

牛のルーメンより分離した *Streptococcus bovis* を用いた 生澱粉の直接乳酸発酵

福山大学工学部 溝上恭平

【目的】濃厚飼料（澱粉質飼料）を多給した若令肥育牛のルーメン内から分離した乳酸菌、*Streptococcus bovis* No. 148株が強力な生澱粉分解能を持つアミラーゼを生産することを認め、主にこの酵素の作用特異性等について検討を行ってきた。

しかし、本菌が生澱粉を直接糖化して乳酸を作る能力を持っていることに注目して、この発酵動力学的解析を行い、乳酸をカルシウム塩等の形で短時間でより高濃度に効率よく生産させる発酵条件システムを確立して、実用に供することを目的として研究を行った。本供試菌は世代交代時間が8～10分と、増殖速度が非常に速く澱粉をホモ型でL(+)乳酸を生産する特長を有する。即ち、本菌が菌体外に生産するアミラーゼによって生澱粉を直接糖化して乳酸発酵とが並行進行するので、従来の乳酸発酵とは異なり、生成糖による濃度阻害が抑えられるので、澱粉分解酵素や乳酸発酵および菌体自身にとっても、それぞれ最大の能力を発揮して生澱粉分解と乳酸発酵がそれぞれ速やかに進行することが推察される。

本菌株の上記特性を活用してコーングリッツ、キャッサバやタイ米などの安価な生澱粉原料を用いて、短時間で効率的に乳酸発酵させる最適条件等についての検討を行った。

【方法及び結果】生澱粉試料の滅菌は0.1～0.3% H_2SO_4 あるいは乳酸溶液中に、35℃で数時間浸漬することによって行った。これに、予め滅菌した $CaCO_3$ （澱粉原料の70%重量）とペプトン、酵母エキス、ミネラル成分を添加し充分攪拌して CO_2 を発生させた後、菌を接種し40℃でpH6.0～6.8の定pH条件下で、培養基ごと回転(0.2rpm)させつつ嫌氣的に発酵を行った。生成した乳酸はd-, l-LDHによる酵素法、及び過マンガン酸カリ滴定法で、消費澱粉量は塩酸分解物をFLS法で測定した。菌体数は CO_2 を封入したロールチューブ法によってコロニー数をカウントした。

コーンスターチを1%添加した場合、発酵は約8時間で終了し発酵率は100%、乳酸の発酵歩合は86%に達し、ライススターチを使用した場合と殆ど差異はなかった。そこで、ライススターチの懸濁量を5%に増加させた所、発酵終了まで約50時間を要し発酵率は92%、発酵歩合は70%であった。さらに、15%の添加、発酵150時間後で乳酸カルシウム濃度が4.5%、発酵率が55%にまで低下していた。これは高濃度澱粉の懸濁(15%)では培地中で沈殿層が形成され、反応性を阻害しているのではないかと考え、これに澱粉価を合わせた粒状の精白米に置換えて実験を行った。その結果、発酵初期での乳酸生成速度を比べると精白米の方が約2倍速く、乳酸カルシウムの蓄積量も約2.5倍増加して11.0%になり、培地全体が固化した。さらに精白米量を25、50g/100ml培地にすると、それぞれ13.5%、17.7%濃度まで蓄積された(培養150時間)。また、本菌の生澱粉発酵能を表すため、各発酵条件下における生澱粉の消化や乳酸生成の比速度等についても述べる。

Lactate fermentation directly from non-cooked starch by *Streptococcus bovis* isolated from rumen bacteria.

Kyohei Mizokami (Dept. of Biotechnol., Fukuyama Univ.)

【Key words】Lactate fermentation, non-cooked starch, *Streptococcus bovis* rumen bacteria