

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH BẾN TRE
SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

**BÁO CÁO TÓM TẮT KẾT QUẢ THỰC HIỆN
NHIỆM VỤ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TỈNH**

**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TIỀN TIẾN TRONG BẢO QUẢN
VÀ CHẾ BIẾN SẢN PHẨM TỪ QUẢ NHẪN**

Mã số: Hợp đồng số 2029/HĐ-SKHCHN

Tổ chức chủ trì: Trường Đại học Cần Thơ

Chủ nhiệm đề tài: GS. TS. Nguyễn Văn Mười

BẾN TRE - 2025

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH BẾN TRE
SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

**BÁO CÁO TÓM TẮT KẾT QUẢ THỰC HIỆN
NHIỆM VỤ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TỈNH**

**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TIÊN TIẾN TRONG BẢO QUẢN
VÀ CHẾ BIẾN SẢN PHẨM TỪ QUẢ NHãn**

Mã số: Hợp đồng số 2029/HĐ-SKHCN

CHỦ NHIỆM NHIỆM VỤ
(Ký ghi rõ họ và tên)

GS. TS. Nguyễn Văn Mười

TỔ CHỨC CHỦ TRÌ
(ký, họ và tên, đóng dấu)
PHÓ HIỆU TRƯỞNG



MỤC LỤC

MỤC LỤC	1
PHẦN 1. MỞ ĐẦU.....	4
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU	4
1.1. Xu thế tiêu thụ quả nhãn và các sản phẩm từ quả nhãn.....	4
1.2. Tình hình nghiên cứu có liên quan	5
1.3. Đánh giá tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước.....	6
1.4. Định hướng nghiên cứu đề tài.....	7
CHƯƠNG 2. PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG, CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	8
2.1. Tính cấp thiết của đề tài.....	8
2.2. Mục tiêu đề tài	8
2.3. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu	9
2.4. Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu.....	9
2.5. Tính mới và sáng tạo.....	10
2.6. Nội dung nghiên cứu.....	11
CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỔI CHẤT LƯỢNG CỦA QUẢ NHÃN TRỒNG Ở TỈNH BẾN TRE TRONG GIAI ĐOẠN THU HOẠCH.....	12
3.1. Đánh giá chất lượng bốn giống nhãn được trồng tại ĐBSCL.....	12
3.2. Giá trị dinh dưỡng của các giống nhãn được trồng tại vùng ĐBSCL.....	12
3.3. Kết luận về chất lượng các giống nhãn.....	13
3.4. Phân loại và đánh giá chất lượng của quả nhãn Idor theo nhóm phân loại	13
3.5. Kết luận về chất lượng các phân nhóm nhãn	15
CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP TIỀN XỬ LÝ HIỆU QUẢ CHO QUẢ NHÃN TƯƠI SAU THU HOẠCH NHẪM GIÚP KÉO DÀI THỜI GIAN BẢO QUẢN LẠNH.....	15
4.1. Khả năng kết hợp các phương pháp tiền xử lý đến sự thay đổi chất lượng của quả nhãn trong quá trình bảo quản	16
4.2. Ảnh hưởng của sự tương quan nhiệt độ và độ ẩm đến sự xuất hiện của hiện tượng tổn thương lạnh trên quả nhãn	17
4.3. Sự thay đổi chất lượng quả nhãn trong quá trình bảo quản lạnh và đề xuất thời gian bảo quản lạnh quả nhãn thích hợp	18
CHƯƠNG 5. NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT LẠNH ĐÔNG SÂU VÀ BIỆN PHÁP GIẢM THiểu TỶ LỆ NỨT VỎ TRONG QUÁ TRÌNH LẠNH ĐÔNG VÀ TRỨ ĐÔNG QUẢ NHÃN TƯƠI.....	19
5.1. Xác định các thông số của quá trình lạnh đông	19
5.2. Chất lượng của quả nhãn Idor sau khi tan giá.....	20
5.3. Phương pháp tiền xử lý giúp giảm tỉ lệ nứt vỏ quả nhãn lạnh đông.....	20
5.4. Kết hợp ngâm CaCl_2 để tiếp tục giảm tỉ lệ nứt vỏ khi lạnh đông quả nhãn.....	21
5.5. Sự thay đổi chất lượng của quả nhãn trong quá trình bảo quản lạnh đông.....	21
5.6. Đề xuất thời gian bảo quản lạnh đông thích hợp cho quả nhãn thông qua phương pháp bảo quản có gia tốc nhiệt Q10	22
CHƯƠNG 6. ỨNG DỤNG KỸ THUẬT BAO MÀNG NANO ĐỂ KÉO DÀI THỜI GIAN BẢO QUẢN QUẢ NHÃN.....	24
6.1. Phát triển công thức màng sinh học chứa CQDs	24
6.2. Lựa chọn công thức màng phù hợp bảo quản nhiệt độ phòng.....	24
6.3. Hiệu quả bảo quản quả nhãn tươi sau khi bao màng (ở nhiệt độ phòng trong 7 ngày)	24

6.4. Hoạt tính kháng khuẩn và kháng nấm của màng nano pectin	25
6.5. Đặc tính cấu trúc vật liệu của màng PGS15	26
6.6. Hoạt tính kháng oxy hóa	26
6.7. Tiêu chuẩn thực phẩm cho chế phẩm tạo màng.....	26
6.8. Hoàn thiện quy trình quy trình bảo quản nhãn tươi nguyên trái bằng màng PGS15....	27
CHƯƠNG 7. ỨNG DỤNG KỸ THUẬT BAO MÀNG NANO ĂN ĐƯỢC TRONG CHẾ BIẾN GIẢM THIỂU THỊT CƠM NHÃN	28
7.1. Tiêu chuẩn chất lượng màng chitosan – nano curcumin	28
7.2. Đánh giá ảnh hưởng của việc kết hợp vật liệu bao gói và màng chitosan–nano curcumin đến chất lượng thịt cơm nhãn trong quá trình bảo quản lạnh	29
CHƯƠNG 8. PHÁT TRIỂN KỸ THUẬT CHẾ BIẾN NHÃN SẤY KHÔ NGUYÊN VỎ	30
8.1. Các giải pháp tiền xử lý để duy trì/gia tăng chất lượng (cảm quan và sinh học) của nhãn sấy nguyên quả.....	30
8.2. Cải thiện chế độ tiền xử lý để gia tăng chất lượng của nhãn Idor sấy nguyên quả.....	33
8.3. Ảnh hưởng của chế độ sấy ẩm đến chất lượng nguyên liệu	34
8.4. Đề xuất quy trình chế biến nhãn Idor sấy khô nguyên vỏ	37
8.5. So sánh chất lượng sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên vỏ với mẫu trên thị trường..	38
CHƯƠNG 9. XÂY DỰNG KỸ THUẬT SẤY THĂNG HOA CHO THỊT CƠM NHÃN ĐẠT CHẤT LƯỢNG CAO.....	40
9.1. Điều kiện chần nguyên liệu thích hợp cho quá trình chế biến sản phẩm thịt cơm nhãn sấy thăng hoa	40
9.2. Ảnh hưởng của nồng độ acid ascorbic.....	40
9.3. Nhiệt độ lạnh đông tạo tinh thể đá thích hợp cho quá trình sấy thăng hoa thịt cơm nhãn	41
9.4. Nhiệt độ lạnh đông cuối giúp ổn định trạng thái nguyên liệu hỗ trợ cho quá trình sấy thăng hoa thịt cơm nhãn.....	42
9.5. Thời gian giai đoạn sấy thăng hoa thích hợp cho quá trình chế biến thịt cơm nhãn sấy thăng hoa.....	42
9.6. Ảnh hưởng của chế độ sấy thứ cấp đến chất lượng sản phẩm thịt cơm nhãn sấy thăng hoa	42
9.7. Đánh giá sự thay đổi chất lượng của thịt quả nhãn sấy thăng hoa trong quá trình bảo quản	43
9.8. Kết luận chương 9.....	43
CHƯƠNG 10. HOÀN THIỆN QUY TRÌNH SẢN XUẤT 05 SẢN PHẨM TỪ QUẢ NHÃN Ở SẢN XUẤT THỰC NGHIỆM	44
10.1. Sản phẩm nhãn Idor bảo quản lạnh.....	44
10.2. Sản phẩm nhãn Idor nguyên trái lạnh đông	46
10.3. Sản phẩm cơm nhãn Idor	48
10.4. Sản phẩm nhãn Idor nguyên trái sấy khô.....	49
10.5. Sản phẩm thịt cơm nhãn Idor sấy thăng hoa.....	51
CHƯƠNG 11. XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHUẨN CƠ SỞ ĐỂ KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM	53
11.1. Cơ sở xây dựng bộ tiêu chuẩn	53
11.2. Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm nhãn Idor nguyên trái	53
11.3. Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm cơm nhãn Idor.....	55
11.4. Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên trái	56
11.5. Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm nhãn Idor sấy thăng hoa.....	57

CHƯƠNG 12. THIẾT KẾ BAO BÌ VÀ HOÀN THIỆN SẢN PHẨM.....	60
12.1. Lựa chọn chất liệu bao bì.....	60
12.2. Thông tin nhãn ghi trên bao bì.....	60
12.3. Thiết kế nhãn sản phẩm	61
12.4. Mã QR chứa thông tin sản phẩm	62
CHƯƠNG 13. MỞ RỘNG QUY MÔ CÔNG NGHỆ BẢO QUẢN/CHẾ BIẾN CÁC SẢN PHẨM TỪ QUẢ NHÃN VÀ SẢN XUẤT THỰC TẾ	63
13.1. Tư vấn, tính toán thiết kế hệ thống thiết bị phục vụ cho chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm từ quả nhãn tại tỉnh Bến Tre	63
13.2. Kết quả triển khai quy trình sản xuất các sản phẩm từ quả nhãn ở điều kiện thực tiễn..	64
13.3. Phân tích SWOT cho sản xuất các sản phẩm đề tài.....	66
13.4. Giải pháp duy trì và phát triển các sản phẩm:.....	66
CHƯƠNG 14. KẾT QUẢ QUẢNG BÁ, GIỚI THIỆU SẢN PHẨM TỪ QUẢ NHÃN	68
14.1. Hội thảo giới thiệu công nghệ tiên tiến trong chế biến và bảo sản phẩm từ quả nhãn.....	68
14.2. Triển lãm, giới thiệu sản phẩm	68
PHẦN 2. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	70
1.1. Kết luận.....	70
1.2. Kiến nghị.....	70

PHẦN 1. MỞ ĐẦU

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

1.1. Xu thế tiêu thụ quả nhãn và các sản phẩm từ quả nhãn

1.1.1. Xu thế tiêu thụ quả nhãn và các sản phẩm từ quả nhãn trên thế giới

Do có giá trị dinh dưỡng cao và đặc tính hỗ trợ sức khỏe, nhãn và các sản phẩm từ nhãn được nhiều quốc gia trên thế giới chấp nhận (Altendorf, 2018; Jiang et al., 2002). Sản lượng nhãn của thế giới tính trong giai đoạn 2015-2017 lên đến 3,6 triệu tấn. Trong đó, Trung Quốc, Thái Lan và Việt Nam là ba quốc gia trồng nhãn chủ lực, với sản lượng 3,4 triệu tấn, chiếm 90% tổng sản lượng nhãn của cả thế giới.

Trung Quốc vừa là nước sản xuất nhiều nhất, đồng thời cũng là thị trường tiêu thụ nhãn lớn nhất thế giới (Altendorf, 2018). Ngoài ra, các quốc gia Bắc Mỹ, liên minh châu Âu và các quốc gia châu Đại Dương (Úc, New Zealand, ...) cũng là các thị trường nhập khẩu quả nhãn chủ lực. Sản lượng nhãn hàng năm của toàn thế giới ước tính tăng trưởng ở mức 4,6% (số liệu giai đoạn 2007-2016) (Altendorf, 2018). Nhãn của Thái Lan, kể đến là nhãn của Việt Nam được các quốc gia nhập khẩu chấp nhận và có giá trị cao do chất lượng vượt trội. Ngay cả trên thị trường Trung Quốc (quốc gia xuất khẩu nhãn hàng đầu), năm 2017 vẫn phải nhập khẩu hơn 49.000 tấn nhãn và nhu cầu nhập khẩu của quốc gia này dự kiến tăng trưởng 140% hàng năm (Altendorf, 2018).

Xu thế tiêu dùng các sản phẩm chế biến từ nhãn cũng có sự thay đổi. Người tiêu dùng ngày nay chú trọng các sản phẩm có tác dụng hỗ trợ sức khỏe và có tính tiện dụng cao. Có thể nhận thấy rõ xu thế này ở nhu cầu tiêu thụ sản phẩm nhãn sấy khô trên toàn thế giới, với mức tăng trưởng dự kiến là 9,1%/năm (Industry ARC, 2021), vượt qua cả mức tăng trưởng của sản lượng nhãn hàng năm (ở mức 4,6%/năm). Điều này cho thấy, sản phẩm nhãn sấy nói riêng và các sản phẩm chế biến từ nhãn nói chung sẽ dần thay thế dần cho tiêu thụ nhãn tươi và các sản phẩm chế biến truyền thống khác.

Riêng trong phân khúc nhãn sấy khô, nhu cầu tiêu thụ sản phẩm nhãn sấy thăng hoa cũng chiếm hơn 45% (Industry ARC, 2021). Đây là dòng sản phẩm mới, chế biến sâu, yêu cầu sử dụng công nghệ cao do đó tạo ra được giá trị gia tăng lớn. Tuy nhiên, ngay cả trong dòng sản phẩm nhãn sấy truyền thống, nhu cầu tiêu thụ cũng đã nhận thấy sự thay đổi. Người tiêu dùng dần chuyển đến tiêu thụ sản phẩm nhãn sấy khô nguyên quả thay cho sản phẩm thịt cơm nhãn sấy truyền thống (Industry ARC, 2021). Xu thế thay đổi này đến từ nhận thức của người tiêu dùng, khi họ chú trọng hơn vào tác dụng hỗ trợ sức khỏe, các giá trị được học (điều trị một số bệnh, chứng mất ngủ và giải độc rã) cũng như khả năng kháng oxy hóa của sản phẩm. Người tiêu dùng cũng sẵn sàng chi trả mức giá cao hơn để có được sản phẩm tốt hơn. Tuy vậy, giá thành cao cũng sẽ là nhân tố làm suy giảm tốc độ tăng trưởng của thị trường. Do đó, công việc nghiên cứu và phát triển sản phẩm mới phải tạo ra được thành phẩm có giá thành hợp lý.

1.1.2. Thực trạng tiêu thụ quả nhãn tại Việt Nam

Nhãn tuy là loại cây dễ trồng nhưng lại tỉ trọng xuất khẩu thấp, chủ yếu tiêu thụ nội địa trong nước. Nguyên nhân đến từ đặc điểm sinh học dễ hư hỏng của quả nhãn. Năm 2020, tiêu thụ quả nhãn ở dạng tươi chiếm 91,6%; còn lại là các sản phẩm chế biến, chiếm 9,4% (Sở Công thương Tiền Giang, 2021). Trong cơ cấu các sản phẩm chế biến, dạng sản phẩm nhãn sấy khô – long nhãn là mặt hàng chủ lực.

