バナナの皮における褐変の抑制

菅谷　悠真

要旨

バナナは実も皮も褐色に変化することがあるがその黒い色素はポリフェノールの反応の一種である。バナナの実は褐変が進んでも甘みが増すだけで食べる上では支障はない。しかし、褐変したバナナは消費者が購入を忌避することや褐変が進みすぎて食べられないなどの理由から廃棄され、食品ロスの原因の一つとなっている。先行研究では、バナナの実の褐変は N-アセチルシステインによって抑制されることが分かっている。そこで本研究では、バナナの食品ロスの削減や保存技術が向上するために、バナナの皮の褐変の抑制を目指した。バナナの皮をミキサーで粉砕すると、瞬時に褐変が進行するが、そこに L-システインを作用させると、濃度依存的に褐変したバナナの皮の色が元に戻ることが明らかとなった。L-システインは美肌効果のあるサプリメントや臨床の分野でも利用されているため、 バナナの皮にあらかじめ L-システインを塗布することで、バナナの皮の褐変が大幅に抑制させる可能性があり、新たな保存技術の開拓や食品ロス削減に活用されることが期待される。

キーワード：褐変、L-システイン、明度

Ⅰ．はじめに

本研究の背景は、皮が黒くなったバナナは長期間保存できない上に食欲が湧かないという声を聞いたからである。実際に浅野ら(2021)によると褐変の進んだ完熟のバナナは保存にすぐれず食品ロスの原因となっている。バナナの褐変を抑制することができれば、食品ロス削減やバナナの保存技術の向上に貢献できると思い、今回の実験に至った。褐変とは、バナナに限らず植物細胞の中にはポリフェノールという酸化されやすい物質があり、細胞の働きに重要な酵素類(ポリフェノールオキシダーゼなど)は液胞の外側の原形質の中にあるため、液胞が壊れたときに酵素とポリフェノール類が反応して酸化されて黒くなることである(日本植物生理学会　2010)。このことから還元剤を加えることで褐変が抑制されるのではないかという仮説が立つ。また、バナナの褐変における先行研究について、(H.E.Moline 2007)によるとバナナの実において、褐変を抑制するのに、クエン酸と N-アセチルシステインが有効であることがわかっている。この先行研究はバナナの実においての褐変の抑制についてのみ言及しているが、皮への言及はなかった。そのため本研究ではバナナの皮における褐変について実験を行った。実験先行研究で使用されていた N-アセチルシステインは日本では販売されていないため、代わりに L-システインを用いた。どちらも強い還元力を持つことで知られている。褐変はポリフェノールオキシダーゼによるポリフェノール類の酸化によるはじまる一連の現象である。(小倉ら、1983)。しかし丸山(1979)によると、グルタチオン、システインによる褐変の阻害はアスコルビン酸と異なり、基質であるクロロゲン酸と黄白色の螢光をもつ複合体を形成することによると推定された。このことから、果物の褐変が L-システインなどの抗酸化剤の作用の影響のみ受けているかは明らかになっていない。

Ⅱ. 手法

本研究で用いた物質や器具

・L-システイン(和光純薬)
・バナナ(Musa paradisiaca)
・ミキサー
・ビーカー
・メスシリンダー
・駒込ピペット
・はかり

1)褐変がみられるバナナの皮の初期状態を写真でとる。ビーカーに褐変の始まったバナナの皮をミキサーですりつぶした物…(※)をはかりで 5g はかって加え、0.1mol/L の L-システイン水溶液 50mL 作成し、希釈することで 3 種類の濃度(0.01、0.03、0.10 mol/L)を用意し、純水とそれぞれの濃度 5mL ずつピペットで取り、 4 つそれぞれのビーカーに加えて混ぜた。

2) 時間経過 1 分ごとに 5 分間ビーカーの写真を撮り、(1)でのバナナの写真と合わせてモノクロ化した。各濃度、各時間で 3 回明度を計測し、その平均値をとった。この時、明度をカラーサイトドットコムというサイトを使用した。

3)①ビーカーの明度の値の時間経過ごとの変化と、②0.1mol/L 条件下における時間経過ごとのビーカーの明度/バナナの皮の明度の数値をグラフ化した。なお、本研究に必要な明度という指標を予め定義する。ここでは、日本産業規格 (2019)を参考とし、明度を人間の視覚に基づき色を数値化するための 0 以上 100 以下であらわした数値であるとし、 0 が最も暗く 100 が最も明るいとする。

