

微生物と浸透圧ストレス

1. はじめに

食品の伝統的な保存法に「糖蔵」や「塩蔵」があります。これらは、糖や塩を多量に添加することで微生物の生育を抑制し、食品の保存性を高める手法です。この環境下では、微生物の細胞は、添加した糖や塩の影響で高い浸透圧に曝されており、死滅、もしくは休眠状態となっています。このように、高浸透圧下の環境では、微生物はストレスを受け生育が抑制されます。しかしその一方で、高浸透圧下でも増殖可能な微生物も存在します。これらの微生物は、周囲の浸透圧変化に応じて代謝調節を行い、環境に適応します。そのため、糖や塩濃度が比較的高い食品でも、これらの微生物が原因で不良を生じることが度々あります。

このように、浸透圧は微生物の生育に影響を与える重要な要素の一つであるといえます。

2. 浸透圧調節機構

(1) 浸透圧と細胞膜

糖や塩などの溶質濃度が異なる2つの水溶液を、水のような小さな分子だけを通す半透膜で隔てておくと、膜の両側の溶質濃度が等しくなるよう、水分子は濃い溶液側へ浸透します。この時生じる圧力を浸透圧といいます。生物の細胞において、この半透膜の役割をするのが細胞膜であり、細胞内外の溶質濃度差によって、水分子が移動し浸透圧が変化します。この浸透圧ストレスを細胞内で調節する機構に関して、酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) を用いた研究が多く行われています。

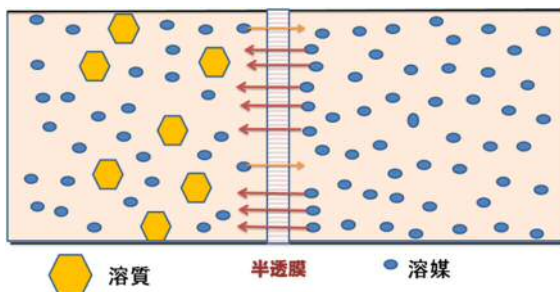


図1 浸透圧の原理

(2) 酵母の高浸透圧ストレス応答

細胞は高浸透圧に曝されると、細胞内部の水が細胞外へ流出し、細胞容積が小さくなります。このとき、水と共に Na^+ や K^+ など細胞の機能維持に必要な無機イオンも流出し、それらが一

定量を超えると細胞は生育できなくなります。しかし、こういった状況にならないよう、酵母は細胞外の浸透圧の上昇を感知し、グリセロール等の適合溶質を細胞内に蓄積する機能を持っています。この適合溶質が蓄積され細胞内の浸透圧が高まることで、水や無機イオンが再度細胞外から取り込まれ、細胞は正常に生育することが可能となります。

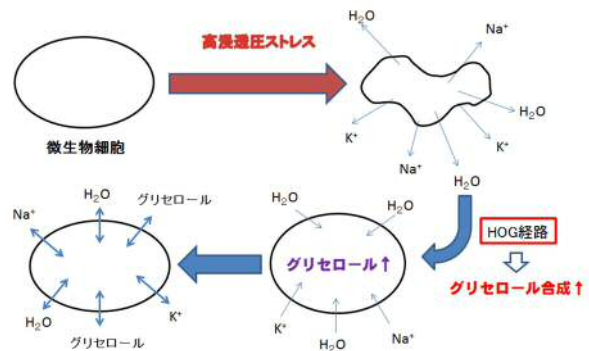


図2 酵母の高浸透圧ストレス調節機構²⁾³⁾

この調節機構において重要な役割を果たしているのが HOG 経路 (High Osmolarity Glycerol Pathway) です。酵母が高浸透圧ストレスに曝されると、細胞表面に存在するタンパク質が浸透圧センサーとして働き、HOG 経路下流の serine/threonine protein kinase である Hog1 を活性化させます。この Hog1 が細胞核内へと移行しグリセロール生成系遺伝子の転写を促進することで、グリセロール生成量が増加し、細胞内の浸透圧が高まります。

高浸透圧ストレスに対する詳細な作用機序には、未だ不明な点が多くありますが、以上のような機構が働くことで、酵母は浸透圧の変化に順応し生育することが可能になると考えられています。

3. 微生物の浸透圧耐性と食品への利用

浸透圧に対して高い耐性をもつ微生物の中には、食品の製造に利用されるものもあります。耐塩性酵母である *Zygosaccharomyces rouxii* や、耐塩性乳酸菌 *Tetragenococcus halophilus* はよく知られており、これらは味噌・醤油製造に利用されています。また、パン製造では、菓子パン用の高糖生地 (小麦粉に対して約 20~40% のショ糖を含む) を発酵させる際に、高い浸透圧耐性をもった酵母 *S. cerevisiae* が利用

されます。他にも、糖濃度の高い環境を好む酵母 *Moniliella megachiliensis* は、高浸透圧下に曝されると、適合溶質として多量のエリスリトールと少量のグリセロールを生産します。この特性を利用し、甘味料として食品に添加されるエリスリトールの工業生産に、*Moniliella megachiliensis* が用いられています。

このように浸透圧耐性の高い微生物の一部は、我々の食生活を豊かにするために有効利用されています。

4. おわりに

前節では、浸透圧耐性の高い微生物を食品製造へ利用した例について述べました。しかしその一方で、浸透圧耐性の高い微生物が食品中の

異物・異臭の原因として検出されることも数多くあります。例えば、糖度の高いチョコレートや饅頭などに白斑の形成や、包材の膨張が生じた際、上記微生物の関与が考えられます。当センターでは、このような変敗微生物に関する技術相談、依頼試験にも対応しております。お気軽にご相談ください。

参考資料

- 1) 伊藤武、他：食品のストレス環境と微生物 (2004)
- 2) 古川健太郎，化学と生物，Vol.50，No.6 (2012)
- 3) 春見隆文，日本醸造協会誌，Vol.105，No.10 (2010)

分析加工技術室：瀬見井 純

研究テーマ：自然界から分離した酵母の培養・保持方法に関する研究

担当分野：微生物試験、異物分析

編集・発行

あいち産業科学技術総合センター食品工業技術センター 平成28年1月15日発行

住所 〒451-0083 名古屋市西区新福寺町2-1-1 FAX 052-532-5791

電話(直通) 総務課 052-325-8091 発酵バイオ技術室 052-325-8092

分析加工技術室 052-325-8093 保蔵包装技術室 052-325-8094

URL : <http://www.aichi-inst.jp/shokuhin/> E-mail: shokuhin@aichi-inst.jp