

소수성 왁스가 코팅된 실리콘 웨이퍼 이용 나노표지물질과 카바닐 로딩방법에 따른 라만 신호 증강 효과

장재경*, Jianwei Qin**, 황찬송**, 김문성**, 김성운**, 백인석**, 김건우**, Ganyu Gu**,
서영옥*, 김기영*, 임종국*, 모창연***, 이아영*, 김밖금*
*농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부
**미국 농무성 농업연구청 환경미생물과 식품안정성 연구실
***강원대학교 농업생명과학대학 바이오시스템기계공학과
e-mail:jkjang1052@korea.kr

Raman signal enhancement effect according to nano-leveling material and carbaryl loading method using silicon wafer coated with hydrophobic wax

Jae Kyung Jang*, Jianwei Qin**, Chansong Hwang**, Seongyun Kim**, Moon S. Kim**,
Ganyu Gu**, Insuck Baek**, Geonwoo Kim**, Youngwook Seo*, Giyoung Kim*, Jongguk
Lim*, Changyeun Mo***, Ahyoung Lee*, Bal Geum Kim*

*Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agriculture Sciences, Rural
Development Administration

**Environmental Microbial and Food Safety Laboratory, Bldg. 303, Beltsville Agricultural
Research Center East, 10300 Baltimore Ave., Beltsville, MD 20705, USA

***Department of Biosystems Engineering, College of Agricultural and Life Sciences,
Kangwon National University, Gangwon-Do 24341, Korea

요약

이 연구는 라만 스펙트럼 분석 기법을 이용하여 액상 우유속에 포함되어 있는 카바닐 성분을 분석하기 위하여 소수성 왁스가 코팅된 실리콘 웨이퍼를 이용하여 나노 표지 물질과 카바닐 로딩 방법에 따른 라만 신호 증강 효과를 알아본 것이다. 실리콘 웨이퍼 위에 파라필름(parafilm, Sigma Aldrich) 20 μ l를 로딩 후 건조하여 얇은 막을 형성하여 소수성 왁스 코팅 실리콘 웨이퍼를 제작하였다. 이 실리콘 웨이퍼에 카바닐과 금 나노 표지 물질을 2가지 다른 방법으로 로딩하여 라만 신호에 미치는 영향을 알아보았다. 대조군은 카바닐만 로딩한 것으로 하여, 카바닐과 나노 표지 물질을 혼합하여 하룻밤 동안 28 $^{\circ}$ C에서 인큐베이션 후, 로딩→건조→나노표지물질 로딩 과정으로 샘플을 로딩하였을 때 대조군의 라만 신호 강도 745.6에서 2,120.2로 증가하여 184% 신호 강도가 증가하는 결과를 얻었다. 따라서 카바닐과 금 나노표지물질이 서로 흡착할 수 있는 인큐베이션 시간 및 로딩 방법이 신호 증강에 영향을 미치는 것을 확인하였다.

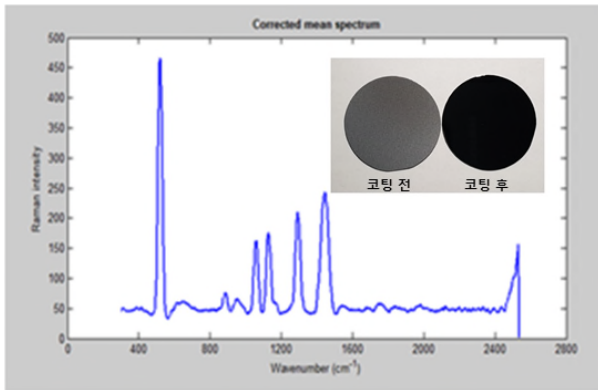
1. 서론

고품질 안전 농식품에 대한 소비자의 요구 증대 및 위해 요소에 대한 국제 기준 국제기준 강화로 농식품 안전성 검사 수요 증가하고 있어 안전 농식품 안정 공급 정책에 따른 사전 예방적 농식품 안전성 관리 강화로 농식품의 생산 및 가공 단계에서의 신속 검사 기술 필요하다. 기존의 농식품 안전성 검사는 대부분 실험실 분석 장비나 배양법에 의존, 많은 인력과 시간이 소요되며, 현장에서 많은 시료 검사에 어려움이 있다. 유통 농산물 사후 검사 부적합으로 인한 회수 비용 및 식중독 사고 발생 등으로 인한 비용 증가하고 있다. 농식품의 생산

및 가공 단계에서 농식품 안전성을 향상시키기 위해서는 위해 물질을 신속하고 손쉽게 측정할 수 있는 새로운 검사 개발이 필요하다. 카바닐은 살충제 성분으로 발암성, 신경독성, 급성 수생 환경 유해성이 높은 물질로 다양한 경로로 살충제에 노출될 가능성이 높다. 특히, 살충제에 오염된 먹이 섭취한 젖소에서 생산된 우유는 국민식품이며, 데일리 푸드(daily food)이기 때문에 카바닐의 신속한 검출이 요구된다. 이 연구는 라만 스펙트럼 분석 기법을 이용하여 액상 우유속에 포함되어 있는 카바닐 성분을 분석하기 위하여 소수성 왁스가 코팅된 실리콘 웨이퍼를 이용 나노표지물질과 카바닐 로딩 방법에 따른 라만 신호 증강 효과를 알아본 것이다.

