



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0003211

(51) **A23B 7/154**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00069

(22) 22/02/2021

(45) 25/07/2023 424

(43) 26/04/2021 397

(73) Viện Kỹ thuật nhiệt đới - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)
Nhà A13, 18 Hoàng Quốc Việt, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Mai Đức Huynh (VN); Vũ Quốc Trung (VN); Nguyễn Thúy Chinh (VN); Thái
Hoàng (VN); Nguyễn Vũ Giang (VN); Vũ Quốc Mạnh (VN); Phạm Gia Khiêm
(VN); Phạm Thái Sơn (VN); Trần Thị Thùy Dương (VN).

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT CHẾ PHẨM TẠO MÀNG SINH HỌC VÀ CHẾ PHẨM TẠO
MÀNG SINH HỌC THU ĐƯỢC TỪ QUY TRÌNH NÀY

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất chế phẩm tạo màng sinh học để bảo
quản nông sản, trong đó quy trình này cho phép phối kết hợp giữa nano bạc và nano
hydroxyapatit và chitosan tạo nên phức hợp huyền phù cho phép phân phối đồng đều các
thành phần này trong nền gelatin và polyetylen oxit. Chế phẩm tạo màng sinh học thu được
từ giải pháp hữu ích cho phép dễ dàng tạo màng mỏng trên bề mặt, có khả năng ức chế sự
phát triển của vi khuẩn nhưng vẫn cho phép trao đổi khí, thích hợp ứng dụng để bảo quản
nông sản.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực công nghệ bảo quản sau thu hoạch, cụ thể là giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất chế phẩm tạo màng sinh học và chế phẩm tạo màng sinh học thu được từ quy trình này ứng dụng trong bảo quản nông sản.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Nano bạc đã được nghiên cứu, ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt là lĩnh vực y tế do khả năng kháng khuẩn vượt trội của nó. Đã có một số nghiên cứu phát triển nano bạc bằng kỹ thuật đồng kết tủa từ muối bạc cho phép thu được bạc nano có kích thước nhỏ, đồng nhất. Đã có nhiều nghiên cứu cho thấy, bạc có kích thước khoảng 10 nm cho thấy hiệu quả diệt khuẩn tốt nhất. Tuy nhiên, huyền phù chứa nano bạc thường dễ bị lắng tụ theo thời gian, do đó, làm giảm hiệu quả khi sử dụng và thường phải khuấy trộn trước khi sử dụng.

Đã có một số nghiên cứu nhằm phân tán huyền phù nano bạc trong môi trường, ví dụ, Trần Vĩnh Hoàng và cộng sự, Nghiên cứu chế tạo và thử hoạt tính kháng khuẩn của dung dịch nano bạc sử dụng chitosan làm chất khử/chất ổn định, Tạp chí Khoa học và Công nghệ, 49 (6), 2011, 101-106 đã sử dụng chitosan vừa làm chất ổn định, vừa làm chất khử để có thể tạo ra hệ keo chứa nano bạc giúp ổn định và tăng cường khả năng kháng khuẩn của nano bạc. Tuy nhiên, tài liệu này cũng cho thấy, rằng mặc dù chitosan có hiệu quả trong việc ngăn chặn sự kết tụ của hạt nano bạc do tạo ra lớp màng mỏng khoảng 2 nm, nhưng hiệu quả phân tán của nano bạc giảm khi nhiệt độ tăng. Nghiên cứu này cũng chỉ ra hiệu quả kháng khuẩn của nano bạc ngay cả ở nồng độ thấp.

Cũng có một số nghiên cứu nhằm tạo màng chứa nano bạc, ví dụ Mansor B Ahmad et al, Synthesis of silver nanoparticles in chitosan, gelatin and chitosan/gelatin bionanocomposites by a chemical reducing agent and their characterization, Molecules 2011, 16, 7237-7248 12/2011 đã đề cập đến việc kết hợp gelatin với chitosan để thu được màng gelatin phân tán chitosan và nano bạc. Nghiên cứu này cũng chỉ ra việc kết hợp chitosan và gelatin giúp thu được màng chứa nano bạc ổn định hơn. Bằng việc kết

hợp này, bề mặt màng có sự phân tán hạt nano bạc đồng đều hơn, giảm được sự kết tụ nano bạc.

Trước nhu cầu bảo quản nông sản sau thu hoạch, đặc biệt là các sản phẩm trái cây tươi khi vào chính vụ có thời gian thu hoạch ngắn, việc bảo quản không tốt dễ dẫn đến hỏng, phải loại bỏ, gây thiệt hại về kinh tế. Ngoài ra, các kỹ thuật bảo quản như sử dụng kho lạnh cần đầu tư lớn, tốn diện tích và chi phí vận hành nên không hiệu quả. Các kỹ thuật sử dụng dung dịch khử trùng như chất kháng sinh bị cấm và không được khuyến khích. Mặc dù đã có một số kỹ thuật sử dụng màng bao, như sử dụng màng bao polyme hoặc các thành phần có khả năng tạo màng như các tiền polyme, nhưng các màng bao này có bất lợi là hoặc là cần nhân công bao gói hoặc là khó kiểm soát, và do đó chỉ thích hợp để ứng dụng trong những nông trại hoặc nhà máy lớn, có đủ tiềm lực kinh tế, kỹ thuật đầu tư trang thiết bị.

Do đó, vẫn cần phát triển các loại chế phẩm giúp bảo quản nông sản, cụ thể là trái cây, cho phép ứng dụng nano bạc kết hợp với gelatin, chitosan cho phép tạo màng sinh học trực tiếp trên bề mặt sản phẩm, giúp giảm được giá thành, dễ dàng ứng dụng, không độc hại và ổn định có thể dễ dàng ứng dụng để giúp nông dân bảo quản, kéo dài chất lượng nông sản sau khi thu hoạch.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên, bằng cách kết hợp các chất nền trên cơ sở gelatin, polyetylen oxit kết hợp với chitosan, nano bạc và nano hydroxyapatit, giải pháp đã phát triển được chế phẩm cho phép phân tán đồng đều, ổn định. Chế phẩm cho phép nhanh chóng tạo màng bao, nhưng duy trì được khả năng trao đổi với môi trường để có thể bảo quản nông sản sau thu hoạch kéo dài. Theo đó, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất chế phẩm tạo màng sinh học để bảo quản nông sản và chế phẩm tạo màng sinh học thu được từ quy trình này. Ngoài ra, giải pháp hữu ích cũng đề cập đến quy trình bảo quản nông sản bằng chế phẩm tạo màng sinh học theo giải pháp hữu ích.

Theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất chế phẩm tạo màng sinh học để bảo quản nông sản, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

a) chuẩn bị nguyên liệu bằng cách thu nhận các thành phần chitosan, gelatin, nano hydroxyapatit, nano bạc, polyetylen oxit và dung dịch axit axetic 1% theo tỷ lệ % trọng lượng sau:

Chitosan:	0,25-1,0
Gelatin:	0,15-0,5
Nano hydroxyapatit:	0,05-0,2
Dung dịch nano bạc 1 g/L:	10-30
Polyetylen oxit:	0,1-1,0
Axit axetic 1%:	15-25
Nước cất:	50-65

b) chuẩn bị dung dịch chitosan bằng cách hòa chitosan trong dung dịch axit axetic 1%, khuấy trong khoảng từ 10 đến 15 giờ, thu được dung dịch chitosan;

c) tạo huyền phù nano bạc bằng cách phân tán nano bạc có kích thước từ 10 đến 12 nm trong nước cất đến nồng độ 1g/L, tiếp đó bổ sung nano hydroxyapatit vào dung dịch nano bạc và tiến hành khuấy trộn liên tục trong khoảng từ 12 đến 15 giờ, cuối cùng bổ sung gelatin và khuấy trộn tiếp trong khoảng từ 2 đến 3 giờ để thu được huyền phù nano bạc; và

d) thu chế phẩm tạo màng sinh học bằng cách bổ sung polyetylen oxit và huyền phù nano bạc, khuấy trộn đều trong 30 phút, tiếp đó bổ sung dung dịch chitosan và khuấy trộn đều trong 2 giờ, thu được chế phẩm tạo màng sinh học dạng dung dịch đồng nhất.

Theo khía cạnh thứ hai, giải pháp hữu ích đề cập đến chế phẩm tạo màng sinh học được sản xuất bằng quy trình theo điểm 1, trong đó chế phẩm này bao gồm các thành phần theo tỷ lệ % trọng lượng sau:

Chitosan:	0,25-1,0
Gelatin:	0,15-0,5
Nano hydroxyapatit:	0,05-0,2
Dung dịch nano bạc 1 g/L:	10-30
Polyetylen oxit:	0,1-1,0
Axit axetic 1%:	15-25
Nước cất:	50-65.

Theo khía cạnh thứ ba, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình bảo quản nông sản bằng chế phẩm tạo màng sinh học theo giải pháp hữu ích, trong đó quy trình này bao gồm các bước làm sạch bề mặt nông sản, nhúng nông sản cần bảo quản vào chế phẩm trong 1 phút, và vớt ra để khô tự nhiên tạo màng sinh học trên bề mặt nông sản ở nhiệt độ phòng.

Theo các phương án ưu tiên, nông sản được bảo quản là trái cây tươi được chọn từ nhóm bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, chuối, cam, nhãn, vải, nho, xoài, đu đủ, chanh, chanh leo, quýt, dứa, lê, táo, kiwi, thanh long, dưa leo, dưa hấu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là ảnh hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FESEM) của mẫu màng sinh học theo một phương án thực hiện theo giải pháp hữu ích.

Hình 2 là ảnh hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FESEM) của mẫu màng sinh học theo một phương án thực hiện theo giải pháp hữu ích.

Hình 3 là ảnh hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FESEM) của màng sinh học theo một phương án thực hiện theo giải pháp hữu ích với lượng nano bạc

Hình 4 là ảnh chụp kết quả thử nghiệm bảo quản các mẫu cam với các màng bảo quản khác nhau tại các thời điểm khác nhau.

Hình 5 là ảnh chụp kết quả thử nghiệm bảo quản các mẫu chuối với các màng bảo quản khác nhau tại các thời điểm khác nhau.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Sau đây, giải pháp hữu ích được mô tả chi tiết với các phương án và các ví dụ thực hiện cụ thể, tuy nhiên, các phương án và các ví dụ này chỉ nhằm làm rõ bản chất của giải pháp hữu ích chứ không nhằm mục đích hạn chế phạm vi yêu cầu bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất chế phẩm tạo màng sinh học để bảo quản nông sản, trong đó quy trình này bao gồm các bước: a) chuẩn bị nguyên liệu; b) chuẩn bị dung dịch chitosan; c) tạo huyền phù nano bạc; và d) thu chế phẩm tạo màng sinh học.

Trong bước chuẩn bị nguyên liệu, các thành phần bao gồm chitosan, gelatin, nano hydroxyapatit, nano bạc, polyetylen oxit, axit axetic được sử dụng là các thành phần có bán trên thị trường. Tốt nhất chitosan thu được từ vỏ động vật giáp xác, gelatin thu được từ da cá. Nano hydroxyapatit thu được từ vỏ động vật nhuỷên thể được xử lý và nghiền đến kích thước nano.

Chitosan có bản chất là polysaccharit mạch thẳng được cấu tạo từ các D-glucosamine (đơn vị đã được deacetyl hóa) và N-acetyl-D-Glucosamin (đơn vị chứa nhóm axetyl) liên kết tại vị trí β -(1-4). Chitosan được sản xuất từ quá trình xử lý vỏ các loài giáp xác (ví dụ vỏ tôm, cua) với dung dịch kiềm NaOH. Chitosan có nhiều ứng dụng trong thương mại và y sinh. Trong nông nghiệp, chitosan có thể được sử dụng để xử lý hạt giống và thuốc trừ dịch hại sinh học, giúp cây trồng chống lại các loại bệnh do nấm. Trong sản xuất rượu vang, chitosan có thể được sử dụng như là tác nhân lọc cặn và bảo quản. Trong công nghiệp, nó có thể được sử dụng trong sơn tự làm liền vết trầy xước polyuretan. Trong y học, nó có thể được ứng dụng trong băng gạc y tế để làm giảm chảy máu và chống nhiễm khuẩn; truyền tải thuốc qua da. Chitosan được sản xuất trong công nghiệp bằng phương pháp deacetyl hóa chitin, vốn là chất tạo nên cấu trúc của lớp vỏ của các loài giáp xác và thành tế bào của loài nấm. Độ deacetyl hóa (%) có thể được xác định bằng phương pháp đo phổ NMR. Độ deacetyl hóa của chitosan thương mại thường dao động trong khoảng từ 60 đến 100%. Nhìn chung, phân tử lượng của chitosan thương mại nằm trong khoảng từ 3.800 đến 20.000 Dalton. Phương pháp deacetyl hóa chitosan thông dụng là sử dụng lượng dư dung dịch NaOH. Chitosan được sử dụng theo giải pháp hữu ích đóng vai trò làm chất diệt khuẩn, kết hợp với tạo cấu trúc cho màng sinh học thu được. Lượng chitosan được sử dụng để sản xuất chế phẩm tạo màng sinh học theo giải pháp hữu ích là từ 0,25 đến 1% theo trọng lượng chế phẩm. Theo các phương án ưu tiên, lượng chitosan được sử dụng là 0,25, 0,3, 0,35, 0,4, 0,45, 0,5, 0,55, 0,60, 0,65, 0,70, 0,75, 0,80, 0,85, 0,9, 0,95 hoặc 1% trọng lượng của chế phẩm. Nếu lượng chitosan được sử dụng nhỏ hơn 0,25%, hiệu quả kháng khuẩn và tạo cấu trúc xốp cho màng không đảm bảo, tuy nhiên, nếu lượng chitosan lớn hơn 1%, cấu trúc màng thu được dễ bị vỡ.

