

TỔNG HỢP LỚP PHỦ FIBROIN ĐỂ BẢO QUẢN TRÁI CÂY

Thống kê trên toàn thế giới cho thấy, khoảng 50% lượng trái cây sau thu hoạch mỗi năm phải bỏ đi vì chúng bị hư hỏng trước khi kịp chuyển tới người tiêu dùng. Chính vì vậy, việc tìm ra một giải pháp có thể kéo dài độ tươi của rau quả mà vẫn đảm bảo an toàn cho người sử dụng có ý nghĩa rất quan trọng đối với kinh tế toàn cầu, đặc biệt là với các nước nông nghiệp. Gần đây, nhóm nghiên cứu của F.G Omenetto và các cộng sự thuộc Học viện Kỹ thuật Massachusetts (Hoa Kỳ) đã đề nghị sử dụng tơ fibroin để chế tạo một lớp màng mỏng ăn được phủ lên các loại rau quả để hư hỏng nhằm bảo vệ chúng trong quá trình sau thu hoạch. Nghiên cứu của nhóm đã ngay lập tức thu hút được sự chú ý của cộng đồng khoa học nhờ tính hiệu quả và an toàn của loại vật liệu mới này.

Các biện pháp bảo vệ nông sản

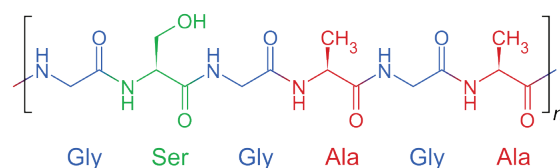
Tổ chức Nông lương thế giới (FAO) thuộc Liên hợp quốc ước tính, khoảng 1/3 thực phẩm sản xuất mỗi năm cho nhu cầu tiêu thụ của con người thường bị hư hỏng hoặc thất thoát trong suốt dây chuyền sản xuất từ khi trồng ở nông trại đến khi thu hoạch [1]. Đặc biệt đối với mặt hàng rau quả, theo ước tính của FAO, hơn 50% nông sản bị thất thoát trong chuỗi cung ứng, chủ yếu ở các giai đoạn sau thu hoạch, phân phối và tiêu thụ. Sự thất thoát này phần lớn đến từ bản chất dễ hư hỏng của nông sản. Nhiều loại trái cây và rau có hoạt động trao đổi chất mạnh, đồng thời chịu nguy cơ nhiễm vi khuẩn cao, khiến chúng có đời sống thấp, dễ bị sâu nấm, mất màu và mất hương vị [2]. Cho đến nay, nhiều phương pháp đã được thử nghiệm để kéo dài thời gian sống sau thu hoạch của rau quả, như phương pháp bảo quản lạnh, sử dụng thuốc kháng nấm tổng hợp, xử lý thẩm thấu, thay đổi áp suất đóng gói... [3]. Tuy nhiên những phương pháp này hoặc chưa hiệu quả, tốn kém, hoặc làm giảm chất lượng sản phẩm, thậm chí còn nhiều vấn đề về mức độ an toàn nên chỉ được sử dụng hạn chế.

Trong bối cảnh đó, nhiều nhà nghiên cứu cho rằng, việc sử dụng một lớp phủ ăn được có thể vừa kéo dài thời gian lưu trữ rau quả vừa dễ dàng xử lý sẽ trở thành một phương pháp thay thế hữu hiệu để bảo vệ độ tươi của nông sản [4, 5]. Về mặt nguyên tắc, lớp phủ thực phẩm phải là một vật liệu nền có đặc tính cơ học mạnh mẽ với các nhóm chức kỵ nước nhằm phát huy tính thẩm thấu với oxy và hơi nước, nhờ đó kiểm soát tốc độ hô hấp của rau quả. Lớp phủ ăn được này còn phải tương thích sinh học, vừa thân thiện môi trường, vừa có khả năng kháng khuẩn, chống nấm và đặc biệt không gây dị ứng khi ăn [6]. Hiện tại, đa phần các lớp phủ được tạo nên từ polysaccharide, protein, lipid cũng như kết hợp các thành phần này lại [7, 8]. Mỗi loại vật liệu tạo cho lớp phủ những tính chất rất

