

有機薄膜トランジスタを用いた簡便なヒスタミン検出法の開発

山形大学大学院理工学研究科・助教 南 豪

■ 目 的

ヒスタミンは生理活性アミンの一種であり、神経伝達などにおいて重要な役割を担う一方、ヒスタミン1型受容体と結合し、アレルギー様疾患を引き起こす。とりわけ、ヒスタミンが魚介類、肉類などに多量に含まれていた場合(約1000 ppm)は、食中毒の原因となる。魚介類を多く摂取する我が国においては、ヒスタミン食中毒は無視できない問題である。食品中のヒスタミンは、必須アミノ酸の一種であるヒスチジンがヒスチジン脱炭酸酵素をもつ菌により分解されることで生成される。従って、食品に含まれるヒスタミン濃度を調べることは、ヒスタミン食中毒を防ぐばかりでなく、食品鮮度を可視化する一種のパロメータとして使用できる。従来の検出法として、高速液体クロマトグラフィーにより分析するという手法が挙げられるが、煩雑な操作を必要とするため、容易にヒスタミンをモニタリングできるとは言い難い。そこで本研究では、安価かつ簡便に製作され、また食品などに直接貼ることができ得る有機トランジスタを利用した新規バイオセンサを開発し、水系媒体中に存在するヒスタミンの簡便検出の達成をめざした。

■ 方 法

ヒスタミン検出を達成するために新規に設計・作製されたバイオセンサ構造を以下に記す。基板上に電極となる金属を蒸着させ、加えて絶縁膜を作製した。更に活性層となる有機半導体を塗布した後、フッ素樹脂により被覆した。センシング部となる金電極部位には電子移動を媒介するオスミウムポリマーを塗布し、その上にヒスタミンの酸化酵素であるジアミンオキシダーゼを固定化した。水中に存在するヒスタミンは、酸化酵素により酸化されるが、その酵素反応を通じてトランジスタ特性が変化すると予想し、標的分子の検出を試みた。

■ 結果および考察

作製したデバイスは低電圧(<3 V)で駆動し、繰り返し測定に耐えうる安定性を示した。そこで、水系媒体中に検出部位を浸漬させ、ヒスタミンの添加によるトランジスタ特性の変化の有無を調査した。その結果、ヒスタミン濃度増大に伴い、伝達特性のシフトが観測された。一方、他のアミン類であるチラミン、カダベリン、スペルミン、スペルミジンなどには応答が見られなかった。ヒスタミン添加に伴う伝達特性の変化は、電極部で酵素反応が生じたことにより、トランジスタの活性層のコンダクタンスに変化が現れてもたらされたものと考察される。また、ヒスタミンに対する選択性は、酵素の基質特異性を反映していると考えられ、設計通り HPLC や比色試薬を用いずともヒスタミンの検出をおこなうことができた。また、得られた検出限界濃度は、 $1.2\mu\text{M}$ と見積もられ、食中毒発生濃度の約7500分の1以下の濃度を検出できることがわかった。

■ 結 語

有機薄膜トランジスタに酵素反応を組み入れることで、水系媒体中に存在するヒスタミンを極めて高感度に検出することができた。得られた知見は、今後の簡便な食品鮮度管理法に寄与するものと確信する。本成果は基礎研究の域であるが、今後、当該研究を継続し、簡便な食中毒防止技術の発展に貢献していきたい。