Mùa nhãn tập trung khoảng tháng 5 – 9 và thu hoạch đồng loạt nên tạo áp lực tiêu thụ rất lớn (Agrovietlink, 2021; Hâu & Huân, 2022; Le et al., 2020; Pham et al., 2015). Hiện nay, không tìm được thông tin chính xác về tỉ lệ cán cân giữa tiêu thụ nội địa và xuất khẩu của quả nhãn. Tuy nhiên, dựa vào các thông tin về sản lượng và giá trị xuất khẩu quả nhãn được cung cấp từ Cục Trồng trọt - Bộ NN&PTNT (2020), Agrovietlink (2021) và Tổng cục Thống kê (2024), có thể ước tính được tỉ lệ xuất khẩu nhãn của Việt Nam trong năm 2019 chiếm khoảng 9,2% tổng sản lượng nhãn; đồng nghĩa với việc tiêu thụ nội địa chiếm 90,8%. Có 02 chuỗi giá trị tiêu thụ quả nhãn tươi đã được hình thành, nhằm phục vụ nhu cầu bán lẻ nội địa và xuất khẩu (Agrovietlink, 2021).

1) Ở chuỗi giá trị đầu tiên, nhãn được cung cấp từ nông dân, qua tay các thương lái, chợ đầu mối sau đó được bán lẻ nội địa. Ở các mắt xích nông dân, thương lái và chợ đầu mối, chi phí để sản xuất quả nhãn lần lượt là 14.444; 26.000; và 33.800 đồng/kg; song song với giá bán nhãn ở mức 21.000; 28.000; 36.000 đồng/kg. Trong toàn chuỗi giá trị, người nông dân thu lãi ròng ở mức 61%, thương lái 19% và chợ đầu mối 20% chuỗi giá trị.

2) Ở chuỗi giá trị thứ hai, nhãn cũng được cung cấp từ nông dân, qua tay các hợp tác xã, doanh nghiệp và sau đó được xuất khẩu. Ở các mắt xích nông dân, hợp tác xã và doanh nghiệp, chi phí để sản xuất quả nhãn lần lượt là 14.444; 30.000; 55.000 đồng/kg; song song với giá bán nhãn ở mức 21.000; 35.000; 70.000 đồng/kg. Theo đó, người nông dân thu lãi ròng ở mức 25%, hợp tác xã 19% và doanh nghiệp xuất khẩu ở 56% chuỗi giá trị.

Dễ dàng nhận thấy, chuỗi giá trị xuất khẩu tạo ra được giá trị gia tăng cao hơn, với giá bán quả nhãn thành phần lớn hơn gần 2 lần so với giá bán lẻ trong nước. Mặc dù giá trị lãi thu được là như nhau, vai trò người nông dân trong chuỗi giá xuất khẩu nhỏ hơn trong chuỗi giá trị bán lẻ trong nước (lần lượt 61% và 25%). Thay thế cho vai trò của thương lái và chợ đầu mối trong chuỗi giá trị bán lẻ nội địa là vai trò của hợp tác xã và doanh nghiệp xuất khẩu trong chuỗi giá trị xuất khẩu. Vai trò của thương lái và hợp tác xã tương ứng ở hai chuỗi giá trị là gần giống nhau, đồng hưởng 19% mức lãi ròng từ các chuỗi giá trị. Doanh nghiệp xuất khẩu hưởng mức % lãi ròng cao nhất lên đến 56% trong chuỗi giá trị xuất khẩu, đồng thời cũng là tác nhân chịu trách nhiệm lớn nhất trong công đoạn xử lý sau thu hoạch, bảo quản, vận chuyển và đảm bảo chất lượng quả.

Cũng về khía cạnh xuất khẩu, các số liệu điều tra cũng cho thấy Việt Nam là một trong những quốc gia xuất khẩu nhãn chủ lực, cung cấp hơn 15% sản lượng nhãn xuất khẩu cho thế giới, chỉ đứng sau Thái Lan và Trung Quốc (Altendorf, 2018). Xuất khẩu nhãn đem về cho nước ta 146 triệu USD vào năm 2019, cơ cấu 9% trong xuất khẩu rau quả, chỉ đứng sau thanh long (36%) và lớn hơn cả sầu riêng (8%). Thị trường xuất khẩu của quả nhãn Việt Nam đã và đang được mở rộng. Hiện nay, quả nhãn đã xuất khẩu được đến các thị trường Hoa Kỳ, Nhật Bản, Úc và Trung Quốc. Đồng thời, quả nhãn cũng đang được xúc tiến để xuất khẩu đến New Zealand, Argentina, Ấn Độ và Đài Loan (Cục Bảo vệ Thực vật - Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2019).

Mỗi thị trường xuất khẩu cũng có các tiêu chuẩn riêng. Thị trường Mỹ yêu cầu phải sản phẩm phải chiếu xạ và kiểm tra dư lượng SO_2 trên quả nhãn trước khi xuất khẩu (Cục Bảo vệ Thực vật - Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2019). Còn đối với thị trường

Trung Quốc, nông sản xuất khẩu phải được cấp mã số vùng trồng. Cho đến năm 2019, Việt Nam đã có 194 mã được cấp cho vùng trồng nhãn, chiếm tổng diện tích 9.920 ha, tương ứng 12,31% tổng diện tích trồng nhãn trên cả nước. Bắc Giang, Sơn La và Tiền Giang là 03 địa phương được cấp nhiều mã số nhất, tương ứng 48, 45 và 25 mã số. Ngoài ra, còn có 13 tỉnh/thành phố khác được cấp mã số vùng trồng, phân bố rộng khắp từ Bắc vào Nam (Tổng cục Hải quan, 2020).

1.2. Tình hình nghiên cứu có liên quan

1.2.1. Tình hình phát triển công nghệ sau thu hoạch trong nước

Không thể phủ nhận các dòng sản phẩm từ quả nhãn, điển hình như nhãn sấy, nhãn ngâm đường đóng lon và nhãn tươi đông lạnh, đã xuất hiện khá lâu trên thị trường và được người tiêu dùng đón nhận. Tuy nhiên, các công bố khoa học về công nghệ sau thu hoạch và chế biến quả nhãn trong nước nhìn chung còn rất hạn chế. Tra cứu các thông tin khoa học về bảo quản và chế biến nhãn trên Hệ thống thông tin Khoa học và Công nghệ Việt Nam, hiện chỉ có 2 nhiệm vụ khoa học và công nghệ về bảo quản quả nhãn được thực hiện trong thời gian gần đây. “Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ cận và sau thu hoạch để bảo quản nhãn tại Hà Nội và Sơn La” đã giúp xây dựng được mô hình đồng bộ xử lý cận và sau thu hoạch trên quả nhãn, tăng thời gian bảo quản tối thiểu gấp 1,5 lần (khoảng 7 ngày) trong điều kiện tự nhiên (Viện Nghiên cứu hợp tác Khoa học kỹ thuật Châu Á - Thái Bình Dương, 2016); và “Nghiên cứu nâng cao chất lượng, kéo dài thời gian bảo quản nhãn, ôi bằng chế phẩm Nano bạc tại Hà Nội” thực hiện trên giống nhãn STM2 cho thời gian bảo quản kéo dài từ 15 đến 18 ngày ở điều kiện nhiệt độ $3\pm 5^\circ C$ (Trung tâm Phát triển cây trồng Hà Nội, 2018). Riêng công bố khoa học của Nguyễn Thị Hành và Nguyễn Văn Hưng (2022) cũng cho thấy nhãn lồng Hưng

Yên có thể được bảo quản tại 10°C và giữ được chất lượng trong 20 ngày. Ở đồng bằng sông Cửu Long và vùng Đông Nam Bộ, tiếp cận nghiên cứu bảo quản cũng chỉ dừng ở mức công bố khoa học, thực hiện chủ yếu trên giống nhãn tiêu da bò (Phan Thị Ngọc Hạnh và Dương Cẩm Nhung, 2016; Bùi Thị Phương Dung, 2020).

1.2.2. Tình hình phát triển các sản phẩm chế biến từ quả nhãn trong nước

Trong 20 năm gần đây, gần như không tìm thấy các nghiên cứu về chế biến sản phẩm từ quả nhãn trên thông tin Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Không phát triển theo hướng nghiên cứu khoa học, nhưng cùng cần đề cập đến danh tiếng của làng nghề chế biến long nhãn gắn liền với nhãn lồng Hưng Yên. Long nhãn là vị thuốc quý trong Đông Y, có vị cam, tính ôn, có tác dụng bổ ích Tâm Tỳ, dưỡng huyết an thần. Long nhãn là cụm từ chỉ nhãn sấy nói chung, cụ thể hơn có long tệt (nhãn sấy khô rồi tách thịt) hoặc long xoáy (nhãn tách thịt rồi mới sấy khô). Thường nhãn làm long tệt sấy lửa nhỏ (nhiệt độ không khí khoảng 40 - 60°C) trong khi long xoáy cần phải sử dụng lửa lớn (giai đoạn đầu (định hình) sử dụng hơi nước, có thể lên đến 100°C, giảm dần về cuối quy trình) (Đoàn Thị Minh Hằng, 2015). Quy trình sấy nhãn chủ yếu dựa vào kinh nghiệm của người dân, gia giảm độ nóng của lò sấy cho vừa phải. Chất lượng sản phẩm cũng không đồng đều. Sau mỗi mẻ sấy long nhãn thường được phân loại lại. Nhãn sấy đúng lửa sẽ có màu vàng óng, đều màu, mẫu mã đẹp được dùng để xuất khẩu, làm quà biếu. Còn phần nhãn sấy quá lửa, màu nâu sậm lại thường được thu mua để sử dụng làm thuốc (Đoàn Thị Minh Hằng, 2015).

Ở các tỉnh ĐBSCL, chế biến nhãn tập trung vào sản phẩm nhãn lạnh đông. Không có công bố chính thức, nhưng các công ty đông lạnh đều cho biến tỷ lệ nứt vỏ quả khi lạnh đông nhãn lên đến hơn 95% (số liệu cung cấp bởi Công ty TNHH Kỹ nghệ Chế biến Thực phẩm MeKong (Bến Tre) và công ty Công ty TNHH Nông sản sạch Đại Thuận Thiên (Cần Thơ)). Xét về đặc tính sinh lý trái, tổn thương do nứt vỏ được xếp vào nhóm tổn thương vật lý, gây rối loạn sinh hoá trái, thúc đẩy nhanh quá trình hư hỏng. Phần thịt quả bị nứt, tiếp xúc trực tiếp với môi trường, là mối nguy về mặt vi sinh, tăng nguy cơ nhiễm chéo. Mặc dù vấn đề này hiện được xem là “bình thường” trong quá trình lạnh đông nhãn theo các công ty và được chấp nhận ở các thị trường nhập khẩu. Mặc dù vậy, các công ty vẫn có nhu cầu tiếp nhận giải pháp kỹ thuật để hạn chế tình trạng nứt vỏ nếu giải pháp này đảm bảo được hiệu quả kinh tế. Phát triển ở quy mô nhỏ hơn có thể kể đến các sản phẩm OCOP, nổi tiếng nhất là thương hiệu nhãn xí muối Tam Hiệp, Bình Đại, Bến Tre. Gần đây nhất là dự án phát triển sản phẩm mật ong hoa nhãn tại huyện Tam Hiệp, vừa được phê duyệt thực hiện trong năm 2023.

Nhìn chung, thị phần của các sản phẩm chế biến từ nhãn thấp hơn rất nhiều so với tiêu thụ nhãn tươi. Ngay cả ở Hưng Yên, nơi có làng nghề chế biến long nhãn nổi tiếng, tỉ lệ sử dụng nhãn chế biến cũng chỉ dừng ở mức khoảng 30%. Còn nếu tính trên cả nước, tỉ lệ chế biến nhãn chỉ đạt khoảng 9,4% (số liệu năm 2021). Có thể thấy rõ vấn đề chế biến nông sản nói chung và nhãn nói riêng vẫn chưa thật sự được quan tâm đúng mức. Đây là nguyên nhân gây chậm trễ quá trình xây dựng chuỗi giá trị cho nhãn, làm hạn chế khai thác giá trị của nguồn nguyên liệu này.

1.3. Đánh giá tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước

Tổng hợp các nghiên cứu trong và ngoài nước có thể khẳng định được nhãn là loại trái cây có giá trị dinh dưỡng cao và có khả năng hỗ trợ sức khỏe. Trong nhãn có chứa nhiều polysaccharide quý, có tác dụng chữa bệnh và hoạt động như prebiotic. Các hợp chất sinh học thuộc nhóm polyphenol và flavonoid cũng được phát hiện với hàm lượng cao trong hạt, vỏ và thịt quả nhãn. Do các đặc tính quý này, quả nhãn là loại trái cây được ưa chuộng ở nhiều quốc gia, với diện tích trồng, sản lượng và giá trị xuất khẩu quả nhãn đều có sự gia tăng hàng năm. Yêu cầu của người tiêu dùng khi tiêu thụ sản phẩm từ nhãn cũng dần chuyển đổi, trong đó tập trung vào các dạng sản phẩm có tính tiện dụng cao và có tác dụng hỗ trợ cho sức khỏe. Đa dạng các giống nhãn đã được phát triển trong những năm gần đây, chú trọng vào phát triển giống nhãn có khả năng kháng bệnh (đặc biệt là bệnh chổi rồng), có khả năng phát triển phù hợp với địa lý vùng trồng, có giá trị dinh dưỡng và giá trị sinh học cao.

Tuy nhiên, thực tế công nghệ sau thu hoạch và chế biến các sản phẩm từ nhãn vẫn chưa được phát triển đủ để đáp ứng yêu cầu của thị trường. Điều này được nhận thấy rõ trên 3 khía cạnh :

(i) Mặc dù tiêu thụ nhãn quả tươi được là chủ yếu, công nghệ sau thu hoạch quả nhãn vẫn ít được nghiên cứu phát triển. Phụ gia gốc sulfur hiện nay vẫn được áp dụng chủ yếu để hạn chế sự thay đổi màu sắc vỏ và thịt quả nhãn trong quá trình bảo quản và chế biến. Các phương pháp thử cho thấy dư lượng sulfur tồn tại trên vỏ, cành và lá quả nhãn cho đến nhiều tuần sau khi xông SO₂. Điều này vì phạm mức giới hạn sulfur tối đa ở nhiều quốc gia.

(ii) Thực tế chế biến nhãn hiện nay chưa được quan tâm đúng mức. Các sản phẩm chế biến chỉ tập trung vào các sản phẩm truyền thống, mà cụ thể là nhãn đông lạnh, cơm nhãn sấy và nhãn đóng lon. Thậm chí vẫn tồn tại các điểm bất cập về công nghệ trong chế biến các sản phẩm truyền thống. Lấy ví dụ trên bán thành phẩm nhãn tươi đông lạnh hiện nay, vấn đề nứt vỏ vẫn xảy ra trong quá trình lạnh đông quả và đây là vấn đề cần phải được khắc phục. Nhìn chung, ngành chế biến quả nhãn trong nước vẫn còn thiếu các sản phẩm chế biến giảm thiểu và sấy thăng hoa, cũng như các dạng sản phẩm ăn liền khác có tính tiện dụng và giá trị dinh dưỡng cao. Điều này đi ngược lại tư duy tiêu dùng luôn thay đổi, khi xu hướng lựa chọn sản phẩm đang chuyển đổi từ các sản phẩm có thời hạn bảo quản dài, giá cả thấp sang các sản phẩm tiện dụng, có lợi cho sức khỏe mà người tiêu dùng luôn sẵn sàng chi ở mức giá cao hơn. Phát triển các sản phẩm mới, có giá trị gia tăng từ quả nhãn từ đó cần phải được quan tâm.

(iii) Thiếu cập nhật về khoa học và công nghệ, hoặc nếu có thì cũng là các công nghệ áp dụng chỉ phù hợp khi áp dụng trên giống nhãn truyền thống. Xu thế đa dạng hoá giống nhãn trong những năm gần đây cũng đã gián tiếp tạo ra rào cản công nghệ, khi các giống nhãn khác nhau cho quả nhãn có các đặc tính khác nhau và việc áp dụng các công nghệ cũ, công nghệ sẵn có trên các giống nhãn mới chứng tỏ không phù hợp.

