

ẢNH HƯỞNG CHẾ PHẨM *LACTOCBAILLUS* DẠNG KẾT HỢP VỚI CHITOSAN, ALGINATE HOẶC CARBOXYMETHYL CELLULOSE TRƯỚC THU HOẠCH ĐẾN CHẤT LƯỢNG CHÔM CHÔM (*Nephelium lappaceum* L.) SAU THU HOẠCH

Thạch Thị Ngọc Yên^{1*}, Nguyễn Văn Phong², Nguyễn Văn Thành¹

¹Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm - Đại học Cần Thơ

²Viện Nghiên cứu và Phát triển cây ăn quả miền Nam

TÓM TẮT

Chôm chôm (*Nephelium lappaceum* L.) là loại trái cây rất được ưa chuộng ở vùng nhiệt đới nhưng dễ bị hư hỏng vì mất nước, hóa nâu và nhiễm nấm bệnh làm giảm chất lượng và giá trị kinh tế của trái. Nghiên cứu này được thực hiện với mục đích khảo sát sự ảnh hưởng của chế phẩm *Lactobacillus* spp. đến chất lượng chôm chôm sau thu hoạch, với phương pháp xử lý (phun) chế phẩm *Lactobacillus* dạng kết hợp với Chitosan, Alginate hoặc CMC trên trái cận thu hoạch ở thời điểm 7 và 14 ngày với 5 nghiệm thức (Đối chứng, *Lactobacillus plantarum* CC6 kết hợp Chitosan 0,03%; *Lactobacillus fermentum* DC2 kết hợp với Chitosan 0,03%, *Lactobacillus plantarum* CC6 kết hợp với CMC 0,5% và *Lactobacillus fermentum* DC2-kết hợp với Alginate 0,03%) sau đó tồn trữ 7 ngày ở điều kiện bảo quản 13°C. Kết quả thí nghiệm cho thấy cả 4 nghiệm thức xử lý chế phẩm đều hạn chế hao hụt trọng lượng và kiểm soát được hoàn toàn được nấm bệnh sau thu hoạch và khi xử lý trái 7 ngày trước thu hoạch duy trì chất lượng trái cao hơn so với nghiệm thức 14 ngày. Trong đó 2 nghiệm thức DC2-Chito và CC6-CMC có hiệu quả cao nhất so với các nghiệm thức còn lại. Hai nghiệm thức này giữ được độ sáng của vỏ trái (L*) cao lần lượt là 44,22 và 43,30. Chất lượng của trái được duy trì cao với tỷ lệ TSS% là 19,45% (DC2-Chito) và 19,58% (CC6-CMC). Hàm lượng Vitamin C là 79,03 mg.100g⁻¹ (DC2-Chito) và 76,98 (CC6-CMC) cao hơn hẳn so với đối chứng, đồng thời mức độ hóa nâu thấp nhất cũng ở nghiệm thức DC2-Chito (1,59) và CC6-CMC (2,13). Từ kết quả trên cho thấy công thức DC2-Chito và CC6-CMC có thể được đề xuất làm chế phẩm xử lý trên trái chôm chôm cận thu hoạch như là một giải pháp có thể áp dụng thay thế nông dược dưỡng trái, an toàn cho sức khỏe của con người và thân thiện với môi trường.

Từ khóa: Alginate, Carboxymethyl cellulose, Chitosan, chôm chôm, *Lactobacillus*, sau thu hoạch.

MỞ ĐẦU

Chôm chôm (*Nephelium lappaceum* L.) (Sapindaceae) có nguồn gốc từ Malaysia, Indonesia và được trồng khắp các vùng nhiệt đới ẩm của Đông Nam Á (Sun *et al.*, 2010). Là loại trái cây có hương thơm, vị ngọt nên rất được ưa chuộng và trồng nhiều ở khu vực phía nam của Việt Nam, diện tích trồng chôm chôm cả nước khoảng 21.600 ha, với sản lượng 314,2 tấn/năm (Cục thống kê 2022). Tuy nhiên vỏ trái chôm chôm dễ bị sẫm màu nhanh chóng sau thu hoạch 2 đến 3 ngày ở nhiệt độ phòng, điều này hạn chế sự hấp dẫn về thị giác và thời hạn sử dụng và khả năng tiếp cận thị trường của chúng cũng bị hạn chế (Zhang *et al.*, 2021).

Theo Schnürer và Magnusson (2005), kiểm soát sinh học có thể giúp kéo dài thời hạn sử dụng và tăng cường tính an toàn của thực phẩm bằng cách sử dụng hệ vi sinh vật tự nhiên hoặc được bổ sung và các sản phẩm kháng khuẩn của chúng. Theo nghĩa này, vi khuẩn axit lactic (LAB) là một phương pháp tiếp cận đầy hứa hẹn vì một số lý do: 1) chúng có sẵn trong các loại thực phẩm như rau và trái cây tươi, 2) được coi là vô hại đối với sức khỏe con người, 3) có trạng thái GRAS (được công nhận chung là an toàn), 4) được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp thực phẩm và 5) có thể hoạt động như tác nhân kiểm soát sinh học do khả năng sản xuất các hợp chất kháng khuẩn và xâm chiếm các mô thực vật dễ bị nhiễm trùng. Các hợp chất có trọng lượng phân tử thấp khác nhau do LAB tạo ra đã được báo cáo là có hiệu quả chống lại một số tác nhân gây bệnh nấm trong tài liệu: các dẫn xuất hydroxy của axit béo (ví dụ: axit palmitic, stearic, oleic và linoleic), axit hữu cơ (ví dụ: axit phenyllactate, lactic, axetic và propionic) và dipeptide vòng (diketopiperazine) (Lamont *et al.*, 2017).

