

麴菌の Glucosylceramide の酵母への移行とその生理的意義

北垣浩志 (佐賀大・農)

日本のほとんどの発酵食品は、麴（こうじ）とさまざまな穀物、微生物が共存した状態で製造される。麴は蒸した米などの穀物に麴菌が生えたものである。麴菌の役割は穀物の高分子を分解する酵素の生産であるところまで考えられてきたが、それだけでは説明できない現象も観察されてきた。この問題を解決するために、オレイン酸が酵母による吟醸香の一つである酢酸イソアミルの生成を酵素活性・遺伝子発現レベルで抑制することや、オレイン酸やエルゴステロールの添加が酵母による発酵能を向上させることが研究されてきた。

一方、スフィンゴ脂質は生体膜の中でラフトと呼ばれる物理化学的に特異な構造を形成すると同時に細胞内でシグナル伝達物質としても機能し、生物学的にも重要な役割を持っていることが報告されている。しかし麴菌のスフィンゴ脂質が発酵に及ぼす影響はこれまで研究されてこなかった。そこで麴のスフィンゴ脂質、特に量の多い glucosylceramide が酵母の発酵に及ぼす影響を研究することにした。

まず麴を酵母と共培養し酵母を単離したところ、酵母には本来含まれないはずの麴菌特異的な glucosylceramide が検出され、共培養の環境下で酵母に麴菌の glucosylceramide が移行することが明らかになった。次に麴の glucosylceramide を精製して酵母に添加したところ、酵母のアルカリ耐性が増加することを見出した。スフィンゴシン塩基の分岐や不飽和結合、脂肪酸の鎖長の異なるさまざまな glucosylceramide を添加しても同じ現象が観察されたことから、glucosylceramide 自体に酵母にアルカリ耐性を賦与する能力があると考えられた。

Glucosylceramide が酵母にアルカリ耐性を賦与するメカニズムを探るため、glucosylceramide を添加した酵母の膜の流動性を調べたところ膜の流動性の増加の傾向が見られた。また glucosylceramide を添加した酵母の遺伝子発現をマイクロアレイ解析で調べたところ、多くの膜トランスポーターの発現が有意に減少していることを見出した。このことから、麴菌の glucosylceramide は酵母の膜トランスポーターを減少させることで酵母のアルカリ耐性を改善していると考えられた。

これらの結果から、麴菌の glucosylceramide は、複数の微生物が共培養される伝統的な発酵食品の製造において、酵母などの他の微生物に移行し、膜の流動性の増加や膜トランスポーターの減少などの生理機能を賦与していることが明らかとなった。このように親水性の環境で行われる発酵食品の製造において、glucosylceramide をはじめとする疎水性の物質が微生物間のコミュニケーションツールとなっていることが考えられ、発酵制御技術や育種の新たなターゲットとして有望だと考えられる。