

事例 微生物の存在とはたらきを実感

指導の手引き

微生物の存在とはたらきを実感させるための実験としては、発酵食品作りが有効である。今回は数多くある発酵食品の中から、生徒が家庭でも手作りのものを食べていることが多い、市販のヨーグルトを種菌（*1）としたヨーグルト作りを取り上げる。完成したヨーグルトを試食することまで考えると、器具を熱湯消毒したり、手をよく洗ったりと、細かい配慮が必要であるが、試験管ではなく使い捨てのチューブ等を使用すれば、試食も可能になる。他の雑菌の混入を防ぐため、試験管にふたをし、恒温槽で40℃に保ち、一晩静置する。



乳酸菌が存在して発酵すると牛乳がヨーグルトに変化し、乳酸菌が存在しないと牛乳はさらさらの液体のままであるので、実験結果が肉眼ではっきりと観察できる。本事例では、乳酸菌をフィルターユニットでろ過することで、乳酸菌の大きさとはたらきを認識する。

< 発展課題 > 微生物の世界における「共生作用・相互作用」を説明する題材（*2）

（1）二種類の菌を混ぜる二つの理由

ア）芳醇な風味（主にブルガリア菌）と絶妙な食感（主にサーモフィラス菌）を生み出す。

イ）単独よりも一緒のほうが乳酸生成が活発化する。正常な細胞分裂のために蟻酸（サーモフィラス菌が代謝の副産物として生成する酸）を必要とするブルガリア菌と、牛乳のタンパク質分解力が弱いサーモフィラス菌は、互いの弱点を補いあって増殖し、互いの乳酸発酵を高め合う。

（2）ヨーグルトが、そして乳酸菌がカラダによい理由

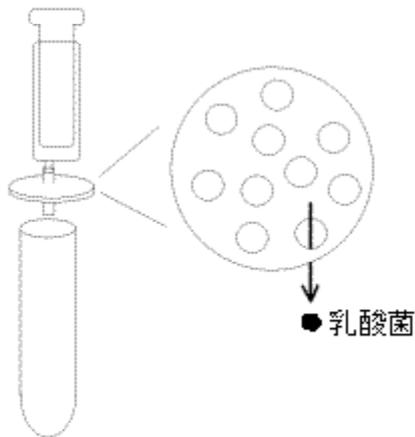
“腸内菌叢^{きんそう}のバランスを整える”からである。人の腸内にはおよそ100種類、100兆個の細菌がいて、それらは善玉菌、悪玉菌、日和見菌と大きく3種類に分類され、その腸内菌の集合を腸内菌叢という。“腸内菌叢のバランスを整える”とは善玉菌と悪玉菌の力関係を、善玉菌が優勢な状態に保つことである。

日常生活において、加齢や偏った食生活・ストレス・肉体疲労等、善玉菌が減少して腸内菌叢のバランスを崩す要因がたくさんあるが、その状況に負けずに腸内菌叢の状態を改善する方法の一つがヨーグルトを食べることである。ヨーグルトに含まれている乳糖が腸内にいる乳酸菌のえさになるので、腸内の乳酸菌の全体量を増やすことになる。腸内菌叢のバランスが健全で、善玉菌が優勢な状態であれば、免疫力も高まり、またそれらがつくり出す多量の有機酸（乳酸、酢酸）によって、腸内は酸性になる。その結果、酸性に弱い悪玉菌の増殖が抑えられ、腸内腐敗が防止される。

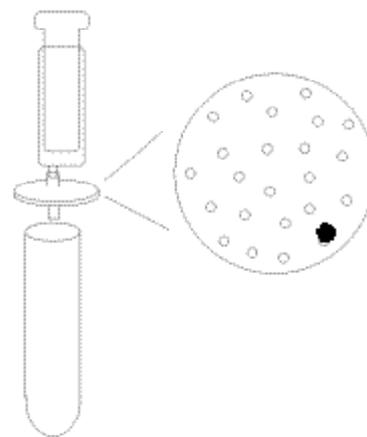
（*1）本事例では、明治乳業社製「ブルガリア」のLB81[*Lactobacillus bulgaricus*（桿菌）と *Streptococcus thermophilus*（球菌）]を用いた。試料は無糖・無固化のものであれば他の製品を用いて比較してもよい。

