GC에 질량분석기(Mass Spectrometer, MS)를 장착하여 사용하면 정성분석은 물론 보다 정밀한 정량분석에 도움을 줄 수 있다.

GC 분석에 도입되는 시료들은 가스상 형태로 전환시켜 분석을 하게 된다. 분석 물질 가운데 대부분을 차지하는 휘발성 유기 화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)은 주로 석유

화학, 고분자, 식품, 향료 및 환경 등 대부분의 GC 응용 분야에서 분석되는 화합물이다. 이번 시간에는 기체 크로마토그래피 시스템으로의 샘플 수집 및 도입 방법 중 퍼지 앤 트랩, 헤드스페이스법에 대해 알아보도록 하겠다.

※ 휘발성 유기화합물 : 일반적으로 끓는점이 180 °C 이하인 휘발성이 강한 유기화합물

Sample Preparation Solution

시료전처리 솔루션 연재 시리즈

1. 시료전처리 선택 가이드
2. VOCs 시료전처리 솔루션
3. SVOCs 시료전처리 솔루션
4. 열탈착시스템을 이용한 시료전처리 솔루션
5. 고분자 시료전처리 솔루션
6. 무기 시료전처리 솔루션

퍼지 앤 트랩(Purge & Trap, P&T)

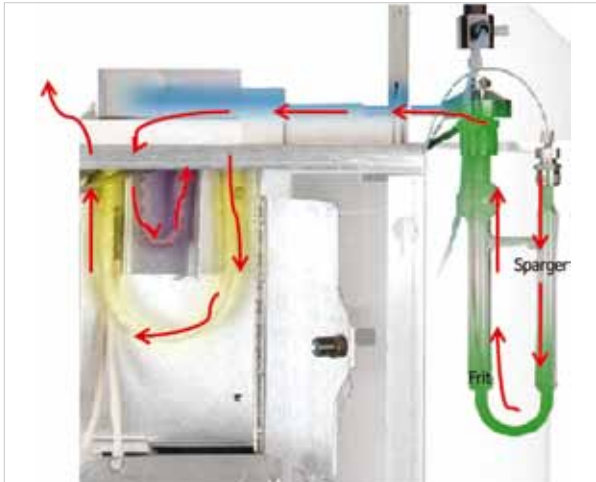
퍼지 앤 트랩(P&T)은 주로 GC 분석에 앞서 물 속에 존재하는 VOCs를 분석하기 위한 전처리 방법으로 많이 활용되는 시스템이다. 분석법이 시스템명(퍼지 앤 트랩)으로 만들어진 것으로 크게 퍼지단계, 트랩단계, 탈착단계 3단계로 분석을 진행한다.

퍼지 단계

일정량의 물시료를 스파저(sparger, 일반적으로 바이얼(vial)과 같은 역할)에 넣고, 스파저 아래부분에



〈그림 1〉 Teledyne Tekmar사의 퍼지 앤 트랩



〈그림 2〉 N₂ 가스를 이용하여 물 속에 존재하는 VOCs를 추출하는 과정

존재하는 frit을 통해 비활성가스(inert gas)를 계속해서 불어 넣어 시료 중에 존재하는 VOCs를 시료로부터 추출한다(그림 2). 이때 비활성 가스로는 일반적으로 질소(N₂)를 사용한다.

트랩 단계

퍼지 단계에서 추출된 VOCs는 흡착트랩으로 옮겨진다. 흡착 트랩은 일반적으로 Tenax, Charcoal 재질로 되어 있고 비활성가스와 함께 트랩으로 옮겨진 VOCs를 흡착시키는데 유리한 특성을 가지고 있다. 또한 각 흡착트랩의 재질에 따라 분석물질(표 1) 및 Desorb(탈착), Bake(클리닝) 온도가 다르므로 각각의 흡착트랩에 맞는 온도를 설정하여 사용하도록 한다(표 2).

〈표 1〉 대표적인 흡착트랩의 분석물질

Trap	분석물질
VOCARB 3000	Freon을 포함한 모든 물질
VOARB 4000	2-chloro-ethyl-vinyl-ether를 제외한 모든 물질
Tenax/silica gel/charcoal(#3)	Freon을 포함한 모든 물질
Carbopack C/Carbopack B(BTEX Trap)	Freon을 포함한 모든 물질
#9	Freon을 포함한 모든 물질

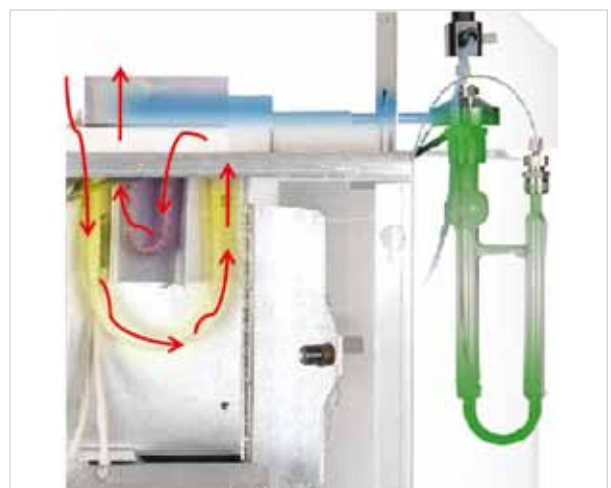
〈표 2〉 흡착트랩의 Desorb 및 Bake 온도

trap	Desorb	Bake
Tenax (#1)	180 ℃	180 ℃
Tenax/silica gel (#2)	180 ℃	180 ℃
Tenax/silica gel/charcoal (#3)	180 ℃	180 ℃
Tenax/charcoal	180 ℃	180 ℃
SPTM-2100/Tenax/silica gel/charcoal (#5)	180 ℃	180 ℃
SP-2100/Tenax/silica gel	180 ℃	180 ℃
SP-2100/Tenax (#7)	180 ℃	180 ℃
Carbopack™ B/Carbosieve™ S-III (#8)	230 ℃	250 ℃
Carbopack C/Carbopack B/Carboxen™-1000/Carboxen-1001 (VOCARB 4000)	250 ℃	260 ℃
Carbopack C/Carbopack B (BTEX Trap)	250 ℃	260 ℃
Carbopack B/Carboxen-1000/Carboxen-1001 (VOCARB 3000)	250 ℃	260 ℃

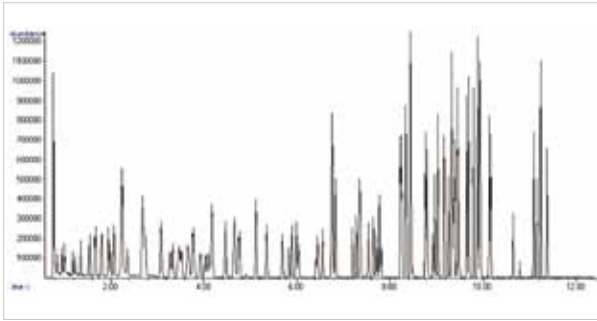
※ Desorb time : 1~4분 / Bake time : 4~8분

탈착 단계

흡착트랩을 통해 추출 농축된 VOCs는 트랩에 건조한 비활성 가스를 흘려주어 트랩에 흡착된 미량의 수분을 제거한 후, 순간적으로 트랩에 고온의 열을 가해 VOCs를 열탈착시켜(그림 3) GC 운반기체(carrier gas)와 함께 GC로 주입된다. 이런



〈그림 3〉 흡착트랩에 흡착된 VOCs를 탈착하는 과정



(그림 4) VOCs 89종의 표준물질 20 ppb를 물 시료에 spiking 하여 P&T과 GC/MSD로 분석한 크로마토그램

P&T 분석법은 매우 더러운 시료(폐수 등)로부터 불순물을 제거하고(수분 포함) VOCs를 추출하여 GC를 통해 분석할 수 있다는 것이 큰 장점이지만 물 시료를 포함한 액상시료에만 적용할 수 있다는 단점도 가지고 있다.

헤드스페이스 샘플러(Headspace Sampler)

헤드스페이스 샘플러를 이용한 분석법은 시료의 형태에 상관없이 액상, 고상, 예멸전 형태의 모든 시료에 적용하여 VOCs를 추출할 수 있다. 시료가 담긴 밀폐된 바이알에 열을 가하면 시료에서 빠져나온 VOCs가 상평형에 도달하게 되어 더 이상 휘발이 되지 않는 상태까지 이르면 loop나 gas tight syringe로 일정량을 취하는 방식을 'Static headspace 샘플링'이라고 한다. 반면 시료 헤드스페이스 부분에 비활성 가스를 불어 넣어 계속해서 흡착트랩에 농축하는 방식은 'Dynamic headspace 샘플링'이라고 한다.

스태틱 헤드스페이스 샘플러 (Static Headspace Sampler, SHS)

Static Headspace 샘플링은 매우 단순한 시료전처리 방법이다. 시료를 바이알에 넣고 비활성 재질의 septum을 사용한 캡(Cap)을 이용하여 밀봉한다. 이 밀봉된 바이알에 열을 가해주면 시료 중에 존재하는 VOCs는 시료와 바이알 캡사이에 존재하는 빈 공간, 즉 헤드스페이스 부분으로 휘발된다.

이러한 휘발은 시료 중에 존재하는 VOCs와 기체상에 존재하는 VOCs가 상평형을 이룰 때까지 계속 진행된다. 이러한 스

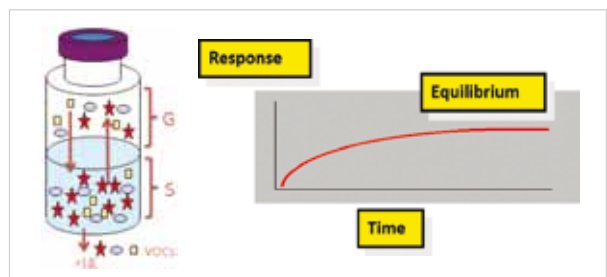
태틱 헤드스페이스 샘플러(SHS)는 시료에 열을 가해 주고, 헤드스페이스 부분의 기체상을 일정한 부피를 가지는 loop 또는 gas tight syringe에 1~2.5 mL를 채워 VOCs를 GC로 주입함으로써 GC에서 분석이 이루어질 수 있도록 만들어졌다.



(그림 5) Teledyne Tekmar사의 HT3 : Loop 방식의 Headspace sampler

액상 시료의 경우, pH를 조절하거나 염을 첨가하여 분석물질의 증기압을 증가시키고 물 속에 있는 유기물의 용해도를 감소시켜 분석 감도를 높일 수 있다. 고체상 시료의 경우, 시료를 잘게 부수어 표면적을 넓히고 시료 매트릭스로부터 휘발성 성분들의 확산을 높여 시료의 양을 증가시키는 것을 통해 분석 감도를 향상시킬 수도 있다.

SHS는 P&T보다 분석 방법이 간단하고 대부분의 시료에 적용할 수 있다는 것이 장점이다. 하지만 GC에 주입되는 VOCs의 양은 시료와 헤드스페이스 사이의 상평형과 휘발된 성분의 일부만을 loop나 gas tight syringe를 통해 주입되는 양에 의존하게 되고, 농축의 과정이 없기 때문에 흡착트랩을 통해 농축하여 주입되는 P&T에 비해 분석 감도가 떨어지는 단점을 가지고 있다.



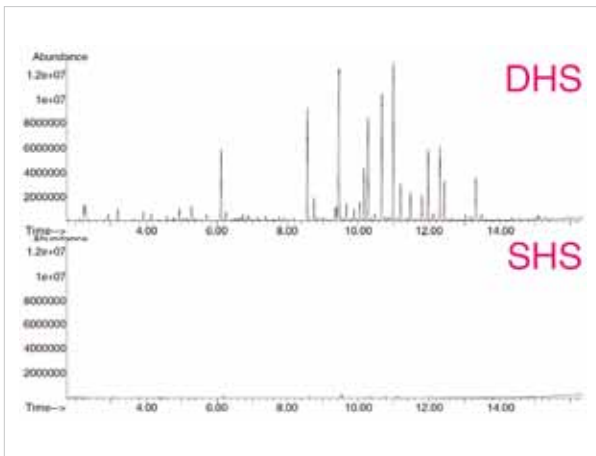
(그림 6) 시료와 헤드스페이스 사이의 상평형

다이나믹 헤드스페이스 샘플러 (Dynamic Headspace Sampler, DHS)

다이나믹 헤드스페이스 샘플러(DHS)는 시료를 바이알에 넣고 열을 가해주는 과정은 SHS와 동일하다. 하지만 SHS는 상



(그림 7) GERSTEL사의 DHS(Dynamic Headspace Sampler) : 액상시료 주입 및 Gas tight syringe(SHS)와 Trap 방식의 Headspace(DHS)를 모두 사용 가능



(그림 8) Static Headspace sampler와 Dynamic Headspace sampler의 분석감도 비교(사취젤 분석)

평형이 완료된 후 헤드스페이스에 존재하는 VOCs 중 일부만 GC로 주입하는 것과는 달리 DHS는 상평형 없이 헤드스페이스 부분의 가스상 시료를 비활성 기체를 이용하여 계속적으로 VOCs를 흡착트랩에 농축시킨 후 탈착시켜 GC로 주입한다.


스태틱 헤드스페이스 샘플러(SHS)는 GC에 주입되는 VOCs의 양이 시료와 헤드스페이스 공간의 상평형에 의존하고 주입할 수 있는 양이 한정되어 있기 때문에 충분한 검출한계를 제공하지 못할 수 있다. 하지만 DHS는 흡착트랩을 사용하여 계

속적으로 VOCs를 농축하여 분석하기 때문에 더 많은 VOCs를 GC로 주입할 수 있어 미량 성분 분석에서 높은 감도를 제공한다.

다이나믹 헤드스페이스 샘플러(DHS)의 경우 loop 또는 gas tight syringe와 흡착트랩을 모두 장착하여 필요에 따라 SHS와 DHS 2가지 분석법을 하나의 시스템으로 분석 가능하여 감도 비교와 함께 미량 성분에 대한 고감도 분석까지 모두 가능한 시스템이다.

결론적으로 스태틱 헤드스페이스 샘플러(SHS)는 시료의 형태에 상관없이 모든 시료에 적용가능한 범용적인 특징을 가지고 있으며, P&T은 시료의 농축효과가 높아 분석 감도를 높일 수 있다.

다이나믹 헤드스페이스 샘플러(DHS)의 경우 두 장비의 특성을 모두 갖추고 있어 다양한 시료분석에 좋은 솔루션을 제공해 준다. 따라서 실험실에서 분석하고자 하는 시료를 먼저 이해하고 이에 따라 적절한 전처리 장비를 활용하는 것이 분석 효율을 높일 수 있는 시료전처리 접근방법이라고 할 수 있겠다.

다음 호에서는 이 밖의 휘발성 및 중간 휘발성유기화합물의 분석에 활용되는 여러가지 시료전처리 기술의 분석 원리를 살펴보기로 하겠다. 

식품분야, 시험·검사 장비에 대한 감사추적(Audit trail) 개요

지난 1월 21일, 식품의약품안전처(이하 식약처)는 식품 등 시험검사기관과 축산물 시험검사기관을 대상으로 해당 기관에서 사용하고 있는 PC로 제어하는 HPLC, GC, LC/MS, GC/MS 등의 장비 감사추적(Audit trail) 기능 현황 및 설치계획을 조사하였다.

식품관련 분야의 감사추적은 이제 도입단계에 있기 때문에 여전히 낮은 내용과 용어들이 즐비하다. 이에 대한 전반적인 이해를 돕고자 감사추적의 정의와 요구되는 시스템의 구성을 간략히 정리해 보고자 한다.

감사추적(Audit trail)이란?

감사를 위해 입력된 데이터가 어떤 변환 과정을 거쳐 출력되는지를 기록하여 추적하는 방법을 말한다. 하나의 처리 과정 또는 하드웨어의 고장, 정전 동안에 일어나는 입출력 오류를 추적하고 각 단계의 이상 유무를 검정하는데 사용된다. 정보 처리 시스템에서는 감사 기록 데이터를 이용하여 사용자 행위의 처리 과정, 정보 시스템 활용 현황 등에 대한 정보를 조사한다.

사용자 행위의 일련의 처리 과정, 정보 시스템 활용 현황 등에 대한 정보가 사용시간과 사용자를 기준으로 기록, 저장되어 필요 시 판독(Read), 출력(Print)할 수 있어야 한다(〈그림 1〉~〈그림 3〉).



