

응용 자료

## 식품 분석을 위한 표준 전처리 자동화 - 실제 평가

---

Kai Liu, Ben Pointer, Jinchuan Yang, Nigel Skinner, Scott Toerber, Dennis Karote

Eurofins Nutrition Analysis Center, Waters Corporation



본 응용 개요서는 구체적인 실험 내용을 포함하지 않습니다.

Want to learn more about the  
Andrew+ Pipetting Robot?

REQUEST A DEMO

## 요약

식품 분석 실험실에서 샘플 전처리와 표준물질의 혼합 및 연속 희석을 포함한 일상적인 액체 처리 분석법을 대상으로 Andrew+ 및 클라우드 네이티브 OneLab 소프트웨어 플랫폼의 성능을 평가했습니다. 이 플랫폼의 성능이 샘플 전처리의 정확도 및 정밀도 측면에서 엄격한 요구 사항을 충족한다는 사실을 확인했습니다. 자동화된 로봇 작동의 정확도는 -2.8%~3.0%로, 사람이 -5.0%~4.2%인 것에 비해 우수해 기술 직원이 더 고차원적인 작업에 시간을 할애할 수 있게 하면서 완전한 추적성을 보장하고 반복 작업으로 인한 근육 긴장과 실수의 위험을 줄일 수 있음을 입증했습니다.

## 이점

- 용액 전처리에서 Andrew+ 로봇의 정확도와 정밀도는 수동 전처리보다 뛰어나거나 같습니다.
- 분석 작업자가 반복적이고 시간 소모적인 작업에서 탈피할 수 있으므로 분석 작업의 생산성과 품질이 향상됩니다.
- Andrew+ 및 OneLab 소프트웨어는 설정하기 쉽습니다.

## 소개

샘플 전처리는 시간이 많이 걸리고 지루한 경우가 많지만 많은 화학 분석에서 중요한 단계로서, 샘플 매트릭스의 복잡성과 대상 분석물의 특성에 따라 균질화, 용해, 분해, 유도체화, 추출, 농축, 희석 또는 재용매화와 같은 여러 과정을 거치게 됩니다. 이 프로세스에서 오류가 발생하면 결과에 영향을 미치고 많은 비용이 초래됩니다. 샘플 전처리에서 이러한 단계를 자동화하면 인적 오류를 줄이고 분석의 정확성과 정밀도를 향상시킬 수 있습니다. 전체 샘플 전처리 워크플로우를 자동화하는

일은 쉽지 않습니다. 그러나 표준 저장 용액에서 검량 표준 용액을 준비하는 것과 같은 샘플 전처리 프로세스 부분은 비교적 간단하고 자동화하기 쉽습니다.

시중에 몇 가지 실험실 자동화 제품이 나와 있습니다. 이러한 제품 중 다수는 복잡하고 배우고 사용하기 어려우며 공간을 많이 차지합니다. Andrew+ 로봇 및 클라우드 네이티브 OneLab 소프트웨어는 설정이 쉽고 실험실 공간을 많이 차지하지 않는 액체 처리 자동화 플랫폼입니다. 이 애플리케이션 요약에서는 실제 상황에서 표준물질과 샘플의 전처리에 Andrew+ 로봇 및 OneLab 소프트웨어를 사용한 상세한 평가 결과를 제공합니다. 식품 테스트에 이 Andrew+ 및 OneLab 소프트웨어를 직접 사용해본 경험에 대해서도 논의합니다.

---

## 결과 및 논의

이 평가는 표준물질과 샘플 용액의 준비를 위한 샘플 전처리와 연속 희석 및 혼합에서 단순한 작업을 자동화하는 부분에 중점을 두었습니다. 여러 가지 용액이 관련된 다양한 분석물질을 다양한 기법으로 광범위하게 분석하고 테스트하도록 평가 범위를 정했습니다. 분석물질에는 염(염화나트륨), 비타민(레티놀, 비타민 D, 엽산), 당류(갈락토스), 아미노산 및 기타 영양소(카르니틴)가 포함되었습니다. 관련된 분석 기법에는 이온 크로마토그래피-전도도 검출(IC-CD), 액체 크로마토그래피-형광 검출(LC-FLR), 액체 크로마토그래피-자외선/가시광선 분광법(LC-UV/Vis), 액체 크로마토그래피-탠덤 질량 분석법(LC-MS/MS) 등 크로마토그래피 기반 기술과 전기화학적 검출 및 미생물학적 탁도 검출 등 비크로마토그래피 기반 기술이 포함되었습니다. 용매에는 물, 메탄올, 아세토니트릴 및 헥산과 같이 식품 분석 실험실에서 흔히 사용되는 용매가 포함되었습니다. 헥산은 휘발성 용매이며 피펫팅하기 어렵습니다.