1.4. Định hướng nghiên cứu đề tài

Do đặc thù về tính chất hoá lý của mỗi giống nhãn tại mỗi vị trí địa lý, cần phải thực hiện nghiên cứu về quy trình chế biến cũng cần phải được thực hiện riêng biệt. Trên cơ sở cố định đối tượng nghiên cứu là quả nhãn trồng tại tỉnh Bến Tre (chủ yếu ở xã Tam Hiệp, huyện Bình Đại và các vùng phụ cận), định hướng giải quyết vấn đề nghiên cứu được thực hiện trên 03 cơ sở:

(i) Xác định quả nhãn là nguồn nguyên liệu chứa nhiều các hợp chất sinh học và dễ bị thay đổi trong quá trình bảo quản sau thu hoạch và chế biến, do đó cần sử dụng kỹ thuật nhiệt độ thấp làm kỹ thuật tiền đề nhằm mục đích hỗ trợ duy trì tối đa các thành phần có giá trị trong quả nhãn.

(ii) Ứng dụng các công nghệ mới và tổ hợp các biện pháp kỹ thuật mới để khắc phục nhược điểm của kỹ thuật sản xuất truyền thống. Hướng đến thay thế hoàn toàn việc sử dụng phụ gia gốc sulfur trong sơ chế, bảo quản và chế biến các sản phẩm từ quả nhãn; đồng thời hỗ trợ nâng cao chất lượng sản phẩm theo xu hướng sức khỏe, thỏa mãn yêu cầu của người tiêu dùng, cũng như đáp ứng các tiêu chuẩn về thực phẩm của các thị trường khó tính.

(iii) Ứng dụng các công nghệ sấy thăng hoa tiên tiến để tạo ra dòng sản phẩm ứng dụng công nghệ cao và chế biến sâu, qua đó giúp khai thác tối đa nguồn giá trị tiềm năng từ quả nhãn.

Đây là các định hướng nghiên cứu mới và chỉ khả thi trong thời gian gần đây (do yêu cầu về mặt công nghệ để có thể thực hiện sản xuất). Tính mới và tiên tiến của các công nghệ áp dụng sẽ được trình bày kỹ hơn sau khi đã phát triển nội dung đề tài. Nếu được phê duyệt, đề tài cũng sẽ là nghiên cứu về hệ thống quy trình sơ chế, bảo quản và chế biến trái nhãn duy nhất được thực hiện ở tỉnh Bến Tre nói riêng và mở rộng ra vùng ĐBSCL nói chung trong 20 năm gần đây.

CHƯƠNG 2. PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG, CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tính cấp thiết của đề tài

Cùng với phát triển vùng nông thôn và đóng góp vào nền kinh tế nước nhà, phát triển nông nghiệp gắn liền với công nghiệp chế biến nông sản luôn nhận được sự quan tâm của Đảng, Nhà nước và các cơ quan chức năng. Gần đây nhất, Ban chấp hành Trung ương Đảng khóa XIII vừa ban hành Nghị quyết số 19-NQ/TW, ngày 16/6/2022 về nông nghiệp, nông dân, nông thôn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

Nghị quyết định hướng phát triển “nông nghiệp sinh thái, sản xuất hàng hoá quy mô lớn, có giá trị gia tăng cao, gắn kết chặt chẽ với thị trường trong và ngoài nước, công nghiệp chế biến và bảo quản nông sản hiện đại”. Để đạt mục tiêu này, nghị quyết “khuyến khích phát triển nông nghiệp xanh, hữu cơ, tuần hoàn, chương trình mỗi xã một sản phẩm (OCOP), giảm phát thải khí nhà kính...”. Đồng thời “tiếp tục đầu tư, cải tạo, nâng cấp, xây dựng mới kết cấu hạ tầng sản xuất nông nghiệp, ưu tiên các công trình, dự án phục vụ cơ cấu lại nông nghiệp, ứng phó với biến đổi khí hậu”.

Mặc dù vậy, ngành công nghiệp chế biến quả nhãn gần như đang bị ngưng trệ, thậm chí đang có chiều hướng đi thụt lùi khi so với sự phát triển của cả nước. Như đã trích dẫn, chế biến sản phẩm từ quả nhãn hiện nay trên toàn quốc chỉ đạt khoảng 9,4% trên tổng sản lượng thu hoạch (số liệu năm 2021, Sở Công thương Tiền Giang, 2021). Con số này là rất thấp, đặc biệt khi so sánh với tỉ lệ chế biến nông sản bình quân vốn đã khiêm tốn của cả nước, trong khoảng từ 12 – 17% (Sở Công thương Tiền Giang, 2021). Thời kỳ COVID-19 càng làm thể hiện rõ hơn vai trò của vấn đề chế biến nông sản nói chung và quả nhãn nói riêng. Trong khi tiêu thụ nhãn tươi bị đình trệ, xuất khẩu nhãn tươi các loại trong 7 tháng đầu năm 2021 chỉ đạt 6,03 triệu USD, giảm 49,8% so với cùng kỳ năm 2020; thì xuất khẩu nhãn các mặt hàng chế biến từ nhãn lại tăng mạnh, đạt 3,80 triệu USD, tăng 180,7% so với cùng kỳ năm 2020 (Sở Công thương Tiền Giang, 2021). Có thể thấy, áp dụng khoa học kỹ thuật và chế biến sản phẩm chính là biện pháp tạo ra giá trị gia tăng chủ lực cho sản phẩm nông nghiệp. Về lâu dài, phát triển ngành công nghiệp chế biến nông sản cần phải được gắn liền với ứng dụng khoa học kỹ thuật và xây dựng chuỗi giá trị sản phẩm.

Tại vùng ĐBSCL, từ rất sớm, Nghị quyết số 03-NQ/TU của Tỉnh ủy Bến Tre đã xác định sự cần thiết của việc “xây dựng và hoàn thiện chuỗi giá trị sản phẩm nông nghiệp chủ lực” cho tỉnh nhà. Nghị quyết xác định rõ “dừa, bưởi, chôm chôm, nhãn, hoa kiểng, heo, bò và tôm biển” là 8 mặt hàng nông sản chủ lực của tỉnh. Kế hoạch hành động số 330/KH-UBND của Ủy ban Nhân dân tỉnh Bến Tre cũng nêu rõ mục tiêu “xây dựng, hoàn thiện và phát triển chuỗi giá trị 08 sản phẩm” trong giai đoạn năm 2016-2020, định hướng đến 2025. “Tập trung nghiên cứu, ứng dụng khoa học công nghệ” vừa là nhiệm vụ, vừa là giải pháp chung trong thực hiện kế hoạch hành động. Qua đó, nghị quyết tạo điều kiện thuận lợi, là cơ sở để triển khai để thực hiện phát triển chuỗi giá trị nông sản nói chung và cho nông sản là quả nhãn nói riêng. Yêu cầu đặt ra trong thời điểm hiện nay là cần phải xây dựng được quy trình công nghệ bảo quản và chế biến các sản phẩm từ quả nhãn có áp dụng công nghệ mới/công nghệ tiên tiến.

2.2. Mục tiêu đề tài

2.2.1. Mục tiêu chung

Xây dựng được quy trình công nghệ bảo quản và chế biến các sản phẩm từ quả nhãn trồng tại tỉnh Bến Tre (chủ yếu ở xã Tam Hiệp, huyện Bình Đại và các vùng phụ cận), thông qua ứng dụng kỹ thuật mới và công nghệ tiên tiến để giảm tổn thất sau thu hoạch và nâng cao chất lượng sản phẩm, nâng cao chuỗi giá trị từ quả nhãn, đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn và đảm bảo khả năng thương mại hóa cho sản phẩm. Trên cơ sở đó, thiết lập thành công được ít nhất 01 mô hình thử nghiệm công nghệ bảo quản hoặc/và công nghệ chế biến sản phẩm từ quả nhãn trên địa bàn tỉnh Bến Tre, giúp khai thác lợi thế nguồn nguyên liệu và nhân công tại địa phương, góp phần phát triển nền kinh tế bền vững cho tỉnh nhà.

2.2.2. Mục tiêu cụ thể

- Đánh giá sự thay đổi chất lượng của quả nhãn được trồng ở địa bàn tỉnh Bến Tre trong giai đoạn cận thu hoạch để lựa chọn thời điểm thu hái phù hợp cho mục đích bảo quản và chế biến quả nhãn.

- Nghiên cứu kỹ thuật sơ chế và bảo quản nhãn tươi nguyên quả, hướng đến thay thế hoàn toàn công đoạn xử lý SO₂ bằng các biện pháp kỹ thuật tương đương, đảm bảo chất lượng quả trong điều kiện bảo quản ở nhiệt độ thấp trong ít nhất 30 ngày.

- Nghiên cứu kỹ thuật sơ chế và bảo quản nhãn lạnh đông, hướng đến giảm tỷ lệ nứt vỏ xuống dưới 5%, cho khả năng bảo quản ổn định ít nhất trong thời gian 6 tháng.

- Ứng dụng công nghệ bao màng nano trong quá trình bảo quản và chế biến giảm thiểu quả nhãn; trong đó sử dụng màng nano để kéo dài thời gian bảo quản lạnh nhãn tươi đến 45 ngày; thử nghiệm khả năng sử dụng màng nano trong bảo quản nhãn tươi lạnh đông; đồng thời, phát triển kỹ thuật bao màng nano ăn được trên sản phẩm thịt cơm nhãn tách hạt, vừa đạt được hiệu quả giúp kéo dài thời gian bảo quản đồng thời vẫn đảm bảo an toàn với người tiêu dùng.

- Phát triển sản phẩm chế biến tinh sâu thông qua ứng dụng kỹ thuật sấy đối lưu truyền thống và kỹ thuật sấy thăng hoa tiên tiến, tạo ra sản phẩm ăn liền có chất lượng và giá trị dinh dưỡng cao.

2.3. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

2.3.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành trên bốn giống nhãn được trồng chủ yếu tại tỉnh Bến Tre (chủ yếu ở xã Tam Hiệp, huyện Bình Đại và các vùng phụ cận) bao gồm như nhãn Xuồng tím, Xuồng com vàng, Idor và Thanh nhãn.

2.3.2. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu một cách toàn diện về đặc điểm hình thái, tính chất vật lý, hóa học của nguyên liệu là bốn giống nhãn, từ đó định hướng chọn lựa hướng phát triển các sản phẩm khác nhau từ nguồn nguyên liệu.

Xây dựng thử nghiệm quy trình sản xuất các sản phẩm thực phẩm từ quả nhãn ở tỉnh Bến Tre theo hướng phát triển ở quy mô phòng thí nghiệm đến quy mô pilot và triển khai thực tế.

2.4. Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu

2.4.1. Cách tiếp cận

Nghiên cứu được xây dựng dựa trên tiền đề là các nghiên cứu trong và ngoài nước. Thu thập tài liệu, khảo sát, đánh giá các thông tin về nguồn nguyên liệu nhãn được trồng tại tỉnh Bến Tre, các sản phẩm sản xuất từ nhãn; tìm hiểu tổng quan các quy trình công nghệ sản xuất của sản phẩm hiện có trên thế giới và Việt Nam (qua tài liệu, internet, hội nghị khoa học và các tạp chí trong nước và quốc tế).

Đánh giá đặc điểm hình thái, thành phần hóa lý của nguồn nguyên liệu, định hướng cho khai thác sản phẩm khác nhau. Căn cứ theo các tiêu chuẩn quy định cụ thể về chất lượng các sản phẩm để xác lập mục tiêu nghiên cứu, từ đó tiến hành thiết kế thí nghiệm phù hợp, nhằm tạo sản phẩm nghiên cứu thỏa mãn yêu cầu thực tiễn của thị trường.

Nghiên cứu quy trình công nghệ sản xuất các sản phẩm từ quả nhãn bằng từng thí nghiệm độc lập với đơn hoặc nhiều nhân tố; tiến hành nghiên cứu và thí nghiệm xác định các điều kiện, chế độ tối ưu nhằm xây dựng quy trình công nghệ mới phù hợp với điều kiện thực tiễn, tạo các sản phẩm có tính đặc thù.

Thử nghiệm một quy trình công nghệ đã được xây dựng hoàn chỉnh trong điều kiện phòng thí nghiệm, triển khai ở quy mô pilot, sau đó ứng dụng vào thực tế sản xuất tại doanh nghiệp để đánh giá và phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất sản phẩm theo tiêu chuẩn quy định. Trên cơ sở các kết quả thử nghiệm thực tế, điều chỉnh và đề xuất quy trình công nghệ ở quy mô sản xuất (tiến trình scale-up). Các kết quả của thí nghiệm/nghiên cứu trước sẽ được sử dụng làm cơ sở khảo sát và phát triển các thí nghiệm/nghiên cứu tiếp theo.

2.4.2. Phương pháp nghiên cứu

2.4.2.1. Phương pháp kế thừa

Kế thừa các tài liệu, số liệu, cơ sở dữ liệu hiện có về công nghệ sản xuất các sản phẩm từ nhân, tập trung vào nhóm sản phẩm nghiên cứu: sơ chế và bảo quản nhân quả tươi và các sản phẩm nhân sấy khô.

Định hướng áp dụng các công nghệ mới và các công nghệ tiên tiến vào quá trình sản xuất sản phẩm, định hướng tạo ra sản phẩm giàu các nhóm chất có hoạt tính sinh học và có khả năng kháng oxy hoá cao để khai thác giá trị quả nhân.

Xây dựng quy trình công nghệ có khả năng áp dụng ở điều kiện thực tế của tỉnh Bến Tre nói riêng và các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long nói chung, kết hợp xây dựng phương án ổn định năng suất sản xuất.

2.4.2.2. Phương pháp kiểm tra chất lượng sản phẩm

Phương pháp đo đạc và phân tích các chỉ tiêu hóa lý, hóa sinh và vi sinh;

Các chỉ tiêu được phân tích trong phòng thí nghiệm hay gửi phân tích tại Trung tâm Kiểm nghiệm đo lường chất lượng theo Tiêu chuẩn Việt Nam hay AOAC.

Phân tích và đánh giá chất lượng của sản phẩm theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) và phương pháp chuẩn (AOAC).

Đánh giá đặc tính cảm quan (các thông số: màu, mùi, vị, cấu trúc).

Đánh giá tính chất vật lý (màu sắc, cấu trúc, kích thước,...).

Đánh giá tính chất hóa học (protein, lipid, carbohydrate, xơ,...).

Đánh giá hàm lượng kim loại nặng (Chì, asen,...).

Kiểm tra các vi sinh (Tổng số VSV hiếu khí, *E.coli*, nấm men, nấm mốc, *Clostridium perfringens*, *Samonella*, không chứa vi sinh gây thối hỏng trong điều kiện bảo quản thường).

2.4.2.3. Phương pháp thống kê, xử lý kết quả

Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên, lặp lại 3 lần, với 1 hoặc 2 nhân tố thay đổi. Kết quả của thí nghiệm trước được chọn làm thông số cố định cho các thí nghiệm sau. Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm Statgraphics Centurion 19.1 và phần mềm Excel. Phân tích phương sai (ANOVA) theo kiểm định LSD hoặc kiểm định Duncan để kết luận sự sai khác giữa trung bình các nghiệm thức. Kết quả tốt nhất lựa chọn từ thí nghiệm trước được sử dụng làm điều kiện cố định cho các thí nghiệm tiếp theo.