Date	User	Change Information
2/25/2014 9:38:0...	A. Arntman	Method LC_DEMO.M updated after recalibration
2/25/2014 9:38:0...	A. Arntman	Method LC_DEMO.M updated after recalibration
2/25/2014 9:38:0...	A. Arntman	Method LC_DEMO.M updated after recalibration
2/25/2014 9:37:4...	A. Arntman	Method LC_DEMO.M updated after recalibration
2/25/2014 9:37:4...	A. Arntman	Method LC_DEMO.M updated after recalibration
2/25/2014 9:37:3...	A. Arntman	Method LC_DEMO.M updated after recalibration
2/25/2014 9:37:3...	A. Arntman	Method saved. User comment: "modified Area Reject"
2/25/2014 9:37:1...	A. Arntman	Integration Event: Changed initial event "Area Reject" from "Y" to "0.001 for Signal "DAD1 A Specific"

〈그림 1〉 분석방법 감사 기록 데이터 예시

User	Subsystem	
Description:	Item:	
From:	To:	
Date/Time	User	Description
2010-01-30T00:55:47 +09:00	administrator (admin)	User 'administrator (admin)' logged in
2010-01-30T00:58:02 +09:00	administrator (admin)	User 'administrator (admin)' logged in
2010-01-29T23:28:28 +09:00	WIN-PQM4PQFVNVJM	No hostname found!
2010-01-29T23:27:39 +09:00	administrator (admin)	Connected to instrument controller 'WIN-PQM4PQFVNVJM @ net top: 'WIN-PQM4PQFVNVJM@9755:Agilent-OpenLAB/SS
2010-01-29T23:27:35 +09:00	administrator (admin)	Project 'test' was changed
2010-01-29T23:26:43 +09:00	administrator (admin)	Signature description added

〈그림 2〉 시스템 활용 현황 감사 기록 데이터 예시

Role	Privilege Group	Privileges
Everything	E-Signature	E-Signature Sign Data Files, E-Signature Revokes
	EZ3:Process:Advanced/Intelligent Report	Open Advanced/Intelligent Report, Save Advanced/Intelligent Report, Lock/Unlock report template items
	EZ3:Process:Control	Preview Run, Single Run, Sequence Run, Print Setup, Manual Control (Idle only), Manual Control, Monitor All Data, Abort Any Run

〈그림 3〉 사용자의 인가/비인가된 행위 구분을 위한 접근권한 설정 예시

접근권한(Access right) : 판독, 기록(Write), 실행(Execution) 등과 같이 디렉토리나 파일에 대해 사용자가 접근 및 수행할 수 있는 작업 권한을 말한다. 불법 접근이나 오동작으로부터 시스템을 보호하거나 사용자의 파일을 보호하기 위해 각 파일에 대해 판독, 기록, 실행 등의 권한을 사용자 또는 그룹별로 지정할 수 있다.

감사추적 만족을 위한 실험실 네트워크 구성

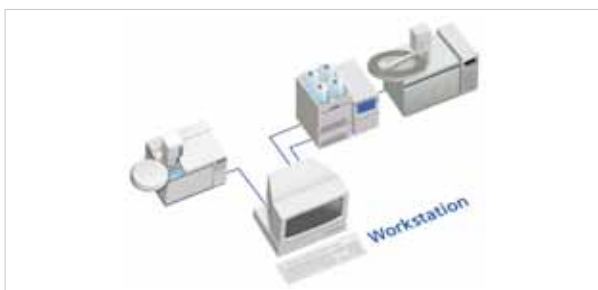
감사추적을 만족하기 위한 실험실 네트워크 구성은 단독 워크스테이션(Standalone workstation), 네트워크 워크스테이션(Networked workstation), 분산형 구조(Distributed architecture)의 3종류로 나눌 수 있다.

단독 워크스테이션은 하나부터 최대 네 대의 시험·검사장비를 한 PC로 제어하는 구성으로 주로 소규모 실험실에 적합한 워크스테이션 구조를 말한다. 이때 사용되는 PC는 시험·검사장비 제어와 데이터 처리기능은 물론, 감사 기록 데이터를 저장하기 위한 서버로서의 역할을 함께 수행하게 된다.

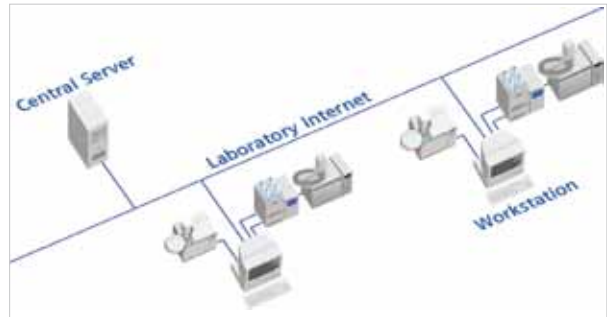
감사추적을 만족하는 Agilent 단독 워크스테이션으로 OpenLAB CDS EZChrom(크로마토그래프 지원), Secure Workstation(ChemStation 기반, 크로마토그래프 지원), Mass Hunter(질량분석기 지원)가 있다.

네트워크 워크스테이션은 최대 30대의 시험·검사장비에 대하여 동시에 감사추적을 만족할 수 있는 중간 규모 실험실 워크스테이션 구조로 시험·검사장비를 제어하고 데이터를 처리하기 위한 개별 PC와 감사추적의 대상이 되는 사용자 행위에 대한 일련의 과정을 저장하는 서버 PC로 구성된다.

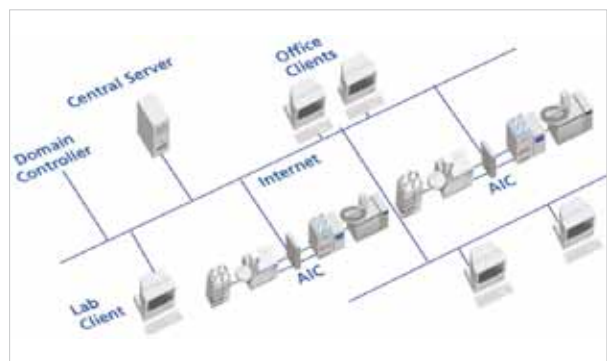
즉, 쉽게 말해 여러 개 단독 워크스테이션의 감사 기록 데이터를 하나 또는 그 이상의 서버 PC에 저장하는 구성을 말한다. 감사추적을 만족하는 Agilent 네트워크 워크스테이션은 OpenLAB Data Store(크로마토그래프, 일부 질량분석기 지원), OpenLAB Enterprise Content Manager(ECM, 크로마토그래프, 질량분석기 지원)가 있다.



(그림 4) 단독 워크스테이션(Standalone workstation)




(그림 5) 네트워크 워크스테이션(Networked workstation)



(그림 6) 분산형 구조(Distributed architecture)

분산형 구조는 최대 100대의 시험·검사장비에 대한 감사추적을 동시에 만족할 수 있는 구조로 Agilent Instrument Controller(AIC)와 클라이언트 PC를 이용하여 시험·검사장비를 제어, 데이터를 처리하고 감사 기록 데이터를 저장하는 서버 PC로 구성된다. 감사추적을 만족하는 Agilent 분산형 구조는 OpenLAB ECM이 있다.

실험실의 감사추적 만족을 위해서는 정확한 실험실 네트워크 환경 진단(사용자수, 실험실 규모 등)으로 최적의 네트워크 구성은 물론, 구성되는 시험·검사장비와 해당 소프트웨어의 설치 및 시험운전(Installation and Familiarization) 이후 설치/운전 적격성 평가(IQ/OQ, Installation Qualification/Operational Qualification)가 반드시 수행되어야 한다. 

※ 참고자료 - 한국정보통신기술협회 정보통신 용어사전
- 식품의약품안전처(www.mfds.go.kr)보도자료, 입법/행정예고

고성능, 다기능 X-선 회절 분석기 전문 회사



STOE사는 고성능, 다기능 X-선 회절 분석기(이하 XRD) 전문 회사로 과학자가 운영하는 XRD 개발 및 제조 회사입니다. 128년의 역사를 가지고 있으며, 전 세계적으로 높은 인지도와 수준 높은 기술력을 보유하고 있습니다.

STOE사는 고성능 Single crystal X-선 회절 분석기 및 Powder 응용의 X-선 회절 분석기를 개발, 생산하고 있습니다. 특히 STOE사만의 특허 기술인 transmission 방식을 도입하여 높은 감도와 다양한 응용으로의 확장성이 뛰어난 X-선 회절 분석기를 선보이고 있습니다.

STOE사의 역사



- 1887년 Peter stoe 설립, Optical goniometer 개발
- 1961년 XRD 제품 개발 및 생산
- 1968년 세계 최초 4 circle 방식의 Single crystal diffractometer 출시(단결정 회절 분석기, 모델명 : STADI 4)
- 1979년 Powder diffractometer 출시(분말 회절 분석기-Transmission : 투과법, STOE사 특허 기술)
- 1992년 IPDS(Imaging Plate Diffraction System) 출시
- 1997년 STADI MP(Multi purpose) 출시(1대의 XRD로 2~3대의 XRD 응용 가능)
- 2009년 Single crystal diffractometer 및 Powder diffractometer 신제품 출시(모델명 : STADI VARI)

STOE 제품군

Single crystal diffractometer 제품

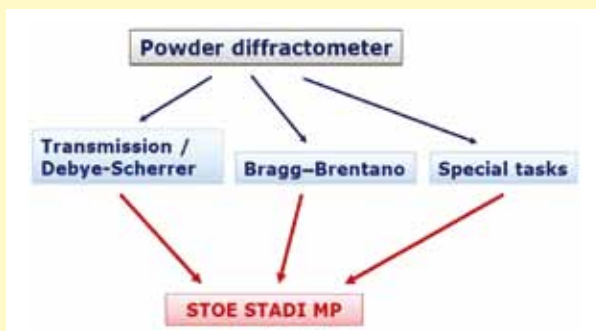
STADI VARI	STARDI IPDS II/2T
	
특징	특징
가장 빠르고 유연한 단결정 회절 분석 장치 - 유연한 고니오미터 채택 (Eulerian cradle) - Sphere of confusion(SoC) < 10 μm - 다양한 소스 채택 (Microfocus BDS 등) - 가장 빠른 하이브리드 픽셀 검출기 (300 K)	이미징 플레이트 기술의 결정체 - 유효 이미징 플레이트 직경 : 340 mm - 2 circle 고니오미터 - 5 positions (0°, 15°, 30°, 45°, 60°) - 2θ 최대 범위 : 137°

Powder diffractometer 제품

STADI MP(Multi Purpose)	STADI P/COMBI
	
특징	특징
<p>하나의 장비로 최대 3개의 Geometry 사용</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transmission/Debye-Scherrer 이용 및 High Flux 및 Bragg-Brentano 가능 - 간편한 geometry 조정 (보정 불필요, 슬라이드 방식 채택) - Pure Co, Cu, Mo 또는 Ag Kα1 사용 	<p>가장 뛰어난 PDF 측정 Platform (Ag Kα1)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pure Co, Cu, Mo 또는 Ag Kα1 사용 - Transmission/Debye-Scherrer 이용 및 Bragg-Brentano 가능 - Air/Moisture 민감 시료 분석 가능

STOE사 XRD의 특징

1대의 XRD 장비로 2~3대의 XRD 기능을 할 수 있는 진정한 다기능 XRD
 일반적인 분말 시료의 X-선 회절 분석법의 응용은 아래 그림과 같습니다. 분말 응용의 경우 Transmission/Debye-Scherrer 법을 이용하며, 다층(Multi-layer) 시료 등은 Bragg-Brentano 법을 사용하기도 합니다. 또한 특수 목적(냉각, 가열) 하에서 분말 시료를 분석하는 경우도 있을 수 있습니다. STOE사의 STADI MP 모델은 아래 그림과 같은 분말 X-선 회절 분석법의 모든 응용을 활용할 수 있는 진정한 다기능 XRD입니다.



보정이 필요 없는 간편한 Geometry 변환 기능

STOE사 STADI MP 모델은 슬라이드 방식을 채택하여, 재보정 없이 Geometry의 변화가 가능합니다.

다양한 검출기 사용

STOE사는 다양한 응용 및 연구 목적에 맞게 Silicon strip 검출기인 Mythen 1K를 비롯하여 Linear wire PSD, Curved IP-PSD(80° or 140° 구조), Point 검출기 등을 제공합니다.

다양한 응용에 맞는 악세서리 제공

특수 응용에 맞는 다양한 악세서리를 제공합니다. 고온, 저온 또는 공기나 수분에 의해 영향을 받는 분말 시료도 악세서리를 이용하여 분석할 수 있습니다. 또한, 시료량이 많은 경우도 다양한 종류의 Auto Sample Exchanger를 사용하여 편리하게 분석할 수 있습니다.

주요 응용

- 정성분석 : 금속, 합금, 무기화합물, 암석광물, 유기화합물, 폴리머, 생체시료 등(회절패턴 활용하여 데이터 파일과 비교하여 정성 분석)
- 정량분석 : 회절선의 강도를 측정하여 각 성분의 정량 분석 가능
- 격자상수 : 결정의 면각격을 정확히 측정하여 격자상수 측정
- 미소결정의 크기 측정
- 결정성의 질, 배향성 측정
- 혼합물, 화합물 구별
- 팽창 및 수축 정도 측정
- 결정 구조 해석에 활용



불법금지약물 유통의 범죄조직을 찾아라.

마약류를 포함한 불법금지약물의 유통은 사회에 심각한 위험을 초래할 수 있어 법으로 엄격히 금지되어 있다. 유통범죄가 발생하면 관련정부기관은 어떤 조직이 어떤 경로를 통해 불법금지약물을 국내로 유입하였는지에 초점을 맞추어 조사를 진행한다.

이러한 과학수사에서 가장 중요한 것은 압류된 불법금지약물의 상세한 조성과 품질에 대한 정보를 최대한 많이 얻어내는 것이다. 얻어진 정보를 그 동안 다양한 경로를 통해 압류된 불법금지약물의 화학조성과 비교분석하면 제조국가와 유통경로를 추정하는데 매우 유용하다.

불법금지약물의 경우, 은폐의 목적이 있기 때문에 단일성분으로 구성되어 있기보다 다양한 제약 첨가물과 건강식품 보조제 등이 함께 혼합되어 있다. 이처럼 복잡한 매트릭스를 가지는 시료분석에는 보다 정밀하고 정확한 정성·정량 분석기술이 필요하다.

시료전처리 및 기기 분석 조건

22곳에서 압류된 헤로인 시료는 클로로포름으로 추출하였고, 이후 에틸아민으로 증량제 성분들을 제거하였다. 기타 기기 분석 조건은 <표 1>과 같다.

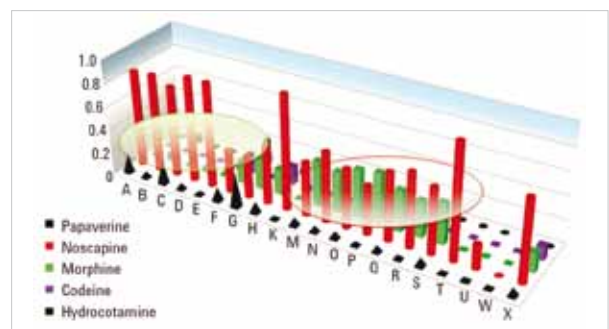
<표 1> Agilent 7890 GC 및 7200 QTOF의 기기 분석 조건

Condition	Major components	Minor components
Column	HP-5MS 30 m×0.25 mm×0.25 μm film	
Oven temperature program	100 °C for 1 minute 10 °C/min to 280 °C, for 3 minutes 10 °C/min to 300 °C, for 5 minutes	
Carrier gas	Helium at 1.2 mL/min constant flow	
Ionization mode	EI	
Emission current	12 μA	35 μA

데이터 획득 및 성분 확인

시료 내 주성분과 보조성분의 경우 농도차가 커 분석법을 서로 달리하였다. 주성분 분석의 경우 이온화시 필라멘트의 이온방출량을 줄였으며, 보조성분 분석의 경우 이온방출량은 늘렸으나 이온화에너지를 낮추었다.

각 성분의 확인은 MassHunter 소프트웨어 내 Unknown Analysis tool을 이용하여 디컨볼루션 후 NIST11 라이브러리 검색을 진행하였다. 헤로인 시료 내에는 모르핀 알칼로이드류와 모르핀 유도체류가 주요 공통성분으로 포함되어 있음을 확인하였다.



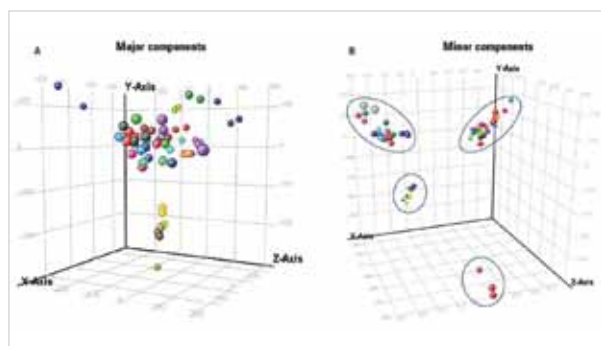
<그림 1> 시료 내 각 알칼로이드류의 존재 비율

(그림 1)은 시료 내 각 알칼로이드류의 존재 비율을 나타낸 것이다. 20개의 시료는 각 알칼로이드 성분들의 존재비에 따라 두 그룹으로 분류될 수 있었다. 한 그룹의 경우 noscapine의 존재비가 매우 높았으며, 다른 그룹의 경우 상대적으로 noscapine의 존재비는 낮으나, morphine의 존재비가 높았다.

일부 성분들의 경우 라이브러리 검색에서 매칭율이 낮게 나타날 수 있다. 하지만, GC-QTOF를 통해 수소점 이하 넷째자리까지 정확히 측정된 분자량은 화학실험식의 예측을 가능하게 해준다. 나아가 MassHunter 소프트웨어 내 Molecular Formula Generator(MFG), Fragment Formula Annotation(FFA)을 정성분석의 보조수단으로 활용할 수 있다.