Gelatin là một chất rắn không màu, không vị, màu trong mờ, giòn khi khô, nhưng tạo cấu trúc gel khi được pha với lượng nước vừa đủ. Gelatin thường được chiết tách từ da động vật. Trong thực phẩm, mỹ phẩm và dược phẩm, gelatin được sử dụng như

chất làm đông. Theo giải pháp hữu ích, gelatin được sử dụng đóng vai trò như chất nền, khi kết hợp với chitosan, gelatin tạo nên cấu trúc màng mềm và xốp, tăng khả năng dính bám trên bề mặt cần bảo vệ. Lượng gelatin được sử dụng từ 0,15 đến 0,5% trọng lượng chế phẩm. Nếu lượng gelatin nhỏ hơn 0,15% trọng lượng chế phẩm thì khả năng tạo màng kém, ngược lại, nếu lượng gelatin lớn hơn 0,5% trọng lượng, màng khả năng hình thành màng lâu, dễ dẫn đến hiện tượng trơn, ướt, lâu khô dẫn đến dính bám trên bề mặt sản phẩm, ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm nông sản cần bảo quản. Theo các phương án ưu tiên, lượng gelatin được sử dụng theo sáng chế tốt nhất là 0,15, 0,2, 0,25, 0,3, 0,35, 0,4, 0,45 hoặc 0,5% trọng lượng chế phẩm.

Nano bạc là vật liệu đã được chứng minh an toàn và có tác dụng diệt khuẩn vượt trội. Các phương pháp thu được nano bạc là đã biết và hiệu quả tác động lên vi sinh vật đã được chứng minh khi bạc nano có kích thước khoảng 10 nm. Lượng nano bạc được sử dụng theo giải pháp hữu ích nằm trong khoảng từ 10 đến 30 ppm. Theo các phương án ưu tiên, lượng nano bạc được sử dụng theo giải pháp hữu ích tốt nhất là 10, 15, 20, 25 hoặc 30 ppm.

Polyetylen oxit (PEO) là một polyete với nhiều ứng dụng trong công nghiệp sản xuất y dược. PEO cũng được biết đến như một dạng của poly etylen glycol (PEG) hoặc polyoxyetylen (POE), tùy thuộc vào trọng lượng của phân tử. Cấu trúc của PEG thường được mô tả: $H-(O-CH_2-CH_2)_n-OH$. PEG, PEO và POE thường được hiểu là oligome hoặc polyme của etylen oxit. Ba tên gọi này là đồng nghĩa về mặt hóa học, nhưng về lịch sử, PEG được ưu tiên sử dụng trong lĩnh vực y sinh học, trong khi đó, PEO được dùng phổ biến hơn trong lĩnh vực hóa polyme. Bởi vì các ứng dụng khác nhau đòi hỏi độ dài mạch polyme khác nhau. PEG thường là các polyme hoặc oligime có trọng lượng phân tử dưới 20.000 g/mol. PEO thường là để chỉ các polyme này có một khối lượng phân tử trên 20.000 g/mol, còn POE để chỉ loại polyme này có khối lượng phân tử bất kỳ.

PEO là các chất lỏng hay chất rắn có nhiệt độ nóng chảy thấp, tùy thuộc vào khối lượng phân tử. Trong khi PEG và PEO có khối lượng phân tử khác nhau được sử dụng trong các ứng dụng khác nhau, và có các tính chất vật lý khác nhau do hiệu ứng độ dài mạch của chúng, các tính chất hóa học thì gần như giống nhau. Sự hình thành của PEG cũng có nhiều dạng khác nhau, tùy thuộc vào chất khởi đầu (chất khơi mào) được sử dụng trong quá trình trùng hợp. Theo giải pháp hữu ích polyetylen oxit được sử dụng

như một chất ổn định huyền phù và tăng cấu trúc dai cho màng sinh học thu được. Lượng polyetylen oxit được sử dụng theo giải pháp hữu ích nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1% trọng lượng chế phẩm. Theo các phương án ưu tiên cụ thể, lượng polyetylen oxit được sử dụng trong chế phẩm theo giải pháp hữu ích là 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 hoặc 1% trọng lượng chế phẩm. Nếu lượng polyetylen oxit thấp, khả năng huyền phù hóa của nano bạc giảm, tuy nhiên, nếu lượng polyetylen oxit cao, màng sinh học thu được dai và lâu khô, ảnh hưởng đến quá trình tạo màng trên bề mặt nông sản. Ngoài ra, nếu lượng polyetylen oxit sử dụng cao, lớp màng thu được có độ xốp kém, giảm khả năng hô hấp của sản phẩm nông sản cần bảo quản, khiến nông sản nhanh hỏng.

Axit axetic được sử dụng theo giải pháp hữu ích đóng vai trò là dung môi dùng để hòa tan chitosan. Axit axetic sử dụng là dung dịch có nồng độ 1%, có khả năng giúp hòa tan chitosan và giảm pH của chế phẩm, giúp chế phẩm có pH axit, hỗ trợ cho tác dụng kháng khuẩn của chế phẩm tạo màng sinh học theo sáng chế đồng thời giúp màng sinh học thu được mềm dẻo hơn.

Theo đó, các thành phần chitosan, gelatin, nano hydroxyapatit, nano bạc, polyetylen oxit và dung dịch axit axetic 1% theo tỷ lệ % trọng lượng sau:

Chitosan:	0,25-1,0
Gelatin:	0,15-0,5
Nano hydroxyapatit:	0,05-0,2
Dung dịch nano bạc 1 g/L:	10-30
Polyetylen oxit:	0,1-1,0
Axit axetic 1%:	15-25
Nước cất:	50-65

Trong bước chuẩn bị dung dịch chitosan, tiến hành hòa chitosan trong dung dịch axit axetic 1%. Quá trình này nhằm chitosan được hòa tan hòa toàn thành dung dịch đồng nhất. Quá trình này cần tiến hành khuấy trong khoảng từ 10 đến 15 giờ để thu được dung dịch chitosan đồng nhất.

Trong bước tạo huyền phù nano bạc, tiến hành phân tán nano bạc có kích thước từ 10 đến 12 nm trong nước cất đến nồng độ 1g/L. Do nano bạc có xu hướng lắng tụ, do đó quá trình này cần tiến hành khuấy trộn. Tiếp đó, bổ sung nano hydroxyapatit vào

dung dịch nano bạc và tiến hành khuấy trộn liên tục trong khoảng từ 12 đến 15 giờ. Do cấu trúc của nano hydroxyapatit xốp, do đó cho phép hấp thụ bề mặt với nano bạc tạo nên cấu trúc phân tán bạc-hydroapatit cho phép các phân tử bạc phân tán tốt trong môi trường lỏng. Tiếp đó, bổ sung gelatin và khuấy trộn tiếp trong khoảng từ 2 đến 3 giờ để cấu trúc bạc-hydroapatit này được phân tán trong nền gelatin tốt hơn. Các tác giả đã nghiên cứu và bất ngờ nhận thấy rằng, khi bổ sung một lượng nano hydroxyapatit, khả năng phân tán của các hạt bạc trong môi trường gelatin loãng tốt hơn, tránh được hiện tượng lắng tụ sau một quá trình bảo quản. Điều này có thể là do hydroxyapatit này xốp nên có diện tích bề mặt lớn, có khả năng hấp thụ hạt nano bạc trên bề mặt, đồng thời cho phép các phân tử gelatin xâm nhập vào cấu trúc lõi, giúp huyền phù ổn định hơn. Sau khi khuấy trộn đều, thu được huyền phù nano bạc đồng nhất.