2.4.2.4. Phương pháp nghiên cứu lựa chọn và lắp đặt thiết bị sản xuất

Dựa trên công thức và quy trình trong phòng thí nghiệm, tính toán thiết kế hệ thống thiết bị sản xuất. Mô hình thiết bị đảm bảo tiêu chí thuận tiện, dễ thao tác (vận hành, tháo sản phẩm, vệ sinh,...). Mô hình được tính toán lại và thiết lập cho hệ thống sản xuất quy mô vừa và nhỏ (công suất dự kiến 5 kg nguyên liệu/mẻ, 20 kg/mẻ, 50 kg/mẻ).

2.5. Tính mới và sáng tạo

Áp dụng các công nghệ mới (công nghệ nano, công nghệ sấy thăng hoa) vào trong chế biến và bảo quản các sản phẩm.

Áp dụng định hướng nghiên cứu sản phẩm mới, trong đó chú trọng đến hiệu quả duy trì các hoạt chất có giá trị sinh học có trong nhân

Quy trình đơn giản, thực hiện cùng lúc trên 01 hệ thiết bị để thu sản phẩm hoàn chỉnh, vì vậy các phương thức đầu tư được tính toán để dễ dàng chuyển giao và áp dụng sản xuất nhanh tại các cơ sở tại địa phương, phù hợp với điều kiện của Việt Nam và các doanh nghiệp tại tỉnh Bến Tre.

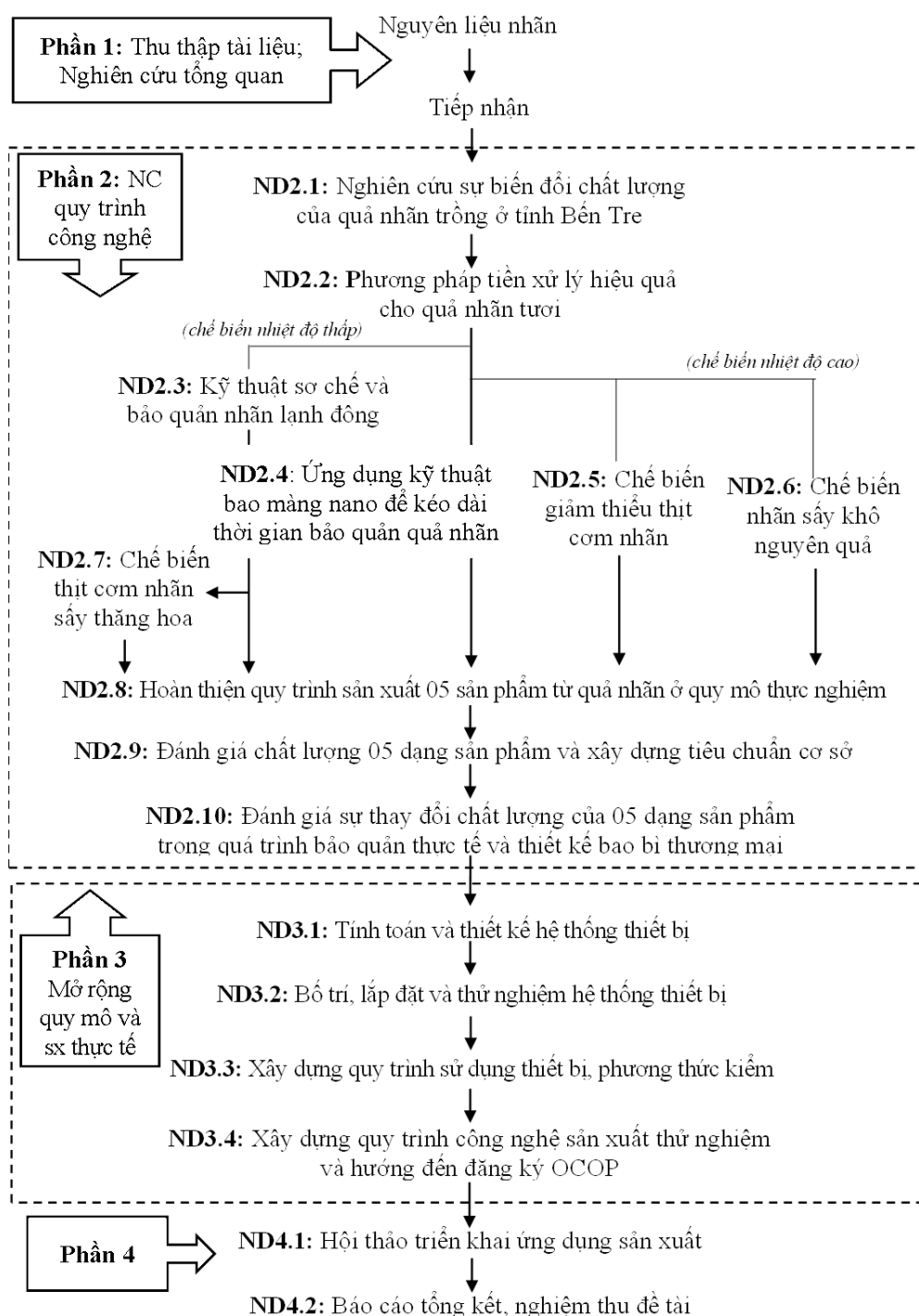
Quy trình sản xuất sản phẩm áp dụng đồng bộ và cải tiến công nghệ phù hợp với điều kiện doanh nghiệp, cải thiện được chất lượng sản phẩm từ quả nhân so với phương pháp truyền thống, nâng cao khả năng cạnh tranh thị trường của sản phẩm từ nguyên liệu này.

Kết quả đề tài phù hợp với định hướng phát triển của tỉnh Bến Tre đến trong tương lai. Trong đó, tập trung đẩy mạnh các nghiên cứu khoa học, đầu tư công nghệ, phát triển đa dạng sản phẩm và sản xuất các sản phẩm mới, chất lượng cao, có triển vọng trong thị trường. Tập trung phát triển các sản phẩm chủ lực như trái cây và thủy sản.

Thay đổi suy nghĩ của người sản xuất, người tiêu dùng về cách thức sản xuất, bảo quản và sử dụng sản phẩm.

2.6. Nội dung nghiên cứu

Sơ đồ nghiên cứu tổng quát các nội dung thực hiện được thể hiện ở Hình 1.7.1.



Hình 2.1: Sơ đồ bố trí thí nghiệm tổng quát

CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỔI CHẤT LƯỢNG CỦA QUẢ NHẪN TRỒNG Ở TỈNH BẾN TRE TRONG GIAI ĐOẠN THU HOẠCH

3.1. Đánh giá chất lượng bốn giống nhãn được trồng tại ĐBSCL

Giống là nguyên nhân chủ quan có ảnh hưởng quyết định đến đặc tính hóa lý của quả (Kader, 2002). Kết quả ở Bảng 3.1 cho thấy, có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về các chỉ tiêu hình thái vật lý như đường kính, khối lượng và tỉ lệ các thành phần ở các giống nhãn khác nhau.

Bảng 3.1: Sự khác biệt về hình thái và tỉ lệ thành phần của quả ở các giống nhãn

Giống nhãn	Đường kính trung bình (mm)	Khối lượng trung bình (g/quả)	Tỉ lệ thành phần (%)		
			Vỏ	Thịt	Hạt
Idor	28,41±2,12 ^d	10,90±1,91 ^d	16,09±1,10 ^a	69,49±1,50 ^a	14,42±1,40 ^c
XCV	33,59±0,16 ^b	17,08±0,20 ^b	13,16±0,95 ^c	63,96±2,07 ^c	22,88±2,18 ^a
XT	31,76±0,79 ^c	16,09±0,80 ^c	16,47±0,71 ^a	59,89±1,41 ^d	23,64±0,93 ^a
TN	35,05±0,87 ^a	19,74±1,32 ^a	14,88±1,35 ^b	66,55±2,11 ^b	18,57±2,41 ^b

Ghi chú: XCV - Xuồng com vàng, XT - xuồng tím, TN - Thanh nhãn (TN);

Các giá trị trung bình có chữ cái a, b, c, trong cùng một cột thể hiện tính đồng nhất có độ tin cậy là 95%

Song song đó, kết quả ở Bảng 3.2 và 3.3 cho thấy sự khác biệt về màu sắc, cũng như các chỉ tiêu thành phần hóa học như độ ẩm, hàm lượng chất khô hòa tan, hàm lượng acid chuẩn độ và hàm lượng vitamin C giữa các giống nhãn khác nhau.

Bảng 3.2: Sự khác nhau về màu sắc vỏ và thịt quả của các giống nhãn

Giống nhãn	Màu sắc vỏ quả			Màu sắc thịt quả	
	L*	a*	b*	L*	b*
Idor	47,05±2,15 ^b	14,34±1,22 ^c	16,79±1,42 ^c	30,83±2,36 ^c	8,04±1,74 ^d
XCV	48,80±0,78 ^a	13,35±0,48 ^c	23,78±1,28 ^a	53,64±0,30 ^a	11,02±1,00 ^b
XT	37,42±1,82 ^c	32,23±2,32 ^a	1,32±0,45 ^d	37,97±1,47 ^b	9,95±0,40 ^c
TN	48,87±0,48 ^a	15,48±0,57 ^b	18,16±0,65 ^b	39,03±1,46 ^b	12,93±1,10 ^a

Ghi chú: XCV - Xuồng com vàng, XT - xuồng tím, TN - Thanh nhãn (TN);

Các giá trị trung bình có chữ cái a, b, c, trong cùng một cột thể hiện tính đồng nhất có độ tin cậy là 95%

Bảng 3.3: Sự khác nhau về các chỉ tiêu hoá lý của các giống nhãn

Giống nhãn	Độ ẩm (%)	Chất khô hòa tan (TSS, °Brix)	Acid chuẩn độ (TA, %)	Chỉ số TSS/TA	Vitamin C (mg%)
Idor	79,88±0,69 ^b	18,81±0,81 ^b	0,095±0,012 ^b	200±26 ^b	35,53±0,74 ^a
XCV	77,21±0,67 ^d	23,11±0,42 ^a	0,058±0,003 ^c	397±17 ^a	34,68±0,26 ^b
XT	80,46±0,41 ^a	17,64±0,25 ^c	0,105±0,004 ^a	168±6 ^c	31,21±0,33 ^c
TN	78,27±0,41 ^c	18,72±0,39 ^b	0,094±0,003 ^b	199±9 ^b	35,24±0,26 ^a

Ghi chú: XCV - Xuồng com vàng, XT - xuồng tím, TN - Thanh nhãn (TN);

Các giá trị trung bình có chữ cái a, b, c, trong cùng một cột thể hiện tính đồng nhất có độ tin cậy là 95%

Nhìn chung, quả nhãn tại ĐBSCL có giá trị độ ẩm và hàm lượng chất khô hòa tan tương đồng với các giống nhãn Trung Quốc, với độ ẩm trung bình 80% và hàm lượng chất khô hòa tan từ 12 - 23°Brix (Zhang et al., 2020). Độ ẩm quả nhãn tại ĐBSCL là thấp hơn và tương tự, hàm lượng chất khô hòa tan là cao hơn so với quả nhãn so với kết quả được ghi nhận ở quả nhãn tại Mỹ, với độ ẩm và hàm lượng chất khô hòa tan lần lượt là 82,8% và 15,1°Brix (United States Department of Agriculture, 2022). Mặc dù vậy, giá trị hàm lượng vitamin C của quả nhãn tại ĐBSCL lại nhỏ hơn, so với quả nhãn tại Trung Quốc (42,12 – 163,7 mg% (Zhang et al., 2020) và tại Mỹ (84 mg% (United States Department of Agriculture, 2022). Nguyên nhân có thể là do điều kiện nóng ẩm của khí hậu Việt Nam, là điều kiện thích hợp hơn cho quá trình oxy hóa, dẫn đến quá trình tự phân hủy của thành phần vitamin C (Le, 2003).

3.2. Giá trị dinh dưỡng của các giống nhãn được trồng tại vùng ĐBSCL

Cùng với độ ẩm, kết quả tại Bảng 3.4 trình bày thành phần đa lượng, mô tả giá trị dinh dưỡng của các giống nhãn trồng tại vùng ĐBSCL. Kết quả ghi nhận cho thấy, trong thành phần chất khô của quả nhãn, carbohydrate là thành phần đa lượng chiếm ưu thế, với tỉ lệ lên đến trên 90%.

Bảng 3.4: Sự khác nhau về thành phần hóa học của các giống nhãn

Giống nhãn	Carbohydrate (%cbk)	Protein (%cbk)	Lipid (%cbk)	Tro (%cbk)	Đường tổng (%cbk)
Idor	91,30±0,52 ^a	4,58±0,51 ^a	-	4,12±0,30 ^a	64,14±2,77 ^b
XCV	91,46±0,66 ^a	4,62±0,47 ^a	-	3,92±0,33 ^a	70,83±1,71 ^c
XT	91,34±0,87 ^a	4,77±0,53 ^a	-	3,89±0,37 ^a	54,72±1,07 ^a
TN	91,12±0,59 ^a	4,81±0,53 ^a	-	4,07±0,58 ^a	63,31±2,56 ^b

Ghi chú: XCV - Xuồng cơm vàng, XT - xuồng tím, TN - Thanh nhãn (TN);

Các giá trị trung bình có chữ cái a, b, c, trong cùng một cột thể hiện tính đồng nhất có độ tin cậy là 95%

3.3. Kết luận về chất lượng các giống nhãn

+ Nhãn Idor nổi bật với tỉ lệ phần thịt quả cao và lớp thịt dày. Chất lượng thịt quả cũng ở mức tốt, có giá trị TSS gần bằng với TN và chỉ thấp hơn XCV, đồng thời có hàm lượng vitamin C cao nhất trong các giống nhãn. Đây là nguồn nguyên liệu lý tưởng cho các quy trình chế biến các sản phẩm giá trị gia tăng như thịt cơm nhãn tách hạt (chế biến giảm thiểu) hoặc long nhãn (nhãn sấy). Nhược điểm của giống nhãn này là có đường kính và khối lượng quả nhỏ nhất trong các giống nhãn đã phân tích, gây hạn chế cho khả năng sử dụng.

+ Nhãn XCV nổi bật với độ ngọt cao vượt trội, lại phù hợp cho việc tiêu thụ tươi. Đồng thời, giống nhãn này cũng có thịt quả với màu vàng đặc trưng, thể hiện qua chỉ số độ màu b* của thịt quả rất cao. Mặc dù có khối lượng và đường kính quả lớn, tuy nhiên giống nhãn này lại có tỉ lệ hạt rất lớn và tỉ lệ thịt thấp, nên không thích hợp để sử dụng làm nguyên liệu để chế biến các sản phẩm công nghiệp. Trên thực tế, khi thực hiện nghiên cứu, khó có thể tách nguyên vẹn phần thịt quả ra khỏi phần hạt trên giống nhãn XCV. Giống nhãn này phù hợp hơn để sử dụng trực tiếp, mang đến trải nghiệm vị giác tuyệt vời nhờ vị ngọt đậm đà và mùi thơm đặc trưng; hoặc để làm nguyên liệu trong các món tráng miệng hay nước giải khát như nhãn xí muối, mứt nhãn, giúp giữ được mùi thơm đặc trưng cho sản phẩm.

+ Giống TN có chất lượng trung bình, có đặc điểm giao thoa giữa giống nhãn Idor và XCV. Giống nhãn này không nổi trội, cũng như không bị hạn chế rõ rệt về kích thước quả, màu sắc thịt quả cũng như hàm lượng chất khô hoà tan và hàm lượng vitamin C. Vì vậy, loại nhãn này có thể được sử dụng linh hoạt, cả cho việc tiêu thụ tươi và chế biến các sản phẩm giá trị gia tăng, khi chất lượng nguyên liệu không đòi hỏi phải có tính riêng biệt. Hoặc cũng có thể sử dụng TN trong chế biến sản phẩm cần đa dạng các đặc tính. Sử dụng TN làm nguyên liệu trong các công thức dinh dưỡng vừa đảm bảo khối lượng thịt quả có thể thu nhận, vừa có thể tạo ra sản phẩm với các điểm đặc trưng riêng biệt hơn, giúp gia tăng giá trị và hấp dẫn người tiêu dùng.