통계분석1 - Principal Component Analysis(PCA)

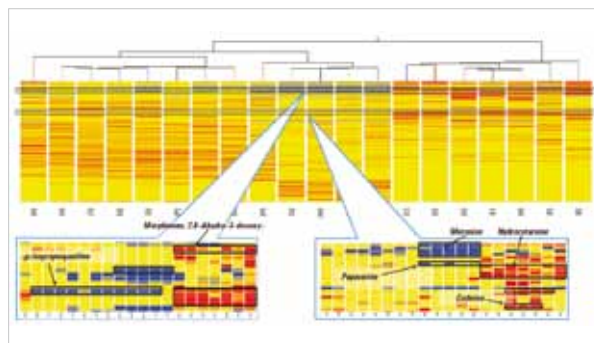
(그림 2)는 GC-QTOF로 분석한 주성분, 보조성분에 대해 PCA 통계처리한 결과이다. 왼쪽 A는 주성분에 대한 것으로 그룹화되지 않았으나, 오른쪽 B의 보조성분에 대한 결과는 최소 2개 그룹으로 분리되는 것을 볼 수 있다.



(그림 2) 주성분(A), 보조성분(B)에 대한 PCA plot

통계분석2 - Hierarchical Clustering Analysis(HCA)

보조성분의 각 그룹별 특징을 좀 더 자세히 살펴보기 위해 HCA 통계처리 결과를 (그림 3)에 나타내었다. 타 그룹에 비해 상대적으로 농도가 높은 성분은 빨간색으로, 낮은 성분은 파란색으로 표시되어 있다. 대부분의 성분들은 시료들 간에 두드러



(그림 3) 보조성분 각 그룹별 HCA 통계처리 결과

진 농도분포 특성을 띄지 않지만 7,8-dihydro-3-desoxy-morphinone, p-isopropoxyaniline, hydrocotarnine, meconine은 크게 두 그룹으로 나눌 수 있는 시료 간의 두드러진 농도분포 특성을 띄고 있다. 즉, 시료 V와 C를 기점으로 V쪽(왼쪽)은 농도가 비교적 낮게, C쪽(오른쪽)은 높게 나타나는 특징을 나타내고 있다.

결론

시료의 매트릭스 효과를 최소화하면서 분석성분의 분자량은 수소점 이하 넷째자리까지 정확히 측정할 수 있는 Agilent 7200 GC-QTOF는 복잡한 매트릭스 내에 포함된 주성분, 보조성분들을 보다 정밀하고 정확하게 정성·정량분석할 수 있다.

또한 Mass Profiler Professional(MPP)에 포함된 다양한 통계분석 도구를 사용하면 크로마토그램에서 구분되지 않는 각 성분들의 차이를 시각적으로 구분할 수 있다.

이를 통해 분석결과를 유사한 시료군으로 그룹화할 수 있으며, 각 그룹화에 기여하는 성분들도 확인이 가능하다. 나아가 예측 모델을 작성하고, 추후 미지시료가 어느 그룹에 속하는지도 예측할 수 있어 불법금지약품 유통의 발원지와 유통경로를 추정해야 하는 과학수사에 유용하게 사용될 것이다. 🌐



식품 포장재 중 휘발성유기화합물(VOCs) 분석

개요

미국식품의약품관리국(United States Food and Drug Administration, USFDA)과 유럽연합(European Union, EU)에서는 식품 포장재에 사용되는 화학물질에 대한 규정을 발표하고 가이드라인을 제시해 오고 있다. 본 자료에서는 시료에 가하는 온도와 mixing, 2가지 조건을 변경했을 때 각 포장재 별로 식품으로부터 유입될 수 있는 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)을 Teledyne Tekmar사 HT3 헤드스페이스 샘플러로 분석하였다.

실험 조건

시료는 22 mL 헤드스페이스 바이얼에 밀봉한 후 Teledyne Tekmar사 HT3 헤드스페이스 샘플러로 분석을 진행하였다. 시료들 사이의 분석조건을 균등하게 적용하기 위해 각각의 시료마다 적절한 크기 또는 무게를 정하였다. HT3 헤드스페이스 샘플러는 loop 방식의 static mode와 trap을 사용하는 dynamic mode를 한 시스템 내에 동시 분석 가능한 시스템이다. 본 실험에서는 loop 방식의 static mode를 사용하였으며 시료에 가하는 온도와 mixing(on/off, 시료를 혼합하거나 시료 전체 표면에 온도가 골고루 가해질 수 있도록 시료가 담긴 바이얼을 흔들어주는 기능), 이 2가지 조건을 변경하여 분석하였다. Mixing 강도는 Level 5(Level 1~10까지 설정 가능)로 동일하게 모든 시료

〈표 1〉 본 연구에 사용된 포장재 정보

포장 재료	
시료	크기
냉동 야채 포장재	3×3 cm
즉석밥 포장용기	3×3 cm
스티로폼 컵	3×3 cm
식품 밀폐용기-뚜껑	0.26~0.275 g
전자레인지에 사용가능한 식품 용기	0.550~0.650 g

〈표 2〉 HT3 헤드스페이스 샘플러 static mode 분석 조건

* 본 실험에서 변경한 HT3 헤드스페이스 샘플러 분석 조건

HT3 분석 조건			
GC Cycle Time	30.00	Mixing Level	Level 5
Valve Oven Temp	150 ℃	Mixer Stabilize Time	0.50 min
Transfer Line Temp	150 ℃	Pressurize	10 psig
Standby Flow Rate	50 ml/min	Pressurize Time	2.0 min
Platen/Sample Temp	50 ℃ *	Pressure Equil. Time	0.20 min
Platen Temp Equil. Time	1.00 min	Loop Fill Pressure	5 psig
Sample Equil. Time	20.00 min	Loop Fill Time	2.00 min
Mixer	Off/On *	Loop Fill Equil. Time	0.50 min
Mixing Time	5.0 min	Inject Time	1.00 min

에 적용하였으며, 이는 고체시료로부터 휘발성유기화합물이 더욱 효과적으로 방출될 수 있도록 하기 위함이었다.

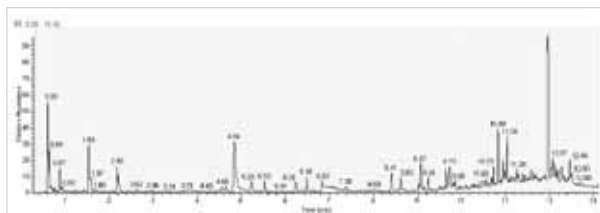
결과 및 고찰

섭취하기 전 포장재의 내용물에 열을 가하기 때문에 본 실험에서도 다양한 온도로 시료에 열을 가하였다. 본 실험에서는 최적의 온도조건을 찾기 위해 모든 포장재에 50 ℃, 100 ℃, 150 ℃, 200 ℃와 250 ℃로 열을 가하였다. 하지만 100 ℃ 이하의 온도에서는 분석감도가 좋지 못하였고 100 ℃ 이상의 매우 높은 온도에서는 바이얼 안에 담긴 시료가 까맣게 타는 현상이 나타나 크로마토그램의 결과를 사용할 수 없었다. 따라서 100 ℃를 시료에 가하는 온도로 설정하였다. 시료에 열을 가하기 전 blank test를 위해 40 ℃에서 7회의 반복 분석을 하였다. 이러한 blank test는 시스템 오염이 결과에 미치는 영향을 최소화하기 위해 각각의 시료를 분석하기 전에 항상 수행하였다.

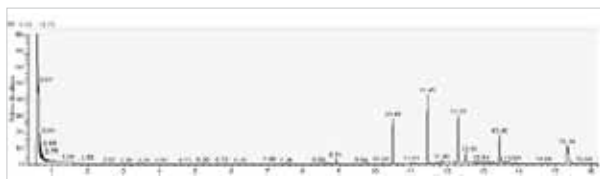
〈그림 1〉은 blank test의 결과를 나타낸다. 5종류의 포장재에 100 ℃로 가열하여 분석한 크로마토그램 결과는 〈그림 2〉~



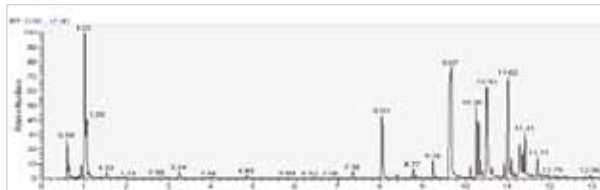
(그림 1) 각각의 시료분석 전 수행된 blank test 결과 크로마토그램



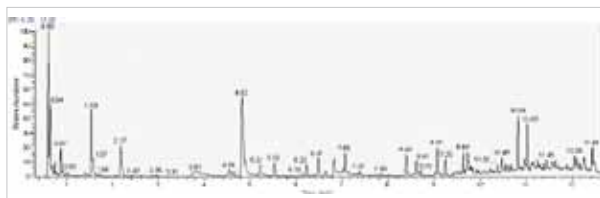
(그림 2) 냉동 야채 포장재 분석 크로마토그램



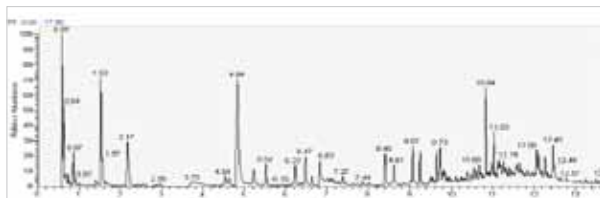
(그림 3) 즉석밥 포장용기 분석 크로마토그램



(그림 4) 스티로폼 컵 분석 크로마토그램



(그림 5) 식품 밀폐용기 뚜껑 분석 크로마토그램




(그림 6) 전자레인지에 사용가능한 식품 용기 분석 크로마토그램

(그림 6)과 같다. 알코올류(alcohols), 케톤류(ketones) 그리고 가지형(branched), 직쇄상(straight) 탄화수소류(hydro-

carbons)들이 포장재에서 휘발된 주요 화합물로 조사되었다. 또한 methyl propyl ketone으로 알려진 2-pentanone은 5종류의 포장재 중 4개의 포장재에서 검출되었다. 2-pentanone은 향미를 내는 식품첨가제로서 매우 미량이 종종 사용된다. 2가지 다른 케톤류인 3-pentanone과 methyl isopropyl ketone은 2-pentanone의 이성질체이다.

냉동 야채 포장재 분석결과에서 주목해야 할 부분은 acetone(1.53분)과 methacrolein(2.18분)이 검출된 것이다. 특히 methacrolein은 고분자와 고분자 레진(resin) 제조에 사용되는 불포화 알데하이드 성분이다. 즉석밥 포장용기 분석 결과에서는 10분대 후반에서 13분 후반 사이에 deodecane, tridecane, tetradecane, pentadecane 그리고 hexadecane이 검출되었다. 스티로폼 컵 분석결과에서는 예상했던대로 styrene(9.24분)이 검출되었고 주목할 부분은 발암물질로 알려진 benzene(3.24분)과 phenol(10.26분)이 검출되었다는 것이다. 식품 밀폐용기 뚜껑의 분석결과 acetone(1.53분)과 methacrolein(2.17분)이 검출되었다. 전자레인지에 사용가능한 식품 용기 분석결과, 주목할 부분은 5.10분부터 7.01분 사이에 긴 직쇄상 탄화수소인 methyl heptane, trimethyl hexane, dimethyl heptene이 검출되었다는 것이다.

결론

HT3 헤드스페이스 샘플러의 static mode로 식품 포장재를 분석한 결과, 모든 포장재에서 대부분 C6에서 C18까지의 탄화수소류가 검출되었다. 그 외에 알코올류, 케톤류 그리고 phenol 등의 극미량의 방향족 화합물과 2-butanone과 benzene과 같은 저농도의 휘발성유기화합물들이 검출되었다. 즉석밥 용기 분석에서 10~13분 사이에 검출된 5가지 성분(deodecane, tridecane, tetradecane, pentadecane, hexadecane)은 다른 포장재 분석에서는 검출되지 않았다. Teledyne Tekmar사 HT3 헤드스페이스 샘플러는 한 시스템 내에서 static mode와 dynamic mode가 모두 가능하며 ppb 이하의 저농도에서 %의 고농도 시료까지 별도의 전처리나 희석없이 분석이 가능한 시스템이다. 이러한 Teledyne Tekmar사 HT3 헤드스페이스 샘플러를 이용한 헤드스페이스 분석을 통해 각 포장재마다 검출된 성분으로 포장재마다의 특성을 확인할 수 있었다. 



TOC와 BOD/COD의 상관 관계

Challenge

오랫동안 실험실 등에서 산업용수나 폐수 등 물속에 존재하는 유기물(=오염)을 측정하기 위한 지표로 BOD(Biochemical Oxygen Demand, 생물학적 산소 요구량)과 COD(Chemical Oxygen Demand, 화학적 산소 요구량)를 측정해 왔다. 폐수 처리시설에서는 방류수 모니터링과 함께 폐수 처리 공정(생화학 적 처리, 약품 주입 등) 효율을 최적화시키기 위해 일관성 있는 데이터가 필요하다. 그러나 BOD는 분석에 5일이 소요되기 때문에 공정 최적화를 위한 데이터로 사용하기는 부적합하며 COD는 BOD보다는 분석 시간이 적게 소요되지만 분석 과정에서 유해물질이 사용되고 일관성있는 분석 결과값을 얻기에 부적합하다.

Business Impact

GE Instruments의 InnovOx 온라인 TOC(Total Organic Carbon) 분석기는 TOC를 연속적으로 분석한다. TOC 분석 값은 BOD, COD 값과 일정한 상관관계에 있기 때문에 공정 최적화에 요구되는 적합한 데이터로 사용될 수 있다. 운영자는 오염수가 유출되기 전에 방류수의 유지, 우회 또는 회색 여부를 결정할 수 있게 된다.

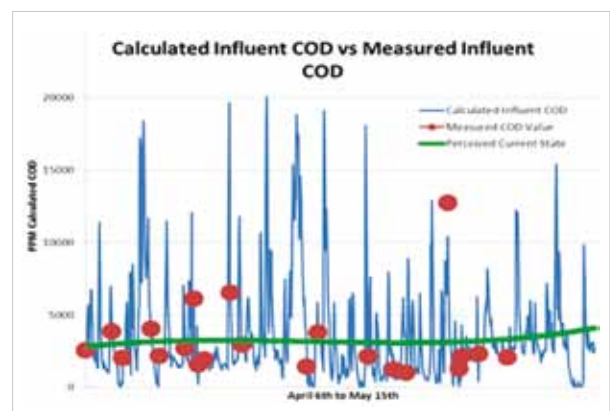
Industry and Regulatory Guidance

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[e.g. The Council of European Communities Directive 91/271 EEC dated May 21, 1991, and the German Wastewater Law (AbwV) dated June 17, 2004].

Case Study

일관성있는 TOC 모니터링의 유효성 입증을 돕기 위해 InnovOx TOC 분석기로부터 계산된 COD 값과 같은 샘플을 미국 폐수 처리시설의 엔지니어가 직접 COD로 측정된 값을 <그림 1>에 나타내었다.

매일 혹은 매 시간 COD 측정을 한다고 해도 COD 값의 변동(fluctuation)을 적절하게 모니터링하는 것은 불가능하다. 녹색 선은 해당 수처리 시설에서 현재 상태라고 판단하는 기준이 되는 선이다. 파란색 선은 정수 처리를 위해 유입되는 물의 실제 COD 값을 InnovOx TOC 분석기로 TOC 측정 후 계산하여 나타낸 선이다. 이 데이터를 통해 정수 처리가 되어야 하는 물질이 그대로 방류수에 포함되어 방류된다는 것을 명백하게 알 수 있다. 또



<그림 1> InnovOx 분석기의 데이터와 실제 COD 측정 값의 비교 그래프

한 연속적인 TOC 모니터링을 통해 유기물의 농도 변동 관찰 및 확인이 가능하며, 수처리 공정을 최적화하기 위한 매우 유용한 데이터로 활용할 수 있다는 것을 알 수 있다.

Procedure

다음에 나오는 방법은 TOC 분석기를 이용해 BOD 또는 COD를 연속 모니터링하는 방법이다. 이 방법은 ITA 연구 결과 보고서의 권고에 따르고 있으며 분석기 사용자 및 다른 응용에서의 연구 결과에 기초하고 있다. 이 방법에 따라 BOD 또는 COD 모니터링을 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 보내 BOD 또는 COD를 측정한다. 측정 결과를 엑셀파일의 "BOD or COD(mg/L)" 항목에 입력한다.
4. 측정할 다른 샘플도 1~3 과정으로 측정하고 값을 엑셀 파일에 입력한다.
5. 측정된 TOC 값과 BOD 또는 COD 값을 엑셀 파일에 입력하면 회귀분석을 시작한다. 그래프에 회귀직선이 표시되며 직선식은 다음과 같다.




〈그림 2〉 Conversion Factor를 선택할 수 있는 화면



〈그림 3〉 Conversion Factor를 입력할 수 있는 화면

$Y = \text{기울기} \times (X + Y\text{절편})$, $Y = \text{BOD}$ 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 $\langle (Y\text{절편} + \text{기울기}) \times X \rangle$ 의 형식으로 나타난다. 터치스크린에서 Menu > Maintenance > Conversion Factor(그림 2) > Factor 1 Equation(그림 3)에서 계산된 값을 입력한다.
7. 변환값(Conversion Factor)을 이용한 결과를 화면에 나타나게 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. 