（*2）明治乳業社ホームページより作成

フィルターユニット(*3)は使い捨てで、多少高価であるが、今回は 5.00 μm 孔径のフィルターと 0.45 μm 孔径のフィルターを両方用いて実験を行う。5.00 μm 孔径のフィルターでろ過すると、孔径より小さい乳酸菌はフィルターをすり抜け、ろ液に入る。しかし、0.45 μm 孔径のフィルターでろ過すると、孔径より大きい乳酸菌はフィルターを通り抜けることができない。したがって、乳酸菌が入り込んだ試験管は乳酸発酵が行われるが、乳酸菌が存在しない試験管では乳酸発酵がほとんど行われないことになる。



(5.00 μm 孔径のフィルター)



(0.45 μm 孔径のフィルター)



加えたる液中の乳酸菌のはたらきで乳酸発酵がすすみ、牛乳が固化しており、振っても逆さまにしても形を保っている。



加えたる液中の乳酸により牛乳が多少だまになっているが、乳酸発酵は起こらず、一晩置いても液状である。

【生徒の感想】

- ・乳酸菌がないと発酵しないことがわかりました。ヨーグルトってすごい。
- ・こんなに違うものができて驚いた。食べられなくて残念だった。
- ・簡単にヨーグルトができてびっくりしました。
- ・どちらも固まると思っていたので意外だった。未経験の実験で楽しかった。

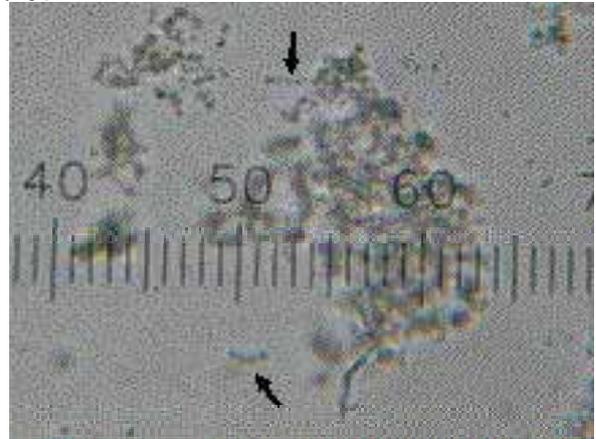
目 的

乳酸発酵とは、乳酸菌が行う嫌気呼吸である。市販の牛乳とヨーグルトを用いて乳酸発酵を行うことで、発酵現象についての理解を深める。また、乳酸菌をフィルターユニットでろ過することで、微生物の大きさとはたらきを認識する。

準 備

【器具】ビーカー、試験管、ろうと、ろ紙、薬さじ、シリンジ、恒温槽、
0.45 μm 孔径フィルター、5.00 μm 孔径フィルター

【試料】市販のヨーグルト（無糖のもの）、牛乳



(15 × 40)

方 法

- (1)ヨーグルトを2倍量の水に溶かし、よくかき混ぜる。
- (2)(1)をろ紙でろ過する。
- (3)2本の試験管を用意し、牛乳を10mLずつ入れる。(以下、試験管A・Bとする。)
- (4)各試験管に以下のものを入れていく。
試験管A：ろ液を5.00 μm フィルターでろ過した液を5 mL加える。
試験管B：ろ液を0.45 μm フィルターでろ過した液を5 mL加える。
- (5)牛乳とろ液をよく混ぜる。
- (6)試験管AとBを恒温槽で40 に保ち、一晩静置する。
- (7)試験管AとBの結果を観察する。



結 果

- ・試験管 A の様子

[]

- ・試験管 B の様子

[]

考 察

- (1) 試験管 A と B の結果が違った理由を記入せよ。

[]

- (2) 試験管 A で起こった反応を化学反応式で示せ。

[]

実験の感想

[]

発展課題

- (1) 本実験では、乳酸菌として *Lactobacillus bulgaricus* (桿菌) と *Streptococcus thermophilus* (球菌) を用いた。ヨーグルトの製造に二種の菌を混ぜるのはなぜか、調べてみよう。

[]

- (2) ヨーグルトが、そして乳酸菌がからだに良いのはなぜか。“腸内菌叢のバランス”をキーワードとして調べてみよう。

[]