Trong bước thu chế phẩm tạo màng sinh học, tiến hành bổ sung polyetylen oxit và huyền phù nano bạc, khuấy trộn đều trong 30 phút. Polyetylen oxit với cấu trúc mạch dài cho phép tạo và kết mạng tốt, từ đó hình thành nên màng sinh học bền. Tiếp đó bổ sung dung dịch chitosan và khuấy trộn đều trong 2 giờ. Quá trình này cho phép đồng nhất dung dịch chitosan với huyền phù bạc để thu được chế phẩm tạo màng sinh học dạng dung dịch đồng nhất.

Theo khía cạnh thứ hai, giải pháp hữu ích đề cập đến chế phẩm tạo màng sinh học được sản xuất bằng quy trình theo giải pháp hữu ích, trong đó chế phẩm này bao gồm các thành phần theo tỷ lệ % trọng lượng sau:

Chitosan:	0,25-1,0
Gelatin:	0,15-0,5
Nano hydroxyapatit:	0,05-0,2
Dung dịch nano bạc 1 g/L:	10-30
Polyetylen oxit:	0,1-1,0
Axit axetic 1%:	15-25
Nước cất:	50-65.

Chế phẩm tạo màng sinh học theo giải pháp hữu ích cho phép tạo lớp màng mỏng trên bề mặt vật phủ bằng cách nhúng và để khô tự nhiên trong điều kiện môi trường. Chế phẩm khô nhanh, tạo ra màng sinh học trên cơ sở mạng cấu trúc chitosan, gelatin, polyetylen oxit với các hạt nano bạc và nano hydroapatit phân tán đồng đều. Chế phẩm có khả năng tương thích sinh học, kháng khuẩn và giảm được tốc độ trao

đổi chất của sản phẩm nông sản, thích hợp để bảo quản nông sản, đặc biệt là các loại quả, ví dụ, nhưng không chỉ giới hạn ở, chuối, cam, nhãn, vải, nho, xoài, đu đủ, chanh, chanh leo, quýt, dứa, lê, táo, kiwi, thanh long, dưa leo, dưa hấu.

Theo khía cạnh thứ ba, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình bảo quản nông sản bằng chế phẩm tạo màng sinh học theo giải pháp hữu ích, trong đó quy trình này bao gồm các bước làm sạch bề mặt nông sản, nhúng nông sản cần bảo quản vào chế phẩm trong 1 phút, và vớt ra để khô tự nhiên tạo màng sinh học trên bề mặt nông sản ở nhiệt độ phòng.

Theo các phương án ưu tiên, nông sản được bảo quản là trái cây tươi được chọn từ nhóm bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, chuối, cam, nhãn, vải, nho, xoài, đu đủ, chanh, chanh leo, quýt, dứa, lê, táo, kiwi, thanh long, dưa leo, dưa hấu.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Ví dụ 1. Sản xuất chế phẩm tạo màng sinh học

Để sản xuất chế phẩm tạo màng sinh học, tiến hành sản xuất các mẫu chế phẩm tạo màng sinh học với tỷ lệ bạc nano khác nhau.

Hòa tan ba mẫu, mỗi mẫu bao gồm 3,6 g chitosan trong 200ml dung dịch axit axetic 1%, chuyển lên thiết bị khuấy từ và khuấy liên tục trong 15 giờ, thu được dung dịch chitosan đồng nhất. Bạc nano có kích thước khoảng 10 nm được phân tán trong nước đến nồng độ 1g/L.

Lần lượt khuấy 100 ml, 200 ml và 300 ml dung dịch bạc nano và bổ sung mỗi mẫu 6g nano hydroxyapatit và khuấy trong 15 giờ để bạc nano và hydroapatit phân tán đều, tiếp đó bổ sung 2,4g gelatin và khuấy tiếp trong 2 giờ thu được huyền phù đồng nhất. Tiếp đó bổ sung 1,5g polyetylen oxit, khuấy trộn trong 30 phút rồi lần lượt bổ sung 200 ml dung dịch chitosan vào mỗi mẫu và chuẩn đến đủ 1 lít bằng nước cất. Sau khi khuấy trộn đều trong 2 giờ thu được ba dung dịch chế phẩm tạo màng sinh học (mẫu B1, B2 và B3) dạng lỏng, chứa huyền phù nano phân tán đồng nhất.

Ví dụ 2. Đánh giá chất lượng màng sinh học

Để đánh giá chất lượng màng sinh học thu được, các mẫu TN1, TN2 và TN3 thu được từ Ví dụ 1 được đánh giá về đặc tính vật lý, tính chất cơ học và khả năng kháng khuẩn.

Để đánh giá về sự thay đổi độ nhớt, các mẫu TN1, TN2 và TN3 thu được từ Ví dụ 1 được đánh giá về độ nhớt. Độ nhớt của chế phẩm ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng tạo màng và độ dày của màng thu được. Độ nhớt của vật liệu được đánh giá bằng thời gian chảy lỏng chảy trong nhớt kế Ubbelohde kết quả thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Độ nhớt của các mẫu chế phẩm tạo màng sinh học

Mẫu	B1	B2	B3
Thời gian (giây)	184	188	191

Kết quả thể hiện trên Bảng 1 cho thấy, các mẫu có độ nhớt cao tương ứng với thời gian chảy càng dài. Khi tăng hàm lượng nano bạc thì thời gian chảy của các mẫu tăng dần.

Để đánh giá về tính chất cơ học của màng sinh học, các mẫu B1, B2 và B3 được tạo màng bằng các phủ lên bề mặt và để khô tự nhiên thu được các mẫu TN1, TN2 và TN3, tương ứng để kiểm tra độ bền kéo, mô đun đàn hồi và độ giãn dài khi đứt. Kết quả ảnh chụp bề mặt (ảnh SEM) được thể hiện trên các hình 1 (mẫu B1), hình 2 (mẫu B2) và hình 3 (mẫu B3). Kết quả cho thấy ngay cả với mẫu có hàm lượng bạc nano cao, bạc nano được phân tán đều trong nền chitosan và gelatin, không xuất hiện kết tụ. Các mẫu B1 và B2 cho thấy mật độ bạc nano xuất hiện ít hơn, các hạt nano hydroapatit (màu xám) có tác dụng hỗ trợ phân tán các hạt nano trong nền chitosan và gelatin tốt.

Kết quả đánh giá đặc tính cơ lý của màng sinh học và màng PE thương mại được tổng hợp trên Bảng 2.