Note

1. Regulatory agencies(e.g. USEPA, state DEPs) may have specific requirements on the number of samples and test period. As indicated by ITA Study Report, 1 weekly sample analysis for a minimum of one year to include seasonal variations is recommended for municipal wastewater plate in order to obtain discharge permit(e.g. City of Santo Cruz WWTP NPDES permit).
2. In addition to the simple Pearson Correlation value, a statistical two-tailed t-test could also be used to determine if a correlation exists between TOC and BOC or COD. For the purpose of the analysis, if the t-test fails a 95 percent confidence interval, then null hypothesis of no relationship cannot be rejected(i.e. no relationship exists). A trend-line should be added to the graph with the equation and correlation coefficient(R^2) identified. Based on the R^2 value and the number of data pairs(n), the test value (t) is calculated from the following formula: $t = R \times \sqrt{(n-2)/(1-R^2)}$. The calculated value of t can then be compared with standard t-tables to determine the statistical significance at the 95 percent confidence interval for a two-tailed t-test.

References

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.



의료기기 제조에 사용되는 코팅 두께 측정법

Coating in Medical Device Application

의료 기기의 제조에 사용되는 코팅에는 제약 코팅 Stent, 고분자 바늘 코팅, DLC(Diamond-Like-Carbon) 코팅된 임플란트, balloon wall 두께 측정 등의 많은 종류가 있다. 종종 코팅들은 조직 외상, 감염 등을 보호하는 생체 적합성 코팅의 부식을 보호하는 경우도 있다. 혈관성형술용 풍선을 포함한 일부 기기들이 제대로 작동되기 위해서는 코팅에 균일하고 일정한 두께의 막이 형성되어 있어야 한다. 또한 코팅 두께 측정 장비를 이용하여 코팅의 두께를 확인하고 얼마나 균일한지 확인하는 과정이 매우 중요하다.

이러한 종류의 코팅 두께 측정방법은 매우 다양하다. 가장 일반적으로 사용되는 모니터 샘플 측정 혹은 침적 전후의 계량에 대한 측정 기술은 많은 코팅의 결함을 측정할 수 없다는 단점이 있다. 또한 불완전한 범위 혹은 코팅이 비균일한 경우에는 결과에 심각한 오류가 발생할 수 있다.

Filmetrics사는 이러한 응용과 관련하여 코팅 및 박막두께 측정과 관련한 매우 넓은 범위의 두께 측정 솔루션을 제공한다. 크기가 큰 샘플은 F-20 series, 크기가 작은 샘플은 microscope 기반의 F-40 series를 사용하여 측정할 수 있다.

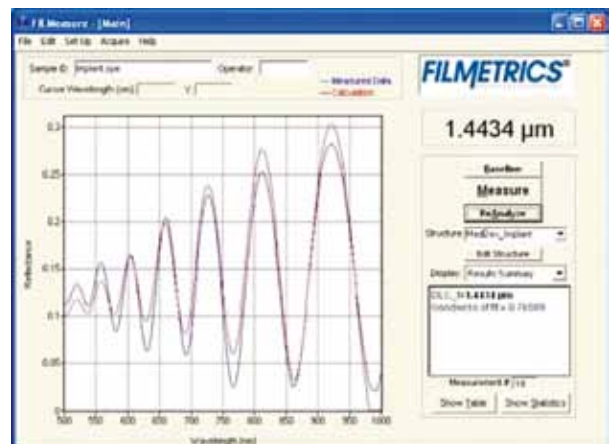
- Drug Coated Stent
- Implant
- Guide Wires, Needle
- Catheter and Angioplasty Balloon Wall Thickness

등과 관련된 의료 기기 응용에서 측정하고자 하는 샘플 두께에 따라 F20 혹은 F40 시리즈를 통하여 측정할 수 있다.

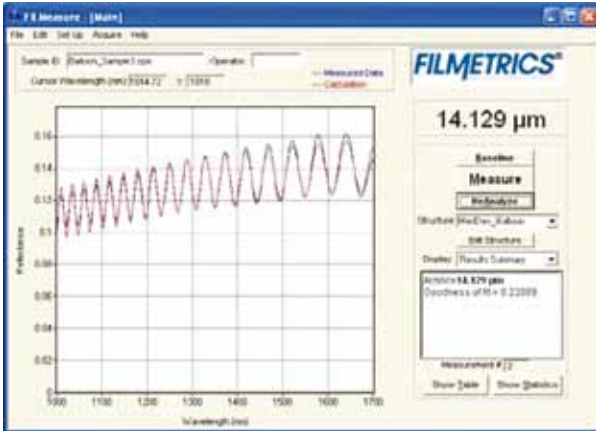
Filmetrics사 박막두께 측정기는 수동 측정 방식과 달리 사용자에게 정확하고 일관된 결과를 제공하며 관심 영역의 반사 스펙트럼의 얇은 두께를 측정할 수 있는 신뢰성있는 전용 소프트웨어를 함께 공급한다. 이 소프트웨어는 스펙트럼 매칭에 기초하여 코팅 및 박막의 두께를 산출하여 매우 짧은 시간 안에 결과를 보여준다. 그래픽 디스플레이에 기반한 fit은 높은 신뢰도의 결과를 시각적으로 확인할 수 있게 한다.

측정 결과 확인

Filmetrics사 박막두께 측정기를 이용한 측정 결과는 샘플에 반사된 빛의 반사율을 기반으로 스펙트럼으로 결과를 제공한다



(그림 1) F20을 이용한 DLC-Coated Implant 측정 결과



(그림 2) F20을 이용한 Balloon Wall 두께 측정 결과



(그림 3) F40을 이용한 Drug-Coated Stent 측정 결과

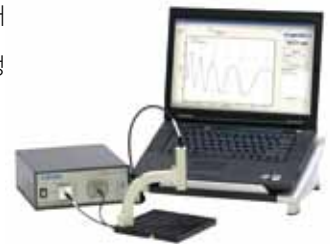


(그림 4) F40을 이용한 Polymer-Coated Needle의 측정 결과

다. 즉 반사율에 근거하여 두께를 측정하는 원리이며, 각 계면에서의 반사율에 따른 Oscillation Spectrum을 파악한 후 시물레이션 값과의 분석(FFT)을 통해 최적화된 상태에서 두께를 산출하는 방식이다. <그림 1>~<그림 4>는 F20 및 F40을 이용한 각 응용에서의 스펙트럼 및 측정 결과를 보여준다.

Filmetrics사 F20 특징

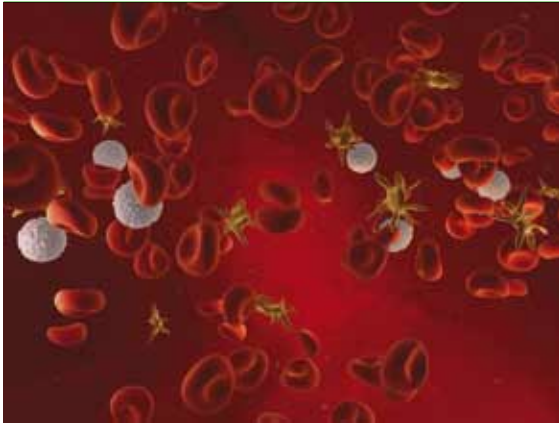
- 실험실용 박막두께 측정 장비
- 가장 일반적인 Table-top 모델로 광범위한 응용에 사용 가능
- 정확도 : 0.4% 혹은 2 nm 이내
- 광학상수(n,k)와 투과율 측정 가능
- 측정 범위 : 3 nm~1 mm (옵션에 따라 다름)



Filmetrics사 F40 특징

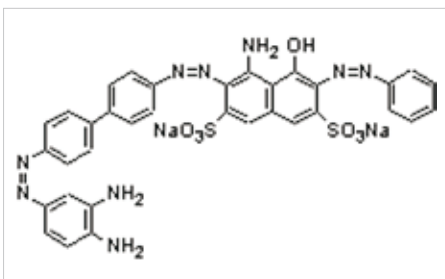
- 현미경을 이용한 미세 영역의 박막 두께 측정 시스템
- C-mount adapter에 부착 가능하며, color video camera를 통해 spot 측정 모니터링
- 매우 작은 시편까지 측정 가능
- 측정 범위 : 20 nm~40 μm (옵션에 따라 다름)
- 정확도 : 0.4% 혹은 1 nm 이내





백혈구를 염색하는 성분의 비밀 Chlorazol Black E

Chlorazol Black E 염색제를 이용해서 Myelocyte(골수구)의 대부분을 차지하는 호중구(Neutrophil)를 염색하면 과립(Granules)이 연한 주황색과 짙은 회색으로 보인다. Promyelocyte(전골수구) 단계의 과립은 주황색인데 비해 Myelocyte(골수구), Metamyelocyte(후골수구)는 주황색과 검은색의 과립이 섞여 있다.



<그림 1>
Chlorazol Black E

이와 같이 호중구는 대부분의 과립이 회색이나 검은색이고 주황색이 일부 보이지만 성숙기에 따라 과립의 색은 다르게 보인다. 반대로 호산구와 호염기구의 과립은 주황색으로 염색된다.

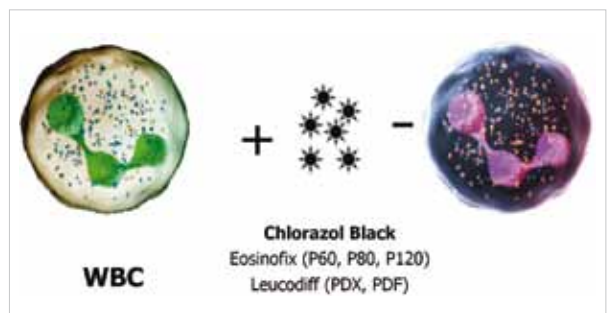
단구(Monocyte)는 검은색과 회색으로 염색된 과립이 일부 보이며 림프구는 과립이 보이지 않는다. 혈액 세포의 cytochemistry 분석은 세포 뿐만 아니라 과립구의 기원 세포를 구분하는데 매우 유용하다.

Chlorazol Black E는 성숙한 과립구와 미성숙 과립구 모두의 과립을 염색할 수 있다. 과립구를 포함하지 않는 다른 종류의 세포들은 이 염색제에 의해 염색되지 않으므로 과립구와 과립구가 아닌 세포를 구분하는데 사용된다.

Benzidine, Peroxidase, 특정 esterase와는 달리 Chlorazol Black E는 발암물질이 아니기 때문에 기존의 염색제 대안으로 사용된다. 또한 합성이 아닌 단일 염색제이며 benzidine peroxidase 반응이나 O-tolidine, pyrocatechol-phenylenediamine 처럼 추가 시약을 필요로 하지 않는다.

Chlorazol Black E를 사용하면 pH를 맞추거나 반응 과정을 보기 위해 염색 연동제를 감작시키거나 불안정한 합성기질을 첨부할 필요없이 호중구, 호산구 과립의 차이를 확실히 눈으로 구분할 수 있다. 뿐만 아니라 정확한 세포 부위를 확인할 수 있으며 세포의 성숙도에 따라 과립을 다양한 색으로 염색할 수 있다.

HORIBA Medical사의 혈구계수기인 Pentra 시리즈에는 Eosinofix, Leucodiff라는 염색 시약이 사용된다. Pentra ES




<그림 2> 백혈구와 Chlorazol Black 성분이 반응하면 백혈구의 과립이 염색되어 흡광도 측정 가능

60, Pentra XL 80, Pentra 120에는 Eosinofix가 사용되고, Pentra DX, DF에는 Leucodiff라는 시약이 사용된다. 두 가지 시약은 Chlorazol Black E 성분이 포함되어 백혈구를 염색하는 역할을 한다.

Eosinofix	Pentra ES 60	Pentra XL 80	Pentra 120
Leucodiff	Pentra DX 120	Pentra DX Nexus	

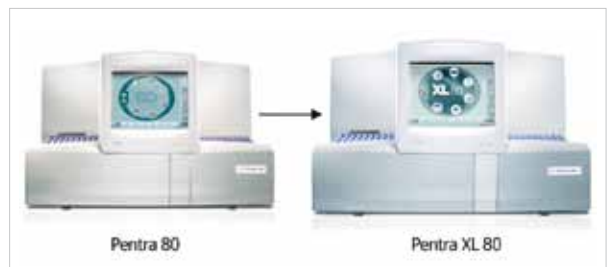
과립을 포함하고 있는 호산구(Eosinophil), 호염구(Basophil), 호중구(Neutrophil)를 통합하여 과립구라고 한다. Micros ES 60은 림프구(Lymphocyte), 단구(Monocyte), 과립구(Granulocyte) 총 3가지 백혈구를 측정하고 Pentra ES 60, Pentra XL 80, Pentra 120 Line은 림프구(Lymphocyte), 단구(Monocyte), 호산구, 호염구, 호중구 총 5가지를 측정한다.

HORIBA Medical사에서는 기존의 Micros 60, Pentra 60, Pentra 80 모델에서 기능이 업그레이드된 Micros ES 60, Pentra ES 60, Pentra XL 80을 출시하였다.

Micros ES 60의 경우 칼라 터치 스크린 장착으로 별도 PC 없이 사용자가 데이터를 관리할 수 있고, Pentra ES 60의 경우 Validation station이 추가되어 사용자가 직접 validation 하여 LIS(Laboratory Information System)와 정보교류가 가능하다. Pentra XL 80은 고농도 검체에 대해서 자동으로 linearity를 연장하여 검체 희석율이 자동으로 지정되어 재검하는 기능이 추가되었다. 



Validation station이 추가되어 데이터 관리 및 LIS와 정보교류 가능



고농도 검체에 대하여 자동으로 linearity를 연장하여 희석율을 자동으로 지정 가능



칼라 터치 스크린 장착으로 별도 PC 없이 사용자 데이터 관리 가능

자료번호 67-06

자료번호 67-07

액체 크로마토그래프/질량분석기 전용 이온 이동도 분리 장치 [Owlstone] UltraFAIMS

Owlstone사의 핵심 기술인 UltraFAIMS 마이크로 칩은 FAIMS (Field Asymmetric Ion Mobility Spectrometry)를 초소형화한 이온 이동도(ion mobility) 분리장치로, Agilent LC/MS 질량분석기의 이온 소스에 장착하여 사용합니다.

UltraFAIMS는 전기장 변화에 따른 각 이온들의 다른 이동도 경로 차이로 이온들을 선택적으로 전송하는 방식으로 액체 크로마토그래프와 질량분석기 사이에서의 추가적인 이온 분리를 제공하여 바탕값으로부터 관심 이온의 분리를 도와줍니다. UltraFAIMS는 아래와 같은 다양한 이온 종류의 분리성능을 제공합니다.

- 동중합체(isobaric) 분석 물질
- 다양한 전하의 단백질 및 펩타이드
- 큰 사이즈 및 작은 사이즈의 단백질
- 이성질체(isomer) 및 형태이성질체(conformer)

특징

- UHPLC와 MRM 시간에 적용 가능한 고속분리
- 간단하고 쉬운 장착 및 탈착
- Peak capacity를 증가시키기 위한 용매 modifier 사용 호환
- 세척 및 쉽게 교체 가능한 칩
- 모든 이온 종을 동시에 통과시키는 Non-FAIMS 모드 가능

응용

- 화학적 바탕 값 노이즈 감소
- 높은 바탕 값에 숨어있는 더 많은 극미량 분석물질 확인
- 혼합성분 질량스펙트럼을 개별 성분 스펙트럼으로 분리
- 검출 한계 및 정량 한계 향상
- 단백질 및 펩타이드 동정(identification) 향상
- 질량정확도 향상
- 이온 소스의 충돌유발해리(CID) 구간 전에 분리



대학교 학부 교육용, 산업 QC용 Bench-top NMR [Nanalysis] NMReady-60Pro

NMReady-60Pro는 고가의 NMR 장비를 대체하여 Nanalysis사에서 제작한 Bench-top NMR 스펙트로미터입니다. 지난 2013년 대학교 학부 교육용 또는 산업 QC용으로 출시한 NMReady™ 모델에서 성능을 강화하여 보다 산업용에 맞게 제작한 장비입니다.

NMR의 자장이 강하면 강할수록 피크 분리가 좋아져 더 정확한 정보를 얻을 수 있으나 자장의 크기가 매우 커지며 가격도 매우 비싸게 됩니다. 하지만 적절한 자장과 Hz를 가진 NMR이 분석자의 용도와 응용에 알맞다면 얼마든지 타당성 있는 가격대와 우수한 성능의 장비를 접하실 수 있습니다. NMReady-60Pro는 별도의 냉각 장치 등이 필요 없는 일체형 장비이며 내장된 터치스크린을 통해 비전문가도 간편한 작동 및 데이터 처리가 가능하도록 하여 보다 간편하고 쉬운 분석환경을 제공하고 있습니다.

특징

- 60 MHz(1.4 T)의 자기장
- 1 Hz 대의 분해능
- 1H, 7Li, 11B, 13C, 19F, 31P 등의 원자핵종 모드
- 사이즈 30×28×49 cm
- 무게 25 Kg
- 표준 5 mm 시료 튜브 사용
- Deuterium or non-deuterium Locking 시스템
- 100 : 1(Ethyl benzene 1% signal scan) 감도 제공
- Pulse Program Control 가능
- T1, T2, Nutation, COSY, DEPT, HSQC, HETCOR 분석
- Decoupling & Signal suppression



자료번호 67-08

자료번호 67-09

High Performance, Multi-Function Nuclear MCA/Counter/Timer/Rate meter [AMETEK ORTEC] Easy-NIM 928 Suite



ORTEC사의 EASY-NIM 928 suite은 사용자의 유연성, 신뢰성, 편의성 및 효율적인 비용의 패키지를 제공할 수 있으며, pulse counting이나 pulse height analysis 등의 다양한 응용에서 새로운 접근 방식을 제공합니다.