+ Giống XT hấp dẫn bởi màu đỏ tím đặc trưng. Màu sắc tự nhiên từ vỏ quả này là nguồn phong phú các hợp chất màu có nguồn gốc tự nhiên có khả năng hỗ trợ sức khỏe. Do đó, giống XT thích hợp hơn khi sử dụng như một dạng thực phẩm chức năng. Thịt quả có độ ẩm cao và có hàm lượng chất khô hoà tan thấp, giúp giảm độ ngọt của quả, phù hợp chế độ ăn ít đường và có lợi cho sức khỏe.

3.4. Phân loại và đánh giá chất lượng của quả nhãn Idor theo nhóm phân loại

Như đã trình bày, giống nhãn Idor có tỉ lệ thịt quả cao và chất lượng thịt quả ở mức tốt, thích hợp hơn để sử dụng trong chế biến sản phẩm giá trị gia tăng. Do đó, để có thể sử dụng tốt hơn quả nhãn Idor vào các mục đích chế biến, nghiên cứu tiếp tục thực phân loại quả nhãn Idor. Phân loại theo các thông số vật lý được ưu tiên thực hiện, nhằm tạo điều kiện thuận lợi hơn trong việc phát triển các máy phân loại và hỗ trợ thực tế sản xuất.

Kết quả từ nội dung nghiên cứu trước đó đã ghi nhận các thông số hình thái vật lý của quả nhãn Idor trồng tại vùng ĐBSCL. Theo Tiêu chuẩn TCVN 9768:2013, mức khoảng cách 1,0 cm giữa các thông số kích thước được sử dụng khi tiến hành phân loại (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2013). Do đó, trong nghiên cứu này, 06 nhóm phân loại được đề xuất để đảm bảo mỗi phân nhóm đều có tỉ lệ số lượng quả $\geq 5\%$. Cụ thể, các nhóm phân loại được xác định theo chiều cao quả gồm: H1 $\leq 2,2$ cm, H2 (2,2; 2,3 cm], H3 (2,3; 2,4 cm], H4 (2,4; 2,5 cm], H5 (2,5; 2,6 cm], H6 $> 2,6$ cm. Đồ thị histogram (Hình 3.1) thể hiện mức độ phân phối của các phân nhóm nhãn. Đồng thời, sự thay đổi các thông số còn lại của quả theo từng phân nhóm cũng được tổng hợp tại Bảng 3.5 để làm cơ sở đối chiếu.

Bảng 3.5: Đặc điểm hình thái vật lý của quả nhãn Idor thay đổi khi phân loại theo chiều cao

Phân nhóm	Chiều cao (cm)	Khối lượng (g)	Đường kính (cm)	Tỉ lệ (%)
H1	≤ 2,2	≤ 7,39	≤ 2,47	6,0
H2	(2,2÷2,3]	(7,39÷8,81]	(2,47÷2,62]	10,0
H3	(2,3÷2,4]	(8,81÷10,22]	(2,62÷2,77]	16,5
H4	(2,4÷2,5]	(10,22÷11,64]	(2,77÷2,92]	28,5
H5	(2,5÷2,6]	(11,64÷13,05]	(2,92÷3,07]	25,5
H6	> 2,6	> 13,05	> 3,07	13,5

Trên cơ sở 06 phân nhóm đã đề xuất, tiếp tục tiến hành phân tích các thông số hoá lý để đánh giá chất lượng của quả (Hình 3.1)

H1 ≤ 2,2 cm	H2 (2,2; 2,3] cm	H3 (2,3; 2,4] cm	H4 (2,4; 2,5] cm	H5 (2,5; 2,6] cm	H6 > 2,6 cm
----------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------

Hình 3.1: Trật tự sử dụng trong phân loại nhãn theo chiều cao

Nhìn chung, quả nhãn Idor có thể được phân làm 03 phần, gồm vỏ, thịt quả và hạt. Trong đó, thịt quả nhãn là phần có khối lượng chiếm tỉ lệ cao nhất, lên đến trên 67,09% (Bảng 3.6). Tỉ lệ thịt quả cao cũng là đặc trưng cho giống nhãn Idor (Nguyen et al., 2017; Tran & Do, 2011).

Bảng 3.6: Tỉ lệ thành phần của quả nhãn Idor ở các nhóm phân loại

Phân nhóm*	Tỉ lệ thành phần (%)		
	Vỏ quả	Thịt quả	Hạt
H1	18,24±1,22 ^d	72,42±1,38 ^e	9,34±1,38 ^a
H2	16,66±1,36 ^{bc}	68,70±2,58 ^b	14,64±2,33 ^{bc}
H3	16,89±1,24 ^c	67,09±2,31 ^a	16,03±1,29 ^d
H4	15,88±1,17 ^{ab}	69,21±1,51 ^{bc}	14,91±1,27 ^c
H5	15,54±0,59 ^a	70,20±1,19 ^{cd}	14,26±0,94 ^{bc}
H6	15,24±0,73 ^a	70,93±0,93 ^d	13,82±0,44 ^b

Phân nhóm nhãn theo chiều cao H1 ≤ 2,2 cm, H2 (2,2; 2,3 cm], H3 (2,3; 2,4 cm], H4 (2,4; 2,5 cm], H5 (2,5; 2,6 cm], H6 > 2,6 cm; Các giá trị trung bình có chữ cái a, b, c trong cùng một cột thể hiện tính đồng nhất có độ tin cậy là 95%

Song song với tỉ lệ các thành phần chính, màu sắc của vỏ và thịt quả cũng được khảo sát và ghi nhận tại Bảng 3.7.

Bảng 3.7: Màu sắc vỏ và thịt quả nhãn Idor ở các nhóm phân loại

Phân nhóm*	Màu vỏ			Màu thịt	
	L*	a*	b*	L*	b*
H1	47,17±2,22 ^{ab}	14,02±1,11 ^a	16,78±1,54 ^{ab}	32,16±2,49 ^a	5,94±1,49 ^a
H2	47,88±1,98 ^b	14,50±1,44 ^a	16,71±1,87 ^{ab}	31,27±2,24 ^a	6,38±1,39 ^a
H3	46,66±1,56 ^{ab}	14,48±1,51 ^a	17,54±0,94 ^b	30,64±1,79 ^a	6,74±1,03 ^a
H4	47,18±2,49 ^{ab}	14,28±1,34 ^a	16,64±1,76 ^{ab}	30,79±2,87 ^a	8,45±1,69 ^b
H5	47,38±2,37 ^{ab}	14,57±0,90 ^a	17,00±1,33 ^b	30,66±1,97 ^a	8,41±1,40 ^b
H6	45,94±1,79 ^a	13,91±1,04 ^a	15,83±0,93 ^a	30,57±2,49 ^a	10,24±1,28 ^c

Ghi chú: XCV - Xuống cơm vàng, XT - xuống tím, TN - Thanh nhãn (TN);

Các giá trị trung bình có chữ cái a, b, c, trong cùng một cột thể hiện tính đồng nhất có độ tin cậy là 95%

Các thông số hàm lượng chất khô hòa tan, hàm lượng acid, độ ẩm và hàm lượng vitamin C giúp đánh giá chất lượng ăn của quả. Kết quả tổng hợp tại Bảng 3.8 cho thấy, theo sự gia tăng chiều cao của các phân nhóm quả, độ ẩm có xu hướng giảm, và ngược lại hàm lượng TSS và TA trong thịt quả có xu hướng tăng.

Bảng 3.8: Chỉ tiêu hoá lý của quả nhãn Idor ở các nhóm phân loại

Phân nhóm*	Chất khô hòa tan (TSS, °Brix)	Acid chuẩn độ (TA, %)	Chỉ số TSS/TA	Độ ẩm (%)	Vitamin C (mg%)
H1	17,10±0,67 ^a	0,083±0,009 ^a	212±26 ^b	81,27±0,38 ^d	36,65±0,58 ^c
H2	17,14±0,30 ^a	0,087±0,010 ^a	201±27 ^{ab}	80,42±0,60 ^c	36,09±0,50 ^b
H3	18,96±0,31 ^b	0,091±0,006 ^{ab}	211±16 ^b	79,84±0,36 ^{ab}	35,29±0,58 ^a
H4	18,90±0,67 ^b	0,098±0,011 ^c	194±30 ^{ab}	79,94±0,50 ^b	35,53±0,72 ^a
H5	19,28±0,25 ^{bc}	0,097±0,013 ^{bc}	202±29 ^{ab}	79,50±0,68 ^a	35,21±0,50 ^a
H6	19,58±0,76 ^c	0,103±0,012 ^{bc}	191±20 ^a	79,53±0,75 ^{ab}	35,52±1,15 ^a

Phân nhóm nhãn theo chiều cao H1 ≤ 2,2 cm, H2 (2,2; 2,3 cm], H3 (2,3; 2,4 cm], H4 (2,4; 2,5 cm], H5 (2,5; 2,6 cm], H6 >2,6 cm; Các giá trị trung bình có chữ cái a, b, c trong cùng một cột thể hiện tính đồng nhất có độ tin cậy là 95%

Kết quả Bảng 3.9 đồng thời cũng trình bày hàm lượng của một số thành phần đa lượng cấu thành quả nhãn Idor.

Bảng 3.9: Thành phần hóa học của quả nhãn Idor ở các nhóm phân loại

Phân nhóm*	Protein (%cbk)	Lipid (%cbk)	Tro (%cbk)	Carbohydrate (%cbk)	Đường tổng (%cbk)
H1	4,45±0,51 ^a	ND	4,03±0,30 ^a	91,51±0,72 ^a	61,15±2,97 ^a
H2	4,72±0,54 ^a	ND	4,07±0,14 ^{ab}	91,21±0,49 ^a	61,58±4,08 ^a
H3	4,41±0,42 ^a	ND	4,04±0,31 ^{ab}	91,56±0,54 ^a	63,94±4,21 ^b
H4	4,67±0,53 ^a	ND	4,09±0,40 ^{ab}	91,23±0,52 ^a	64,12±1,73 ^b
H5	4,58±0,49 ^a	ND	4,18±0,25 ^{ab}	91,24±0,48 ^a	64,78±1,63 ^{bc}
H6	4,58±0,60 ^a	ND	4,24±0,27 ^b	91,18±0,52 ^a	66,43±3,38 ^c

Phân nhóm nhãn theo chiều cao H1 ≤ 2,2 cm, H2 (2,2; 2,3 cm], H3 (2,3; 2,4 cm], H4 (2,4; 2,5 cm], H5 (2,5; 2,6 cm], H6 >2,6 cm; ND: không phát hiện; Các giá trị trung bình có chữ cái a, b, c trong cùng một cột thể hiện tính đồng nhất có độ tin cậy là 95%

3.5. Kết luận về chất lượng các phân nhóm nhãn

+ Phân nhóm H1 nổi bật với tỉ lệ thịt quả, vỏ quả, độ ẩm và hàm lượng vitamin C cao. Do đó, phân nhóm này thích hợp hơn để sử dụng trực tiếp, với thịt quả nhiều,

ít ngọt và có khả năng hỗ trợ tốt hơn cho sức khỏe người sử dụng. Tuy nhiên, khả năng sử dụng của phân nhóm này bị hạn chế do khối lượng quả nhỏ (≤ 7,65 g/quả) và tỉ lệ quả thấp (6,0% tổng số quả thu hoạch).

+ Ngược lại, các phân nhóm nhãn từ H3-H6 nổi bật với thịt quả có màu vàng đặc trưng (thể hiện qua giá trị độ màu b* lớn), đồng thời có hàm lượng TSS, TA và đường tổng cao, tương ứng với chất lượng ăn của quả tốt hơn. Tuy nhiên, các phân nhóm này lại có tỉ lệ hạt cao hơn. Do đó, phân nhóm quả này thích hợp cho nhóm người tiêu dùng yêu cầu chất lượng ăn của quả cao hơn, cho thịt quả ngọt và đậm đà hơn. Đồng thời, phân nhóm này cũng thích hợp để chế biến các sản phẩm có giá trị gia tăng. Với khối lượng quả lớn, số lượng nhiều và tỉ lệ thịt quả cao, sử dụng phân nhóm này đảm bảo khả năng tách rời nguyên vẹn phần thịt quả - đây là yêu cầu cần thiết để thực hiện chế biến. Mặc dù không có sự khác biệt hoàn toàn khi so sánh về chất lượng trung bình, nhà sản xuất và người tiêu dùng vẫn có thể lựa chọn phân nhóm nhãn có chiều cao lớn hơn (tương ứng với đường kính và khối lượng lớn hơn) để quả nhãn có chất lượng tốt và đồng nhất hơn.

+ Nhóm nhãn H2 giao thoa ở giữa và có nhiều đặc điểm tương đồng với nhóm nhãn H1 và H3-H6, do đó có thể được sử dụng đa dạng cho các mục đích sản xuất và tiêu thụ, khi chất lượng nguyên liệu không yêu cầu quá chuyên biệt.

CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP TIỀN XỬ LÝ HIỆU QUẢ CHO QUẢ NHÃN TƯƠI SAU THU HOẠCH NHẪM GIÚP Kéo DÀI THỜI GIAN BẢO QUẢN LẠNH

Ở nội dung này, ảnh hưởng của các phương pháp tiền xử lý riêng lẻ quả nhãn giúp cải thiện màu sắc, duy trì chất lượng (thông qua vitamin C), hạn chế hoạt động của vitamin C đều được quan tâm. Các phương pháp tiền xử lý cho kết quả tích cực trong cải thiện chất lượng và kéo dài thời gian

bảo quản quả nhãn: (i) Xử lý nước nóng ở 55°C giữ nhiệt trong 10 phút được xác định là hiệu quả nhất, giúp duy trì mùi vị và chất lượng cảm quan; (ii) Tiền xử lý bằng HCl với nồng độ 1,5 N với tỷ lệ (nguyên liệu và dung dịch ngâm (w/v)) là 1:1,5 trong thời gian 10 phút đạt hiệu quả cao trong việc cải thiện màu sắc của vỏ quả và tiết kiệm chi phí; (iii) Sử dụng kết hợp 0,2 g/L acid acetic và 2 g/L H₂O₂ để tạo thành peroxyacetic acid cho việc tiền xử giúp cải thiện độ sáng (L*), chỉ số BI và duy trì chất lượng thịt quả. Trên cơ sở đó, tiến hành thực hiện tiền xử lý kết hợp để cải thiện chất lượng sản phẩm.

4.1. Khả năng kết hợp các phương pháp tiền xử lý đến sự thay đổi chất lượng của quả nhãn trong quá trình bảo quản

Ảnh hưởng của các chế độ tiền xử lý thích hợp đến sự thay đổi màu sắc của quả nhãn được ghi nhận thông qua độ sáng L* của vỏ quả và chỉ số hoá nâu BI của thịt quả được xác định.