Lactobacillus sp. là nhóm vi khuẩn đặc biệt được quan tâm và đã được phân lập và công bố có hoạt tính kháng khuẩn, kháng nấm rất cao. Đây là nhóm vi khuẩn gram dương, kỵ khí không bắt buộc và lên men dị hình có thể được phân lập từ nhiều môi trường khác nhau, chẳng hạn như sữa, thịt, rau lên men và thậm chí cả khoang miệng và đường tiêu hóa của người và động vật. Có nhiều nghiên cứu cho thấy rằng sử dụng *Lactobacillus* trong bảo quản trái sau thu hoạch nhằm hạn chế sự hóa nâu, ức chế nấm bệnh và duy trì chất lượng trái cây rất hiệu quả như Martínez-Castellanos *et al.*, (2009) đã sử dụng vi khuẩn *Lactobacillus plantarum* dạng đơn hoặc dạng

kết hợp với Chitosan có hiệu quả hạn chế hóa nâu và duy trì chất lượng trái chôm chôm sau thu hoạch. Khodaei. (2019) đã sử dụng lớp phủ ăn được với hoạt tính sinh học của *Lactobacillus plantarum* kết hợp CMC đã giúp cải thiện thời gian sử dụng của dâu tây.

Xử lý sau thu hoạch chắc chắn không phải là phương pháp thích hợp nhất để duy trì thời hạn sử dụng và chất lượng quả trong giai đoạn sau thu hoạch. Việc ứng dụng trước thu hoạch có thể được coi là một giải pháp hỗ trợ quan trọng để giải quyết các vấn đề nêu trên về nấm bệnh cũng như chất lượng trái. Tuy nhiên, hiện nay đa số người dân trồng cây ăn quả chỉ có thói quen sử dụng thuốc diệt nấm và thuốc dưỡng trái cận và sau thu hoạch với mong muốn mang lại sản lượng cao và bắt mắt khi đưa ra thị trường tiêu thụ. Nhưng nó là một phương pháp bất lợi, tốn kém và ô nhiễm môi trường đồng thời gây hại cho sức khỏe con người nếu người dân lạm dụng quá mức. Chính vì vậy, các biện pháp xử lý trái cận thu hoạch bằng các phương pháp thay thế với các sản phẩm thân thiện với môi trường ngày càng được đề xuất. Đề tài “Ảnh hưởng chế phẩm *Lactobacillus* dạng kết hợp với chitosan, alginate hoặc carboxymethyl cellulose trước thu hoạch đến chất lượng chôm chôm (*Nephelium lappaceum* L.) sau thu hoạch” với mục đích khảo sát sự ảnh hưởng của chế phẩm *Lactobacillus* spp. đến chất lượng chôm chôm sau thu hoạch.

PHƯƠNG PHÁP VÀ MẪU VẬT NGHIÊN CỨU

Nguyên vật liệu, hóa chất, thiết bị

Chôm chôm Java; Chitosan trọng lượng phân tử thấp (187 kDa); Alginate; Carboxymethyl cellulose (CMC); *Latobacillus fermentum* DC2, *Lactobaillus plantarum* CC6.

Chuẩn bị chế phẩm vi khuẩn *Lactobacillus* dạng kết hợp với Chitosan, Alginate hoặc Carboxymethyl cellulose

Các chủng vi khuẩn *L. plantarum* CC6, *L. fermentum* DC2 đã được phân lập, đặc tính và định danh bằng cách sử dụng phương pháp phân tích trình tự gen 16S rRNA, được bảo quản tại Khoa Vi sinh – Khoa Sau thu hoạch – Viện Nghiên cứu Cây trồng Miền Nam. Các chủng vi khuẩn được cấy vào môi trường Man, Rogosa và Sharpe (MRS) và ủ ở 30°C trong 24 giờ. Sau đó, các tế bào được ly tâm (959x g) ở 5°C trong 15 phút và cặn được rửa bằng dung dịch đệm phosphat 0,02 M (pH 7,0). Sau đó, huyền phù tế bào được điều chỉnh đến 10^8 CFU/mL và bảo quản ở 10°C trong thời gian không quá 24 giờ. Sau đó nó được sử dụng cho công thức tạo chế phẩm tương ứng với Chitosan 0,05%, CMC 0,5% và Alginate 0,03% (Thạch Thị Ngọc Yến *et al.*, 2024).

Chế phẩm vi khuẩn *Lactobacillus*: CC6-Chito (*Lastobacillus plantarum* CC6 kết hợp chất bổ sung Chitosan 0,05%), DC2-Chi (*Lactobacillus fermentum* DC2 kết hợp với chất bổ sung Chitosan 0,05%), CC6-CMC (*Lastobacillus plantarum* CC6 kết hợp với chất bổ sung CMC 0,5%) và DC2-SA (*Lactobacillus fermentum* DC2 kết hợp với chất bổ sung Alginate 0,03%) (Bản công thức được xây dựng dựa vào kết quả nghiên cứu của Thạch Thị Ngọc Yến *et al.*, (2024): mật số vi khuẩn 10^8 được chọn lọc do có hiệu quả ức chế nấm bệnh và duy hiệu quả duy trì chất lượng trái sau thu hoạch tốt nhất; Nồng độ Chitosan 0,05%, Alginate 0,03% và CMC 0,5% được lựa chọn nồng độ tối ưu qua phương pháp MIC - Nồng độ ức chế tối thiểu).

Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện trên vườn chôm chôm Java 6 năm tuổi tại xã Vĩnh Bình, huyện Chợ Lách, tỉnh Bến Tre vụ thuận. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 5 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức có mười lần lặp lại, mỗi lần lặp lại tương ứng một cây. Các nghiệm thức bao gồm: (1) đối chứng (phun nước); (2) CC6-Chito; (3) DC2-Chito (4) CC6-CMC và DC2-SA (5) phun trực tiếp lên chùm trái đã treo thể thí nghiệm 2 lần vào lúc sáng sớm, vào giai đoạn 14 ngày và 7 ngày trước thu hoạch.

Chỉ tiêu theo dõi: Chôm chôm sau khi thu hoạch được đem về phòng bảo quản sau thu hoạch và tồn trữ ở 13°C, sau 7 ngày và kiểm tra các chỉ tiêu về: màu sắc vỏ trái (L, a, b), TSS%, TA%, vitamin C, hao hụt trọng lượng, chỉ số hóa nâu và tỷ lệ nhiễm nấm bệnh.

Đo lường chất lượng

Để đo lường chất lượng quả, việc đánh giá được thực hiện với 3 lần lặp lại và mỗi nghiệm thức xử lý gồm 15 quả sau thời gian bảo quản 5 ngày. Màu sắc của vỏ trái cây của mỗi phương pháp xử lý được đo bằng Máy đo sắc độ CR-400 (Minolta, Osaka, Nhật Bản) bên trong hộp với điều kiện ánh sáng LED được kiểm soát, thể hiện qua các giá trị L* biểu thị độ sáng, giá trị a* biểu thị màu đỏ (+) hoặc màu xanh lục (-) và giá trị b* biểu thị màu vàng (+) hoặc màu xanh lam (-). Một tiêu chuẩn tham chiếu màu trắng đã được sử dụng để hiệu chuẩn thiết bị. Giá trị độ sáng càng thấp thì màu nâu càng nghiêm trọng. Những chiếc gai mềm của quả được loại bỏ trước khi đo. Ba phép đo được thực hiện trên mỗi mẫu tại các điểm cách đều nhau trên trục xích đạo.

Chỉ số hóa nâu được xác định bằng phương pháp được mô tả bởi Zhang *et al.* (2015) với một số sửa đổi. Màu nâu của vỏ quả chôm chôm được đánh giá bằng mắt bằng cách đánh giá mức độ diện tích màu nâu trên mỗi bề mặt quả theo thang đo sau: Lớp 0 = không chuyển sang màu nâu; Loại 1 = 1–25% hóa nâu; Loại 2 = hóa nâu 26–50%; Loại 3 = hóa nâu 51–75%; Loại 4 = 76–100% hóa nâu. Chỉ số hóa nâu được tính bằng \sum (thang độ hóa nâu x số quả tương ứng trong mỗi lần xử lý) / (4 x tổng số quả) (Zhang *et al.*, 2021).

Tỷ lệ mắc bệnh được tính bằng tỷ lệ giữa số quả có đốm bệnh trên tổng số quả ($n = 20$) (Zhang *et al.*, 2021).

Hao hụt trọng lượng: được đo bằng cân kỹ thuật số. Quả được cân khi bắt đầu bảo quản và sau hai ngày phân tích và biểu thị bằng phần trăm hao hụt trọng lượng. Tỷ lệ hao hụt trọng lượng của quả (% WL) được tính theo công thức sau:

$$WL (\%) = [(W_i - W_0)/W_0] \times 100\%$$

Trong đó W_t là khối lượng (g) tại mỗi thời điểm và W_0 là khối lượng ban đầu (g) của mỗi mẫu.

Nước ép được chiết xuất đến thể tích xác định. Tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TSS) và độ axit chuẩn độ (TA) từ nước ép chôm chôm được xác định bằng máy đo độ axit Brix bỏ túi (ATAGO[®]) được báo cáo lần lượt là % Brix và % TA. Hàm lượng vitamin C (mg/100 g) được xác định bằng phương pháp chuẩn độ (Arya *et al.*, 2000).

Phân tích thống kê

Thí nghiệm bao gồm một thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên với sự sắp xếp giai thừa của các biến số và mỗi nghiệm thức bao gồm ba lần lặp lại để đánh giá chất lượng quả. Các phương tiện được phân tích bằng ANOVA một chiều của SAS phiên bản 9.0 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Sự khác biệt đáng kể giữa các phương tiện được so sánh bằng cách sử dụng sai biệt có ý nghĩa nhỏ nhất (LSD) ở $p < 0,05$.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Màu sắc vỏ trái

Màu sắc là một trong những chỉ tiêu cảm quan quan trọng đối với tất cả loại trái cây. Đối với quả chôm chôm khi thu hoạch vỏ trái có 75% đỏ và 25% vàng, độ sáng cao. Sau khi thu hoạch và bảo quản quả trái thường đậm màu hơn và độ sáng giảm xuống làm giảm tính cảm quan khi tiêu thụ. Chỉ số màu sắc vỏ quả chôm chôm được xác định thông qua giá trị L^* (độ sáng) và giá trị a^* (sắc đỏ), b^* (sắc xanh).