Bảng 2. Đặc tính cơ lý của màng sinh học và màng PE thương mại

Tên mẫu	Độ bền kéo đứt (MPa)	Mô đun đàn hồi (MPa)	Độ giãn dài khi đứt (%)
Màng PE	4,20	26,08	151,61
TN1	9,36	638,56	15,58
TN2	8,22	380,76	9,28
TN3	6,72	240,23	4,65

Kết quả thể hiện trên Bảng 2 cho thấy độ bền kéo của mẫu màng PE so sánh và các mẫu TN1, TN2 và TN3. Mẫu màng PE ban đầu có độ bền kéo, mô đun đàn hồi và độ giãn dài khi đứt lần lượt là 4,2 MPa; 26,08 MPa và 151,61 %. Các mẫu TN1, TN2 và TN3 có sự thay đổi tính chất đáng kể khi chế tạo ở các tỷ lệ thành phần khác nhau.

Độ bền kéo đứt của các màng này giảm từ 9,36 MPa xuống còn 6,72 MPa khi tăng hàm lượng nano bạc từ 50 ppm lên 300 ppm. Xu hướng tương tự cũng được quan sát đối với mô đun đàn hồi và độ dẫn dài khi đứt. So sánh với mẫu màng PE có thể thấy, các giá trị độ bền kéo đứt và mô đun đàn hồi của màng TN1, TN2 và TN3 lớn hơn, nhưng độ dẫn dài khi đứt thấp hơn. Điều này cho thấy các mẫu TN1, TN2 và TN3 khá cứng và giòn, tuy nhiên các mẫu ở hàm lượng bạc thấp vẫn đảm bảo được độ dẻo dai của màng.

Để đánh giá hàm ẩm, các mẫu thử nghiệm được đánh giá dựa trên khối lượng màng ban đầu và khối lượng màng sau khi sấy ở 105°C đến khối lượng không đổi. Kết quả đánh giá hàm ẩm của các mẫu TN1, TN2 và TN3 được thể hiện trên Bảng 3.

Bảng 3. Hàm ẩm của các mẫu màng thử nghiệm

Chỉ tiêu	TN1	TN2	TN3
Khối lượng màng ban đầu (mg)	52	43	36
Khối lượng màng sau khi sấy (mg)	47	39	33
Mất khối lượng (mg)	5	4	3
Hàm lượng ẩm (%)	9,62	8,59	7,34

Kết quả trên bảng 3 cho thấy hàm lượng ẩm của các màng giảm khi tăng hàm lượng nano bạc trong mẫu.

Để đánh giá về khả năng kháng khuẩn, các mẫu được kiểm tra, đánh giá khả năng ức chế sinh trưởng đối với vi khuẩn gram âm (*E.coli*, *P. aeruginosa*), vi khuẩn gram dương (*B. Subtillis*, *S. Aureus*), nấm mốc (*A. niger*, *F. oxysporum*), nấm men (*S. cerevisiae*, *C. albicans*) đại diện. Các mẫu được thử nghiệm để xác định nồng độ ức chế tối thiểu theo phương pháp nuôi cấy chuẩn. Kết quả đánh giá được thể hiện trên Bảng 4.

Bảng 4. Khả năng kháng khuẩn của các mẫu màng sinh học

STT	Mẫu	Nồng độ ức chế tối thiểu (MIC, µg/mL)							
		Vi khuẩn Gr(-)		Vi khuẩn Gr(+)		Nấm mốc		Nấm men	
		<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. Aureus</i>	<i>A. niger</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>C. albicans</i>
1	B1	-	-	-	-	-	-	200	-
2	B2	200	-	200	-	-	-	150	-
3	B3	200	-	-	-	-	150	150	-

(-) không xác định (không biểu hiện hoạt tính tại nồng độ thử nghiệm)

Kết quả trên Bảng 4 cho thấy, mẫu B1 có biểu hiện hoạt tính ức chế 01 chủng nấm men *S.cerevisiae* (với giá trị MIC = 200 ng/mL); mẫu B2 có biểu hiện hoạt tính ức chế 03 chủng vi khuẩn *E. coli*, *B.subtilis* và nấm men *S.cerevisiae*; mẫu B3 có biểu hiện hoạt tính 03 chủng vi khuẩn *E. coli*, nấm men *S.cerevisiae*, và nấm mốc *F.oxysporum*.

Ví dụ 3. Đánh giá về khả năng bảo quản nông sản

Để đánh giá khả năng bảo quản nông sản, các mẫu thử nghiệm bao gồm cam và chuối ngự được rửa sạch bằng nước, sau đó ngâm trong dung dịch cloramin 100 ppm trong 10 phút để loại bỏ bụi bẩn và nấm mốc ban đầu. Mẫu cam và chuối được vớt ra, để ráo nước, sau đó được nhúng trực tiếp vào từng mẫu chế phẩm B1, B2 và B3 thu được từ Ví dụ 1. Sau khi nhúng, mẫu được vớt ra, để khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng và theo dõi sự thay đổi đặc tính sinh hóa của quả theo thời gian.

Để đối chứng, mẫu không được bao màng (ĐC), sử dụng màng PE (PE) và màng PE đục lỗ (PE lỗ) để bao. Các thử nghiệm được lặp lại 3 lần.

Các chỉ tiêu đánh giá bao gồm sự thay đổi màu sắc, thay đổi khối lượng, độ cứng, độ đường, độ axit, hàm lượng bạc của các mẫu.

Kết quả đánh giá về sự thay đổi về màu sắc của quả cam trong quá trình bảo quản cam được thể hiện trong Bảng 5 và Hình 4.

Bảng 5. Sự thay đổi màu sắc của quả cam tại các thời điểm bảo quản khác nhau

Mẫu	Sự thay đổi màu sắc (ΔE)		
	3 ngày	5 ngày	10 ngày
ĐC	3,12	7,1	12,8
PE	2,85	8,71	14,16
PE lỗ	2,24	5,41	8,68
B1	2,69	5,34	7,41
B2	2,81	5,35	7,67
B3	3,15	5,24	8,04

Kết quả thu được từ Bảng 5 cho thấy, sự thay đổi màu sắc của quả cam đối với mẫu PE, B1, B2, B3 và mẫu đối chứng. Các mẫu cho thấy sự thay đổi màu sắc đáng kể sau 3 ngày thử nghiệm, các giá trị này nằm trong khoảng từ 2 đến 4 nên có thể quan sát được. Theo thời gian, sự thay đổi màu sắc có sự thay đổi rõ rệt đối với các mẫu

khác nhau. Mẫu PE có sự thay đổi mạnh nhất, với ΔE từ 2,85 lên 14,16 sau 10 ngày thử nghiệm. Kết quả này có thể do màng PE kín hạn chế sự trao đổi chất của cam với môi trường, gây hiện tượng giữ nước, làm quả nhanh hỏng. Các mẫu sử dụng màng PE lỗ (màng PE đục lỗ) và các mẫu B1, B2, B3 có sự thay đổi màu chậm hơn đáng kể so với mẫu ĐC và PE, với giá trị đạt được nằm trong khoảng từ 7 đến 8. Trong đó các mẫu B1, B2 và B3 có sự thay đổi ít hơn so với mẫu màng PE lỗ. Mẫu B1 có sự thay đổi màu sắc ít nhất, và đạt giá trị là 7,41. Điều này có được là do ở hàm lượng nano bạc thấp (50 ppm) đảm bảo sự phân tán đồng đều, thoáng khí, nhờ đó sự trao đổi khí của mẫu với môi trường vẫn được đảm bảo. Bên cạnh đó, sự có mặt của nano bạc giúp hạn chế sự tiếp xúc của vi sinh gây hư hỏng hoa quả. Khi tăng hàm lượng nano bạc trong chế phẩm làm cho các màng sinh học bên ngoài quả cam trở nên cứng và giòn hơn, có thể tạo ra các vết rạn, nứt trên bề mặt quả cam, làm cho vi khuẩn dễ xâm nhập hơn và nước trong quả dễ thất thoát hơn, do đó làm thay đổi màu sắc của quả nhiều hơn (hình 4).

