

バナナの果肉細胞を用いた生物実験

小 島 晶 夫

スーパーで安価に入手できるバナナは細胞の採取が簡単な上、細胞内含有物であるデンプン粒の観察に最適である。また、バナナは成熟とともに皮の色が青、黄、黒とはっきりと変化するため、成熟に伴うアミラーゼの糖化作用をデンプン粒の数や形態の変化から追うことができる。さらに、果肉の絞り汁を用いてバナナアミラーゼの糖化作用を確認することができたので紹介する。

〔キーワード〕小・中・高等学校理科 バナナ 細胞 デンプン粒 アミラーゼ 探究活動

はじめに

従来、生物の実験や観察に用いる素材は各テーマごとに定番化され（例えば、細胞の観察にはタマネギの表皮細胞かヒトのほおの内側の上皮細胞が用いられてきた）、結果として、子ども達が目にする生命現象は1つ1つの素材ごとにモザイク的なものであった。しかし、一つの素材を様々な角度からじっくりと見つめさせ、その多様な生命現象をトータルで考えさせていく学習活動の必要性に対する認識が進み、新学習指導要領においては探究的な活動や課題研究が重視されることになった。そのため、多面的に生命現象をとらえることが可能な素材の発掘とその取り扱いの検討が急務となっている。

ここでは、スーパーで安価に入手できるバナナを素材として用い、細胞の構造から成熟に伴うアミラーゼの糖化作用まで、いくつかの生命現象を関連性を持って取り扱う実験について検討したので紹介する。

材料と方法

1. 実験材料

市販のバナナでよいが、なるべく青っぽいもの（以下青バナナ）を選んで購入する。購入直後と数日たって黄色くなったもの（以下黄色バナナ）、さらにしばらくおいて皮に黒斑がでたもの（以下黒斑バナナ）というように、成熟度ごとに観察し、比較する。



図1 黄色バナナと黒斑バナナ

2. バナナの細胞の観察

- (1) 青（もしくは黄色）バナナの果肉をスライドガラスに軽くこすりつけて、果肉表面の細胞を採取する。
- (2) 細胞が付着した部分にヨウ素液を1滴かけ、カバーガラスをかけて100倍程度で細胞を観察する。
- (3) さらに高倍率で細胞を詳しく観察する。

3. デンプン粒の比較

- (1) 2と同様の方法で青バナナ、黄色バナナ、黒斑バナナの細胞を観察し、デンプン粒（ヨウ素液で青紫色に染色）の数や形態の違いを観察する。
- (2) 黄色バナナの果肉をナイフで切り、果肉内部の細胞をスライドガラスにこすりつけて採取し観察する。デンプン粒の数や形態の違い

を果肉表面の細胞と比較する。

4. アミラーゼ活性の比較

- (1) 100mlの水に寒天1gとデンプン1gを加え、ガラス棒でかきまぜながら加熱し、溶液が透明になるまで溶解する。溶解後、溶液をシャーレに入れて固める。
- (2) バナナ20gと水20mlを乳鉢に取り、よくすりつぶした後ガーゼでろ過し、ろ液を酵素液とする。青バナナと黒斑バナナそれぞれの酵素液を作製する。
- (3)パンチで打ち抜いたろ紙を3枚用意し、2種類の酵素液と純水にそれぞれ充分に浸した後、寒天培地の上に並べて置く。30分後にろ紙を取り、ヨウ素液をかけて反応を見る。

結果と考察

1. バナナの細胞細胞

青（もしくは黄色）バナナの100倍での観察では、図2のように細胞の輪郭と、その中に存在する青紫色に染色されたいくつかのデンプン粒をはっきりと確認することができる。このため、デンプン粒が細胞内で構築された細胞含有物であることが容易に理解できる。この点で、細胞外にこぼれたデンプン粒しか観察することができなかったジャガイモより、バナナの方が素材として優れていると考える。

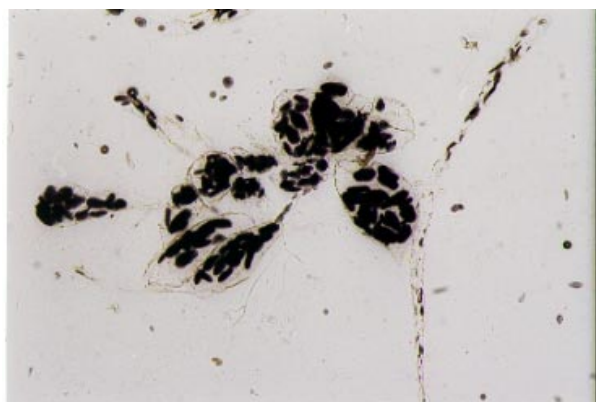


図2 青バナナの果肉細胞とデンプン粒

400倍以上の観察では、図3のように核、細胞質がうすく黄色に染色されて見える。核の観察

の際にはデンプン粒が観察の妨げとなるので、なるべくデンプン粒の少ない細胞で観察することがこつである（図3は黒斑バナナの細胞で核を観察した）。また、ヨウ素液の濃度調節により、図4のようにデンプン粒の成育過程である年輪構造が観察できる。