khác nhau. Chẳng hạn, polysaccharide và protein được biết đến là các nguyên liệu tạo ra lớp phim với những tính chất cơ lý tốt và có tính thẩm thấu. Ngược lại, lipid thường tạo các loại màng có tính giòn và độ thẩm thấu cao. Mặc dù vậy, không phải với bất cứ loại trái cây nào, các màng vật liệu này cũng tỏ ra hiệu quả. Trong các loại rau quả, dâu được xem là loại trái cây khó bảo quản độ tươi nhất trong chuỗi cung ứng, vì vậy thường được chọn là loại quả mẫu trong các thí nghiệm tìm kiếm phương pháp bảo vệ thực phẩm, đặc biệt đối với giải pháp sử dụng các lớp phủ ăn được [9, 10].

Sử dụng tơ fibroin để bảo vệ nông sản

Fibroin là vật liệu dạng sợi tơ không tan, có nguồn gốc từ một vài loại nhện hoặc côn trùng. Từ lâu, tơ fibroin đã được tập trung nghiên cứu cho rất nhiều lĩnh vực vật liệu sinh học, bao gồm các ứng dụng dệt may, y sinh học, quang học và điện tử... [11]. Tơ fibroin có cấu trúc protein, giống như collagen nhưng lại có một đặc điểm độc đáo: được sản xuất bằng quá trình chiết tách huyền phù amino acide từ cơ thể các động vật sống. Tính chất của fibroin phụ thuộc vào cấu trúc của tơ, với các khối cấu trúc kỵ nước [12] hình thành nên các tinh thể dạng β -sheet (dạng kiến trúc phổ biến thứ hai của protein) đan xen với các khu vực vô định hình, từ đó tạo ra độ bền và khả năng phục hồi của protein [12]. Hơn nữa, bản chất amino acid của tơ mang đến sự đa dạng về hoạt tính hóa học, cho phép chúng kết nối với các hợp chất cao phân tử hữu ích cho những ứng dụng về vận chuyển thuốc hoặc chỉ dẫn tế bào [13].



Hình 1: cấu trúc sơ khởi của fibroin

Chính nhờ những tính chất đặc biệt này, tơ fibroin đã được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu nhằm chế tạo các vật liệu tơ lụa tái sinh. Sự kết hợp của cấu trúc dạng β -sheet với các liên kết hydro liên phân tử và nội phân tử trong fibroin cho sự linh động cao, nhờ đó đảm bảo độ tương thích trong lớp phim tái sinh. Một trong những ứng dụng gây chú ý của tơ fibroin chính là khả năng sử dụng để tổng hợp các vật liệu nền tương thích sinh học và phân hủy sinh học để làm điện cực trong não hay làm đầu dò kiểm soát độ chín của trái cây [14, 15]. Tơ fibroin còn gây ấn tượng mạnh nhờ sở hữu các đặc tính độc đáo ở dạng tái sinh. Ví dụ, tơ fibroin tái sinh có khả năng làm bền hóa các phân tử và hợp chất không bền nhiệt như enzyme và kháng sinh.

Trong nỗ lực mở rộng ứng dụng của tơ fibroin và tìm giải pháp bảo vệ trái cây hiệu quả hơn, nhóm nghiên cứu của F.G Omenetto và các cộng sự [16] thuộc Học viện Kỹ thuật Massachusetts (Hoa Kỳ) đã đề nghị sử dụng tơ fibroin để chế tạo một lớp phủ màng mỏng ăn được phủ lên các loại rau quả để hư hỏng để bảo vệ chúng trong quá trình sau thu hoạch - tiêu thụ. Tơ fibroin không màu và không mùi, chính vì thế, vật liệu này rất thích hợp cho các ứng dụng đóng gói thực phẩm.