특징

- 하나의 NIM module에 MCA/Counter/Timer/Rate Meter의 다양한 기능
- USB 2.0 연결
- Front Panel Emulator 소프트웨어 및 programmer's toolkit 옵션
- 유연한 내부 상호 연결
- 프로그램 작동이 가능한 외부 input 및 output
- ORTEC Connection을 통한 network 가능

구성

- 16k 채널의 다중 파고 분석기(응용에 따라 채널 수 선택 가능)
- 200 MHz Pulse Counter
- 내부/외부 타임베이스 기능이 있는 Timer
- Alarming Rate meter
- 6개의 구성 가능한 general purpose input
- 2개의 구성 가능한 output(rear panel)

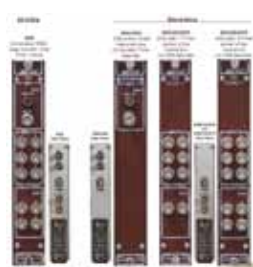
소프트웨어

Front Panel Emulator 소프트웨어는 MCA/Counter/Timer/Rate meter의 조절이 가능하다. 이 소프트웨어는 Easy-NIM 928 suite의 하드웨어를 컨트롤 할 수 있으며, 옵션인 programmer's toolkit은 사용자의 편의대로 프로그램을 사용하여 컨트롤 할 수 있다.



모델별 특징

Easy-NIM 928 suite은 quad counter/dual timer/MCA의 기능으로 이루어진다. 이 중 MCA의 기능만을 가진 928-MCB, counter/timer의 기능만 가지고 있는 928-Count2와 928-Count4의 모델이 각각 있다. 928-MCB를 제외한 각 모델은 2개의 programmable한 output과 6개의 input을 가지고 있다.



병원의 전산 시스템과 연동되는 “자동 채혈관 준비장치” [Techno Medica] BC·ROBO®-8000 RFID

BC·ROBO®-8000 RFID는 병원을 방문하는 외래환자 및 입원환자의 채혈(혈액 샘플을 채취) 시, 병원의 전산 시스템에 저장된 DATA와 연동되어 환자의 대기시간을 줄이고, 올바른 채혈관의 선택 및 바코드 라벨 부착 등을 자동으로 실행하여 채혈자에 의한 오류를 사전에 차단함과 동시에 검사의 정확도를 높이는 시스템입니다.

특징

- 채혈자에 의한 오류 방지
 - 올바른 채혈관 선택
 - 올바른 위치에 바코드 라벨 부착
 - 환자별 채혈관 섞임 방지
- 전산화를 통한 빠른 Report 가능
 - 환자 한명 당 24초 소요 (4개의 채혈관 기준)
- 환자의 대기시간 축소 ⇒ 만족도 증가
 - 전산화를 통하여 대기시간이 절반 이하로 감소
- 채혈실 인력의 효율적 재배치
 - 전산 DATA를 활용하여 필요한 채혈관을 사전에 자동으로 준비



Agilent HPLC Autosampler Needle Seat 교체 방법

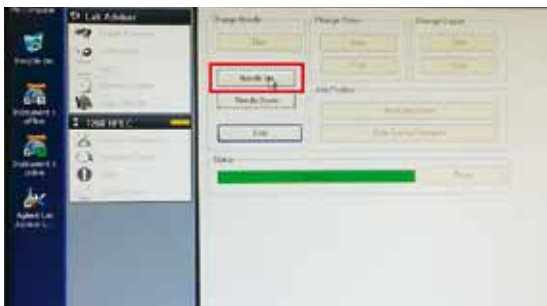
- **증상** Autosampler의 Needle Seat이 막혀 HPLC 시스템의 압력이 높게 나타남.
- **원인** ① 장시간 사용으로 인한 Needle Seat의 오염 ② 정제되지 않은 시료 분석으로 인한 Needle Seat 막힘.
- **조치** ① Needle Seat의 오염으로 압력이 높게 형성되는지 확인 ② Needle Seat의 오염이 맞다면 적절한 절차에 따라 Needle Seat 교체



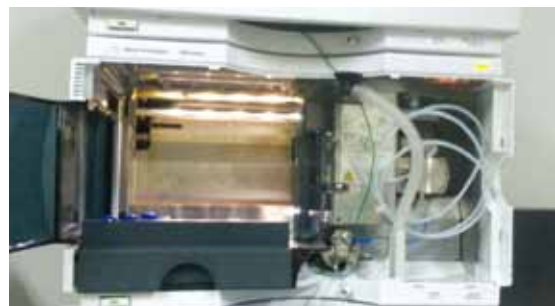
① Needle Seat을 교체하기 위해서는 Needle Seat, 렌치, 1/4 inch 스패너가 필요합니다.



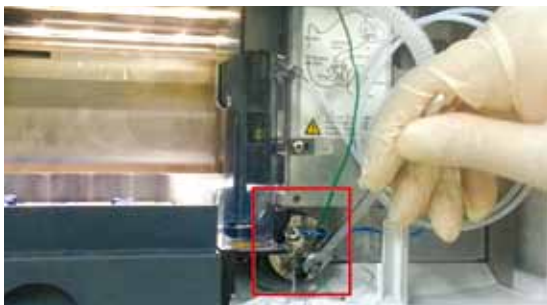
② 장비 전원을 켜 후 Lab Advisor SW를 실행한 후, 우측상단의 Connect 버튼을 클릭합니다. Service & Diagnostics 메뉴를 클릭하여, ALS → Maintenance positions → 하단에 있는 Run을 클릭합니다. Change Needle에서 Start를 클릭합니다. OK를 눌러 진행시킵니다.



③ LC Autosampler의 Needle과 Needle Seat이 교체 가능한 상태로 변경됩니다. Needle Up을 3회 정도 클릭해 주어 충분한 공간을 확보합니다.



④ Autosampler 커버를 엽니다.



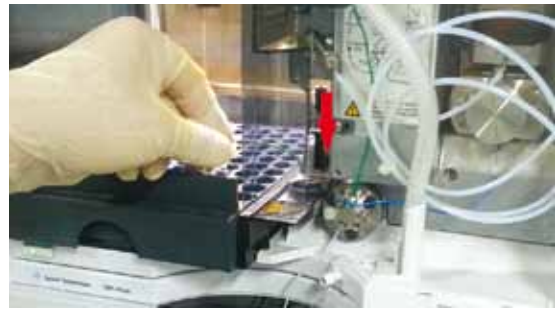
⑤ 6-port valve 중 Needle seat과 연결되어 있는 5번 port를 스패너를 이용하여 제거해 줍니다.



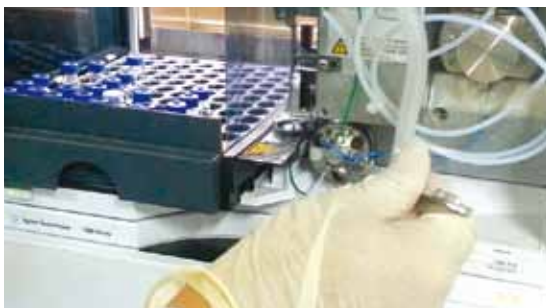
⑥ 렌치로 지렛대의 원리를 이용하여 Needle Seat을 제거해 줍니다.



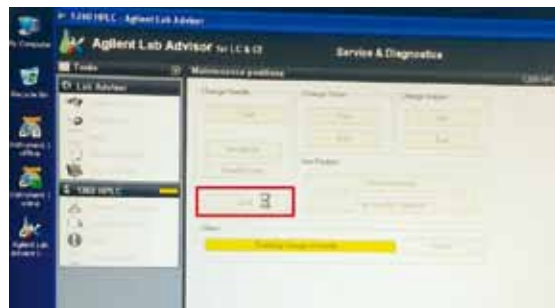
⑦ Needle Seat을 아래에서 위쪽으로 들어올려 제거합니다.



⑧ 새로운 Needle seat 장착은 분해 역순으로 조립합니다.



⑨ 위에서 아래로 장착하고, 5번 port에 연결하여 스패너로 조여줍니다.



⑩ 장착이 끝나면 Lab Advisor에서 End 버튼을 눌러 초기화 하고 초기화가 완료되면 Back 버튼을 눌러 프로그램을 종료합니다.

Needles and Needle seats Part No.

Agilent Autosampler	Needle Assembly Description	Part No.	Compatible with Needle seat	Part No.
G1313A, G1329A/B, 1120, 1220 Infinity LC (automated sampler only)	Needle assembly, standard autosampler	G1313-87201	Standard needle seat, PEEK 0.17 mm id capillary, 2.3 µL	G1329-87017
			Standard needle seat, PEEK 0.12 mm id capillary, 1.2 µL	G1329-87012
G1313A, G1329A, 1120, 1220 Infinity LC (automated sampler only)	Needle assembly, for use with PEEK seat	G1313-87203	Standard needle seat, PEEK 0.17 mm id capillary, 2.3 µL	G1313-87102
G1313A, G1329A/B, 1120, 1220 Infinity LC (automated sampler only)	Needle assembly, 900 µL upgrade	G1313-87202	Standard needle seat 0.17 mm id capillary, 2.3 µL	G1329-87017
G1389A	Needle assembly, micro LC autosampler	G1329-80001	Micro LC Needle seat 100 µm id capillary, 1.2 µL	G1329-87101
			Micro LC Needle seat 50 µm id capillary, 0.3 µL	G1329-87103
G1367A/B	Needle assembly, well plate autosampler (green)	G1367-87200	Needle seat Vespel, well plate autosampler 0.17 mm id capillary, 2.3 µL	G1367-87101
	Needle assembly, well plate autosampler (blue)	G1367-87201	Needle seat Vespel, well plate autosampler 0.12 mm id capillary, 1.2 µL	G1367-87102
G1367C SL and G1367D SL Plus	Needle assembly, well plate autosampler (black)	G1367-87202	Needle seat, 600 bar, with seat capillary 0.17 mm id x 100 mm, 0.8 mm od	G1367-87017
			Needle seat, PEEK 600 bar, with seat capillary 0.12 mm id x 100 mm, 0.8 mm od	G1367-87012

Agilent Autosampler	Needle Assembly Description	Part No.	Compatible with Needle seat	Part No.
G1367E	Needle assembly, 1290/1260 Infinity LC autosampler	G4226-87201	Needle seat, PEEK 600 bar, with seat capillary 0.12 mm id x 100 mm, 0.8 mm od	G1367-87012
G1377A	Needle assembly, micro well plate sampler	G1377-87201	Micro needle seat with seat capillary, 100 µm	G1377-87000
			Micro needle seat with seat capillary, 75 µm	G1377-87001
			Micro needle seat with seat capillary, 50 µm	G1377-87002
G2258A	Needle assembly, dual loop autosampler	G2258-68710	Twin needle seat, dual loop autosampler	G2258-87102
G2260A	Needle assembly, prep autosampler	G2260-87201	Needle seat, prep autosampler 0.5 mm id, 20 µL	G2260-87101
G4226A	Needle assembly, 1290/1260 Infinity LC autosampler	G4226-87201	Seat assembly, Vespel 0.12 mm, 1290 Infinity LC autosampler	G4226-87012
G4226A	Needle assembly, 1290/1260 Infinity LC autosampler	G4226-87201	Low dispersion needle seat	G4226-87020
G5667A	Bio-inert needle, 600 bar	G5667-87200	Bio-inert needle seat assembly, 600 bar	G5667-87017

* 유튜브(Youtube)에서 “영인과학” 을 검색하시면 동영상으로 확인하실 수 있습니다.

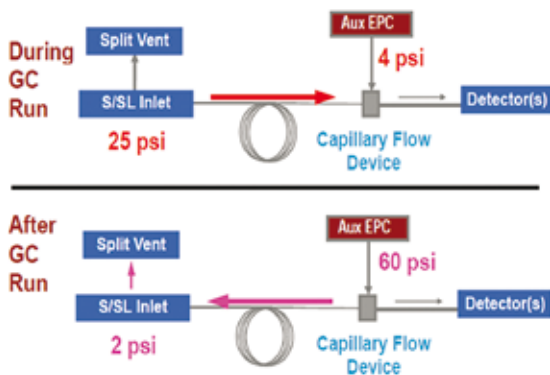
Agilent GC, GC/MS Capillary Flow Technology : Backflush



GC, GC/MS를 이용한 분석 시 고비점 성분을 포함하고 있는 복잡한 시료를 분석하는 경우, 또는 크로마토그램의 앞에 나오는 성분들에 대한 검출과 정량만을 필요로 하는 경우 모두 컬럼에 도입된 시료를 컬럼 밖으로 제거하는 긴 분석 시간이 필요하다. 또한 고비점 성분들이 컬럼에 잔류하여 다음 분석에 영향을 주지 않기 위한 conditioning 시간까지 필요하다.

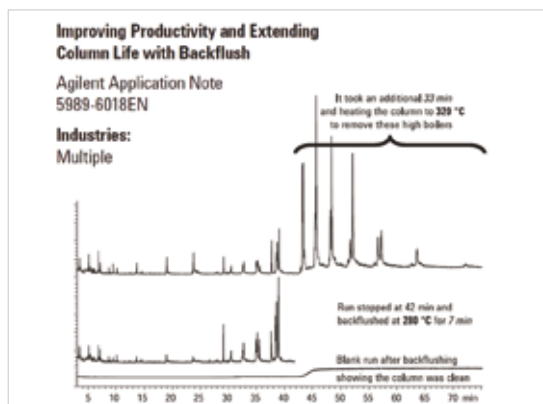
하지만, Agilent Capillary Flow Technology(Backflush)는 이러한 분석에 대해 훨씬 효과적인 방법을 제공한다.

Backflush를 이용하면 컬럼에 도입된 시료 중 분석 대상 성분들이 용출된 후에는 컬럼에 잔류된 성분들을 모두 flow의 역방향으로 제거한다. 즉, 컬럼에서 flow를 반대로 흘려주어 잔류 성분들을 inlet을 통해 제거할 수 있다.



Backflush를 활용한 분석

1. Cut cycle time



〈그림 1〉 Backflush를 이용한 cycle time 감소

〈그림 1〉은 Capillary Flow Technology purged 3-way splitter가 장착된 Agilent 7890A GC/5975C MSD를 사용하여 우유 추출물을 분석한 3개의 TIC이다.

맨 위의 크로마토그램은 42분에 분석 대상 성분들이 모두 용출되었다(오븐 온도 280 °C). 그러나 컬럼에 남아 있는 고비점 성분들을 제거하기 위해 33분의 분석 시간이 더 필요하다. 가운데 크로마토그램은 동일한 우유 추출물을 42분 동안 분석하고, 7분간 280 °C에서 backflush 한 결과이다. 아래 크로마토그램은 7분 backflush 후 blank run 결과로서 컬럼에 잔류 성분들이 남아 있지 않은 것을 확인할 수 있다.

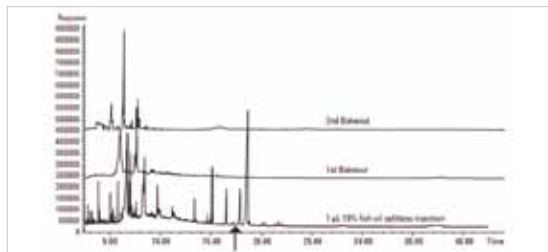
본 예는 backflush 기술이 시료의 carryover와 분석시간(cycle time)을 효과적으로 줄일 수 있음을 보여준다. Cycle time은 30% 이상 감소하였고, 컬럼은 bakeout을 위해 고온으로 올릴 필요가 없다. 또한 column bleed 및 고비점 성분들이 MSD로 도입되는 것을 피할 수 있으므로 source 오염도 줄일 수 있다.

2. Eliminate sample carryover

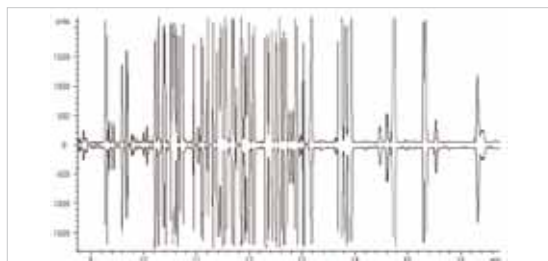
Capillary Flow Technology Deans Switch가 장착된 Agilent 7890A GC(dual ECDs)에 Aroclors 또는 PCB 동질체를 첨가한 fish oil 시료를 희석하여 주입하였고 늦게 용출되는 성분을 제거하기 위해 backflush 기술을 사용하였다. 본 실험을 통해 backflush 기술이 컬럼에 잔류하여 carryover, RT 변화 등을 유발하는 성분을 제거하는데 아주 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

<그림 2>는 30 m×0.18 mm×0.18 μm DB-XLB column을 사용하여 10% fish oil을 1 μL splitless 모드로 주입하여 얻은 GC/ECD 크로마토그램이다. 17.5분의 화살표는 GC/ECD 분석이 끝나고 post run이 시작되는 시점이다. 이 경우, backflush는 없었고, 290 °C에서 25분간 오븐을 유지한다. 같은 조건으로 2회 이상 blank run을 하였고, run 후에 오븐을 310 °C에서 30분간 유지하였다. 2번째 blank run에서도 잔류 성분들이 나오는 것을 확인할 수 있다.