Kết quả đánh giá về sự thay đổi về màu sắc của quả chuối trong quá trình bảo quản chuối được thể hiện trong Bảng 6 và Hình 5.

Bảng 6. Sự thay đổi màu sắc của quả chuối tại các thời điểm bảo quản khác nhau

Mẫu	Sự thay đổi màu sắc (ΔE)		
	3 ngày	5 ngày	10 ngày
ĐC	9,85	15,77	22,34
PE	11,23	19,18	23,97
PE lỗ	8,56	11,04	16,83
B1	7,61	10,76	13,65
B2	8,61	11,98	14,04
B3	7,06	12,25	15,38

Kết quả trên Bảng 6 cho thấy, so với mẫu cam, các mẫu chuối có sự thay đổi màu sắc rõ rệt hơn rất nhiều tương ứng với màu sắc của quả thay đổi mạnh từ màu xanh sang màu vàng sau đó xuất hiện các chấm đen (Hình 5). Tương tự như mẫu cam, các mẫu được bảo quản bởi màng PE và màng PE lỗ có sự thay đổi màu mạnh hơn so với mẫu được bảo quản bằng B1, B2 và B3. Mẫu B1 cho thấy hiệu quả bảo vệ chuối tốt hơn so với các mẫu còn lại khác.

Kết quả đánh giá về sự thay đổi khối lượng (%) của quả trong quá trình bảo quản được thể hiện trên Bảng 7.

Bảng 7. Sự thay đổi khối lượng của chuối và cam trong quá trình thử nghiệm

Ngày	ĐC (%)	PE (%)	PE lỗ (%)	B1 (%)	B2 (%)	B3 (%)
	Chuối					
0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3	94,32	99,14	98,91	92,37	94,13	94,44
5	91,55	97,84	97,71	88,95	90,88	92,13
7	89,32	96,77	96,60	86,51	88,38	89,81
10	84,32	94,56	94,29	81,47	83,74	85,49
Ngày	Cam					
0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3	98,17	98,56	99,43	97,88	99,09	99,82
5	96,43	97,76	98,68	95,48	97,07	99,78
7	95,05	97,08	98,14	93,48	95,59	98,12
10	92,29	95,75	96,94	92,05	92,57	94,85

Kết quả thể hiện trên Bảng 7 cho thấy theo thời gian bảo quản, các mẫu đều có xu hướng giảm khối lượng theo thời gian thử nghiệm do sự bay hơi của nước trong mẫu. Trong đó, khối lượng của mẫu đối chứng thay đổi nhiều nhất do không có màng bảo quản. Đối với mẫu B1, B2 và B3, khối lượng của chuối và cam cũng suy giảm tương tự như mẫu ĐC. Điều này chỉ ra rằng, các mẫu này đã đảm bảo độ thoáng khí, quá trình hô hấp của quả vẫn diễn ra do vậy nước bay hơi dễ dàng. Đối với cả chuối và cam, mẫu B1 đều cho thấy khả năng thông thoáng hơn so với các mẫu còn lại thể hiện qua khối lượng mẫu còn lại ít nhất sau 10 ngày thử nghiệm. Khả năng thấm khí kém của màng PE và màng PE đục lỗ gây ra hiện tượng giữ nước lại trong cả mẫu cam và chuối. Do vậy, khối lượng còn lại của các mẫu sử dụng các màng này đều rất lớn. Hơi nước đọng lại trong mẫu tạo điều kiện cho nấm mốc dễ phát triển làm hoa quả nhanh hỏng, điều này làm ảnh hưởng tới chất lượng hoa quả trong quá trình vận chuyển và tiêu thụ.

Kết quả đánh giá về sự thay đổi độ cứng của chuối trong quá trình bảo quản được thể hiện trên Bảng 8.

Bảng 8. Sự thay đổi độ cứng của chuối trong quá trình bảo quản

Mẫu	Ngày 0		Ngày 3		Ngày 7		Ngày 10	
	Độ cứng (kg/cm ²)	% giảm độ cứng	Độ cứng (kg/cm ²)	% giảm độ cứng	Độ cứng (kg/cm ²)	% giảm độ cứng	Độ cứng (kg/cm ²)	% giảm độ cứng
ĐC	24,0	100	12,3	48,75	1,7	92,92	1,3	94,58
PE	23,1	100	11,8	48,92	2,8	87,88	1,4	93,94
PE lỗ	22,6	100	12,2	45,95	3,0	86,71	1,5	93,35
B1	12,1	100	6,8	43,80	2,0	83,47	1,7	85,95
B2	12,8	100	7,4	42,19	1,8	85,94	1,5	88,28
B3	14,0	100	7,8	44,29	1,9	86,43	1,5	89,36

Quan sát sự thay đổi độ cứng của chuối trong quá trình bảo quản có thể thấy các mẫu chuối sau 10 ngày thử nghiệm đều có độ cứng tương tự nhau. Tuy nhiên, so với độ cứng của quả ban đầu thì các mẫu B1, B2, B3 đều có sự suy giảm độ cứng thấp hơn so với các mẫu đối chứng, hay mẫu bảo quản bằng màng PE và màng PE đục lỗ. Điều này cho thấy các chế phẩm sinh học có thể giúp tăng độ cứng cho quả và làm cho trong quá trình vận chuyển, quả đỡ bị ảnh hưởng hơn.

Kết quả đánh giá về sự thay đổi độ đường của chuối trong quá trình bảo quản được thể hiện trên Bảng 9.

Bảng 9. Sự thay đổi độ đường của chuối trong quá trình bảo quản

Mẫu	Ngày 3		Ngày 7		Ngày 10		Ngày 16	
	Độ đường (g/100g)	Tỷ lệ tăng (%)	Độ đường (g/100g)	Tỷ lệ tăng (%)	Độ đường (g/100g)	Tỷ lệ tăng (%)	Độ đường (g/100g)	Tỷ lệ tăng (%)
ĐC	4,49	100	15,4	342,98	16,3	363,03	13,3	296,21
PE	5,05	100	16,1	318,81	16,6	328,71	12,1	239,60
PE lỗ	5,27	100	16,9	320,68	16,4	311,20	15	284,63
B1	6,43	100	16,2	251,94	15,9	247,28	18,6	289,27
B2	5,27	100	15,7	297,91	16,4	311,20	17,3	328,27
B3	6,77	100	16,9	249,63	15,8	233,38	16,2	239,29

Kết quả thể hiện trong bảng 9 cho thấy lượng đường trong mẫu chuối đều tăng sau 10 ngày thử nghiệm tương ứng với độ chín của chuối và tinh bột chuyển hóa thành đường. Sau 16 ngày thử nghiệm, lượng đường trong mẫu ĐC, PE và PE lỗ đều giảm,

nhưng trong các mẫu B1, B2 và B3 vẫn tăng. Điều này chứng tỏ, đường trong các mẫu đối chứng và mẫu bảo quản bằng màng PE đã lên men còn các mẫu B1, B2 và B3 vẫn tiếp tục chín, do đó kéo dài được thời gian bảo quản.