2. 실험재료 및 방법

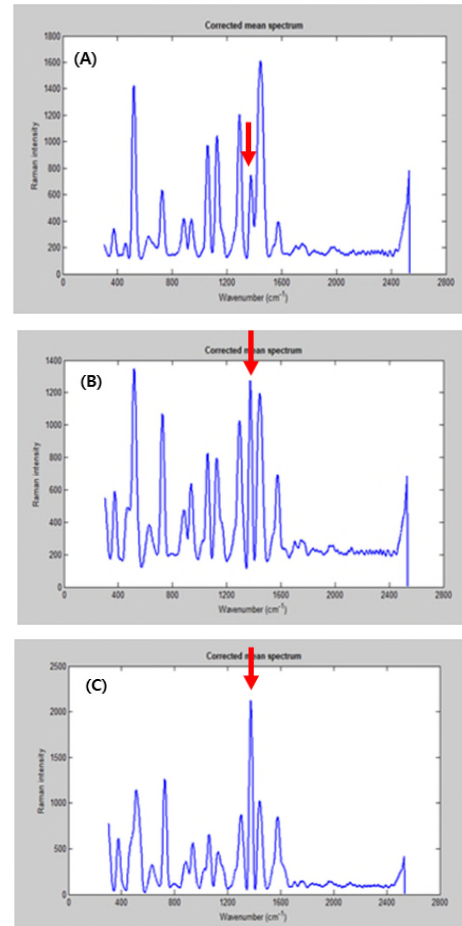
나노 표지 물질이 고정화될 표면의 단면적은 넓히면서 라만 신호에는 영향을 주지 않는 소수성 플레이트를 제작하여 카바닐 분석에 이용하였다. 소수성 왁스가 코팅된 실리콘 웨이퍼는 실리콘 웨이퍼(Silicon Wafer, University wafers사, Type : P, RES : 0-100 ohm/cm)에 파라필름(parafilm, Sigma Aldrich) 20 μ l를 로딩하여 건조시켜 얇은 막을 형성시켜 제작하였다. 이렇게 제작된 실리콘 웨이퍼의 고유 라만 파수를 측정하였다(그림. 1). 액상 우유에 포함된 카바닐은 메틸알콜을 이용하여 추출하여 사용하였다.



[그림 1] 제작된 실리콘 웨이퍼(silicon wafer)의 라만 스펙트럼

3. 결과 및 고찰

제작된 소수성 실리콘 웨이퍼를 이용하여 메탄올로 추출한 카바닐을 로딩→건조 과정을 거쳐 라만 스펙트럼을 측정하였다. 카바닐만 로딩한 경우, 라만 신호 강도는 745.6으로 나타났다(그림 2(A)). 이것을 대조군으로 하여 카바닐과 금 나노표지물질 로딩 방법에 따라 라만 신호 증강 효과 여부를 확인하였다. 추출한 카바닐을 건조한 후, 그 위에 금 나노 표지 물질을 로딩하여 다시 건조 후 라만 분석한 것(그림 2(B))와 카바닐과 나노표지물질을 혼합하여 하룻밤 동안 28 $^{\circ}$ C 인큐베이션 후 로딩→건조→나노 표지 물질을 로딩하는 과정을 거쳐 라만 분석한 결과이다. 이 결과 대조군(A)의 라만 신호 강도는 745.6이었으며, (B)는 1,273.7으로 대조군과 비교하여 약 70.8%가 증강되었다. 또한 (C)의 경우는 2,120.2으로 대조군과 비교하여 대조군보다 184.4%가 증가되는 것이 확인되었다. 또한 미리 카바닐과 금 나노표지물질을 혼합하여 충분히 반응시킨 (C)가 (B) 조건보다도 라만 66.5% 신호 강도가 높게 나타났다. 카바닐과 금 나노 표지 물질이 서로 흡착할 수 있는 인큐베이션 시간 및 로딩 방법이 신호 증강에 영향을 미치는 것을 확인하였다.



[그림 2] 카바닐과 나노표지물질의 혼합비율에 따른 라만 신호

참고문헌

- [1] Bin Liu & Peng Zhou & Xiaoming Liu & Xin Sun & Hao Li, and Mengshi Lin, “Photoassisted Degradation of Carbaryl Detection of Pesticides in Fruits by Surface-Enhanced Raman Spectroscopy Coupled with Gold Nanostructures”, *Food Bioprocess Technol.* Vol 6, pp. 710-718, 2013.
- [2] Sagar Dhakal, Kuanglin Chao, Walter Schmidt, Jianwei Qin, Moon Kim, and Qing Huang, “Detection of Azo dyes in curry powder using a 1064nm dispersive point-scan raman system”, *Appl. Sci.* Vol 8, 546, 2018. doi:10.3390/app8040564

본 연구는 농촌진흥청 국제농업기술협력(과제번호 : PJ012216)의 지원으로 이루어진 것임