Kết quả khi xử lý ở thời điểm 7 ngày trước thu hoạch (Bảng 1), độ sáng (L^*) khác biệt có ý nghĩa thống kê. Nghiệm thức có độ sáng vỏ trái cao là DC2-Chito (44,22) kế đến là các nghiệm thức CC6-CMC (43,30), CC6-Chito (43,03) và DC2-SA (43,43) so với đối chứng ở giá trị L^* thấp nhất (39,78). So với thời điểm phun chế phẩm ở thời điểm 14 ngày trước thu hoạch (Bảng 1) thì độ sáng vỏ trái có thấp hơn, thấp nhất vẫn là nghiệm thức đối chứng (39,76) khác biệt có ý nghĩa thống kê so với 4 nghiệm thức xử lý trái bởi chế phẩm lần lượt là CC6-Chito (40,60), DC2-Chito (41,07), CC6-CMC (40,96) và DC2-SA (41,27). Màu sắc vỏ trái được duy trì có thể do hoạt động có tác dụng của chế phẩm ức chế sự hóa nâu, hạn chế sự thay đổi màu sắc của vỏ trái, kết quả phù hợp với nghiên cứu của Martínez *et al.*, (2009) cho rằng việc sử dụng lactobacilli trên vỏ quả chôm chôm đã tạo ra quá trình axit hóa vỏ quả và tránh bị thâm; do đó, ngăn ngừa được tình trạng khô héo do hình thành màng sinh học.

Giá trị a^* , b^* có khác biệt nhưng không có ý nghĩa về mặt thống kê, có thể giải thích là do màu sắc vỏ trái (đỏ, vàng) khi thu hoạch đủ độ chín ít thay đổi tiếp tục sau khi thu hoạch.

Bảng 1. Màu sắc vỏ trái chôm chôm sau 7 ngày tồn trữ với nghiệm thức xử lý ở thời điểm 7 và 14 ngày trước thu hoạch

Nghiệm thức	7 ngày trước thu hoạch			14 ngày trước thu hoạch		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Đối chứng	39,78 ^b	20,68 ^a	30,42 ^a	39,76 ^b	20,89 ^a	30,22 ^a
CC6-Chito	43,03 ^a	21,13 ^a	30,84 ^a	40,60 ^{ab}	20,96 ^a	30,99 ^b
DC2-Chito	44,22 ^a	21,22 ^a	30,75 ^a	41,07 ^{ab}	20,78 ^a	32,08 ^a
CC6-CMC	43,30 ^a	20,61 ^a	29,43 ^a	40,95 ^{ab}	20,85 ^a	30,43 ^c
DC2-SA	42,43 ^a	20,91 ^a	30,11 ^a	41,27 ^{ab}	20,99 ^a	30,50 ^{bc}
CV%	3,14	2,63	1,67	1,72	0,66	0,89

Các giá trị trung bình có chỉ số trên khác nhau trong cùng một cột khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức $p \leq 0,05$.
CV là hệ số biến thiên.

Tổng lượng chất rắn hòa tan (TSS%), TA% và vitamin C

Tổng hàm lượng chất rắn hòa tan và độ axit có thể chuẩn độ là những chỉ số quan trọng để đánh giá và nhận dạng chất lượng trái cây và có thể thể hiện tốt nhất hương vị của trái cây. Trước đây, người ta đã chứng minh rằng hàm lượng TSS cao hơn có thể duy trì hiệu quả chất lượng hương vị trái cây trong thời gian bảo quản và sự trưởng thành, lão hóa của trái cây sau khi thu hoạch sẽ dẫn đến giảm hàm lượng TSS, ảnh hưởng đến chất lượng hương vị (Sajid *et al.*, 2019b).

Kết quả bảng 2 cho thấy, ở thời điểm xử lý chế phẩm 7 ngày trước thu hoạch: hàm lượng chất rắn hòa tan (TSS%) ở nghiệm thức đối chứng thấp nhất 19,13% khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức xử lý chế phẩm CC6-Chito, DC2-Chito, CC6-CMC và DC2-SA lần lượt là 19,37%; 19,58%; 19,45% và 19,41%. Ở thời

điểm xử lý trái 14 ngày trước thu hoạch thì hàm lượng TSS% thấp hơn so với xử lý ở 7 ngày, cụ thể nghiệm thức đối chứng tỷ lệ TSS% thấp nhất là 18,6% khác biệt so với 4 nghiệm thức CC6-Chito (19,03%), DC2-Chito (19,03%), CC6-CMC (19,02%) và DC2-SA (19,36%) (Bảng 3). Sự khác biệt này có thể là do hoạt động sinh acid lactic của vi khuẩn *Lactobacillus* trên bề mặt vỏ trái đã làm chậm quá trình lão hóa của trái so với nghiệm thức đối chứng (Martínez *et al.*, 2009).

Trong nghiên cứu này hầu như không ảnh hưởng đến hàm lượng TA%, TA% ở tất cả các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê (Bảng 2, 3).