Chế tạo hệ huyền phù tơ fibroin phủ lên trái cây

Trong nghiên cứu của mình, Omenetto và các cộng sự sử dụng nguồn fibroin từ kén của loài tằm Bombyx Mori. Giai đoạn chiết sợi fibroin được thực hiện dựa trên quy trình tẩy hồ tiêu chuẩn, bao gồm quá trình đun sôi trong 30 phút dung dịch sodium carbonat 0,02 M chứa 2,5 gam kén tằm đã cắt nhỏ. Sợi fibroin sau đó được hòa tan trong dung dịch lithium bromide 9,3 M trong 4 giờ ở 60°C. Tiếp theo, các muối chaotropic (cơ chất tạo ra ion làm tan màng sinh học) sẽ được loại bỏ thông qua quá trình thẩm tách trong 72 giờ, từ đó tạo ra hệ huyền phù tơ fibroin với hiệu suất khoảng 8%. Hệ huyền phù này sẽ được làm sạch bằng ly tâm với tốc độ 9.000 vòng/phút trong vòng 25 phút ở 4°C. Cuối cùng nhóm nghiên cứu cho thêm khoảng 5% khối lượng nước để thu được hệ huyền phù thành phẩm.

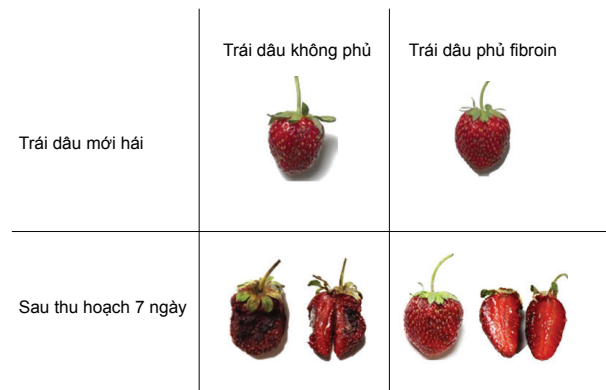
Hệ thành phẩm này sau đó sẽ được sử dụng để phủ lên các loại trái cây bằng phương pháp ngâm tẩm đơn giản. Hai loại trái cây được chọn lần lượt là dâu New England và chuối xanh Del Monte. Dâu là loại trái cây có độ hư hỏng theo thời gian rất nhanh, trong khi chuối xanh, một loại trái cây nhiệt đới, có cơ chế chín thông qua sự sản xuất ethylene và các quá trình hô hấp tế bào. Chính vì vậy, chúng tỏ ra phù hợp với mục tiêu nghiên cứu tạo ra loại màng mỏng bảo vệ hiệu quả các loại trái cây khác nhau. Đầu tiên, các mẫu dâu New England mới hái được

nhúng phủ từ 1, 2 đến 4 lần trong dung dịch huyền phù tơ fibroin với độ sâu 60 mm ở 4°C nhằm đảm bảo toàn bộ bề mặt của dâu và phần đài hoa của chúng được ngâm trong huyền phù. Quá trình phủ nhúng này kéo dài khoảng 10 giây cho mỗi lượt. Sau đó, các quả dâu được phơi khô bằng cách treo trong 4 giờ ở 22°C với độ ẩm khoảng 38%. Quy trình này cũng được thực hiện tương tự với chuối xanh Del Monte.