Bảng 4.1: Ảnh hưởng của sự kết hợp các phương pháp tiền xử lý đến độ sáng L* của vỏ quả trong quá trình bảo quản nhãn Idor

Chế độ xử lý	Độ sáng L*		
	Ngày 0	Ngày 3	Ngày 6
ĐC	47,4±1,03 ^{cA}	46,47±1,55 ^{cA}	-
ĐC-SO ₂	50,54±0,6 ^{bA}	47,79±1,41 ^{cB}	-
NN-HCl	55,93±0,87 ^{aA}	53,89±0,65 ^{aB}	51,05±0,83 ^{aC}
NN-HCl-PAA	52,36±1,45 ^{bA}	50,47±0,83 ^{bA}	48,27±0,25 ^{bB}
NN-PAA	41,94±1,37 ^{dA}	41,74±1,98 ^{dA}	41,75±1,92 ^{cA}
HCl-PAA	50,82±1,01 ^{bA}	48,47±1,22 ^{bcB}	46,40±1,25 ^{bB}

Ghi chú: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột (chữ thường) hoặc hàng (chữ in hoa) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%. (-) không tiếp tục theo dõi do bị hư hỏng.

Kết quả từ Bảng 4.1 cho thấy độ sáng L* của vỏ quả ở chế độ tiền xử lý NN-HCl cho ra kết quả khả quan trong quá trình bảo quản.

Bảng 4.2: Ảnh hưởng của sự kết hợp các phương pháp tiền xử lý đến chỉ số hoá nâu của thịt quả trong quá trình bảo quản nhãn Idor

Chế độ xử lý	Chỉ số BI		
	Ngày 0	Ngày 3	Ngày 6
ĐC	44,79±1,88 ^{aA}	40,81±1,86 ^{abA}	-
ĐC-SO ₂	27,78±2,82 ^{dB}	43,87±2,78 ^{aA}	-
NN-HCl	34,01±2,64 ^{bcB}	39,54±1,17 ^{abB}	46,69±4,71 ^{aA}
NN-HCl-PAA	33,15±3,30 ^{bcB}	38,24±2,15 ^{bB}	48,25±3,49 ^{aA}
NN-PAA	36,86±4,51 ^{bB}	31,63±3,53 ^{cB}	45,16±3,18 ^{aA}
HCl-PAA	28,71±2,00 ^{cdB}	31,95±3,62 ^{cB}	51,21±3,13 ^{aA}

Ghi chú: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột (chữ thường) hoặc hàng (chữ in hoa) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%. (-) không tiếp tục theo dõi do bị hư hỏng.

Kết quả từ Bảng 4.2 cho thấy chỉ số BI của thịt quả của các chế độ tiền xử lý kết hợp sau khi xử lý (ngày 0) có xu hướng giảm, nhỏ hơn so với mẫu đối chứng ĐC và lớn hơn mẫu đối chứng ĐC-SO₂. Tóm lại việc tiền xử lý kết hợp cho kết quả khả quan hơn bởi việc làm tăng độ sáng của vỏ quả và làm giảm chỉ số BI của thịt quả sau khi tiền xử lý và đồng thời cũng giúp duy trì độ sáng L* và chỉ số BI của thịt quả trong quá trình bảo quản. Chế độ tiền xử lý kết hợp NN-HCl cho kết quả khả quan về việc cải thiện độ sáng của quả cũng như làm giảm chỉ số hoá nâu chỉ thịt quả.

Kết quả Bảng 4.3 cho thấy hàm lượng TSS có xu hướng tăng lên ở các chế độ tiền xử lý kết hợp sau khi xử lý (ngày 0). Đồng thời, hàm lượng TSS của tất cả các chế độ tiền xử lý kết hợp cho kết quả khả quan trong quá trình bảo quản, tương tự như hàm lượng acid tổng số (Bảng 4.4). Kết quả từ Bảng 4.5 cho thấy hàm lượng vitamin C sau khi tiền xử lý (ngày 0), các chế độ có xử lý nhiệt có hàm lượng vitamin C thấp hơn các chế độ không có xử lý nhiệt có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Sau 6 ngày bảo quản, hàm lượng vitamin C giữa các chế độ tiền xử lý kết hợp có xu hướng

giảm theo thời gian. Ngoài ra, từ kết quả khảo sát cho thấy được mật độ nấm men, nấm mốc đã bị diệt hoàn toàn ở bề mặt quả nhãn bằng tiền xử lý có kết hợp HCl hoặc PAA.

Bảng 4.3: Ảnh hưởng của sự kết hợp các phương pháp tiền xử lý đến hàm lượng chất khô hòa tan trong quá trình bảo quản nhãn Idor

Chế độ xử lý	Hàm lượng chất khô hòa tan (TSS, °Brix)		
	Ngày 0	Ngày 3	Ngày 6
ĐC	19,22±0,57 ^{cdB}	21,67±0,58 ^{aA}	-
ĐC-SO ₂	18,33±1,53 ^{dA}	17,93±1,01 ^{dA}	-
NN-HCl	20,53±0,42 ^{abB}	20,13±0,23 ^{cB}	22,07±0,12 ^{aA}
NN-HCl-PAA	20,40±0,20 ^{abcB}	20,13±0,42 ^{cB}	22,27±0,23 ^{aA}
NN-PAA	20,60±0,53 ^{aB}	20,47±0,31 ^{bcB}	21,60±0,53 ^{aA}
HCl-PAA	19,27±0,12 ^{bcdB}	21,27±0,31 ^{abA}	21,87±0,81 ^{aA}

Ghi chú: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột (chữ thường) hoặc hàng (chữ in hoa) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%. (-) không tiếp tục theo dõi do bị hư hỏng.

Bảng 4.4: Ảnh hưởng của sự kết hợp các phương pháp tiền xử lý đến hàm lượng acid tổng số trong quá trình bảo quản nhãn Idor

Chế độ xử lý	Hàm lượng acid tổng số (TA, %)		
	Ngày 0	Ngày 3	Ngày 6
ĐC	0,122±0,008 ^{abB}	0,146±0,006 ^{cA}	-
ĐC-SO ₂	0,111±0,012 ^{bA}	0,111±0,006 ^{bA}	-
NN-HCl	0,121±0,016 ^{abB}	0,126±0,006 ^{bB}	0,204±0,019 ^{abA}
NN-HCl-PAA	0,129±0,010 ^{abB}	0,137±0,006 ^{abB}	0,226±0,010 ^{aA}
NN-PAA	0,140±0,021 ^{aB}	0,133±0,016 ^{abB}	0,183±0,010 ^{bA}
HCl-PAA	0,125±0,006 ^{abB}	0,126±0,006 ^{abB}	0,187±0,017 ^{bA}

Ghi chú: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột (chữ thường) hoặc hàng (chữ in hoa) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%. (-) không tiếp tục theo dõi do bị hư hỏng.

Bảng 4.5: Ảnh hưởng của sự kết hợp các phương pháp tiền xử lý đến hàm lượng vitamin C trong quá trình bảo quản nhãn Idor

Chế độ xử lý	Hàm lượng vitamin C (mg%)		
	Ngày 0	Ngày 3	Ngày 6
ĐC	36,21±0,61 ^{aA}	34,45±0,35 ^{aB}	-
ĐC-SO ₂	36,26±0,35 ^{aA}	34,37±0,37 ^{aB}	-
NN-HCl	32,97±0,20 ^{bA}	31,03±0,41 ^{cB}	29,98±0,54 ^{aC}
NN-HCl-PAA	33,08±0,41 ^{bA}	31,27±0,20 ^{cB}	29,51±0,20 ^{aC}
NN-PAA	32,84±0,89 ^{bA}	31,15±0,35 ^{cB}	29,74±0,61 ^{aC}
HCl-PAA	36,31±0,61 ^{aA}	33,21±0,20 ^{bB}	29,69±0,10 ^{aC}

Ghi chú: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột (chữ thường) hoặc hàng (chữ in hoa) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%. (-) không tiếp tục theo dõi do bị hư hỏng.

Tóm lại tiền xử lý kết hợp mang lại hiệu quả tích cực trong việc cải thiện chất lượng và khả năng bảo quản nhãn tươi. Thời gian bảo quản có thể kéo dài đến 6 ngày, thay vì chỉ có thể giữ tươi được 2-3 ngày ở nhiệt độ phòng. Chế độ tiền xử lý NN-HCl giúp cải thiện độ sáng và chỉ số BI của thịt quả cũng như chất lượng quả nhãn tốt hơn khi so sánh với các chế độ tiền xử lý khác. Chế độ tiền xử lý kết hợp NN-HCl được là điều kiện xử lý cho quá trình bảo quản tiếp theo.

4.2. Ảnh hưởng của sự tương quan nhiệt độ và độ ẩm đến sự xuất hiện của hiện tượng tổn thương lạnh trên quả nhãn

Việc duy trì chất lượng của quả nhãn trong điều kiện nhiệt độ và độ ẩm thích hợp là điều kiện cần thiết trong quá trình bảo quản. Từ Bảng 4.6 cho thấy mức độ hao hụt khối lượng tăng theo thời gian bảo quản. Sau 16 ngày bảo quản, chỉ còn lại 4 chế độ được đánh giá, các chế độ khác đã bị hư hỏng trong quá trình đưa trở lại nhiệt độ thường trước khi đo trong thời gian 8 tiếng.

Bảng 4.6: Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm đến sự hao hụt khối lượng trong quá trình bảo quản nhãn Idor

Nhiệt độ (°C)- Độ ẩm (%)	Hao hụt khối lượng (%)				
	Ngày 0	Ngày 4	Ngày 8	Ngày 12	Ngày 16
5-70	0,00±0,00 ^D	9,47±0,63 ^{aC}	11,10±0,70 ^{aB}	11,44±0,06 ^{aB}	12,47±0,43 ^{aA}
5-80	0,00±0,00 ^D	5,46±0,32 ^{bC}	7,83±1,26 ^{bBC}	8,70±1,83 ^{abAB}	10,46±2,18 ^{aA}
5-90	0,00±0,00 ^D	1,56±0,25 ^{eCD}	3,79±2,06 ^{cdBC}	4,60±1,83 ^{cB}	9,85±2,20 ^{abA}
8-70	0,00±0,00 ^C	4,49±1,07 ^{bcB}	5,95±0,17 ^{bcAB}	6,80±1,84 ^{bcA}	7,21±0,98 ^{ba}
8-80	0,00±0,00 ^C	2,18±0,76 ^{deB}	4,50±0,60 ^{cdA}	-	-
8-90	0,00±0,00 ^B	1,58±0,79 ^{eAB}	3,19±1,46 ^{dA}	-	-
11-70	0,00±0,00 ^B	3,56±1,36 ^{cdA}	5,48±1,84 ^{bcdA}	-	-
11-80	0,00±0,00 ^B	3,42±1,78 ^{cdA}	4,62±2,31 ^{cdA}	-	-
11-90	0,00±0,00 ^B	1,58±1,55 ^{eAB}	4,62±2,31 ^{cdA}	-	-

Ghi chú: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột (chữ thường) hoặc hàng (chữ in hoa) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%. (-) không tiếp tục theo dõi do bị hư hỏng.

Bên cạnh sự hao hụt khối lượng, độ sáng của vỏ quả là yếu tố quan trọng đánh giá chất lượng của quả trong quá trình bảo quản lạnh. Qua các ngày bảo quản ở các chế độ nhiệt độ và độ ẩm khác nhau cho thấy chế độ 5°C và 70% cho kết quả khả quan trong quá trình bảo quản mặc dù có sự suy giảm khối lượng lớn tuy nhiên độ sáng L* quả nhãn được duy trì tốt trong quá trình bảo quản so với các chế độ còn lại. Bên cạnh đó, độ sáng là một trong những yếu tố cảm quan mà người tiêu dùng luôn hướng đến khi lựa chọn sản phẩm.

4.3. Sự thay đổi chất lượng quả nhãn trong quá trình bảo quản lạnh và đề xuất thời gian bảo quản lạnh quả nhãn thích hợp

Quả nhãn được tiến xử lý và bảo quản lạnh cho kết quả khả quan hơn về khả năng bảo quản quả nhãn dài ngày, thể hiện được chỉ tiêu về màu sắc và chất lượng vẫn giữ ổn định đến 30 ngày.

Bảng 4.7: Sự thay đổi độ sáng của vỏ và chỉ số BI của thịt quả trong 30 ngày bảo quản lạnh

Thời gian bảo quản (ngày)	Độ sáng L*	Chỉ số BI
0	56,63±0,23 ^a	24,11±5,13 ^c
5	53,93±0,93 ^b	29,88±4,23 ^b
10	54,03±1,49 ^b	32,11±4,30 ^{ab}
15	53,74±0,67 ^b	31,93±2,98 ^{ab}
20	53,78±0,61 ^b	31,82±5,16 ^{ab}
25	53,93±0,71 ^b	34,58±4,14 ^a
30	53,60±0,92 ^b	35,17±3,47 ^a

Ghi chú: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%.

Bảng 4.8: Sự thay đổi của các chỉ tiêu trong 30 ngày bảo quản lạnh

Thời gian bảo quản (ngày)	Hao hụt khối lượng (%)	Chất khô hòa tan (TSS, °Brix)	Acid tổng số (TA, %)	Vitamin C (mg%)
0	0,00±0,00 ^g	20,62±0,38 ^e	0,130±0,006 ^a	33,11±0,26 ^a
5	10,23±0,25 ^f	22,75±0,44 ^d	0,124±0,006 ^a	31,49±0,28 ^b
10	11,16±0,66 ^e	22,89±0,39 ^{cd}	0,117±0,009 ^b	31,25±0,44 ^{bc}
15	12,52±0,51 ^d	23,13±0,41 ^{bc}	0,116±0,009 ^{bc}	31,44±0,30 ^{bc}
20	13,86±0,03 ^c	23,38±0,43 ^b	0,109±0,005 ^{cd}	31,25±0,19 ^{bc}
25	15,67±0,85 ^b	23,83±0,38 ^a	0,108±0,007 ^d	31,45±0,35 ^{bc}
30	17,83±0,22 ^a	24,21±0,40 ^a	0,101±0,006 ^e	31,17±0,23 ^c

Ghi chú: các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các nghiệm thức khảo sát ở độ tin cậy 95%.

Bên cạnh đó không phát hiện nấm men nấm mốc trên bề mặt vỏ quả trong quá trình bảo quản do quả được tiến xử lý và bảo quản ở nhiệt độ thấp đã hạn chế hoạt động của vi sinh vật gây thối hỏng quả nhãn bởi nấm men và nấm mốc.

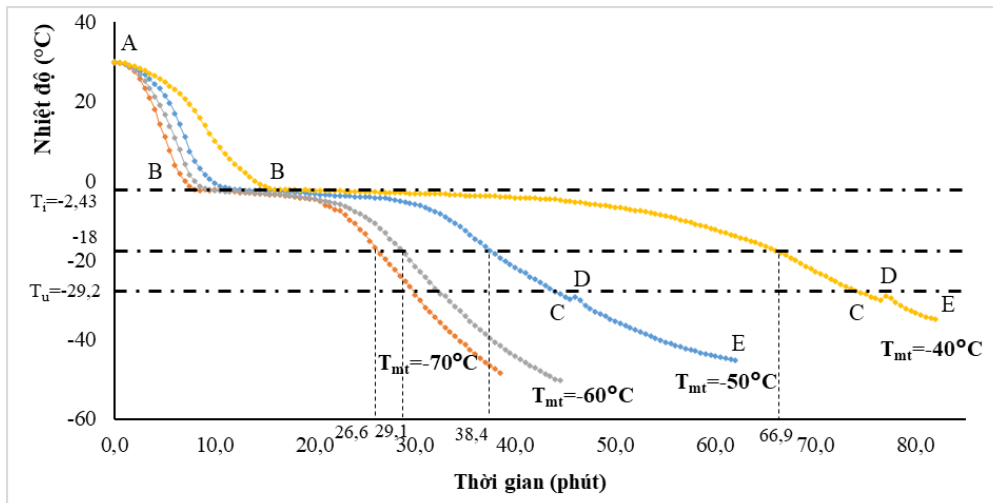
Sự kết hợp giữa chế độ tiền xử lý kết hợp và bảo quản ở môi trường thích hợp mang lại hiệu quả trong việc kéo dài thời gian bảo quản lạnh quả nhãn tươi tối thiểu trong 30 ngày. Nghiên cứu này cung cấp cơ sở khoa học vững chắc cho việc phát triển các sản phẩm từ nhãn, góp phần nâng cao giá trị và sức cạnh tranh của quả nhãn trong ngành công nghiệp thực phẩm.