Hàm lượng vitamin C trong trái cây là một chỉ số quan trọng vì nó ảnh hưởng đến chất lượng và dinh dưỡng của trái cây và những thay đổi về vitamin C có liên quan đến nhiều yếu tố khác nhau, chẳng hạn như căng thẳng sinh lý và điều kiện bảo quản. Ngoài ra, vitamin C còn đóng vai trò loại bỏ oxy hóa (ROS-reactive oxygen species) và giảm tổn thương do oxy hóa (Lai *et al.*, 2020). Các nghiệm thức duy trì Vitamin C tốt lần lượt là CC6-Chito (79,11 mg.100g⁻¹) và DC2-Chito (79,03 mg.100g⁻¹) ở thời điểm xử lý 7 ngày trước thu hoạch và DC2-Chito (78,11 mg.100g⁻¹) và DC2-SA (78,01 mg.100g⁻¹) ở thời điểm xử lý 14 ngày trước thu hoạch cao hơn nghiệm thức đối chứng là 74,97 và 75,61 mg.100g⁻¹ lần lượt 7 và 14 ngày xử lý trước thu hoạch. Nhìn chung, hàm lượng vitamin C ở nghiệm thức xử lý 7 ngày trước thu hoạch dần có hiệu quả duy trì hàm lượng Vitamin C tốt hơn so với 14 ngày.

Bảng 2. Mức độ hóa nâu, hao hụt trọng lượng và thành phần sinh hóa của chôm chôm xử lý chế phẩm 7 ngày trước thu hoạch

Nghiệm thức	Mức độ hóa nâu (1-5)	Hao hụt trọng lượng (%)	TSS%	TA%	Vitamin C (mg.100g ⁻¹)
Đối chứng	2,65 ^a	1,82 ^a	19,13 ^b	5,19 ^a	74,79 ^c
CC6-Chito	2,44 ^{ab}	0,66 ^b	19,37 ^a	5,34 ^a	79,11 ^b
DC2-Chito	1,56 ^c	0,51 ^b	19,58 ^a	5,33 ^a	79,03 ^a
CC6-CMC	2,14 ^b	0,66 ^b	19,45 ^a	5,28 ^a	76,98 ^b
DC2-SA	2,22 ^b	0,62 ^b	19,41 ^a	5,19 ^a	76,74 ^b
CV%	9,32	6,71	1,02	2,81	1,05

Các giá trị trung bình có chỉ số trên khác nhau trong cùng một cột khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức $p \leq 0,05$. CV là hệ số biến thiên.

Bảng 3. Mức độ hóa nâu, hao hụt trọng lượng và thành phần sinh hóa của chôm chôm xử lý chế phẩm 14 ngày trước thu hoạch

Nghiệm thức	Mức độ hóa nâu (1-5)	Hao hụt trọng lượng (%)	TSS%	TA%	Vitamin C (mg.100g ⁻¹)
Đối chứng	2,73 ^a	1,99 ^a	18,60 ^b	5,55 ^a	75,61 ^c
CC6-Chito	2,44 ^b	0,73 ^b	19,03 ^a	5,42 ^a	76,67 ^b
DC2-Chito	1,75 ^d	0,57 ^c	19,03 ^a	5,3 ^a	78,11 ^a
CC6-CMC	2,12 ^c	0,65 ^{bc}	19,02 ^a	5,25 ^a	76,92 ^b
DC2-SA	2,23 ^{bc}	0,70 ^b	19,36 ^a	5,27 ^a	78,01 ^a
CV%	5,84	5,19	0,95	3,87	0,64

Các giá trị trung bình có chỉ số trên khác nhau trong cùng một cột khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức $p \leq 0,05$. CV là hệ số biến thiên.

Hao hụt trọng lượng

Bảng 2 cho thấy kết quả hao hụt trọng lượng trái khi xử lý ở 7 ngày trước thu hoạch, kết quả khác biệt có ý nghĩa thống kê ở các nghiệm thức xử lý. Hao hụt cao nhất ở nghiệm thức đối chứng 1,82% kế tiếp là nghiệm thức CC6-Chito, DC2-SA (0,66%) và CC6-CMC là 0,62%) và nghiệm thức có sự hao hụt trọng lượng thấp nhất là DC2-Chito (0,51%).

Bảng 3 cho thấy kết quả hao hụt trọng lượng trái khi xử lý ở 14 ngày trước thu hoạch, kết quả khác biệt có ý nghĩa thống kê ở các nghiệm thức xử lý. Hao hụt cao nhất ở nghiệm thức đối chứng 1,99% kế tiếp là nghiệm thức CC6-Chito, DC2-SA và CC6-CMC lần lượt là (0,73%, 0,70% và 0,65%) và nghiệm thức có sự hao hụt trọng lượng thấp nhất là DC2-Chito (1,57%). Kết quả phù hợp với nghiên cứu của nhiều báo cáo đã công bố khi ứng dụng vi khuẩn *Lactobacillus* trong bảo quản chôm chôm (Martínez *et al.*, 2009), vải (Keiko Shirai., 2011); hoặc thu nhận acid phenyllactic từ chủng vi khuẩn *Lactobacillus* sp. trong bảo quản nông sản (Vũ Kim Dung *et al.*, 2021).

Sự giảm trọng lượng của chôm chôm chủ yếu là do mất độ ẩm thông qua sự thoát hơi nước của spintern và cutin. Chôm chôm tươi có màu đỏ tươi hoặc vàng khi thu hoạch, nhưng việc giảm trọng lượng sẽ khiến vỏ và quả chôm chôm bị chuyển sang màu nâu/sậm màu trên diện rộng trong quá trình bảo quản (Landrigan *et al.* 1996). Nghiệm thức DC2-Chito có kết quả hao hụt trọng lượng thấp nhất. Sản phẩm thử cấp của vi khuẩn *Lactobacillus* như bacteroxin, acid béo và pH thấp do acid lactic của vi khuẩn tiết ra có khả năng ức chế sự phát triển của nấm và vi khuẩn gây bệnh trên vỏ trái chôm chôm do đó duy trì tính toàn vẹn của lớp biểu bì, giảm sự không bị mất nước và duy trì trọng lượng quả. Ngoài ra, chitosan có đặc tính tạo màng tuyệt vời, giúp dễ dàng tạo thành màng bán thấm trên bề mặt, giúp duy trì trọng lượng quả cao hơn (Marat *et al.*, 2016).