그림 1. Andrew+ 피펫팅 로봇 및 클라우드 네이티브 OneLab 소프트웨어.

평가는 크게 두 단계로 이루어졌습니다. 첫 번째 단계는 표준 용액 전처리에서만 Andrew+ 로봇의 성능을 평가하는 것이었습니다. 로봇이 준비한 표준 용액의 검출기 반응 비율을 표준 작업 절차(SOP)의 희석 비율과 비교하여 연속 희석 및 혼합의 정확도를 평가했습니다. 표 1에 결과가 나와 있습니다. 두 번째 단계로 실제 식품 분석에서 로봇의 성능을 평가했습니다. Andrew+ 로봇은 샘플 전처리 절차, 즉 표준 용액의 연속 희석과 샘플 용액의 최종 희석에 사용되었습니다. 로봇 조제와 사람이 조제한 표준물질과 샘플 용액을 이용한 식품 분석 결과를 비교했습니다. 표 2에 결과가 나와 있습니다.

	분석물질	기술	희석액	작업	총 희석 비율	정확도(희석 비율)	
						Andrew+	수동
1	나트륨	IC-CD	물	연속 희석: 5mL 표준 용액과 5mL 물을 혼합합니다	1:64	-0.5%~3.0%	N/A
2	레티놀	LC-FLR	헥산	헥산으로 1~10mL 표준 용액을 연속 희석하고 혼합합니다	1:250	-2.8%~2.9%	-5.0%~4.2%
3	비타민 D3	LC-UV/Vis	메탄올	0.4~10mL의 다양한 표준 용액을 희석액으로 희석하고 혼합합니다	1:250	-0.2%~1.7%	-0.3%~3.5%
4	갈락토스	전기화학적 검출	물/메탄올	1~3mL의 표준 용액을 희석액으로 연속 희석하고 혼합합니다	1:500	-0.63%~0.65%	N/A

표 1. 다양한 분석에서 표준 용액의 자동 연속 희석과 혼합의 정확도.

표 1은 로봇이 사람의 경우보다 용액 희석에서 약간 더 나은 정확도를 제공함을 보여줍니다. 로봇 작업의 정확도는 -2.8%에서 3.0% 사이인 반면 사람의 정확도는 -5.0%에서 4.2% 사이였습니다. 실제 분석 평가(표 2)에서 로봇의 작업 결과는 사람이 작업한 결과와 유사했습니다. LC 기반 분석법의 경우, 로봇 작업의 상대적 차이는 사람이 작업한 결과와 비교하여 -1.2%~2.5%였으며, 단 하나의 결과(카르니틴)에서만 사람의 작업 결과와 6.7%의 상대적 차이를 보였습니다. 미생물 탁도 법과 같은 비 LC 기반 분석법의 경우, 상대적인 차이는 -3.8%에서 5.7% 사이였습니다. 이러한 결과는 샘플 전처리 절차에서 Andrew+를 사용함으로써 식품 분석에 편향성이 들어가지 않음을 보여줍니다. 로봇 희석 및 혼합의 정밀도도 조사했습니다(표 3 참조). 10 $\mu$ L 샘플 용액과 490 $\mu$ L 물의 희석 및 혼합에 대해 2.0%의 상대 표준편차(RSD)가 나왔고, 다양한 양의 물과 100, 250 및 2500 $\mu$ L의 희석 및 혼합 용액에서는 RSD가 0.7% 미만이었습니다.