<그림 3>은 Aroclor 1260을 첨가한 10% fish oil의 첫 번째와 6번째 주입 결과이다. 컬럼은 매 run에서 backflush하여 잔류 성분들이 컬럼에 쌓이는 것을 방지하였다. 두 결과를 비교해 보면 잔류 성분에 의해서 야기될 수 있는 RT shift 현상이 전혀 없는 것을 확인할 수 있다.



<그림 2> 여러 번 bakeout 후에도 carryover를 볼 수 있다.

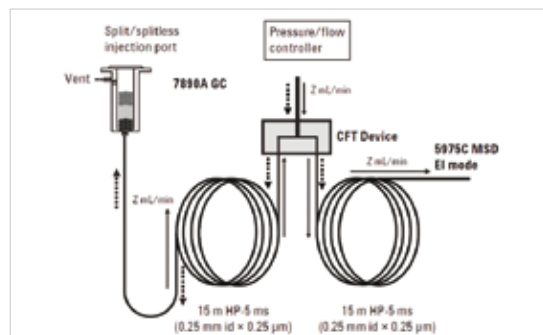


<그림 3> Backflushing을 이용하여 carryover와 RT 변화를 유발할 수 있는 잔류 성분이 컬럼 내에 쌓이는 것을 방지할 수 있다.

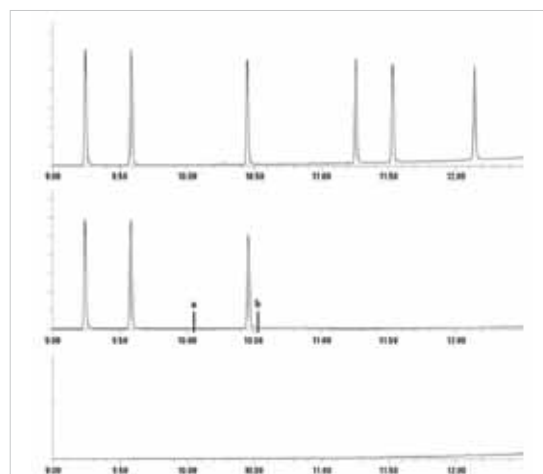
3. Maintain MSD sensitivity during backflush

Capillary Flow Technology 장치를 사용할 때는 makeup gas가 필요하며, 이는 시료가 지나가는 경로에 추가적인 flow를 제공한다. 대부분의 GC 검출기는 높은 감도를 제공하고 있으며 이로 인한 작은 희석 효과는 Capillary Flow Technology를 사용함에 따라 얻을 수 있는 이점에 비해 무시할 만하다. 하지만 MSD와 같은 검출기를 사용하여 극미량의 시료를 분석할 때는 고려되어야 한다.

이를 위한 대안적인 Backflush 기술은 분석용 컬럼 중간에 Capillary Flow Technology 장치를 사용하는 것이다. 즉, 30 m 컬럼을 사용하는 대신 두 개의 15 m 컬럼을 사용하고, 서로 Purged Ultimate Union을 이용하여 연결한다(<그림 4>). 이 때, 첫 번째 컬럼으로부터의 유량과 거의 일치하는 makeup gas가 공급되어, 감도의 저하는 무시할 만하다.



<그림 4> Pressure-controlled tee를 장착한 GC/MS 구성. 실선은 분석 동안의 flow를, 점선은 backflush flow를 나타낸다.



<그림 5> pressure-controlled tee 구성으로 backflush를 실시한 예

본 구성의 backflush는 첫번째 컬럼에서 flow/pressure를 감소시키고, 두 번째 컬럼에서 증가시킴으로써 수행될 수 있다. 본 구성은 또한 MSD의 vent 없이 컬럼 유지보수를 할 수 있다는 장점이 있다. <그림 5>는 pressure controlled tee 구성에서 backflush 기술을 적용한 분석 결과를 보여준다.

<그림 5>의 크로마토그램은 6종 표준 물질의 크로마토그램이며, 3번째 피크까지가 분석 대상 성분이고, 4번째 피크는 방해성분 중 첫 번째 성분이다. 가운데 크로마토그램은 (a)10.1분에서 backflush를 시작하고 이 때 첫 번째 15 m 컬럼에서 flow가 떨어지고, (b)에서 두 번째 컬럼의 flow가 증가한다. 마지막 분석 성분은 검출기에 도착하여 분석되었고, 늦게 용출되는 방해 성분들은 MSD로 도입되지 않았다. 맨 아래 크로마토그램은 blank run 결과로서, carryover가 전혀 없음을 확인할 수 있다.

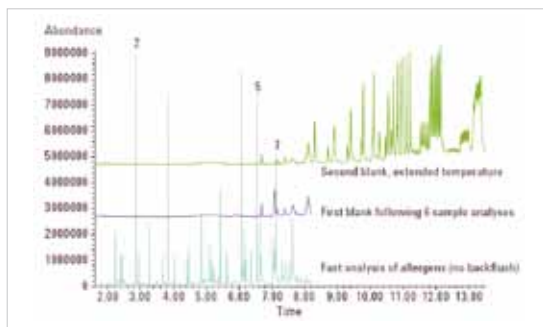
4. Elimination of ghost peaks carryover, baseline instability

화장품에서의 향 성분을 GC/MS로 분석할 경우, 휘발성이 없는 매질 성분 때문에 분석에 어려움이 있다. 이 경우, Capillary Flow Technology QuickSwap 장치를 이용하면 휘발성이 낮은 성분들을 backflush 할 수 있다.

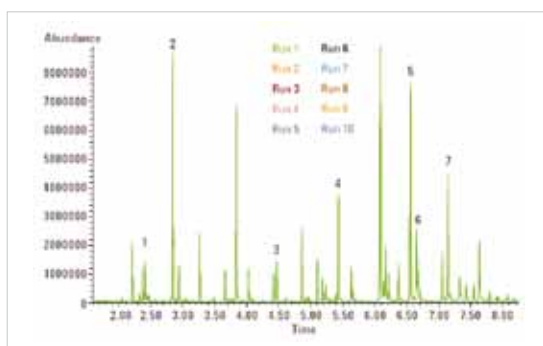
<그림 6>의 맨 아래 크로마토그램은 삼푸 시료를 backflush 없이 6번째 분석한 결과로서 마지막 대상 성분이 용출된 후 8분에 분석이 멈추었다(오븐 온도 : 240 °C). 가운데 크로마토그램은 6회 분석 후 진행한 첫 번째 blank 결과이다.

시료의 carryover가 분명하게 나타나고 baseline이 지저분하며 ghost peak가 보인다. 맨 위의 크로마토그램은 320 °C 까지 확장한 2번째 blank run 결과로서, 강하게 잔류하고 있는 매질 피크들을 선명하게 볼 수 있다. 이들이 컬럼의 수명을 단축시키고 MS의 성능을 저하시키며 source cleaning의 주기를 당긴다.

<그림 7>은 매 분석 후 backflush를 실시한 10회 반복 분석의 결과를 겹쳐보기한 것으로 훌륭한 RT 안정성과 peak area 재현성을 보여준다. Carryover, ghost peak, baseline의 들뜸 현상 등은 관찰할 수 없었다. 추가적으로 20% 정도 run time을 줄일 수 있고, 실험실 생산성을 향상시킬 수 있다.



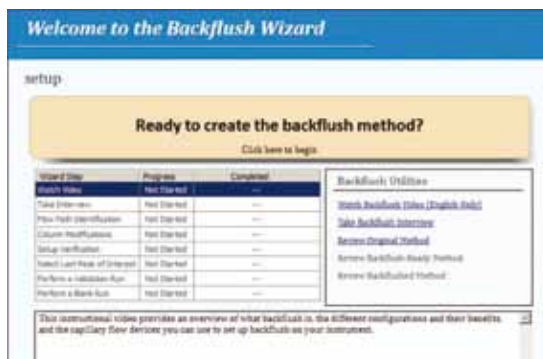
<그림 6> 여러 번 blank run을 해도 고비점 성분들이 여전히 컬럼에 남아 있는 것을 확인할 수 있다.



<그림 7> Backflushing을 이용한 10회 반복 분석 결과를 겹쳐보기한 것. Carryover 나 column bleed에 따른 ghost peak 등은 전혀 관찰할 수 없다.

Backflush Wizard Software

Backflush Wizard Software는 분석 조건 및 CFT 장치에 따라 backflush hardware 및 컬럼 연결 등에 대한 구성을 단계별로 보여주면서 분석법을 설정할 수 있도록 도와준다. 이를 통해 분석 시간을 줄이거나, 시스템의 오염을 최소화할 수 있는 가장 적절한 backflush 기술을 쉽게 구현할 수 있다.

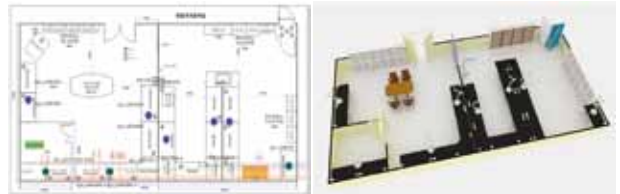


연구원이 꿈꾸는 실험실이 펼쳐집니다. Laboratory Total Solution, LAB CONSULTING



새로운 연구실을 준비 중이신가요? 혹은 기존 실험실의 변화를 준비하고 계십니까? 와이에스엔의 다양한 실험실 구축 경험을 바탕으로 완성된 전문적인 실험실 컨설팅을 만나보세요.

- 신규 실험실 컨설팅
- 기존 실험실 리모델링, 인테리어
- 실험실 각종 공사
- 실험실 이전
- 실험실 안전 장비
- 인·지정 컨설팅



분석실험실, 전처리실, 현미경실, 천칭실 등 다양한 실험실 구성과 더불어 사무공간과 회의실, 안전장비까지 Lab Total Solution을 제공합니다.

또한 국가 인·지정 컨설팅을 포함하여 실험실가구 선정, 장비 선정, 분석장비 및 기초장비 납품 및 설치, 소모품 납품, 안전장비의 설치를 직접 진행함으로써, 효율적이고 효과적인 실험실 구축을 책임집니다.

와이에스엔은 기본 건축도면과 함께 3D 도면도 제공하여 실제 구축과 도면상의 차이를 최소화하여 보다 완벽한 실험실 구축을 제공하고 있습니다.

실험실 가구 및 실험실 컨설팅에 관련한 문의는 와이에스엔 LCB팀 (031-460-9391)으로 문의해 주시기 바랍니다.

언제까지 지시약 색 변화만 기다리고 계시겠어요? EasyPlus™ Titrator



적정이란?

적정의 사전적 의미는 정량하려는 분석 물질을 그 물질과 화학량론적으로 반응하는 표준용액을 첨가하여 화학반응을 일으키게 하여, 당량점까지 소비한 표준용액의 양을 통해 정량하려는 물질의 농도를 결정하는 분석법이다. 쉽게 말하면 정확하게 농도를 알고 있는 적정제를 주입해서 샘플에 포함된 특정 화학성분을 정량 분석하기 위한 실험방법이라고 할 수 있다.

일반적으로 제품의 품질 관리를 위해서 연구소 및 품질관리부에서는 다양한 물질들의 함량을 분석한다. 예를 들면 식품 산업에서 감자칩, 치즈, 계란 가공식품에 포함된 염도(Cl의 총 농도), 오렌지 주스의 구연산 또는 Vitamin C 함량, 김치 및 유제품류의 젖산 함량, 식용유의 산가 등은 제품의 품질을 판단하기 위해 필수적으로 분석해야 하는 것들이며, 이러한 분석을 위해 사용되는 것이 적정법이다.

기존에는 뷰렛을 이용한 매뉴얼 방식으로 적정을 하였지만, 매뉴얼 방식을 이용한 적정의 경우 주입된 적정액의 정확한 양을 파악하기 힘들고 지시약의 변색반응을 육안으로 확인해야 하는 단점이 있으며, 복잡한 계산식으로 인한 오차 발생확률이 높다. 따라서 최근에는 자동 적정시스템으로 대체되고 있는 추세이다.

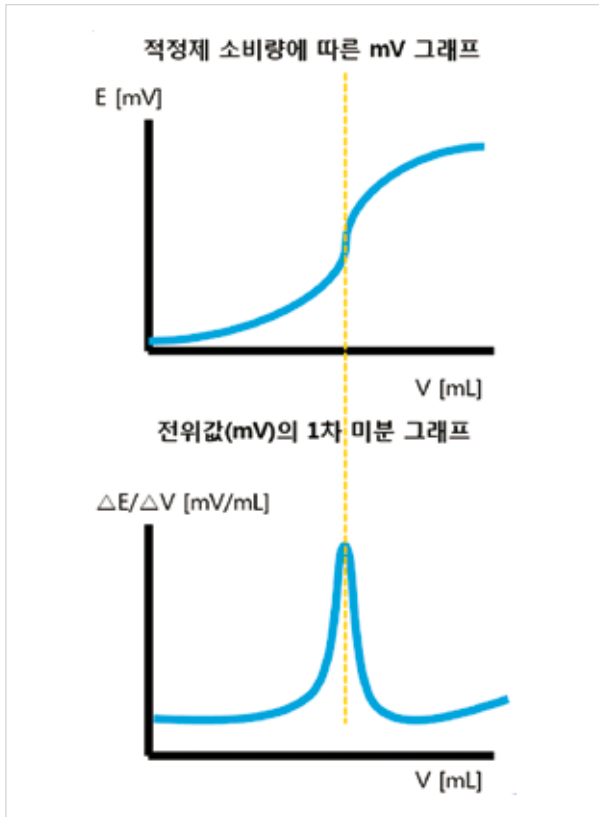
적정기의 작동 원리

자동 적정기는 지시약의 색 변화나 pH 변화를 이용하여 종말점(end point)을 찾아내는 매뉴얼 방식과 달리 고감도 전극을 이용하여 종말점 또는 당량점(equivalent point)을 찾아내는 기기이다.



<그림 1> 적정기의 작동 원리

일반적으로 지시약을 사용한 적정의 경우, 당량점이 아닌 종말점을 찾게 된다. 여기서 종말점이란 적정이 종료되는 지점인데 육안으로 지시약의 색이 변하는 지점을 일컫는다. 하지만 지시약을 사용하여 종말점을 찾을 경우 개인마다 종말점으로 인지하는 색의 변화가 달라서 실험자에 따른 오차가 발생하게 된다.



(그림 2) 지시약(소비량)과 자동 전위차 적정기(전위값)를 사용할 경우 종말점(or 당량점) 설정 비교

하지만 자동 전위차 적정기를 사용할 경우, 전극이 전위차이를 측정하여 정확한 화학양론적 당량점 검출이 가능하며, 원하는 pH를 종말점으로 설정할 수도 있다.

자동 적정기가 당량점을 찾을 수 있는 이유는 고감도 전극을 이용하기 때문이다. 샘플 중의 분석물질과 적정제가 반응하면 수용액의 농도에 따라 전위차가 발생하게 된다. 자동 적정기의 고감도 전극은 수용액에서 농도차에 따라 발생하는 전위를 측정한다. 분석물질과 적정제가 화학양론적으로 모두 반응한 지점에서 전위는 급격하게 변하게 된다. 적정기는 전위를 미분하여 가장 급격하게 전위차이가 발생한 지점을 분석하여 화학양론적 당량점을 찾아낸다.

EasyPlus™ Titrator

EasyPlus™ Titrator는 적정 방법 및 응용 범위에 따라 선택 가능한 5가지의 모델이 있다.

품명	품번	적정 종류	분석물질	응용범위
Easy Pro	30060044	<ul style="list-style-type: none"> 산-염기 적정 침전 적정 산화-환원 적정 	<ul style="list-style-type: none"> Easy pH, Easy Cl, Easy Ox 응용 모두 가능 	<ul style="list-style-type: none"> Easy pH, Easy Cl, Easy Ox 응용 모두 가능
Easy pH	30060041	<ul style="list-style-type: none"> 산-염기 적정 	<ul style="list-style-type: none"> 유기산 함량 측정 산도/알칼리도 측정 산가 측정 	<ul style="list-style-type: none"> 식품, 음료 내 초산/구연산 함량 측정 유제품 내 젖산 함량 측정 오일의 산가 측정
Easy Cl	30060043	<ul style="list-style-type: none"> 침전 적정 	<ul style="list-style-type: none"> 염도 측정 	<ul style="list-style-type: none"> 식품 첨가 원료의 염도 측정 스낵류의 염도 측정
Easy Ox	30060042	<ul style="list-style-type: none"> 산화-환원 적정 	<ul style="list-style-type: none"> 과산화 물가 측정 이산화황 함량 측정 	<ul style="list-style-type: none"> 오일의 과산화 물가 측정 와인의 이산화황 측정
Easy KFV	30060045	<ul style="list-style-type: none"> Karl Fischer 적정 (칼피셔 적정) 	<ul style="list-style-type: none"> 100 ppm~100% H₂O 수분 적정 	<ul style="list-style-type: none"> 커피, 밀가루, 설탕의 수분 측정

EasyPlus™ Titrator의 소프트웨어는 스마트폰 앱 형태로 편리하고 간단하게 사용할 수 있는 인터페이스를 제공하며, 전 모델의 한국어 지원으로 장비의 설치 및 설정 과정을 손쉽게 진행할 수 있다. 또한 적정제의 자동분주로 위험한 시약을 직접 다루지 않아도 되며, 프린터 및 소프트웨어를 통한 데이터의 출력 및 관리가 용이하여 이에 따른 실험시간을 단축시킬 수 있다.