Kết quả đánh giá về sự thay đổi độ axit của cam trong quá trình bảo quản được thể hiện trên Bảng 10.

Bảng 10. Sự thay đổi độ axit của cam trong quá trình bảo quản

Mẫu	Ngày 3	Ngày 7	Ngày 10	Ngày 16
ĐC	0,10	0,15	0,16	0,19
PE	0,11	0,14	0,15	0,19
PE lỗ	0,11	0,14	0,16	0,20
B1	0,11	0,12	0,13	0,17
B2	0,14	0,16	0,17	0,19
B3	0,10	0,12	0,16	0,18

Nhìn chung, độ axit của cam đều tăng sau thời gian bảo quản, đặc biệt là sau 16 ngày. Điều này cho thấy chất lượng của cam thay đổi đáng kể trong quá trình bảo quản.

Hàm lượng axit tổng số của quả cam có xu hướng tăng theo thời gian. So với mẫu ĐC, PE và PE lỗ, các mẫu B1, B2 và B3 cho thấy có hiệu quả hơn trong việc bảo quản. Hàm lượng axit tổng số trong mẫu cam ĐC cao hơn so với cam có phủ màng chế phẩm. Sự gia tăng % axit tổng số có liên quan đến khả năng ngăn chặn sự phá hủy oxy hóa và giảm tỷ lệ rối loạn sinh lý trong quá trình bảo quản.

Kết quả đánh giá về hàm lượng nano bạc trong quá trình bảo quản được thể hiện trên Bảng 11.

Bảng 11. Hàm lượng bạc trong mẫu quả bảo quản bằng chế phẩm sinh học (mg/kg)

Mẫu	B1	B2	B3
Cam canh	(<0,01)	0,013	0,015
Chuối ngự	KPH	KPH	(<0,01)

Ghi chú: ngưỡng phát hiện của phương pháp thử là 0,01

KPH: dưới ngưỡng phát hiện của phương pháp thử (0,004 mg/Kg).

Dựa vào kết quả kiểm tra hàm lượng bạc trong mẫu quả bảo quản bằng chế phẩm sinh học theo phương pháp thử NIFC.03.M.45 (ICP-MS) ta thấy: trong mẫu quả

nhúng chế phẩm vẫn có hàm lượng bạc nhất định do hạt Ag có kích thước nano do vậy có khả năng thấm qua vỏ vào quả. Đối với mẫu cam có vỏ mỏng hơn vỏ chuối nên dễ bị thấm hơn. Tuy nhiên, với hàm lượng Ag trong mẫu này không có ảnh hưởng đến sức khỏe. Với mẫu quả nhúng chế phẩm B1 (nồng độ nano bạc 50 ppm) có hàm bạc rất thấp với mẫu cam và không phát hiện với mẫu chuối.

Kết hợp các kết quả thu được ở trên, có thể thấy các chế phẩm sinh học này có khả năng bảo quản chuối và cam trong thời gian từ 10 đến 15 ngày ở nhiệt độ phòng.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Quy trình theo giải pháp hữu ích cho phép phân tán tốt nano bạc trong nền cấu trúc chitosan, gelatin, polyetylen oxit. Bằng cách kết hợp nano hydroapatit quy trình cho phép phân tán nano bạc, tránh được hiện tượng kết tụ và lắng nano bạc trong dung dịch theo thời gian.

Quy trình theo giải pháp hữu ích đơn giản, dễ thực hiện, kết hợp được cấu trúc chitosan, nano bạc cho phép kháng cả vi khuẩn gram âm, gram dương và nấm. Ngoài ra, quy trình cho phép tạo chế phẩm có khả năng tạo màng nhanh chóng, ổn định, đảm bảo được độ xốp, thoáng khí, nhưng cũng hạn chế được sự trao đổi chất của sản phẩm nông sản tươi, giúp bảo quản nông sản sau thu hoạch hiệu quả. Thời gian bảo quản kéo dài hiệu quả đối với thử nghiệm trong bảo quản chuối lên tới 16 ngày.

Chế phẩm tạo màng sinh học theo giải pháp hữu ích khô nhanh, dễ dàng tạo được lớp màng trên bề mặt nông sản. Các thành phần tạo màng có nguồn gốc hữu cơ nên không gây độc, đáp ứng được yêu cầu về vệ sinh an toàn thực phẩm, cho phép bảo quản nông sản tươi. Bằng cách nhúng và để khô tự nhiên trong điều kiện môi trường, chế phẩm cho phép tạo màng nhanh, thuận lợi cho quá trình xử lý. Ngoài ra, chế phẩm có khả năng tương thích sinh học, kháng khuẩn và giảm được tốc độ trao đổi chất của sản phẩm nông sản, thích hợp để bảo quản nông sản.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất chế phẩm tạo màng sinh học để bảo quản nông sản, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

a) chuẩn bị nguyên liệu bằng cách thu nhận các thành phần chitosan, gelatin, nano hydroxyapatit, nano bạc, polyetylen oxit và dung dịch axit axetic 1% theo tỷ lệ % trọng lượng sau:

Chitosan:	0,25-1,0
Gelatin:	0,15-0,5
Nano hydroxyapatit:	0,05-0,2
Dung dịch nano bạc 1 g/L:	15-25
Polyetylen oxit:	0,1-1,0
Axit axetic 1%:	10-25
Nước cất:	55-65

b) chuẩn bị dung dịch chitosan bằng cách hòa chitosan trong dung dịch axit axetic 1%, khuấy trong khoảng từ 10 đến 15 giờ, thu được dung dịch chitosan;

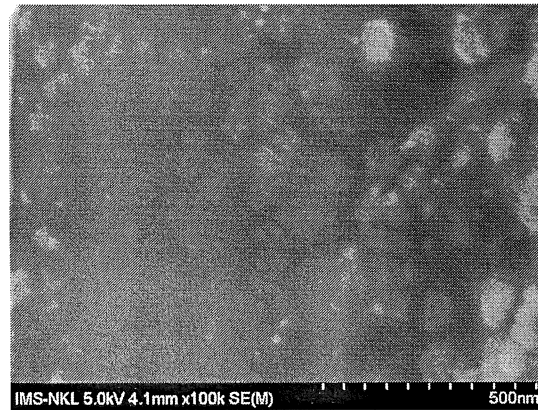
c) tạo huyền phù nano bạc bằng cách phân tán nano bạc có kích thước từ 10 đến 12 nm trong nước cất đến nồng độ 1g/L, tiếp đó bổ sung nano hydroxyapatit vào dung dịch nano bạc và tiến hành khuấy trộn liên tục trong khoảng từ 12 đến 15 giờ, cuối cùng bổ sung gelatin và khuấy trộn tiếp trong khoảng từ 2 đến 3 giờ để thu được huyền phù nano bạc; và

d) thu chế phẩm tạo màng sinh học bằng cách bổ sung polyetylen oxit và huyền phù nano bạc, khuấy trộn đều trong 30 phút, tiếp đó bổ sung dung dịch chitosan và khuấy trộn đều trong 2 giờ, thu được chế phẩm tạo màng sinh học dạng dung dịch đồng nhất.