	분석물질	기술	희석액	작업	총 희석 비율	샘플 수	편차 % (수동 결과와 비교)
1	엽산	미생물 탁도	물	4~10mL 표준 용액을 희석액으로 연속 희석하고 혼합합니다	1:125	5	-3.8%~5.7%
2	시스테인 및 메티오닌	LC-FLR	물	희석액으로 표준 용액을 10 $\mu$ L에서 500 $\mu$ L로 희석하고 혼합합니다	1:50	3	시스테인: -0.5%~1.5% 메티오닌: -0.70%~2.30%
3	아미노산	LC-UV/Vis	물	희석액으로 표준 용액을 100 $\mu$ L에서 500 $\mu$ L로 희석하고 혼합합니다	1:5	4	4개 샘플의 14가지 아미노산에 대해 -1.2%~2.5% 미만
4	카르니틴	LC-MS/MS	ACN/물	희석액으로 표준 용액을 150 $\mu$ L에서 1500 $\mu$ L로 희석하고 혼합합니다	1:10	4	3개 샘플에서 -1.1%~0.4% 미만, 한 샘플에서 6.7% 미만

표 2. 식품 분석을 위한 표준 용액 전처리에서 로봇과 사람의 작업이 보이는 상대적 차이.

분석물질	기술	작업*	정밀도(RSD)
콜린	IC-CD	10 $\mu$ L 샘플을 490 $\mu$ L 물에 혼합합니다	2.0%
		250 $\mu$ L 샘플을 250 $\mu$ L 물에 혼합합니다	0.3%
		100 $\mu$ L 샘플을 4900 $\mu$ L 물에 혼합합니다	0.7%
		2500 $\mu$ L 샘플을 2500 $\mu$ L 물에 혼합합니다	0.6%

\*10, 100, 250 $\mu$ L 용액 이전에 부피 범위가 10-300 $\mu$ L인 Picus 피펫을 사용하고 400, 2500, 4900 $\mu$ L 용액 이전에 부피 범위가 100-5000 $\mu$ L인 Picus 피펫을 사용하십시오.

표 3. 물과 샘플 용액을 자동으로 희석하고 혼합할 때의 정밀도( $n=8$ ).

평가하는 동안 OneLab 소프트웨어 사용자 인터페이스가 매우 직관적이어서 다양한 프로토콜에 대한 분석법을 빠르게 생성할 수 있다는 사실을 알게 되었습니다. 대부분의 분석법을 생성하는 데 10분이 채 걸리지 않았습니다. 이 자동화 플랫폼은 샘플 전처리의 추적 가능성이라는 추가적인 이점을 제공했습니다. 작업 단계가 스크립트로 작성되므로 문제 해결이 필요한 경우에 표준물질과 샘플이 어떻게 준비되었는지 정확하게 확인할 수 있었습니다. 로봇 작업 시간은 사람의 작업 시간과 거의 같았지만 로봇을 사용하면 반복적인 희석과 혼합에서 분석자의 시간과 노동력을 덜 수 있어 생산성이 향상되고 잠재적인 인적 오류가 방지되며 근육 피로 또는 부상을 피할 수 있습니다. 액체 부피를 정확하게 측정할 결과, 일부 전처리 프로토콜에서 용매 부피를 줄일 수 있어 용매 소비량과 폐기물 처리 부담이 줄어드는 이점을 거둘 수 있었습니다.

## 결론

일상적인 식품 분석 실험실에서 Andrew+ 및 OneLab 플랫폼을 광범위하게 평가한 결과, 그 성능이 샘플 전처리의 정확도와 정밀도 요구를 충족한다는 사실을 알게 되었습니다. 이를 통해 분석 생산성, 실험실 안전성, 추적성 및 인적 오류를 줄이는 부분에서 개선을 이룰 수 있습니다. 이 플랫폼은 사용하기 쉽고 광범위한 분석에서 샘플 전처리의 일부로 통합할 수 있습니다.

## 감사의 글

Kai Lie, Ben Pointer(Eurofins 영양 분석 센터, 아이오와주 디모인); Jinchuan Yang, Nigel Skinner, Scott Toerber, Dennis Karote(Waters Corporation, 매사추세츠주 밀포드).

---

## 주요 제품

LC 및 LC-MS 샘플 전처리 워크플로우를 위한 자동화된 액체 처리 플랫폼 <

<https://www.waters.com/waters/nav.htm?cid=135070059>>

720007126KO, 2021년 1월

© 2022 Waters Corporation. All Rights Reserved.

[이용 약관](#)  
정

[개인정보 처리방침](#)

[상표](#)

[사이트맵](#)

[채용정보](#)

[쿠키](#)

[쿠키 기본 설](#)