CHƯƠNG 5. NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT LẠNH ĐÔNG SÂU VÀ BIỆN PHÁP GIẢM THIỂU TỶ LỆ NÚT VỎ TRONG QUÁ TRÌNH LẠNH ĐÔNG VÀ TRỮ ĐÔNG QUẢ NHÃN TƯƠI

5.1. Xác định các thông số của quá trình lạnh đông

Ở nội dung này, đặc điểm của quá trình lạnh đông của nhãn Idor nguyên quả được theo dõi bằng cách quan sát đồ thị thể hiện sự thay đổi nhiệt độ tâm của quả nhãn theo thời gian lạnh đông (Hình 5.1), ở các nhiệt độ môi trường khác nhau từ -40 đến -60°C.

Kết quả theo dõi cho thấy, quá trình lạnh đông quả nhãn gần giống với quá trình lạnh đông thực phẩm thông thường được mô tả bởi Fellows (2002).



Hình 5.1: Sự thay đổi nhiệt độ tâm quả nhãn lạnh đông ở các nhiệt độ môi trường khác nhau

Ghi chú: T_{mt} : Nhiệt độ môi trường; T_i : Nhiệt độ đóng băng; T_u : Nhiệt độ eutectic

Điểm D ghi nhận là nhiệt độ eutectic của nguyên liệu nhãn, có giá trị trung bình -29,13°C. Kết quả này thấp hơn so với nguyên cứu của Chen (2008) khi ghi nhận nhiệt độ eutectic của nhãn tại -26°C. Nhiệt độ đóng băng của quả nhãn vào khoảng -2,43°C, thấp hơn một số loại trái cây thông thường như cà chua (-0,72°C), cam (-1,17°C) táo (-1,44°C) và gần bằng với mận (-2,28°C) hay anh đào ngọt (-2,61°C) (Heldman & Singh, 1981). Từ kết quả này, có thể tiếp tục thực hiện tính toán giá trị khối lượng phân tử chất tan của quả nhãn. Kết quả này một lần nữa cho thấy hiện quả giảm trạng thái tự do của nước khi ở trạng thái đông lạnh, giúp giảm thiểu tốc độ xảy các phản ứng sinh hóa và ức chế hoạt động của vi sinh vật, qua đó giúp kéo dài thời gian bảo quản thực phẩm (Nguyen & Tran, 2016). Kết quả được trình bày tóm tắt trong Bảng 5.1.

Bảng 5.1: Thông số của quá trình lạnh đông quả nhãn trong tủ đông tiếp xúc gián tiếp

Nhiệt độ môi trường (°C)	Nhiệt độ đóng băng (°C)	Nhiệt độ eutectic (°C)	Thời gian lạnh đông đến -18°C (phút)	Tốc độ lạnh đông (°C/phút)
-40	-2,32±0,13	-29,32±1,80	66,90±3,99	0,717
-50	-2,42±0,18	-28,94±0,69	38,40±1,98	1,262
-60	-2,48±0,11	-	29,10±0,96	1,649
-70	-2,50±0,07	-	26,60±0,89	1,805
Trung bình	-2,43	-29,13		
KLPT chất tan M_s (g/mol)	210,55			
TL nước đóng băng -18°C (%)	88,57			

Nhiệt độ eutectic của sản phẩm trong nhiều trường hợp cũng cần được quan tâm. Tang & Pikal (2004) nhận thấy trong quá trình sấy thăng hoa có khả năng xảy ra hiện tượng “xẹp” cấu trúc của sản phẩm khi xả áp nếu quá trình lạnh đông ban đầu không hiệu quả. Do đó, nhiệt độ lạnh đông tâm sản

phẩm đề xuất nên thấp hơn nhiệt độ eutectic từ 10°C (Li et al., 2022) đến 20°C (Tang & Pikal, 2004) để quá trình sấy thăng hoa đạt được hiệu quả loại ẩm tốt nhất.

Kết quả Bảng 5.1 đồng thời cũng ghi nhận thời gian lạnh đông đến -18°C và tốc độ lạnh đông của quả nhãn thay đổi theo nhiệt độ môi trường lạnh đông. Đây cũng là cơ sở để nghiên cứu tiếp tục thực hiện lạnh đông và theo dõi sự thay đổi chất lượng của quả nhãn sau khi tan giá.

5.2. Chất lượng của quả nhãn Idor sau khi tan giá

Tiếp tục thực hiện quá trình lạnh đông nhãn nguyên quả đến nhiệt độ tâm đạt -18°C theo thời gian ghi nhận ở Bảng 5.1. Sau đó nhãn lạnh đông được bảo quản trong tủ đông 15 ngày và tan giá dưới vòi nước chảy. Các chỉ tiêu thể hiện đặc tính hóa lý của quả nhãn được phân tích và tổng hợp tại Bảng 5.2 và Bảng 5.3.

Bảng 5.2: Sự thay đổi độ ẩm, hàm lượng chất khô hoà tan (TSS), tỉ lệ rỉ rịch và tỉ lệ nứt vỏ của quả nhãn sau tan giá khi được lạnh đông ở các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ môi trường (°C)	Độ ẩm (%)	TSS (°Brix)	Tỉ lệ rỉ rịch (%)	Tỉ lệ nứt vỏ (%)
Đối chứng*	79,09±0,69 ^c	18,81±0,81 ^{ab}	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a
-40	77,74±0,16 ^a	20,20±0,45 ^c	6,08±1,01 ^d	94,74±6,14 ^c
-50	78,59±0,19 ^b	19,33±0,34 ^b	2,37±0,51 ^c	87,36±5,87 ^b
-60	79,17±0,18 ^c	18,73±0,20 ^a	1,01±0,21 ^b	82,85±4,14 ^b
-70	79,06±0,21 ^c	18,84±0,12 ^{ab}	1,16±0,18 ^b	87,54±3,87 ^b

*Đối chứng là mẫu nhãn quả tươi, không lạnh đông; Các giá trị trung bình có cùng chữ cái đi kèm a, b, c trong cùng cột thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Bảng 5.3: Sự thay đổi các thông số hoá lý của quả nhãn sau tan giá khi được lạnh đông ở các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ môi trường (°C)	Chỉ số hóa nâu (BI)	TA (%)	Hàm lượng vitamin C (mg%)
Đối chứng*	47,40±3,78 ^d	0,09±0,01 ^a	35,53±0,74 ^c
-40	22,42±1,87 ^c	0,12±0,01 ^b	30,80±0,45 ^a
-50	18,47±1,45 ^b	0,10±0,01 ^a	30,72±0,32 ^a
-60	13,02±1,25 ^a	0,09±0,01 ^a	32,74±0,21 ^b
-70	13,18±1,08 ^a	0,09±0,01 ^a	32,45±0,28 ^b

*Đối chứng là mẫu nhãn quả tươi, không lạnh đông; Các giá trị trung bình có cùng chữ cái đi kèm a, b, c trong cùng cột thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Các kết quả nghiên cứu cho thấy nhiệt độ môi trường lạnh đông ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng của sản phẩm. Đối với quả nhãn Idor, nhiệt độ đóng băng và nhiệt độ eutectic của nguyên liệu được xác định lần lượt là -2,43°C và -29,13°C. Theo dõi chất lượng quả nhãn sau khi tan giá cho thấy, sự thất thoát chất tan và sự nứt vỏ do quá trình hình thành tinh thể đá là hai nguy cơ chính gây biến đổi chất lượng nguyên liệu. Trong khi sự thất thoát chất tan có thể được giảm thiểu bằng cách hạ nhiệt độ môi trường lạnh đông xuống mức -60°C và -70°C; tỉ lệ nứt vỏ ở nhãn vẫn ở mức cao (82,85-87,54%). Nên áp dụng thêm các biện pháp kỹ thuật để hạn chế nứt vỏ quả nhãn trong quá trình lạnh đông nhằm duy trì chất lượng của quả trong quá trình tồn trữ.

5.3. Phương pháp tiền xử lý giúp giảm tỉ lệ nứt vỏ quả nhãn lạnh đông

Sự tăng thể tích của nước đá khi chuyển pha chính là nguyên nhân chính gây nên hiện tượng nứt vỏ khi lạnh đông quả nhãn. Sấy lạnh trước khi lạnh đông nhằm giảm lượng nước tự do có trong quả nhãn, qua đó trực tiếp làm giảm lượng tinh thể nước hình thành, qua đó giảm tỉ lệ nứt vỏ của quả. Cố định quá trình chần quả nhãn, thực hiện ở 80°C trong 5 phút. Đây là điều kiện cần thiết để vô hoạt enzyme hoá nâu hiện diện trong quả nhãn (sẽ trình bày chi tiết hơn ở các nội dung sau), qua đó giúp kéo dài thời gian bảo quản của quả nhãn. Quả nhãn sau chần được sấy lạnh, thực hiện kiểm soát chế độ sấy theo mức độ giảm khối lượng so với nguyên liệu ban đầu. Lần lượt ở các mức giảm khối lượng 2, 4, 6 và 8% (tương ứng với các khoảng thời gian sấy khác nhau), mẫu quả nhãn được thu nhận và cấp đông tại -60°C cho đến khi nhiệt độ tâm đạt -18°C. Theo dõi chất lượng mẫu quả nhãn sau 15 ngày trữ đông. Ngoài chỉ tiêu về tỉ lệ nứt vỏ, các kết quả về màu sắc, các tính chất hóa lý, hoạt tính sinh học cũng cho kết quả tích cực. Tỷ lệ nứt vỏ giảm về mức 5,58÷5,66% khi khối

lượng quả giảm 6÷8% sau sấy lạnh, tức khi loại bỏ 6÷8% lượng nước tự do có trong mẫu. Đồng thời, các kết quả phân tích cũng cho thấy, sấy lạnh không làm thay đổi chất lượng hoá lý và các thành phần sinh học của quả so với mẫu đối chứng, thậm chí trong trường hợp với chỉ tiêu hàm lượng chất khô hoà tan và hàm lượng acid còn làm tăng biểu kiến hai giá trị này. Do đó, áp dụng sấy lạnh để làm giảm khối lượng của mẫu nhân trước khi đưa vào cấp đông là cần thiết để giúp ổn định và cải thiện chất lượng sản phẩm.

Bảng 5.4: Tỷ lệ rỉ dịch và tỷ lệ nứt vỏ của quả nhãn ở các tỷ lệ giảm khối lượng

Mức độ giảm khối lượng (%)	Tỷ lệ rỉ dịch (%)	Tỷ lệ nứt vỏ quả (%)
Đối chứng*	5,60±0,20 ^a	43,38±2,08 ^a
2	4,20±0,20 ^b	16,78±0,58 ^b
4	3,53±0,12 ^c	6,29±1,53 ^c
6	3,07±0,12 ^d	5,66±0,10 ^d
8	3,00±0,20 ^d	5,58±0,72 ^d

*Đối chứng là mẫu nhãn đã được chần ở 80°C, 5 phút; Các giá trị trung bình có cùng chữ cái đi kèm a, b, c trong cùng cột thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Từ các kết quả đã trình bày cho thấy, giảm khối lượng quả trước khi lạnh đông bằng phương pháp sấy lạnh là có hiệu quả trong giảm tỷ lệ nứt quả nhãn trong quá trình lạnh đông.

5.4. Kết hợp ngâm CaCl₂ để tiếp tục giảm tỷ lệ nứt vỏ khi lạnh đông quả nhãn

Ban đầu, biện pháp chần và sấy lạnh để giảm khối lượng quả nhãn trước khi lạnh đông đã cho các kết quả khá tốt trong kiểm soát tỷ lệ nứt vỏ quả nhãn. Tuy nhiên, từ tỷ lệ nứt vỏ 82,85% ở mẫu xử lý, con số này đã giảm về mức 5,58% khi loại bỏ 6% khối lượng nước có trong quả. Tuy nhiên, mức độ giảm 5,58% vẫn còn cao hơn mục tiêu ban đầu xác định khi thực hiện là về dưới 5%. Do đó, nghiên cứu tiếp tục kết hợp ngâm CaCl₂ sau quá trình chần.

Bảng 5.5: Tỷ lệ rỉ dịch và tỷ lệ nứt vỏ của quả nhãn khi xử lý với các nồng độ CaCl₂ khác nhau

Nồng độ canxi clorua (%)	Tỷ lệ rỉ dịch (%)	Tỷ lệ nứt vỏ quả (%)
Đối chứng*	3,00±0,58 ^a	5,66±0,10 ^a
0,1	2,87±1,15 ^b	3,49±0,58 ^{ab}
0,2	2,33±0,58 ^c	1,82±0,00 ^{bc}
0,3	1,50±1,73 ^{cd}	0,00±0,00 ^c
0,4	1,53±0,58 ^d	0,00±0,00 ^c

*Đối chứng là mẫu nhãn đã được chần ở 80°C, 5 phút và giảm 6% khối lượng; Các giá trị trung bình có cùng chữ cái đi kèm a, b, c trong cùng cột thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Các kết quả cho thấy, tiền xử lý với biện pháp ngâm canxi clorua có tác động tích cực đến chất lượng quả nhãn lạnh đông. Kết hợp điều chỉnh nhiệt độ lạnh đông về -60°C, chần quả nhãn ở 80°C trong 5 phút sau đó ngâm CaCl₂ với nồng độ dung dịch 0,3÷0,4% và sấy lạnh để làm giảm 6÷8% khối lượng của quả bước đầu đã giúp **loại bỏ hiện tượng nứt vỏ** khi lạnh đông quả nhãn mà không làm thay đổi, thậm chí còn giúp gia tăng chất lượng của quả nhãn lạnh đông.

5.5. Sự thay đổi chất lượng của quả nhãn trong quá trình bảo quản lạnh đông

Kết quả nghiên cứu về sự thay đổi chất lượng của quả nhãn lạnh đông theo thời gian ở các điều kiện nhiệt độ bảo quản khác nhau đều cho hiệu quả tích cực. Kết quả nghiên cứu trong Bảng 5.12 cho thấy tỷ lệ nứt vỏ của mẫu bảo quản ở nhiệt độ -10 và -20°C không có sự thay đổi theo thời gian bảo quản (cụ thể là sau 196 ngày bảo quản, tỷ lệ nứt vỏ quả đạt 1,32%). Kết quả ở Bảng 5.13 cho thấy tỷ lệ rỉ dịch tăng dần theo thời gian bảo quản và nhiệt độ bảo quản càng thấp thì tỷ lệ rỉ dịch càng thấp. Khi so sánh các giá trị trong cùng 1 cột ta nhận thấy rằng khi thời gian bảo quản càng dài thì tỷ lệ rỉ dịch có xu hướng càng tăng, cụ thể là khi bảo quản mẫu ở nhiệt độ môi trường -10°C tỷ lệ rỉ dịch tăng từ 1,37% lên 7,77%, ở nhiệt độ môi trường bảo quản -20°C, giá trị này tăng từ 1,27% lên 6,40% và ở nhiệt độ môi trường bảo quản là -30°C giá trị này tăng từ 1,23% lên 5,23%. Khi so sánh các giá trị trong cùng một hàng ta nhận thấy có sự khác biệt về mặt ý nghĩa thống kê đối với mẫu được bảo quản ở các nhiệt độ môi trường khác nhau, cụ thể là sau 196 ngày bảo quản thì tỷ lệ rỉ dịch đạt giá trị lần lượt là 7,77%; 6,40% và 5,23% (ở nhiệt độ bảo quản -10, -20 và -30°C), tức nhiệt độ môi trường bảo quản càng thấp thì tỷ lệ rỉ dịch càng thấp.