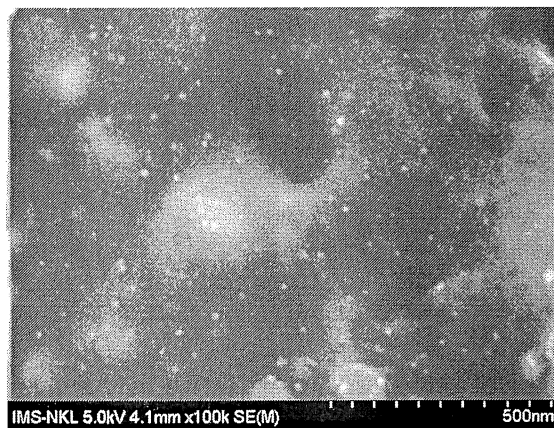
2. Chế phẩm tạo màng sinh học được sản xuất bằng quy trình theo điểm 1, trong đó chế phẩm này bao gồm các thành phần theo tỷ lệ % trọng lượng sau:

Chitosan:	0,25-1,0
Gelatin:	0,15-0,5
Nano hydroxyapatit:	0,05-0,2
Dung dịch nano bạc 1 g/L:	10-30
Polyetylen oxit:	0,1-1,0
Axit axetic 1%:	15-25
Nước cất:	50-65.

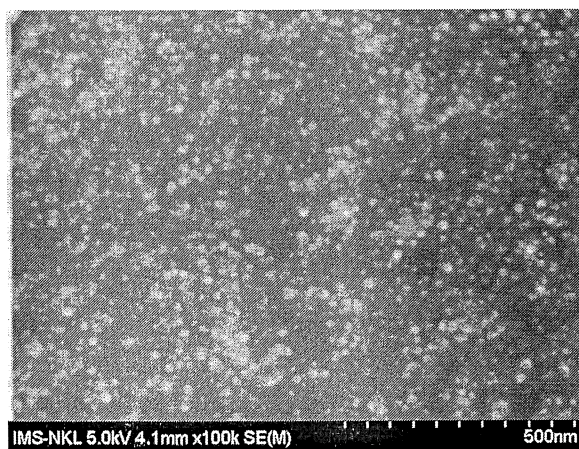
HÌNH 1



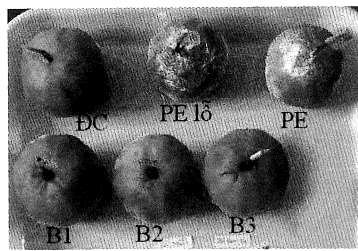
HÌNH 2



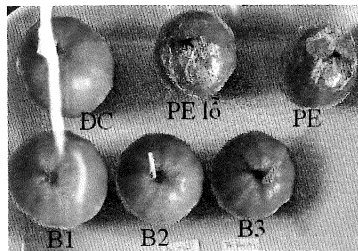
HÌNH 3



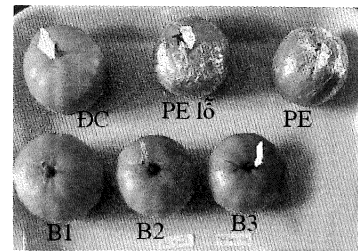
HÌNH 4



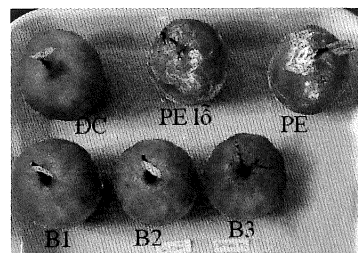
0 ngày



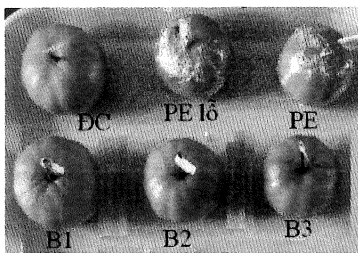
3 ngày



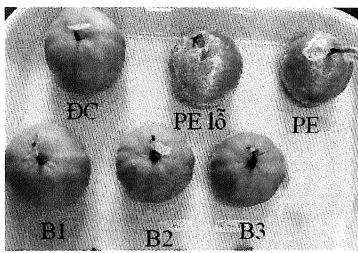
5 ngày



7 ngày

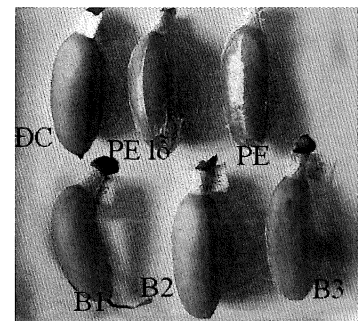


10 ngày

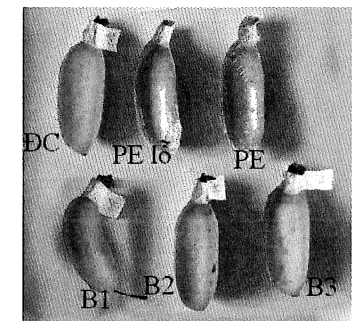


16 ngày

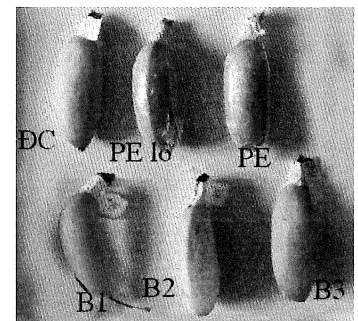
HÌNH 5



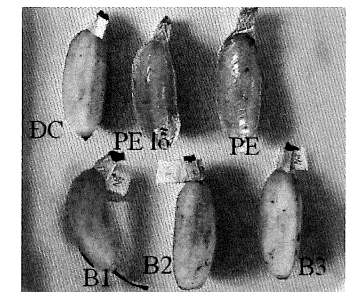
0 ngày



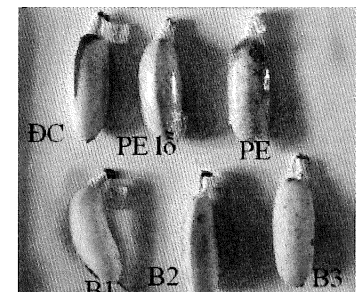
3 ngày



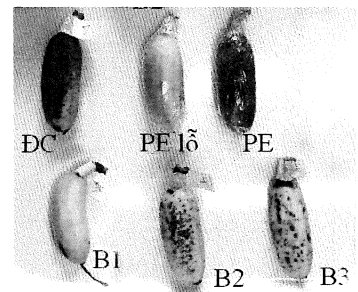
5 ngày



7 ngày



10 ngày



16 ngày