

OE7) M13 박테리오파지 컬러센서 기반 전자코 개발

오진우

부산대학교 나노에너지공학과

1. 서론

M13 박테리오파지 기반의 컬러센서는 표면에 규칙적이고 주기적으로 정렬된 다양한 구조색을 형성한 나노구조를 관찰할 수 있다. 자연계에서는 다양한 구조색을 나타내는 생물들을 많이 관찰 할 수 있는데, 그 중 칠면조는 감정변화나 주변 환경의 자극에 의해 피부색이 변하는 매우 흥미로운 특성을 지니고 있다. M13 박테리오파지 기반의 컬러센서는 외부 자극에 의해 변화된 칠면조의 피부색 변화에서 영감을 얻은 자기 조립(self-assembly)을 통해 개발되었다. 자기 조립 기술은 인위적인 조작 없이 스스로 진행되기 때문에 공정 과정이 간단한 장점을 가지고 있다.

2. 자료 및 방법

간단한 풀링(Pulling) 방법을 이용하여 M13 박테리오파지 기반의 컬러센서를 제작하는데, 이 방법은 용액이 기판에 축적되어 증발하는 과정에서 일어나는 상 변화의 kinetic 조절을 통해 나노 입자의 흡착 및 정렬도를 조절하는 기술이다. 이러한 기술로 컬러센서를 제작하여 외부 화학 물질이 컬러센서에 결합하면 M13 박테리오파지 나노 구조가 팽창하거나 수축한다. 외부 화학 물질이 결합했을 때, 파지 다발이 팽창하여 다발 사이의 간격이 늘어나 반사되는 파장이 길어져 더 붉은 색을 띄게 되거나 반대로 파지 다발이 수축하여 다발 사이의 간격이 좁아져서 반사되는 파장이 짧아져 더 파란색을 띄게 된다. 이러한 원리로, 20가지 다양한 특성의 아미노산을 기반으로 하여 시뮬레이션을 통해 기능성 펩타이드를 발굴하였다. 특정 분자에 특이적으로 결합할 수 있는 펩타이드를 발현시켜 높은 민감도와 높은 선택성을 가지는 M13 박테리오파지 기반의 컬러센서를 제작하였다.

3. 결과 및 고찰

이를 응용하여 ppb 수준의 환경 호르몬 물질, 폭발물 및 세포 호흡과 같은 다양한 물질을 감지할 수 있는 펩타이드를 발현시켜 기능성 M13 박테리오파지 기반의 컬러센서를 개발하였다. 이러한 연구 기반으로 프탈레이트, PCB와 같은 다양한 내분비 교란 화학 물질을 신속하게 구별하는 기술 개발에 성공하였다. 미국 정부가 발표한 EDC의 제한 농도는 phthalates와 PCBs of 0.1 %(w/w), 1 mg/m³이므로, M13 박테리오파지를 기반으로 제작된 컬러센서는 EDC를 측정할 수 있는 수단을 제공하였다. 이 연구는 우리의 컬러센서가 질병 진단, 식품 원산지 판별 및 환경 호르몬 검출과 같은 유해물질 검출을 위한 상용 제품으로도 사용될 수 있음을 보여준다.

4. 참고문헌

- Chung, W. J., Oh, J. W., Kwak, K., Lee, B. Y., Meyer, J., Wang, E., Hexemer, A., Lee, S. W., 2011, Nature, 478, 364.
- Kim, I., Song, H., Kim, C., Kim, M., Kim, K., Kim, K., Oh, J. W., 2019, Sci. Rep., 9, 496.
- Kim, W. G., Kim, K., Ha, S. H., Song, H., Yu, H. W., Kim, C., Kim, J. M., Oh, J. W., 2015, Sci Rep., 5, 13757.
- Moon, J. S., Kim, W. G., Shin, D. M., Lee, S. Y., Kim, C., Lee, Y., Han, J., Oh, J. W., 2017, Chem. Sci., 8, 921.
- Oh, J. W., Chung, W. J., Heo, K., Jin, H. E., Lee, B. Y., Wang, E., Zueger, C., Wong, W., Meyer, J., Kim, C. T., Lee, S. Y., Kim, W. G., Zemla, M., Auer, M., Hexemer, A., Lee, S. Y., 2014, Nat. Commun., 5, 3043.
- Shin, D. M., Han, H. J., Kim, W. G., Kim, E., Kim, C., Hong, S. W., Kim, H. K., Oh J. W., Hwang, Y. H., 2015, Energy Environ. Sci., 8, 3198.