Tính chất của lớp phủ fibroin

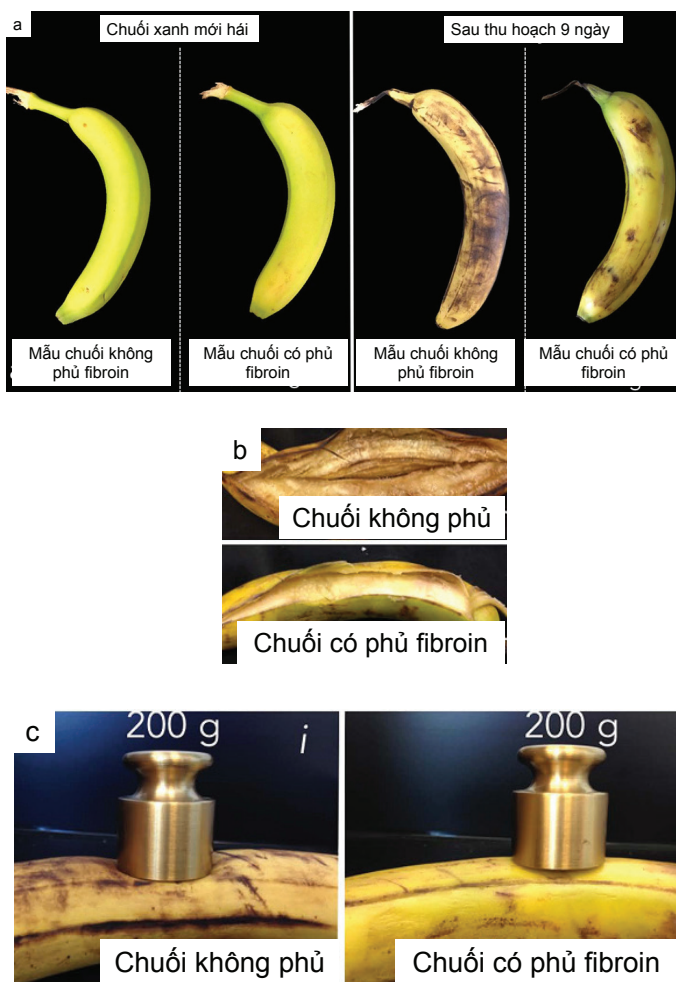
Độ tươi của các loại trái cây sau các lần phủ nhúng tơ fibroin khác nhau được đánh giá trên hai tiêu chí: hình thái và khối lượng. Cụ thể, sự thay đổi về hình dáng và màu sắc của dâu và chuối được khảo sát thông qua các hình chụp theo thời gian. Phân tích trọng lượng được thực hiện trong phòng thí nghiệm, sử dụng cân phân tích Mettler Toledo MS204S để cân khối lượng của các mẫu trái cây sau khi phủ nhúng ở các ngày thứ 1, 3, 5, 7 và 14.

Kết quả khảo sát bằng thiết bị đo micrometer cho thấy độ dày của các lớp phủ fibroin không bị ảnh hưởng nhiều bởi số lần nhúng trái cây trong dung dịch huyền phù fibroin. Độ dày này dao động trong khoảng từ 27-35 μ m. Nhóm nghiên cứu dễ dàng nhận thấy sau 7 ngày, sắc đỏ của trái dâu không được phủ màng fibroin giảm mạnh, đồng thời hình dáng cũng bị biến dạng theo thời gian. Ngược lại sau khi phủ fibroin, trái dâu vẫn giữ được màu đỏ đặc trưng cùng với hình dáng gần giống như ban đầu sau 7 ngày lưu trữ. Điều này có thể giải thích nhờ vào các cấu trúc β -sheet trong fibroin vốn có khả năng ngăn cản sự tấn công của vi khuẩn và nấm, đồng thời bảo vệ các mô tế bào của dâu, giúp cải thiện độ bền vững và độ tươi của dâu theo thời gian. Thí nghiệm đo trọng lượng cũng khẳng định nhận định trên. Đối với dâu không phủ, sau 14 ngày, khối lượng giảm hơn 60%, trong khi đối với dâu được phủ, khối lượng chỉ giảm chưa tới 20%.