누구나 쉽게 사용할 수 있는 유세포 분석기 BD Accuri™ C6



Flow cytometry를 아시나요?

Flow cytometry(유세포 분석)는 하나의 세포가 가지는 다양한 특징(세포 크기, 내부 복잡도, 특정 분자의 발현 정도 등)을 빠른 속도로 분석할 수 있는 분석법이다. 이러한 분석법을 통해 많은 연구자들은 특정 세포가 가지는 다양한 특징들을 분석함으로써 면역학을 비롯한 다양한 연구분야에서 학문을 발전시켜 왔다.

유세포 분석기는 레이저를 기반으로 레이저와 세포(입자)가 만나 산란되는 빛을 검출함으로써 세포의 다양한 특징을 분석하게 된다. 이러한 원리를 통해 특정 세포를 분석(Cell analyzer)할 수 있을 뿐 아니라 특정 세포를 분류(Cell sorter)할 수도 있다.

1974년 BD(Becton Dickinson)사에서 FACS(Fluorescence-activated cell sorting)라는 이름으로 세포 분류기를 상품화시켰으며, 유세포 분석을 하는 많은 연구원들은 일반적으로 FACS라는 용어를 사용하고 있다. 하지만 정확한 용어는 Flow cytometry(유세포 분석법) 혹은 Flow cytometer(유세포 분석기)이다.

BD Biosciences사는 FACS를 시작으로 다양한 유세포 분석기와 유세포 분류기를 생산하고 있다. 현재, BD Biosciences사 유세포 분석기로는 BD Accuri™ C6, BD Canto™II, BD FACSVerse™, BD LSR Family가 있으며, 유세포 분류기는

BD FACSJazz™, BD FACSria™III, BD FACSria™ Fusion, BD FACS InFlux™이 있다.

Personal flow cytometry, BD Accuri™ C6

BD Accuri™ C6는 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 만들어진 유세포 분석기이다. 따라서 다른 장비에서 요구되는 특별한 훈련이나 장비 구동을 위한 오퍼레이터가 필요 없으며, 간단히 사용법을 익힌 후 사용할 수 있다.

BD Accuri™ C6는 실험 테이블 위에 올려놓고 편리하게 사용 가능하며(27.9×37.5×41.9 cm, H×W×D), 휴대하면서 사용할 수 있을 만큼 가볍다(13.6 kg). 두 개의 레이저(Blue 488 nm laser, Red 633 nm laser)와 여섯 개의 디텍터를 가지고



있어, 세포의 크기 및 내부 복잡도 뿐만 아니라, 네 개의 형광 parameter를 통해 세포의 특징을 다양하게 분석할 수 있다.

BD Accuri™ C6에서 얻은 결과를 분석하기 위한 프로그램인 BD Accuri C6 software는 직관적으로 구성되어 있어 사용하기 편리하다. 이 프로그램을 통해 쉽고 편리하게 결과를 얻고 “Drag and Drop” 형식으로 쉽게 데이터를 display 할 수 있다.

BD Accuri™ C6를 통해 다양한 실험이 가능합니다.



BD Accuri™ C6는 작지만 강하다. BD Accuri™ C6를 통해 다양한 실험이 가능하다.

첫 번째로 Phenotyping이 가능하다. 분석하려는 세포의 특징을 쉽게 분석할 수 있으며(면역세포, 줄기세포 등), 이 세포가 발현하는 분자의 발현 정도를 비교할 수 있다. 뿐만 아니라, 형광유전자(예: GFP)를 발현하는 플라스미드를 세포에 이입(Transfection) 했을 때 이입 정도를 비교할 수 있다.

두 번째는 세포 사멸(apoptosis)을 측정할 수 있다. 세포 사멸의 초기 단계에서 발현되는 분자를 검출하는 방법으로 세포 사

멸을 측정할 수 있으며, 세포 사멸 시 노출되는 DNA 염색을 통해 죽은 세포와 살아있는 세포의 구별도 가능하다.

세 번째는 세포 주기를 측정할 수 있다. 세포 주기인 G0/G1기, S기, G2/M기에서 가지는 각각 다른 DNA양을 검출함으로써 각 세포 주기를 구별할 수 있으며, 더 정확히 구별하기 위해 BrdU 시약을 사용하기도 한다.

네 번째는 세포 내 염색 방법을 통해 세포 내 Cytokine이나 STAT3와 같은 전사인자를 검출할 수도 있다. 특히, 특정 세포에서 신호전달을 통해 인산화된 STAT3를 검출함으로써 Immune-blotting과 같은 고전적인 방법을 통해 검출하는 것보다 더 편리하게 발현 정도를 비교할 수 있다.

다섯 번째는 세포 수 측정(Absolute cell counting)이 가능하다. Hematocytometer를 통해 현미경으로 세포 수를 측정할 수도 있지만, BD Accuri™ C6를 통해 특정 볼륨 당 세포 수를 계산할 수도 있다. 이러한 측정이 가능한 이유는 BD Accuri™ C6의 Fluidic system이 Pump 방식으로 구동되기 때문이며, 이러한 특징을 통해 정확한 세포 수 측정 뿐 아니라, 샘플을 읽을 수 있는 관(SIP)과 샘플 Tube가 오픈되어 있어 시약을 넣으면서 실시간 세포의 변화(예: 세포 내 칼슘 농도)를 측정할 수 있다.

여섯 번째는 Cytometric Bead Array(CBA)가 가능하다. ELISA와 비슷한 원리를 가지며 항체가 결합되어 있는 Bead를 이용하여 2~30개의 Cytokine을 하나의 샘플에서 분석 가능한 Multiplex 방법이다. CBA는 한 번에 300개의 Bead를 읽을 수 있기 때문에 ELISA와 같이 Duplicate 하지 않아도 신뢰성 있는 결과값을 제공한다.

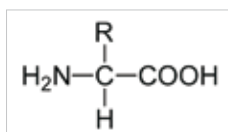
BD Accuri™ C6는 위 실험들에 대한 Template를 함께 제공함으로써 더 쉽고 편리하게 실험을 진행할 수 있으며, 정확한 결과를 얻을 수 있다.

아미노산 Post-Column 전용분석 시스템



아미노산이란?

우리 몸을 거대한 물질로 생각한다면 이를 구성하고 있는 것은 단백질 덩어리라고 할 수 있다. 근육, 피부, 머리카락 뿐만 아니라 체내 화학반응에 필요한 효소, 호르몬 등이 대부분 단백질이기 때문이다. 이런 단백질을 구성하는 원료가 아미노산 분자이며 그 구조는 아래와 같다.



(그림 1) 아미노산 구조

아미노산은 염기성 성질을 가진 아민기(-NH₂)와 산성 성질을 가진 카르복실기(-COOH)로 구성된 유기 화합물이다. 단백질을 구성하는 주요 아미노산은 22종인데 1차 아미노산 17종, 2차 아미노산 5종으로 분류할 수 있다.

아미노산 분석

① 유도체화의 필요성

- A. 일반적으로 아미노산은 single bond로 이루어져 있어 UV/VIS 파장에 대한 absorbance가 없다. 예외적으로 tryptophane, tyrosine, phenylalanine만이 자체 UV/VIS absorbance가 존재한다.
- B. 아미노산은 형광성 물질이 아니므로 형광 유도체화 과정이 필요하다.

② 아미노산의 유도체화 성분

- Ninhydrin
- OPA(ortho-phthalaldehyde)
- PITC(phenylisothocyanate)
- FMOC(flourenylmethoxycarbonyl chloride)

③ 컬럼 후 유도체화(Post-column derivatization)

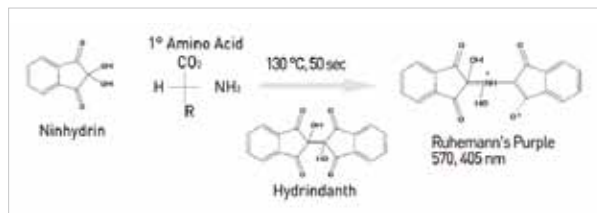
양이온 교환 컬럼에서 분리된 아미노산이 검출기로 들어가기 전에 반응기에 유도체화 시약을 넣어 주어 on-line으로 유도체를 만들어 검출하는 방법이다.

컬럼 후 유도체화(Post-column derivatization) 특징

Post-column 유도체화를 통해 유리 아미노산(생체 조직, 스프, 채소, 과즙, 음료)이나 가수분해된 아미노산(펩타이드, 단백질, 콜라겐, 가공식품)을 고감도로 분석할 수 있다. 영린 아미노산 전용분석시스템은 아미노산 분석에 대하여 Ninhydrin(TRIONE)과 OPA(o-Phthalaldehyde) 두 가지 유도체화 방법을 제공하고 있다.

Ninhydrin법

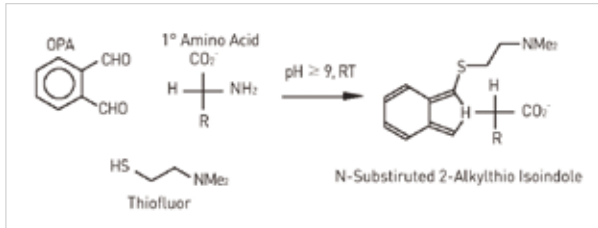
유리 아미노산을 양이온 교환 컬럼으로 분리한 후, Ninhydrin과 반응시켜 UV/Vis 검출기로 검출하는 방법이다. Ninhydrin법의 경우 1차, 2차 아미노산 모두에 대해 유도체화가 가능하며, 1차 아미노산의 경우 130 °C에서 Ninhydrin 시약과 반응하여 Hydrindanthin을 거쳐 570 nm, 405 nm에서 최대 흡광도를 갖는 보라색의 반응물이 생성된다.



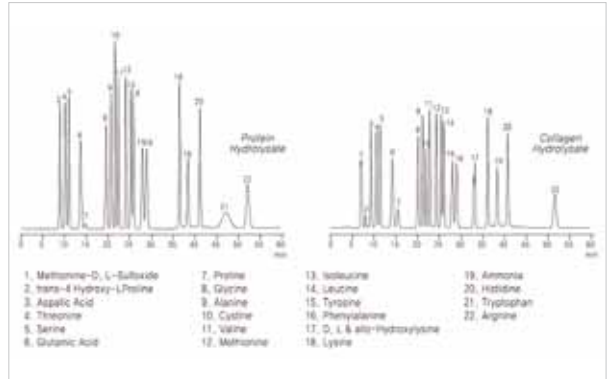
(그림 2) 1차 아미노산의 Ninhydrin법

OPA법

유리 아미노산을 양이온 교환 컬럼으로 분리한 후 OPA와 반응시켜 형광검출기로 검출하는 방법이다. OPA법의 경우 1차 아미노산에 대하여 유도체화가 가능하며, Ninhydrin법과 달리 상온에서 OPA 시약 및 Thiofluor와 반응하여 형광을 띄는 Isoindole이 생성된다.



(그림 3) 1차 아미노산의 OPA법



(그림 4) 22 종의 아미노산 표준시료 분석

아미노산 분석을 위한 Post 컬럼 조건

Ninhydrin법

- Reagent : TRIONE
- Reactor : 130 °C, 0.5 mL
- Reagent Flow Rate : 0.3 mL/min
- Detection
UV/Vis Detector : $\lambda = 570 \text{ nm}$ for primary amino acids
 $\lambda = 440 \text{ nm}$ for secondary amino acids

OPA법

- Reagent : 300 mg of OPA, 2 g Thiofluor™ 3 mL of 30% Brij 35 solution in 950 mL of OPA Diluent (OD104)
- Reactor : 45 °C, 0.15 mL
- Reagent Flow Rate : 0.3 mL/min
- Detection
Fluorescence Detector : $\lambda_{ex} 330 \text{ nm}$
 $\lambda_{em} 465 \text{ nm}$

영린기기 아미노산 전용분석시스템 특징

- ① 기기 구매 전 시료 분석/필요 시 기기 데모 가능
- ② 유지보수 편리
(품질 무상 보증기간 2년/고객 요청 후 24시간 이내 서비스)
- ③ 분석에 필요한 장비 및 소모품 등 모든 품목 포함
: 필수 아미노산을 포함한 18종 아미노산 분석에는 Sodium ion exchange 컬럼 및 시약을 공급하고, 광범위한 분석이 필요한 경우에는 47종 아미노산을 분석할 수 있는 Lithiumexchange 컬럼 및 시약을 공급
- ④ 확립된 분석 방법에 따른 정확한 응용지원 제공
- ⑤ Pickering 기기 영역 확장으로 저비용 분석 가능
(기존 Pinnacle 시스템에서 Vector 시스템 추가)





입도분석기를 이용한 주사제의 지질 구체 측정



USP와 USP 729 Method



각 의약품은 하나 또는 그 이상의 원료 약품으로 만들어지게 되는데 원료약품 역시 약이기 때문에 엄격한 품질관리와 함께 정해진 규격에 맞는

것을 사용해야 한다. 그렇기 때문에 각 나라마다 약전(Pharmacopoeia)이라는 이름으로 원료 약품에 대한 규격을 정해 놓고 있다.

USP는 United States Pharmacopoeia의 약자로 미국약전을 뜻하며, USP 729는 지질 에멀전 주사제 제조를 위한 약전으로 Method I, II로 구분된다.

USP 729 Method I : DLS(Dynamic Light Scattering) 장비로 지질 구체의 평균 직경과 분포도 확인

USP 729 Method II : 광차폐법(Light obscuration or extinction)의 방법으로 지질의 부피비를 측정하여 0.05%의 이상유무를 확인하는 것

PSS 사의 Nicomp 380과 AccuSizer 780 APS 입도분석기 시스템은 USP 729 Method I, II에 각각 적용 가능하여 지질 구

체의 분포도와 크기를 측정할 수 있고, 자동회석기능을 이용하여 지질 에멀전 주사제를 손쉽게 분석할 수 있다.

USP 729 Method I - Nicomp 380 시스템

동적 광 산란법(DLS)은 광상관분광법(PCS)이라고도 알려져 있으며 전통적으로 입자의 빛 산란에 기초하고 있다. Nicomp 380은 DLS 장비로 지질 구체 측정을 통해 평균 직경을 구할 수 있다.

지질 주사 에멀전에서 평균 직경은 지질 농도와 관계없이 500 nm 미만이어야 하는데, 여기서 Chi-Square와 같은 적합도 매개 변수는 가능한 낮게 유지되어야 한다. 이 값이 초과되면 에멀전의 분포가 정상적이지 않거나 에멀전이 불안정하다는 것을 의미하기 때문이다.



Nicomp 380 나노 입도분석기

지질 구체를 측정하기 위해 적절히 희석된 주사제를 준비하여 기기 산란 각도를 90°로 설정하고 측정을 수행한다. 변동계수 (CV)는 평균 직경의 10%를 초과하지 않아야 한다. 큰 CV 값은 균일성이 부족하거나 응집으로 인해 샘플이 적합하지 않은 것을 나타냄으로 주의하여야 한다.

Nicomp 380 시스템은 고해상도를 제공하며 입자의 분포와 사이즈를 쉽고 빠르게 분석할 수 있으며, 자동희석기능으로 분석이 간편하고 재현성이 뛰어난 장비이다.

USP 729 Method II - AccuSizer 780 APS 시스템

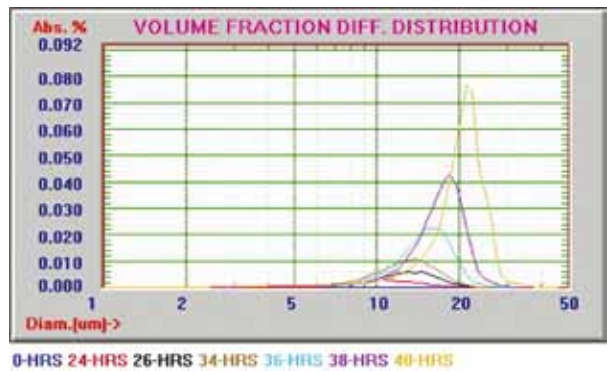
300 nm의 평균 직경을 가진 에멀전 기초 약물의 안전성은 10 배 이상의 평균 직경을 가진 5 μm 입자에 의해 영향을 받을 수 있다. 오일 에멀전의 경우 고농축으로 제조되기 때문에 입자 크기 분석을 위해서는 많은 희석이 필요하다.

AccuSizer 780 APS 시스템은 광차폐법(Light obscuration or extinction)을 이용하여 마이크로 입자의 분포도를 확인하고 입자의 개수를 측정할 수 있는 장비이다.

또한 두 단계의 자동 희석을 거치기 때문에 고농축의 입자를 분산시켜 분석할 수 있어 주사제 제조 시에 온도나 시간 안정성을 결정하기 위한 개발 툴로서 사용되고 있다.

