

卵アレルギーのステンレス鋼表面に対する付着挙動の解析とその抑制法の開発

東京海洋大学海洋科学部・教授 崎山 高明

■ 目的

食品製造工程において食物アレルギーの混入は、微生物汚染や異物混入とともに、衛生管理上の大きな問題となる。アレルギー混入原因の一つはアレルギーを含んだ食材が製造機器表面に付着して引き起こす交差汚染である。付着防止策を構築するためにはアレルギーの付着特性の理解をその基礎として必要とするが、機器表面に対するタンパク質の付着機構は未だ完全には解明されてはおらず、付着防止という課題に関して製造現場に適用し得る効果的な方策はない状況にある。本研究では、食物アレルギーの中でも乳幼児を中心に患者数の多い鶏卵に着目し、そのアレルギーである卵白タンパク質のステンレス鋼表面に対する付着特性の解析を行うとともに、付着抑制法について検討した。

■ 方法

卵白の主要なアレルギータンパク質としてオボアルブミン(OVA)とオボムコイド(OVM)を取り上げた。なお、OVAは市販試薬を用い、OVMは卵白からTCA/アセトン処理とゲルろ過クロマトグラフィーにより分離精製した。また、モデル表面として市販のステンレス鋼微粒子を用いた。OVAまたはOVMを溶解した緩衝液(pH7.4)中にステンレス鋼微粒子を浸漬して30°Cの恒温槽中で2時間振とうした。上清中のタンパク質濃度をBCA法により測定し、浸漬前との濃度差から付着量を算出した。また、前処理としてステンレス鋼微粒子を30°Cの有機酸水溶液中で振とうした後、十分に水洗および乾燥して上記の付着実験に供した。

■ 結果および考察

OVAとOVMのいずれについても、緩衝剤としてリン酸を用いた場合には、HEPES緩衝液を用いた場合に比べて、同一濃度のタンパク質溶液からの付着量は顕著に少なかった。この差が緩衝剤イオンの荷電状態の差異に基づくものと考え、この仮説を検証するため、多価陰イオンとなるクエン酸または両性イオンとなるタウリンをOVAとともに溶解し、pH7.4における付着量を比較した。その結果、付着量はタウリン共存時にはHEPES緩衝液中と同程度に多く、クエン酸共存時にはリン酸緩衝液中と同程度に少ないことが示され、多価陰イオンの共存が付着量を抑制することが確認できた。この付着抑制の効果は、多価陰イオンがタンパク質より先にステンレス鋼表面に吸着することによりステンレス鋼表面の負電荷が増加し、弱酸性に等電点を有するOVAおよびOVMとの斥力が大きくなるためと推察される。したがって、ある種の多価陰イオンを予めステンレス鋼表面に接触させて吸着した状態にできれば、タンパク質付着量を抑制することも可能と考えられる。そこで、コハク酸、リンゴ酸、酒石酸、クエン酸で各々前処理したステンレス鋼微粒子を用い、HEPES中において付着実験を行ったところ、陰電荷が最も多いクエン酸で抑制効果が最大となることが示された。クエン酸の前処理時の濃度や時間についても検討を行い、最適条件では30°CにおけるOVA付着量を2割程度にまで低減することができた。OVMについても、同じ処理条件で顕著な低減効果が得られることが示された。

■ 結語

以上の結果、クエン酸による前処理によって、卵白の主要なアレルギーの常温における付着抑制が可能であることが示された。この結果を実用に供するためには、その効果の持続性、原材料中に共存する成分の影響、加熱時の効果の有無など、さまざまな要因についてさらに検討を行う必要がある。クエン酸前処理によるアレルギー付着抑制法は、本研究がその端緒を開いたばかりであり、今後も検討を継続したいと考える。