Mức độ hóa nâu

Kết quả được thể hiện ở bảng 2 cho thấy khi xử lý ở thời điểm 7 ngày cận trước hoạch mức độ hóa nâu của chôm chôm khác biệt có ý nghĩa thống kê ở các nghiệm thức. Nghiệm thức DC2-Chito có mức độ hóa nâu thấp nhất (1,56) kể đến là các nghiệm thức CC6-CMC và DC2-SA lần lượt là 2,14 và 2,22 so với đối chứng có mức độ hóa nâu cao nhất là 2.65.

Ở thời điểm xử lý 14 ngày (Bảng 3) mức độ hóa nâu có cao hơn so với xử lý ở 7 ngày (Bảng 2) trước thu hoạch. Cụ thể, các nghiệm thức có khác biệt ý nghĩa thống kê. Mức độ hóa nâu thấp nhất là nghiệm thức DC2-Chito (1,75) kể đến là CC6-CMC (2,13), DC2-SA (2,23), và CC6-Chito (2,44). Mức độ hóa nâu cao nhất là 2,73 ở nghiệm thức đối chứng.

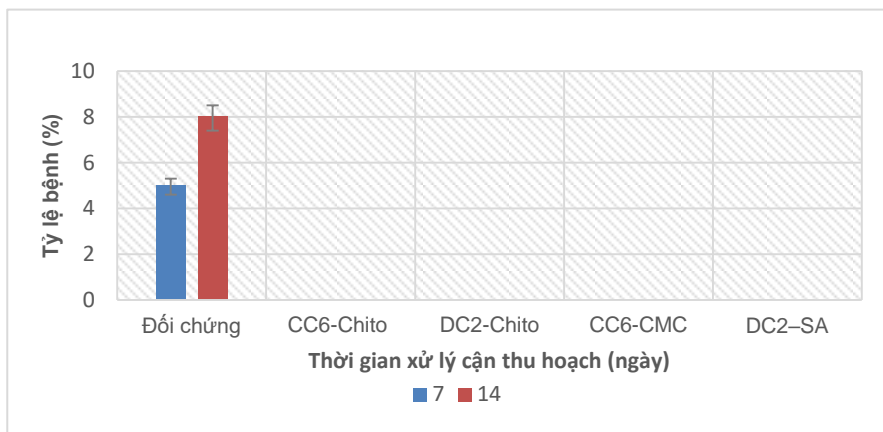
Có thể thấy sự kết hợp giữa vi khuẩn *Lactobacillus fermentum* DC2 với Chitosan 0,05% (DC2-Chito) giúp hạn chế sự hóa nâu rất tốt ở vỏ trái chôm chôm. Kết quả này phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đó đã công bố về khả năng sinh acid lactic của vi khuẩn LAB đã tạo pH thấp trên bề mặt vỏ trái, làm chậm quá trình hóa nâu vỏ trái (Martínez *et al.*, 2009). Bên cạnh đó Chitosan theo công bố là có khả năng tạo nên lớp màng bán thấm quanh bề mặt vỏ trái, giúp thay đổi bầu không khí bên trong, làm giảm mức độ hô hấp và hoạt động trao đổi chất của trái. Do đó, nó có khả năng làm giảm quá trình chín và lão hóa của vỏ trái (Petriccione *et al.*, 2015).

Tỷ lệ nhiễm nấm bệnh sau thu hoạch

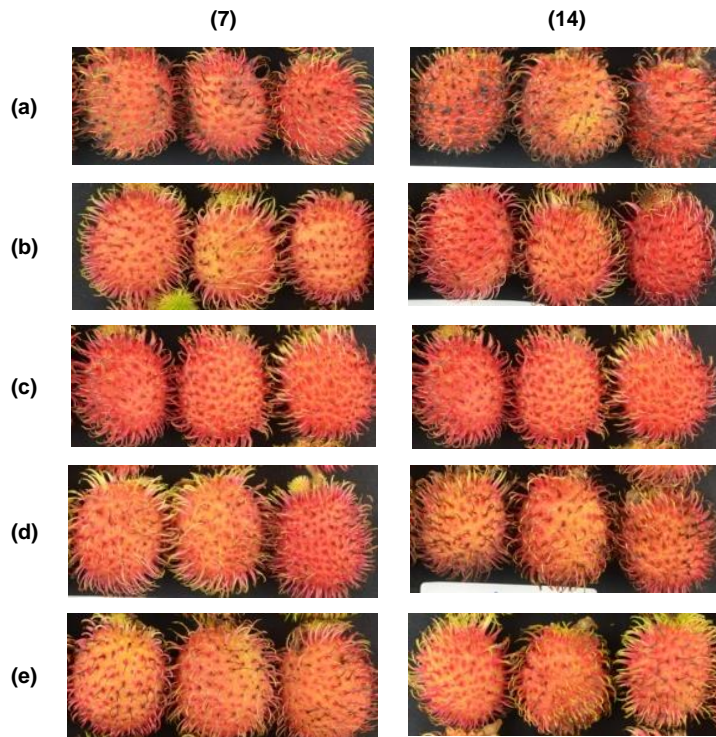
Kết quả hình 1 cho thấy hầu như tất cả các nghiệm thức xử lý trái cận thu hoạch ở 2 thời điểm 7 và 14 ngày trước thu hoạch đều hạn chế được nấm bệnh sau thu hoạch. Kết quả khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng có tỷ lệ nhiễm nấm 4.9 đến 8% (Hình 1, Bảng 4).