예를 들어, 정맥 지질 에멀전(IVLEs)에서 4~9 μm의 지질 구체는 직경 20 μm 이내인 혈관에서 폐색전증을 일으킬 수 있다. 따라서 미국 약전은 USP 788 및 USP 729와 같은 입자 크기 관별과 5 μm 보다 큰 지질 구체의 % 정도의 관별을 요구한다. PFAT5(5 μm 보다 큰 지질 구체의 비율)는 볼륨 %에서 0.05%를 초과할 수 없다.

AccuSizer 780 APS 시스템이 가진 SPOS와 같은 단일 입자 계수 기술은 PFAT5를 결정할 수 있는 유일한 장비이다. <그림 1>은 시간이 지남에 따라 불안정 해지고 있는 에멀전의 볼륨 분포를 보여준다.



<그림 1> 에멀전의 안정성 실험 : AccuSizer 780 APS를 이용한 지방구체 분포 측정(0~40시간 가열 후)



AccuSizer 780 APS
마이크로 입도분석기

안전한 화장품을 위한 필수조건!! 화장품 품질검사 서비스



랩프런티어는 식품의약품안전처로부터 2003년에 화장품 품질 검사위탁검사기관으로 지정되어 수입 및 제조업체의 화장품 품질검사를 진행하고 있다. 현재 화장품 품질검사기관은 랩프런티어를 비롯하여 13개 업체가 등록되어 있다.

기존 화장품업체들은 품질검사에 대해 큰 관심을 두지 않았었다. 그러나 소비자들의 관심이 커지면서 품질검사에 대한 부분이 상당히 민감하게 작용되고, 사회적 이슈가 되었던 환경호르몬 성분, 유해물질 등 제품의 안전성을 고려하는 소비성향들이 화장품업체의 인식을 크게 바꾸어 놓았다. 또한, 식약처의 관리감독 및 법적규제 등도 품질검사의 의무화에 큰 영향을 주어 2013년 12월에 화장품법이 재개정(고시 제2013- 24호) 되었다.

우리가 알고 있는 화장품은 크게 수입화장품과 국내화장품으로 나뉘어진다. 수입화장품을 국내에 유통 판매하기 위해서는 수입 허가신고서(표준통관예정보고서)를 의약품수출입협회에 신고 후 식품의약품안전처(식약처)의 법령(화장품법/법률 제11690호)에 따라 화장품 품질검사기관에서 유통화장품안전관리기준에 따라 품질검사를 진행하여야 한다.

국내화장품도 수입화장품과 마찬가지로 유통화장품안전관리 기준에 맞춰서 분석을 진행하여야 하며, 일반화장품이 아닌 기능성제품일 경우에는 기능성 성분테스트를 진행하고 식약처에 허가 신고를 한 후 유통 판매를 할 수가 있다.

유통화장품 안전관리기준에 적합하지 않은 화장품을 판매하거나 판매를 목적으로 제조, 수입, 보관 또는 진열한 경우 “제조 또는 판매업무 정지 6개월”의 행정처분을 받을 수 있다.

서비스 절차



검사 대상

유통되는 모든 화장품(동일제품이라도 제조번호가 다른 경우, 용량이 다른 경우에도 개별적인 품질검사가 필요)

분석 기간

주말, 공휴일 포함 10일 소요

의뢰 시 필요서류

화장품 규격 검사 및 제출용, 참조용 품질검사 포함

- ① 필수 서류 : 시험의뢰서
(홈페이지 다운로드 <http://www.labfrontier.com>),
사업자등록증 사본(최초 거래 시)
- ② 일반 수입 화장품 : 표준통관예정보고서
- ③ 기능성 화장품 : 표준통관예정보고서(수입제품만 해당),
제조증명서(기능성 성분 함량 표기 포함)

랩프런티어 화장품 품질검사 특장점

고객의 편리성 극대화!

- 제품 수입 및 국내 제조에 대한 Consulting Service
- 복잡한 EDI 자료에 대한 상담
- 제품 유형에 따른 분석 성분 상담

정확한 분석결과 제공!

- 식품의약품안전처 고시 및 화장품 원료기준에 따른 분석 진행
- 오랜 분석경험과 전문화된 분석인력 보유
- LF 품질관리시스템 운영(강화된 분석결과 검증 시스템)

신속한 분석 서비스 제공!

- 업계 최고의 신속한 분석기간
- 고객의 요구에 따른 탄력적인 Operation System 운영
- 분석결과와 Mailing Service 및 Fax 전송 서비스

화장품 품질검사 항목(유통화장품 안전관리 기준)

납 : 점토를 원료로 사용한 분말제품은 50 µg/g 이하,
그 밖의 제품은 20 µg/g 이하

비소 : 10 µg/g 이하

수은 : 1 µg/g 이하

안티몬 : 10 µg/g 이하

카드뮴 : 5 µg/g 이하

디옥산 : 100 µg/g 이하

메탄올 : 0.2(v/v)% 이하

포름알데하이드 : 2,000 µg/g 이하

프탈레이트류(디부틸프탈레이트,부틸벤질프탈레이트 및 디에칠헥실프탈레이트에 한함): 총 합으로서 100 µg/g 이하

총호기성생균수는 영, 유아용 제품류 및 눈화장용 제품류의 경우 500개/g(mL) 이하

기타 화장품의 경우 1,000개/g(mL) 이하

대장균(Escherichia Coli), 녹농균(Pseudomonas aeruginosa), 황색포도상구균(Staphylococcus aureus)은 불검출

화장품 유통기한 확인법

제조일자MFD (ManuFature Date)	예) M19102010 = 2010년 10월 19일
유통기한 만료일EXP (Expiry Date)	예) EXP 10 11 = 2011년 10월까지 사용 가능
개봉 후 만료일	예) 12M(제품하단에 화장품 모양) = 개봉 후 12개월 동안 사용 가능

화장품의 통상적인 유통기한

기초화장품	스킨, 로션, 크림, 에센스, 아이크림, 섰크림 등	개봉 전 : 30개월 개봉 후 : 12개월
클렌징 류	클렌징 폼, 클렌징 크림, 클렌징 오일, 티슈 등	개봉 전 : 30개월 개봉 후 : 12개월
색조 화장품	립스틱, 립글로스	개봉 전 : 30개월 개봉 후 : 6~18개월
	마스카라, 아이라이너	개봉 전 : 24개월 개봉 후 : 6개월
	아이섰도우, 블러셔, 컨실러, 베이스, 파운데이션	개봉 전 : 36개월 개봉 후 : 12개월
	파우더 팩트	개봉 전 : 60개월 개봉 후 : 36개월
팩 류	시트 팩	개봉 전 : 12개월 개봉 후 : 즉시 사용

※ 위의 도표는 통상적인 유통기한일 뿐이므로 사용방법과 보관방법에 따라 차이가 날 수 있습니다. 제품마다 유통기한이 조금씩 다를 수 있으므로 정확하게 체크하는 것이 중요합니다.

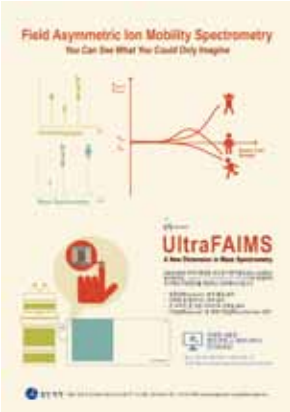
화장품 품질검사 서비스 관련 문의는 랩프런티어(031-460-9082)로 연락주시기 바랍니다.

Exhibition
전시

2015 한국질량분석학회 겨울심포지움



2015 한국질량분석학회 겨울심포지움이 2월 12일~13일 이틀동안 강원도 평창 알펜시아리조트 컨벤션센터에서 진행되었습니다. 겨울심포지움은 여름 정기학술대회보다 규모가 작고 참석 회원수도 많지 않기 때문에 고객들과 더욱 가까이에서 정보를 공유할 수 있는 자리가 되었습니다.



이번 학회는 Short course를 제외한 총 95건의 구두 및 포스터 발표가 있었으며, 이들 내용 중 절반 이상이 LC/MS/MS 시스템을 이용한 연

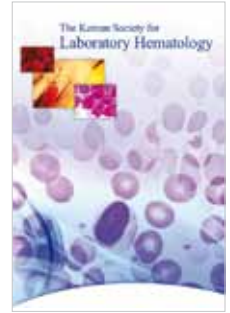
구들이었습니다. 또한 3건의 Ion Mobility Spectrometry 관련 내용도 볼 수 있었습니다. 응용분야별로 구분해 보면, 40% 정도가 proteomics를 포함한 바이오에 관련된 내용이었고, 그 다음 metabolomics, food, forensic 분야의 응용이 높은 비중을 차지하였습니다.

영인과학은 이번 학회 초록집에 Owlstone사의 UltraFAIMS 제품을 지면광고하였습니다. UltraFAIMS는 LC/MS의 이온화원에 연결하여 추가적인 이온분리를 제공하는 초소형 이동도 분리 장치의 인터페이스입니다.

이번 심포지움에서는 2015년 신제품인 Agilent사 6545 Q-TOF LC/MS가 전시부스와 Breakfast seminar에서 소개되었습니다. 6545 Q-TOF LC/MS는 식품안전, metabolomics 등의 small molecule 시장을 타깃으로 출시된 시스템입니다. 기존 동급대비 시스템보다 감도, 질량분해능, 질량정확성이 향상되어 이전에 검출하지 못했던 낮은 감도의 성분들을 찾아내고, 이전에 해석하지 못했던 성분들을 보다 더 정확히 동정(identification)할 수 있게 되었습니다.

대한진단혈액학회 학술대회 참가

지난 3월 12일, 서울아산병원 아산 생명과학연구소에서 대한진단혈액학회 학술대회가 진행되었습니다. 신의료기술평가사업본부장이 신의료기술의 평가과정을 강연하였습니다. 새롭게 출시되는 검사 항목들 혹은 새로운 장비들의 검사 원리에 대해서 신의료기술 평가가 필요한지 여부를 판단할 필요가 있습니다.



신의료기술평가는 일반적으로 기존 연구들을 포괄적이고 치우침없이 검색, 분석, 고찰하는 “체계적문헌고찰방법론”을 토대로 신의료기술평가위원회 및 분야별 전문평가위원회에서 해당 기술의 안전성, 유효성을 심의합니다. 참고로, 신의료기술평가위원회는 의료법 제54조에 의거, 신의료기술평가에 관한 사항을 심의하기 위하여 보건복지부에 설치되었으며, 본 위원회 위원은 보건의료분야 전문가 20인으로 구성되어 있습니다. 진단검사 전문의를 비롯하여 관련 업계들이 이번 강연을 통해서 신의료기술평가분야에 한발 더 다가서서 시장의 흐름에 맞춰가고 선진화된 의료서비스를 제공할 수 있게 될 것입니다.

이번 학술대회에서 영인과학은 Horiba Medical사의 혈구계수기인 Pentra Nexus를 전시 및 특장점을 소개하여 참석 고객들로부터 많은 관심을 받았습니다.

Korea Lab 2015 참가 예정

다가오는 4월 21일~24일, 일산 KINTEX에서 열리는 제 8 회 국제 연구·실험 기자제 및 첨단분석장비전(Korea Lab 2015)에 영인과학이 참가합니다. 바이오, 환경, 제약, 화장품, 화학장치 전시회가 동시에 개최되는 국내 최대 규모의 이번 전시회에서 영인과학은 Owlstone사 휴대형 가스 분석기, GE AI사 총 유기탄소 분석기, CEM사 마이크로웨이브 시료전처리 장비, PMS사 불용성 미립자 카운터, Filmetrics사 박막두께 측정기 등 다양한 기기를 전시할 예정입니다. 방문 고객을 위한 다양한 이벤트도 마련할 예정이오니 관심 있으신 분들의 많은 참석을 부탁드립니다. (영인과학 부스 번호 : 5F201)

Hot Issue
최신 뉴스

신규 대리점 계약, UNCOPIERS사 나노 파티클 카운터

2015년 2월, 영인과학은 미국의 UNCOPIERS사와 국내 대리점 독점 계약을 체결하였습니다. UNCOPIERS사는 반도체 UPW(Ultra Pure Water)의 나노 파티클을 검출하는 나노 파티클 카운터 PS-20을 개발/생산하고 있습니다.



UNCOPIERS사의 나노 파티클 카운터 PS-20은 기존의 레이저 방식의 파티클 카운터와는 달리 물리적 특성을 이용한 Acoustic Sound 방식으로 샘플링되는 물 중의 모든 파티클을 100% 검출합니다. 검출 가능한 파티클 크기는 최소 20 nm입니다. (문의 : 영인과학 수질환경팀, 031-8033-0679)

영인과학, 극미량(ultra-trace) 수은전용 분석기 공급

지난 2013년 8월, Teledyne Technologies 그룹이 전자동 수은 분석기와 시료 주입 장치(autosampler) 등을 생산하는 CETAC Technologies사를 인수 합병하였습니다. 이에 따라 영인과학에서는 2015년 1월부터 CETAC사의 전자동 수은 분석기 모델을 Teledyne Leeman Labs사의 이름으로 함께 공급하고 있습니다. 기존 전자동 수은분석기와 함께 극미량 수은전용 분석기도 공급하게 됨에 따라 다양한 제품을 선보일 수 있게 되었습니다.



Techno Medica사 채혈관 자동 준비장치 런칭

2014년 12월, 영인과학은 채혈관 자동 준비장치 자동화 기기 전문회사인 Techno Medica사(1987년 설립, 일본)와 비독점 대리점 계약을 체결하였습니다. Techno Medica사의 다양한 제품들이 이미 국내 여러 병원에 도입되어 있습니다. 채혈관 자동 준비장치는 외래환자 및 입원환자의 혈액을 자동으로 채취함으로써 사람이 손으로 채취했을 경우 발생할 수 있는 오류를 최소화하고 환자의 대기시간도 줄일 수 있습니다.



세계 최대 분석기기 전시회, PITTCON 2015 참관

지난 3월 8일~12일, 시험분석기 분야의 가장 권위있는 전시회인 PITTCON 2015가 미국 뉴올리언스 Ernest N. Morial Convention Center에서 개최되었습니다. 80개국 1,000여개 회사가 참여한 이번 전시회에서는 다양한 응용 분야에서 가장 최신의 혁신적이고 새로운 기술과 제품들이 소개되었습니다. 영인과학에서는 시험분석기 관련 최신 기술 및 동향을 살펴보기 위해 PITTCON 2015를 참관하였으며, 이를 통해 고객 분들의 다양하고 새로운 분석 요구에 대한 폭넓은 솔루션을 제공해 드릴 수 있도록 더욱 노력할 것입니다.



● 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 67호 내용 중 필요하신 자료가 있으시면 체크해 주십시오.

우편이나 e-mail로 신속하게 자료를 보내드리겠습니다.

- 자료번호 67-01 불법금지약물 유통의 범죄조직을 찾아라.
- 자료번호 67-02 식품 포장재 중 휘발성유기화합물(VOCs) 분석
- 자료번호 67-03 TOC와 BOD/COD의 상관 관계
- 자료번호 67-04 의류기기 제조에 사용되는 코팅 두께 측정법
- 자료번호 67-05 백혈구를 염색하는 성분의 비밀, Chlorazol Black E
- 자료번호 67-06 액체 크로마토그래피/질량분석기 전용 이온 이동도 분리 장치, Owlstone사 UltraFAIMS
- 자료번호 67-07 대학교 학부 교육용, 산업 QC용 Bench-top NMR, Nanalysis사 NMReady-60Pro
- 자료번호 67-08 High Performance, Multi-Function Nuclear MCA/Counter/Timer/Rate meter, AMETEK ORTEC사 Easy-NIM 928 Suite
- 자료번호 67-09 병원의 전산 시스템과 연동되는 자동 채혈관 준비장치, Techno Medica사 BC·ROBO®-8000 RFID
- 자료번호 67-10 연구원이 꿈꾸는 실험실이 펼쳐집니다. Laboratory Total Solution, LAB CONSULTING
- 자료번호 67-11 언제까지 지시약 색 변화만 기다리고 계시겠어요? EasyPlus™ Titrator
- 자료번호 67-12 누구나 쉽게 사용할 수 있는 유세포 분석기, BD Accuri™ C6
- 자료번호 67-13 아미노산 Post-Column 전용분석 시스템
- 자료번호 67-14 입도분석기를 이용한 주사제의 지질 구체 측정
- 자료번호 67-15 안전한 화장품용을 위한 필수조건!! 화장품 품질검사 서비스

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

“밝은 표정”과 “기분 좋은 말”을 사용해 볼까요?

눈부신 햇살과 따스한 바람 ...
짧은 봄날에만 느낄 수 있는 큰 선물이지요.
날씨만큼이나 여러분의 마음도
청명하셨으면 좋겠는데요.

마음이 맑아지는 2가지 방법을 알려드릴게요.

먼저 밝은 표정을 지어보세요.
주위 사람들이 무슨 좋은 일이라도 있다고
물어볼 정도로 웃는 얼굴이면 충분합니다.

두 번째는 기분 좋은 단어를 사용해 보세요.
'짜증나'보다는 '괜찮아', '힘들어'보다는 '기운내자',
예쁘네, 멋져, 깔끔하다, 눈부셔, 즐거워, 행복하지, 사랑해~
일상에서 사용하는 말에 따라
마음의 무게가 달라질 수 있거든요.

이번 봄에는 마음도 함께 따뜻해지는
날들을 보내셨으면 좋겠습니다.

편집자



