

バイオポリマーコーティングの作製

～廃棄野菜を減らすためのコーティング剤を目指して～

熊本県立松橋高等学校 サイエンス部

1. 研究の動機及び目的

地元のみかん畑で多くの廃棄を目にしたことから、廃棄野菜を活用して青果の鮮度を保つ材料ができないかと課題を感じた。調査をすすめて、米国立ライズ大学の研究で廃棄の卵を使った青果の鮮度を保つことのできるバイオポリマーコーティング(以下、BPG)が開発されていたことを知った。日本の研究事例は見つからなかった。そこで、卵を廃棄野菜に置き換えてBPGを作れないかと考えた。本研究ではBPGに使用されている卵部分をとうもろこし(コーンスターチ)、大豆(おからパウダー)に置き換えて作製ができるか試みた。

2. 先行実験

BPGは7割が全卵であり、ガスバリア特性をもち、ポリ包装代替を可能にする。その他成分は木から採取されたセルロース繊維、少量のグリセリン、香料ウコンの有効成分のクルクミンである。それぞれ、保湿剤、柔軟剤、抗菌剤としての役割を果たす。まず、セルロース繊維をティッシュペーパーで代用して実験を行った。

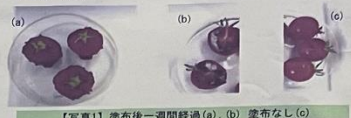
(材料) 全卵、ティッシュペーパー、グリセリン、ウコン

(手順)

- 全卵を攪拌し、グリセリン、クルクミン、ティッシュペーパーを計量した。
- ティッシュペーパーを手で細かくした。
- ピーカーに入れブレンダーで攪拌した。
- トマトに塗布し経過観察を行った。

(結果)

準備した溶液では、一種な膜を形成することができなかった。また、塗布した方が腐敗を進めてしまった。コーティングを洗浄して比較するとトマトの皮が収縮してしまっ



【写真1】塗布後一週間経過した(a)、塗布なし(b)

(考察・評価)

ティッシュでセルロース繊維を代用したことで、一種にはならず浸透圧効果で乾燥を促進させてしまった。材料に生卵を用いたことで菌を増殖させてしまい、腐敗を促進させてしまったのではないかと考えた。

3. 研究方法

(1) 最適濃度の検討

①被膜特性観察

(材料) 乾燥全卵30g、乾燥卵白40g、クルクミン(ウコン)10g、セルロース(市販イーザーファイバー)10g、グリセリン10g、水100g

(手順)

- 材料の質量を計り、水を少しずつ加えながらガラス棒で混ぜた。
- i) の溶液を基準溶液aとし、以下の濃度に希釈したものを作製した。

	a	b	c	d	e	f	g	h
希釈率	1	2	2.5	3.3	5	10	40	80

- シャーレに4mL溶液(a~h)を入れ被膜の様子を経過観察した。

②バナナによる鮮度維持実験

(材料) 溶液(a, d, g, n)、バナナ

(手順)

- i) ①の観察結果からa, d, gを選んだ。
- ii) a, d, gをバナナに塗布(写真2)した。また、何も塗布しないバナナをnとした。



【写真2】バナナに塗布

(2) 野菜置き換え実験

①コーンスターチ被膜作製

(材料) コーンスターチ70g、クルクミン(ウコン)10g、セルロース(市販イーザーファイバー)10g、グリセリン10g、水100g、バナナ

(方法)

- 卵をコーンスターチに置き換えて、基準溶液を作製した。
- ii) ①の結果より基準溶液から希釈5倍および10倍に調整した。
- iii) バナナに塗布したあと、吊るして経過観察を行った。

②おから被膜作製

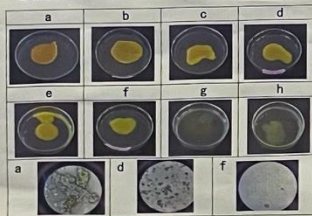
コーンスターチ被膜作製と同様の手順で作製した。おからに大きく吸水がみられたため、材料の水を500gとした。

4. 結果

(1) 最適濃度の検討

最適濃度の検討のため、被膜の様子および鮮度維持観察実験の結果を示した。

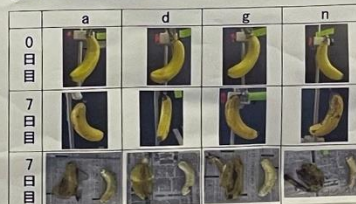
①被膜溶液特性観察



【表1】観察結果。上2段: シャーレ目視観察。下1段: スライドガラス40倍顕微鏡観察

目視では、高濃度だと粘度が高く、低濃度ほど水っぽくなり分離しているように見えた。顕微鏡観察では、高濃度(a~d)では、塊が観察され不均一だった。低濃度(f, g)では、材料が薄く均一に広がったことを観察した。

②バナナによる鮮度維持実験

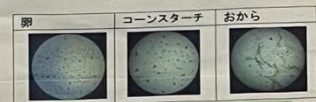


【表2】各被膜による鮮度維持観察

塗布直後および乾燥後も全体を被膜できていることを確認した。高濃度だと果皮が乾燥し萎れてしまい、低濃度のものは黒くなりやすく中身は熟して柔らかくなった。(表2)

(2) 野菜置き換え実験

塗布直後および乾燥後も全体を被膜できていることを全被膜対象に確認した。コーンスターチは塗布後全体的に他にない変色が見られ、おからは成熟スピードが速かった(表3~5)。顕微鏡画像(表6)比較では、コーンスターチやおからは卵に比べて不均一だった。



【表3】各種被膜の40倍顕微鏡観察



【表4】卵被膜バナナの経過観察



【表5】コーンスターチバナナの経過観察



【表6】おから被膜バナナの経過観察

5. 評価

(1) 最適濃度の検討

被膜には多少粘度が必要であり、水との分離がないd~gが適した濃度だと考えた。鮮度維持実験では、高濃度だと浸透圧効果から、被膜なし条件よりもバナナの乾燥状態や状態が悪かったが、適正濃度範囲(d~e)だと鮮度が効果的に維持された。低濃度だと強度耐性が小さくなることも見られた。

(2) 野菜置き換えの検討

動物性タンパク質を植物性タンパク質およびデンプンで置き換え可能かの検証となった。置き換えによるバナナへの被膜化をすることができた。しかし、鮮度維持実験では卵由来よりもしくは同等の結果を得られなかった。また、おからは作製に多くの水量が必要なため、本結果が生じたと考えた。各素材に応じた作製手法の再検討を要した。

6. 今後の展望

本研究では、被膜材料溶液の最適濃度範囲を決め、トウモロコシや大豆によって代替可能な検証をコーティング化の側面から行うことができた。今後は、代替野菜および配合材料の組み合わせによる抗菌・柔軟・保湿作用等の発現に対する評価が必要となる。実用化に向けては、コーティングの後に、流水洗浄で簡単に剥離することができると、食べられるのかの検証も必要になる。現在は被膜化されたスライドガラスの洗浄実験中だ。バイオポリマーコーティングの開発には、社会的課題の解決にむけた大きな可能性が期待されるので、今後も検証を続ける。

7. 参考文献

- (1) カラパイア編集部『廃棄される卵を利用し、フルーツや野菜を新鮮に保つバイオポリマーコーティングが開発される(米研究)』(2020年6月11日)
- (2) Seuhui Jung他,『Multifunctional Bio-Nanocomposite Coatings for Perishable Fruits』, ADVANCED MATERIALS (2020年5月4日出版)