Kết quả này có thể giải thích do chế phẩm vi khuẩn *Lactobacillus* cùng với các chất mang đã tạo nên màng bao biofilm trên bề mặt vỏ trái và ức chế sự phát triển của nấm bệnh do *Lactobacillus* có khả năng tiết ra acid lactic làm giảm pH vỏ trái và vi khuẩn sinh trưởng tạo thành Biofilm với chất bổ sung CMC, Chitosan và Alginate ở nồng độ thích hợp đã được chứng minh có khả năng vừa tạo lớp keo mỏng giúp vi khuẩn bám dính trên bề mặt vỏ trái vừa hỗ trợ sự tăng trưởng của quần thể vi khuẩn trên bề mặt vỏ trái. Theo công bố của Palma-Guerrero *et al.*, 2009 thì bên cạnh khả năng thẩm thấu màng, chitosan còn có thể xâm nhập vào tế bào nấm gây bệnh. Bên cạnh đó, chitosan còn có khả năng làm mất tổ chức của tế bào, phá vỡ thành tế bào và gây biến dạng các vách ngăn giữa các tế bào của nấm gây bệnh trên trái.

Như vậy, có thể suy ra rằng sự có mặt của chất chống oxy hóa do vi khuẩn tiết ra và sự hình thành lớp bảo vệ từ các chất kết hợp (Chitosan, Alginate và CMC) góp phần duy trì độ ẩm trong vỏ trái cây và tăng cường đặc tính kháng nấm của vi khuẩn. Nhiều nghiên cứu cũng đã chứng minh khả năng ức chế nấm bệnh của vi khuẩn *Lactobacillus* cũng như Chitosan và CMC. Khodaei. (2019) đã duy trì chất lượng dầu tươi với lớp phủ ăn được có hoạt tính sinh học của *L. plantarum* kết hợp với CMC.



Hình 1. Tỷ lệ nhiễm nấm bệnh trên chôm chôm ở thời điểm 7 và 14 ngày xử lý trước thu hoạch (Cột hiển thị tỷ lệ bệnh trung bình của từng phương pháp xử lý và error bar hiển thị độ lệch chuẩn).



Hình 2. Bệnh sau thu hoạch trên chôm chôm ở thời điểm bảo quản 7 ngày

(a) Đối chứng; (b) CC6-Chito; (c) DC2-Chito; (d) CC6-CMC; (e) DC2-SA; (7) Nghiệm thức xử lý 7 ngày cận thu hoạch và (14) Nghiệm thức xử lý 14 ngày cận thu hoạch.

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Kết luận

Xử lý chôm chôm ở thời điểm 7 ngày cận thu hoạch là một giải pháp an toàn để hỗ trợ duy trì chất lượng và chậm quá trình lão hóa của chôm chôm sau thu hoạch. Sử dụng DC2-Chito (*Lactobacillus fermentum* DC2 kết hợp Chitosan 0,03%) và CC6-CMC (*Lactobacillus plantarum* CC6 kết hợp CMC 0,5%) cho hiệu quả duy trì chất lượng trái thông qua hạn chế tối đa giảm hàm lượng TSS%, TA% và Vitamin C của trái. Hoạt động của vi sinh vật *Lactobacillus* trên bề mặt vỏ trái đã tạo ra pH thấp chống oxy hóa và giảm sự hóa nâu, ít hao hụt trọng lượng và ức chế sự phát triển của nấm bệnh trên vỏ trái chôm chôm sau thu hoạch. Sử dụng chế phẩm *Lactobacillus* trên trái chôm chôm cận thu hoạch là một giải pháp có thể áp dụng thay thế nông dược dưỡng trái có thể gây độc hại đến sức khỏe của người tiêu dùng.

Đề nghị

Cần nghiên cứu sâu hơn về chất bổ sung thích hợp hơn nữa với *Lactobacillus* để duy trì màu sắc, giữ sự căng bóng trái và đồng thời cũng duy trì chất lượng trái sau thu hoạch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Arya SP, Mahajan M, Jain P (2000). Non-spectrophotometric methods for the determination of Vitamin C. *Anal. Chim*, 417, 1–14.
- Lamont JR, Wilkins O, Bywater-Ekegård M & Smith DL (2017). From yogurt to yield: Potential applications of lactic acid bacteria in plant production *Soil Biol Biochem* 111, 19.
- Lai D, Shao XH, Xiao WQ, Fan C, Liu CH, He H, Tian S, Kuang S (2020). Suppression of fruit decay and maintenance of storage quality of litchi by *Photobacterium luminescens* Hb1029 treatment. *Sci. Hortic* 259:108836. doi: 10.1016/j.scienta.2019.108836.
- Keiko Shirai. 2011. Postharvest litchi (*Litchi chinensis* Sonn) quality preservation by *Lactobacillus plantarum*. *Postharvest Bio Tec.* 59.2.
- Kaya M, Daubaras R, Cesoniene L, Leskauskaitė D, Zabulione D (2016). Chitosan coating of red kiwifruit (*Actinidia melanandra*) for extending of the shelf life. *International Journal of Biological Macromolecules*.85, 355- 360.
- Martínez-Castellanos G, Pelayo-Zaldívar C, Pérez-Flores LJ, López-Luna A, Gimeno M, Bárzana E, Shirai K (2011). Postharvest litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) quality preservation by *Lactobacillus plantarum*. *Postharvest Biol Technol* 59, 172–178.