III. 結果

(※)の作業の後にバナナはすぐに黒くなった。また、実験での①をグラフ化すると次のようになった。

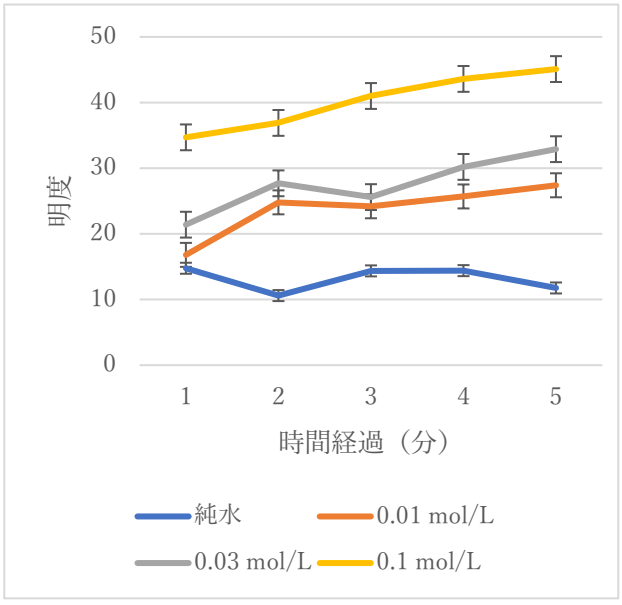


図 1 ビーカーの時間経過ごとにおける明度の値

また、0.1 mol/L の時の明度変化について、褐変の進んだバナナとの明度の比をグラフ化すると、次のグラフのようになった。

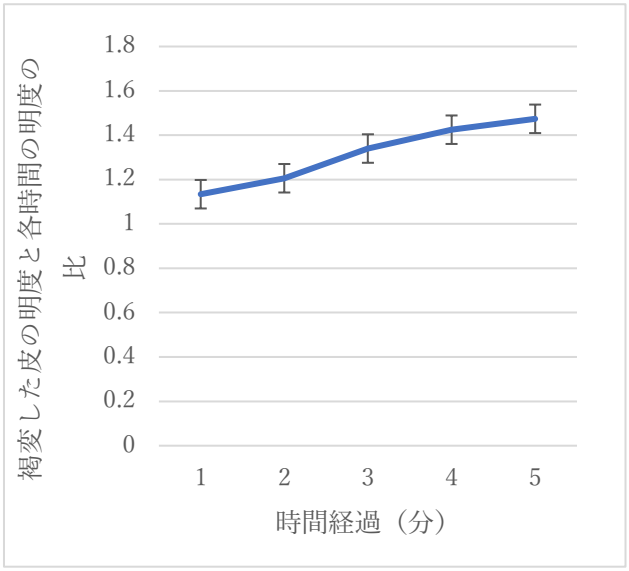


図 2 0.1mol/L 条件下と褐変したバナナの明度の比

IV. 考察

図 1 において、L-システインを加えたビーカーの明度はおおむね時間経過ごとに上昇しており、L-システインを加えることでより明るくなり、濃度が高いほど明るさの上昇幅は大きいことがわかる。図 2 では、明度の定義よりグラフの縦軸である比が大きければ大きいほど、もともとのバナナの皮に対するビーカー内のバナナの皮の明度が高く、バナナの皮の褐変が抑制されていることがわかる。特に、ここでは濃度が 0.1mol/L の時の明度の比の値であり、褐変が進んだバナナの皮に対して L-システインを加えることで、時間経過に沿って明度の比の値も高くなることで L-システインの抗酸化作用により褐変が抑制できると言える。エスエス製薬(2025)によると、L-システインは美容や臨床にも応用されており、身体に悪影響をもたらすことなく、バナナの皮の褐変を抑制する十分な効果が期待できる。今後は濃度の細かな調整は必要だがバナナに L-システイン溶液を塗布することでバナナの廃棄を未然に防ぐことができるだろう。

V. 結論

L-システインでバナナの褐変を抑制することが認められた。また濃度が高いほどバナナの皮の褐変に有効であることがわかり、今後の展望としてバナナの褐変を防ぎバナナの商品価値を維持することで食品ロスに大きく貢献するだろう。

謝辞

実験の指針や実験がうまく進まない際に主に助言をくださった西村一成先生並びに化学科教員の先生方や理科系教員の皆さんに大変お世話になりました。この場を借りて多大なる感謝を申し上げます。

文　献

浅野未来(2021) :完熟バナナ果実を用いたバナナジャムの調製とその物理化学的特性並びに官能特性

H.E.Moline (2007): PREVENTION OF BROWNING OF BANANA SLICES USING NATURAL PRODUCTS AND THEIR DERIVATIVES

日本産業規格(2019):色の表示方法―

Colour specification－Specification according to their three attributes

小倉長雄(1983):日本梨果実のポリフェノールオキシダーゼについて

丸山悦子(1979):食品の褐変に関する研究