図3 バナナの果肉細胞と核

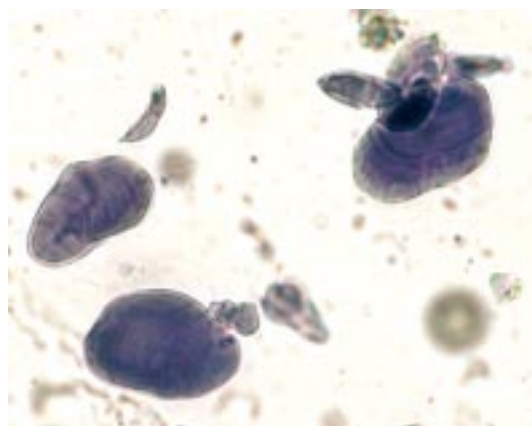


図4 デンプン粒の年輪構造

2. デンプン粒の比較

(1) 成熟に伴うデンプン粒の変化

最も未熟な青バナナでは、1つの細胞内に含まれるデンプン粒の数は多く、デンプン粒個々の形も大きくてきれいな楕円形をしている（図2参照）。これが、貯蔵デンプンであるデンプン粒の本来の姿である。これに対し、成熟が進んだ黄色バナナや黒斑バナナでは、図5のように細胞内のデンプン粒の数の減少と、形がいびつで小さくなる傾向がはっきりと見られる。また、図6のように、最も成熟



図5 成熟が進んだバナナのデンプン粒

が進んだ黒斑バナナではほとんどデンプン粒が見られない。以上のようなデンプン粒の数や形態の変化より、成熟に伴うデンプン粒の糖化作用を容易に知ることができる。



図6 黒斑バナナのデンプン粒

(2) 果肉の部位によるデンプン粒の変化

図7, 8は、黄色バナナの果肉表面と内部の細胞のデンプン粒の様子である。



図7 黄色バナナ果肉表面のデンプン粒



図8 黄色バナナ果肉内部のデンプン粒

果肉表面より内部の方が、細胞内に含まれるデンプン粒の数が多く、個々の形も大きいことがわかる。このことより、デンプン粒の糖化作用は果肉表面から進むと考えられる。

3. アミラーゼ活性の比較

バナナのアミラーゼ活性はあまり高くはないが、20～30分の反応でデンプンの分解を知ることができた。図9は反応30分後のバナナアミラーゼのヨウ素デンプン反応である。黄色バナナ、黒斑バナナとも弱いながらアミラーゼ活性が確認できた。また、黄色バナナと黒斑バナナのアミラーゼ活性を比較すると、やや黒斑バナナの方が高い。

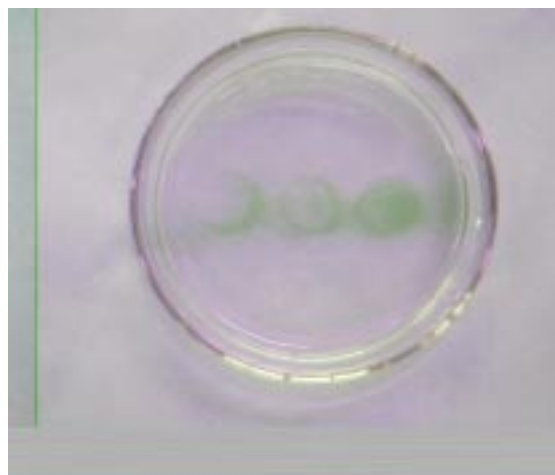


図9 バナナアミラーゼのヨウ素デンプン反応(30分後)

左：黒斑バナナのアミラーゼ
中：黄色バナナのアミラーゼ
右：純水

以上より，黄色バナナから黒斑バナナへと成熟するにつれてアミラーゼ活性が高まり，デンプン粒の糖化作用が進むと考えられる。青バナナでは個々の形態が大きく多数あったデンプン粒が，黄色バナナでは小さく少なくなり，黒斑バナナでは全く消失してしまうという観察結果とよく一致する。

実験の展開

バナナの果肉細胞を用いた実験の展開としては，おおよそ次のようになる。

1．果肉細胞の観察

果肉細胞を観察し，果肉も細胞からできていることを知る。また，ヨウ素反応によりデンプン粒の存在を知り，同化デンプンが貯蔵デンプンとして貯えられたことを理解する。

2．デンプン粒の変化の観察

成熟度の異なるバナナの果肉細胞を観察し，成熟に伴いデンプン粒が徐々に消失することを知る。また，成熟につれてバナナが甘くなるという日常体験から，デンプンの糖化作用に気づかせる。

3．アミラーゼ活性の実験

デンプンの糖化作用にアミラーゼが関わることから，バナナの果肉にもアミラーゼが存在することを確かめる。また，成熟度の異なるバナナのアミラーゼ活性から，熟すほど活性が高まることを知る。

おわりに

バナナは手軽に扱え，様々に発展する可能性を秘めた教材である。本稿では，バナナの成熟に伴うアミラーゼの活性化とデンプン粒の消失までの実験を紹介したが，ここから総合的な学習に発展することも，さらに探究を深めることも可能だと考えている。具体的には，小中学校であれば生物学的な探究はここまでにし，この後は栄養学的な探究，または流通や産地に関わる経済学的・社会的な探究に進み，バナナを中心に据えた総合的な学習に発展させる方法が

考えられる。また，高校では，バナナの成熟には植物ホルモンであるエチレンが関係していることが知られているので，エチレンと成熟の関係，エチレンとアミラーゼ活性の関係について探究をすすめ，細胞から，成熟に関わる植物ホルモンと酵素の関係までを総合的にとらえさせる探究学習のプログラムが考えられる。今後はこれらを視野に入れ，バナナの教材化の検討を進めていきたい。

参考文献

- 野々山清 (1994) 課題研究資料『バナナの甘みは何からできるのか』 生物教育34(1): 136.
- 中野洋一 (1997) バナナの教材化 飼育と採集39 (12):422.
- 板山 裕 (1994)糖類の消化—ちょっと前の教材の検討(4) 遺伝48(3):57

(こじま あきお 生物研究室研究員)