- Magnusson J, Ström K, Roos S, Sjögren J & Schnürer J (2003). Broad and complex antifungal activity among environmental isolates of lactic acid bacteria *FEMS Microbiol. Lett.* 219 129 135.
- Martínez-Castellanos G, Shirai K, Pelayo-Zaldívar C, Pérez-Flores LJ, Sepúlveda-Sánchez JD. Effect of *Lactobacillus plantarum* and chitosan in the reduction of browning of pericarp Rambutan (*Nephelium lappaceum*). *Food Microbiol* 2009 Jun;26(4):444-9. doi: 10.1016/j.fm.2009.02.003. Epub 2009 Feb 27. PMID: 19376469.
- Petriccione M, Pasquariello M, Mastrobuoni F, Zampella L, Patre D, Scortichini M (2015). Influence of a chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of loquat fruit during postharvest life. *Scientia Horticulturae* VI 197. doi:10.1016/j.scienta.2015.09.051.
- Sun J, Su WQ, Peng HX, Zhu JH, Xu LX, Nuria MB (2010). Two endogenous substrates for polyphenoloxidase in pericarp tissues of postharvest rambutan fruit. *J Food Sci* 2010 Aug 1;75(6):C473-7. https://doi:10.1111/j.1750-3841.2010.01660.
- Thạch Thị Ngọc Yến, Nguyễn Văn Thành, Nguyễn Minh Thủy, Nguyễn Văn Phong và Ngô Văn Tài (2024). Improve the Effectiveness of Inhibiting Pathogenic Fungus and Maintaining the Quality of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) Post-Harvest by Indigenous Lactic Bacteria. *Horticulturae* 2024, 10(3), 298; https://doi.org/10.3390/horticulturae10030298.
- Vũ Kim Dung, Nguyễn Như Ngọc, Lê Sỹ Dũng, Vũ Thị Ngọc Hiền (2021). Thu thập axit phenyllactic từ một chủng *Lactobacillus* sp. và ứng dụng trong bảo quản sản phẩm nông nghiệp. *Tạp chí Kiểm nghiệm và An toàn thực phẩm.* 4(1):11-12 doi:10.47866/2615-9252/vjfc.2776
- Zhang R, Yuan Z, Jiang Y, Jiang F & Chen P (2021). Sodium nitroprusside functions in browning control and quality maintaining of postharvest rambutan fruit. *Front Plant Sci* 12 795671 https://doi.org/10.3389/fpls.2021.795671.

EFFECTS OF LACTOBACILLUS PRODUCTS COMBINED WITH CHITOSAN, ALGINATE OR CARBOXYMETHYL CELLULOSE BEFORE HARVEST ON THE QUALITY OF RABBITAM (*Nephelium lappaceum* L.) POST-HAVEST.

Thach Thi Ngoc Yen^{1*}, Nguyen Van Phong², Nguyen Van Thanh¹

¹ *Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, 3/2 Street, Can Tho 900000, Vietnam*

² *Southern Horticultural Research Institute, 1A Highway, Chau Thanh 840000, Vietnam*

SUMMARY

Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) is a very popular fruit in the tropics but is easily damaged by dehydration, browning and fungal infections, reducing the quality and economic value of the fruit. This study was conducted with the purpose of investigating the effects of *Lactobacillus* spp. quality of rambutan after harvest, with the method of treating (spraying) *Lactobacillus* preparations combined with Chitosan, Alginate or CMC on pre-harvest fruit at 7 and 14 days with 5 treatments (Control, *Lactobacillus plantarum* CC6 combined with Chitosan 0.03%; *Lactobacillus fermentum* DC2 combined with Chitosan 0.03%, *Lactobacillus plantarum* CC6 combined with CMC 0.5% and *Lactobacillus fermentum* DC2 - combined with Alginate 0.03%) Store for 7 days at 13°C storage conditions. The experimental results showed that all 4 treatments limited weight loss and completely controlled post-harvest fungal diseases and when treating the fruit 7 days before harvest, the fruit quality was maintained higher than the 14-day treatment. Of which, the 2 treatments DC2-Chito and CC6-CMC were the most effective compared to the remaining treatments. These two treatments maintained the brightness of the fruit peel (L*) at 44.22 and 43.30, respectively. The quality of the fruit was maintained at a high level with TSS% ratios of 19.45% (DC2-Chito) and 19.58% (CC6-CMC). The Vitamin C content was 79.03 mg.100g-1 (DC2-Chito) and 76.98 (CC6-CMC) which was much higher than the control, and the lowest browning level was also in the DC2-Chito (1.59) and CC6-CMC (2.13) treatments. The above results show that the formula DC2-Chito and CC6-CMC can be proposed as a treatment for near-harvest rambutan fruit as a solution that can be applied to replace fruit-nourishing chemicals, safe for human health and environmentally friendly.

Keywords: Alginate, Carboxymethyl cellulose, *Lactobacillus*, Chitosan, Postharvest. Rambutan.

* Author for correspondence: Tel: 0917476982; Email: thachyen31@gmail.com