

豆乳加熱処理時における成分間の相互作用および 会合体形成の解析とその制御

宮城大学食産業学部・教授 下山田 真

■ 目的

市販の飲用豆乳は加熱変性や殺菌といった複雑な加熱工程を経て製品となる。タンパク質のサスペンションや、タンパク質と脂質のエマルジョンよりなっている豆乳を複数回加熱した際の変化については報告も少なく、依然として不明な点が多い。これまでに、豆乳を2つの異なる温度で加熱すると、最初に70℃にて加熱した後に、連続的に100℃にて加熱した二段階加熱豆乳においてタンパク質粒子量の増加が見られた。この挙動についてタンパク質レベルで解析するために、大豆種子のメイングロブリンタンパク質である β -コングリシニンを含む7S画分とグリシニンを含む11S画分を調製し、タンパク質分子間の相互作用について解析することを目的とした。

■ 方法

脱脂した大豆粉から常法に従い、7S画分と11S画分を調製した。得られた各画分あるいはその混合物を70℃と100℃の2つの温度による二段階加熱に供した。加熱試料は冷却後、タンパク質表面SH基量、タンパク質表面疎水性度をそれぞれ測定した。さらに赤外吸収スペクトル(IR)と円二色性スペクトル(CD)を測定し、高次構造について情報を得た。

また豆乳を超遠心分離することによりクリームとして浮遊した画分を脂質画分として回収しグロブリン溶液に添加して加熱後のタンパク質表面疎水性度を測定した。

■ 結果および考察

大豆より7S画分と11S画分を調製し、二段階加熱した際のタンパク質変性挙動について調べた結果、タンパク質表面SH基量では11Sに二段階加熱の影響は見られなかったものの7Sやそれらの混合物では二段階加熱によって表面SH基の値は低下した。しかしながら、7Sと11Sの混合物の値は70℃と100℃の2つの加熱温度の順序には影響されなかった。一方、タンパク質表面疎水性度は70℃で加熱したのちに100℃で加熱することで増加し、7Sと11Sの混合物で顕著であった。表面疎水性度の増加の結果より、70℃と100℃の二段階加熱によって疎水的相互作用を介した7Sと11Sの相互作用が促進されているものと考えられた。

2つのグロブリン間の相互作用をタンパク質高次構造の面から解析するために、タンパク質混合物の高次構造についてCDとIRより検討した。その結果、CDスペクトルより11Sは加熱方法によらず変性分子の三次構造は同等と考えられたのに対して、7Sでは一段階加熱や100℃と70℃の二段階加熱に比較して70℃と100℃の二段階加熱によって260nm付近の楕円率が減少し、特異的な変性挙動を示すことが示された。またIRスペクトルより、70℃と100℃で二段階加熱すると分子間 β -シート領域のスペクトルの吸光度が増加し、分子間の会合促進が示された。こうした構造変化の結果から、70℃と100℃で二段階加熱するとグロブリンタンパク質のうち7Sの加熱による変性挙動が影響を受けるために高次構造が変化し、100℃で加熱変性した11Sと相互作用しやすくなり、タンパク質会合体が増加するものと推測された。

■ 結語

豆乳を二段階加熱することでタンパク質会合体の増加することを既に見いだしているが、大豆グロブリンを用いた実験より、この現象は70℃と100℃の2つの温度で連続的に加熱することで特異的に変性した7Sグロブリンが11Sグロブリンとの相互作用を高めたために起こっているものと推測された。