Hình 2: thí nghiệm theo dõi độ tươi của dâu theo thời gian khi không và có phủ lớp fibroin

Kết quả tương tự cũng được thu nhận trong trường hợp của chuối xanh. Hình 3 cho thấy rõ ràng khả năng làm chậm quá trình chín của lớp phủ fibroin. Sau 9 ngày quan sát, mẫu chuối không phủ bị chín rục, với lớp vỏ hóa vàng nâu cùng ruột chuối chín mềm, trong khi mẫu có phủ fibroin vẫn giữ được màu sắc tươi của lớp vỏ, hình dáng của ruột chuối cũng không thay đổi nhiều so với ban đầu. Khảo sát với quả cân 200 g đặt trên thân chuối cũng cho thấy mẫu chuối không phủ không chịu được tải của quả cân, trong khi mẫu phủ fibroin vẫn còn giữ được tính săn chắc.



Hình 3: thí nghiệm theo dõi độ chín của chuối xanh không phủ và có phủ fibroin sau khi thu hoạch 9 ngày (a) so sánh vỏ chuối, (b) so sánh ruột chuối, (c) so sánh khả năng chịu tải 200 g

Những kết quả này cho thấy, lớp phủ fibroin tỏ ra rất hiệu quả trong mục đích tăng cường khả năng giữ tươi của trái cây theo thời gian. Mặc dù chỉ mới là nghiên cứu sơ

khởi, F.G Omenetto và các cộng sự đã mở ra một hướng nghiên cứu mới cũng như cung cấp một giải pháp mới góp phần bảo vệ nông sản, giúp giảm lãng phí thực phẩm

LTK (tổng hợp)

Tài liệu tham khảo

- [1] FAO (2011), "Global food losses and food waste", Available at <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e.pdf> (Accessed: 8th March 2016).
- [2] V Falguera, J.P Quintero, A Jiménez, J.A Muñoz, A Ibarz (2011), "Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use", *Trends in Food Science & Technology*, **22**, pp.292-303.
- [3] S Guilbert, N Gontard (2005), "Innovations in Food Packaging", pp.263-276.
- [4] M Vargas, C Pastor, A Chiralt, D.J McClements, C González-Martínez (2008), "Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **48**, pp.496-511.
- [5] T Janjarasskul, J.M Krochta (2010), "Edible packaging materials", *Annual Review of Food Science and Technology*, **1**, pp.15-448.
- [6] I Fernández-Pan, J Ignacio, M Caballero (2011), *Biopolymers - New Materials for Sustainable Films and Coatings*, pp.233-254.
- [7] H Arnon, Y Zaitsev, R Porat, E Poverenov (2014), "Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit", *Postharvest Biology and Technology*, **87**, pp.21-26.
- [8] H Arnon, R Granit, R Porat, E Poverenov (2015), "Development of polysaccharides-based edible coatings for citrus fruits: A layer-by-layer approach", *Food Chemistry*, **166**, pp.465-472.
- [9] P.S Tanada-Palmu, C.R.F Grosso (2005), "Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (Fragaria ananassa) quality", *Postharvest Biology and Technology*, **36**, pp.199-208.
- [10] A.S Negri (2015), "Comparative analysis of fruit aroma patterns in the domesticated wild strawberries "Profumata di Tortona", *Frontiers in Plant Science*, **6**, pp.56.
- [11] F.G Omenetto, D.L Kaplan (2010), "New Opportunities for an Ancient Material", *Science*, **329**, pp.528-531.
- [12] H.J Jin, D.L Kaplan (2003), "Mechanism of silk processing in insects and spiders", *Nature*, **424**, pp.1057-1061.
- [13] G.H Altman (2003), "Silk-based biomaterials", *Biomaterials*, **24**, pp.401-416.
- [14] D.H Kim (2010), "Dissolvable films of silk fibroin for ultrathin conformal bio-integrated electronics", *Nature Materials*, **9**, pp.511-517.
- [15] H Tao (2012), "Silk-Based Conformal, Adhesive, Edible Food Sensors", *Advanced Materials*, **24**, pp.1067-1072.
- [16] B Marelli, M.A Brenckle, D.L Kaplan, F.G Omenetto (2016), "Silk fibroin as edible coating for perishable food preservation", *Scientific Report*, **6**, pp.1-11.