Bảng 5.6: Sự thay đổi tỉ lệ nứt vỏ của quả nhãn lạnh đông được bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau

Thời gian (ngày)	Tỉ lệ nứt vỏ (%)		
	-10°C	-20°C	-30°C
0	1,32±1,14 ^{aA}	1,32±1,14 ^{aA}	1,32±0,58 ^{cA}
14	1,33±1,15 ^{aA}	1,33±1,15 ^{aA}	1,33±0,58 ^{bcA}
28	1,32±1,14 ^{aA}	1,27±1,10 ^{aA}	1,29±0,58 ^{bcA}
42	1,28±1,11 ^{aA}	1,31±1,13 ^{aA}	1,31±0,58 ^{bcA}
56	1,29±1,12 ^{aB}	1,31±1,13 ^{aA}	1,32±0,58 ^{bcA}
70	1,32±1,14 ^{aA}	1,31±1,13 ^{aA}	1,31±0,58 ^{bcA}
84	1,31±1,13 ^{aA}	1,31±1,12 ^{aA}	1,33±0,58 ^{bcA}
98	1,32±1,14 ^{aB}	1,29±1,12 ^{aA}	1,31±0,58 ^{bcA}
112	1,31±1,13 ^{aA}	1,32±1,14 ^{aA}	1,32±0,00 ^{bcA}
126	1,33±1,15 ^{aA}	1,31±1,13 ^{aA}	1,32±0,00 ^{bcA}
140	1,32±1,14 ^{aA}	1,31±1,13 ^{aA}	1,31±0,58 ^{bcA}
154	1,32±1,14 ^{aB}	1,31±1,13 ^{aB}	1,97±0,00 ^{abA}
168	1,32±1,14 ^{aB}	1,31±1,13 ^{aB}	1,99±0,00 ^{abA}
182	1,31±1,13 ^{aB}	1,31±1,13 ^{aB}	1,97±0,00 ^{abA}
196	1,32±1,14 ^{aB}	1,32±1,14 ^{aB}	2,64±0,58 ^{aA}

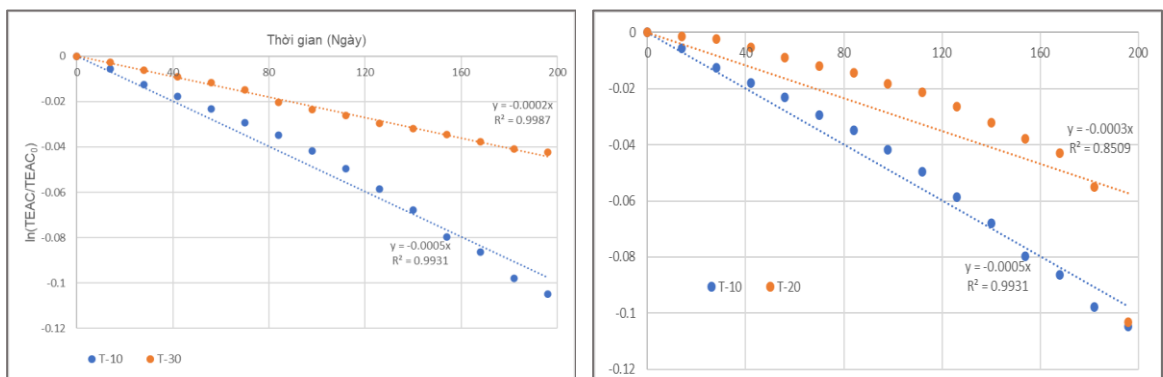
Các giá trị trung bình có cùng chữ cái đi kèm in thường (cột) và in hoa (hàng) thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

5.6. Đề xuất thời gian bảo quản lạnh đông thích hợp cho quả nhãn thông qua phương pháp bảo quản có gia tốc nhiệt Q10

Trong phạm vi nghiên cứu, sự suy giảm hoạt tính kháng oxy hoá trong quá trình bảo quản nhãn lạnh đông theo thời gian được biểu thị theo mô hình động học bậc 1 với phương trình $\ln(\text{TEAC}/\text{TEAC}_0) = -kt$, hệ số R^2 của mô hình đạt giá trị lớn hơn 0,95 cho thấy độ chính xác của kết quả nghiên cứu (Hình 5.3 và 5.4). Hằng số tốc độ phản ứng k biểu hiện cho tốc độ suy giảm của hoạt tính kháng oxy hóa trong thịt quả nhãn theo thời gian bảo quản, hằng số k càng lớn cho thấy tốc độ suy giảm của hoạt tính kháng oxy hoá TEAC càng nhanh và ngược lại. Bảng 5.14 thể hiện hằng số k của mẫu bảo ở -10°C là 0,0005, ở -20°C là 0,0003 nhỏ hơn khá nhiều so với hằng số k của mẫu bảo quản ở -30°C là 0,0002.

Bảng 5.7: Xác định hằng số k của mô hình biểu thị sự thay đổi của hoạt tính kháng oxy hoá TEAC trong thịt quả nhãn lạnh đông trong điều kiện bảo quản gia tốc

Nhiệt độ (°C)	Hằng số tốc độ phản ứng k
-10	0,0005
-20	0,0003
-30	0,0002



Hình 5.2: Mô hình động học bậc 1 mô tả sự thay đổi của hoạt tính kháng oxy hoá TEAC trong thịt quả nhãn lạnh đông trong điều kiện bảo quản gia tốc ở nhiệt độ -30°C (trái) và -20°C (phải)

T-10: nhiệt độ -10°C; T-30: nhiệt độ -30°C; T-20: nhiệt độ -20°C

Bảng 5.7 thể hiện hằng số k của mẫu bảo ở -10°C là 0,0005, ở -20°C là 0,0003 nhỏ hơn khá nhiều so với hằng số k của mẫu bảo quản ở -30°C là 0,0002. Dù có sự chênh lệch hằng số k giữa hai nhiệt độ bảo quản tuy nhiên các giá trị này vẫn rất nhỏ cho thấy sự hiệu quả của phương pháp bảo quản lạnh đông trong việc bảo toàn chất dinh dưỡng của sản phẩm. Để có thể ước tính thời gian bảo quản của sản phẩm, các yếu tố bảo quản sẽ được gia tốc nhằm thúc đẩy sự thoái hóa chất lượng sản phẩm. Thường thì yếu tố được chọn sẽ là nhiệt độ bởi nhiệt độ dễ kiểm soát và có tác động rất lớn đến thời gian bảo quản cũng như chất lượng sản phẩm, phương pháp gia tốc nhiệt này còn gọi là phương pháp Q10. Chất lượng sản phẩm được xem là đảm bảo khi thành phần của sản phẩm được bảo quản giữ được 90% so với mức độ ban đầu. Trong nghiên cứu này, hoạt tính chống oxy hóa TEAC là thành phần được chọn làm thước đo chất lượng để ước tính thời gian bảo quản bởi sự nhạy cảm đối với nhiệt độ và vai trò quan trọng đối với sản phẩm nhãn lạnh đông đã được đề cập trước đó. Dựa vào Bảng 5.8, thời điểm hoạt tính kháng oxy hóa giảm còn 90% so với nồng độ ban đầu được xác định vào ngày thứ 182 trong quá trình bảo quản.

Bảng 5.8: Kết quả hằng số Q10 và ước tính thời gian bảo quản

Nhiệt độ (°C)	Hằng số Q10	Ước tính thời gian bảo quản (ngày)
-20	1,6667	326
-30	1,5811	490

Kết quả tính toán trong Bảng 5.15 cho thấy giá trị Q10 lần lượt đạt 1,5811 và 1,6667, thời gian ước tính bảo quản ở nhiệt độ -30°C là 490 ngày và 326 ngày đối với nhiệt độ bảo quản -20°C. Đối với sản phẩm đã qua nhiều công đoạn tiền xử lý như nhãn lạnh đông, việc duy trì chất lượng ở nhiệt độ -20°C trong 326 ngày là kết quả có thể chấp nhận được.

Tóm lại, các kết quả đã trình bày trong nội dung tham luận cho thấy, đối với quả nhãn Idor, nhiệt độ đóng băng và nhiệt độ eutectic của nguyên liệu được xác định lần lượt là -2,43°C và -29,13°C. Theo dõi chất lượng quả nhãn sau khi tan giá cho thấy, sự thất thoát chất tan và sự nứt vỏ do quá trình hình thành tinh thể đá là hai nguy cơ chính gây biến đổi chất lượng sản phẩm. Trong khi sự thất thoát chất tan có thể được giảm thiểu bằng cách hạ nhiệt độ môi trường lạnh đông xuống mức -60°C và -70°C; tỉ lệ nứt vỏ ở nhãn vẫn ở mức cao (82,85-87,54%). Nên áp dụng thêm các biện pháp kỹ thuật để hạn chế nứt vỏ quả nhãn trong quá trình lạnh đông nhằm duy trì chất lượng của quả trong quá trình tồn trữ. Các biện pháp tiền xử lý có thể để áp dụng nhằm giảm tỉ lệ nứt vỏ của quả nhãn trong quá trình lạnh đông và trữ đông. Kết hợp chần quả nhãn ở 80°C trong 5 phút, sau đó ngâm CaCl₂ với nồng độ dung dịch 0,3÷0,4% và sấy lạnh để làm giảm 6÷8% khối lượng của quả bước đầu đã giúp loại bỏ hiện tượng nứt vỏ khi lạnh đông quả nhãn mà không làm thay đổi, thậm chí còn giúp gia tăng chất lượng của quả nhãn lạnh đông. Quả nhãn lạnh đông có thể bảo quản được ở 326 ngày ở -20°C và 490 ngày ở -30°C vẫn duy trì được 90% chất lượng so với trước khi bảo quản.

CHƯƠNG 6. ỨNG DỤNG KỸ THUẬT BAO MÀNG NANO ĐỂ KÉO DÀI THỜI GIAN BẢO QUẢN QUẢ NHẪN

6.1. Phát triển công thức màng sinh học chứa CQDs

Để kéo dài thời gian bảo quản quả nhẵn tươi bằng phương pháp tự nhiên, chương trình nghiên cứu đã phát triển các công thức màng bao sinh học sử dụng nền pectin phối hợp với gelatin hoặc alginate và chất hóa dẻo (glycerol/sorbitol). Đặc biệt, carbon chấm lượng tử (CQDs) được thêm vào nhằm tăng cường khả năng kháng khuẩn và chống oxy hóa của màng phủ.

Qua khảo sát 24 công thức (M1–M24), những công thức có hàm lượng pectin cao ($\geq 75\%$) và gelatin/alginate thấp ($< 25\%$) cho thấy độ bền kéo, độ dày màng và khả năng bóc khuôn tốt hơn. Các đặc tính cơ lý như độ bền kéo, độ giãn dài và độ dày của một số công thức được thể hiện rõ ở Bảng 6.2. Trong đó, nhóm PGS (pectin–gelatin–sorbitol) nổi bật với màng PGS15, có độ bền kéo 4,88 MPa và độ giãn dài 47,5%.

Bảng 6.1: Độ bền kéo và độ giãn dài tại điểm đứt, và độ dày màng

Loại màng	Độ bền kéo (MPa)	Độ giãn dài tại điểm đứt (%)	Độ dày (mm)
PAG25	2,06 $\pm$ 0,08 ^a	53 $\pm$ 2,203 ^{gh}	0,111 $\pm$ 0,002 ^a
PAG15	3,38 $\pm$ 0,285 ^d	47,1 $\pm$ 1,77 ^{de}	0,117 $\pm$ 0,003 ^b
PAG5	3,8 $\pm$ 0,141 ^e	55,5 $\pm$ 1,675 ^h	0,124 $\pm$ 0,004 ^{cd}
PGG25	3,4 $\pm$ 0,355 ^d	41,1 $\pm$ 1,775 ^c	0,131 $\pm$ 0,001 ^e
PGG15	6,02 $\pm$ 0,183 ^g	52 $\pm$ 1,339 ^{fg}	0,136 $\pm$ 0,002 ^{fg}
PGG5	3,39 $\pm$ 0,204 ^d	29,5 $\pm$ 2,105 ^a	0,144 $\pm$ 0,002 ^h
PAS25	2,46 $\pm$ 0,202 ^b	45,9 $\pm$ 2,435 ^{ef}	0,112 $\pm$ 0,003 ^a
PAS15	3,01 $\pm$ 0,308 ^c	44,2 $\pm$ 2,293 ^d	0,120 $\pm$ 0,003 ^{bc}
PAS5	6,17 $\pm$ 0,252 ^g	37,3 $\pm$ 1,472 ^b	0,125 $\pm$ 0,002 ^d
PGS25	3,55 $\pm$ 0,103 ^{de}	50,9 $\pm$ 1,188 ^{fg}	0,132 $\pm$ 0,002 ^{ef}
PGS15	4,88 $\pm$ 0,105 ^f	47,5 $\pm$ 1,186 ^e	0,137 $\pm$ 0,001 ^g
PGS5	9,87 $\pm$ 0,187 ^f	50 $\pm$ 1,393 ^{efg}	0,149 $\pm$ 0,003 ⁱ

Các giá trị có chỉ số trên khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

6.2. Lựa chọn công thức màng phù hợp bảo quản nhiệt độ phòng

Dựa trên các tiêu chí về cơ lý, thời gian làm khô, độ bám dính và tính ổn định, bốn công thức được lựa chọn để thử nghiệm bảo quản quả nhẵn: PGS15, PGG15, PAS25 và PAG5 (xem **Bảng 6.2**). Trong đó, PGS15 được đánh giá cao nhất về khả năng cân bằng tính năng và điều kiện sử dụng.

Bảng 6.2: Bảng tổng hợp công thức tạo màng nano pectin phù hợp để thử nghiệm bảo quản nhẵn

Công thức	Thành phần	Lý do chọn
PGS15	Pectin 75% + Gelatin 15% + Sorbitol 5% (5% CQDs)	Cân bằng tốt giữa độ bền kéo (4,88 MPa), độ giãn dài (47,5%) và thời gian khô hợp lý (23,36 giờ). Màng ổn định, dễ gỡ, ít dính.
PGG15	Pectin 75% + Gelatin 15% + Glycerol 5% (5% CQDs)	Màng dẻo, giãn dài cao (52%), bền kéo khá (6,02 MPa), độ dày đều. Dù khô lâu hơn (25,32 giờ), nhưng cho cấu trúc film ổn định.
PAS25	Pectin 65% + Alginate 25% + Sorbitol 5% (5% CQDs)	Khô nhanh (22,25 giờ), giãn dài khá (45,9%), bền kéo vừa (2,46 MPa). Phù hợp tạo màng đều trên quả có bề mặt nhẵn.
PAG5	Pectin 85% + Alginate 5% + Glycerol 5% (5% CQDs)	Màng có độ giãn dài cao nhất (55,5%), dày vừa phải, dễ gỡ khỏi khuôn, mặc dù thời gian khô dài hơn (26,14 giờ). Thích hợp bao phủ quả có hình dạng phức tạp.

6.3. Hiệu quả bảo quản quả nhẵn tươi sau khi bao màng (ở nhiệt độ phòng trong 7 ngày)

Kết quả đánh giá tác động của công thức bao màng đến hiệu quả bảo quản quả nhẵn tươi được đánh giá sau 7 ngày bảo quản, kết quả được tổng hợp ở Bảng 6.4.

Bảng 6.3: Sự thay đổi chỉ tiêu chất lượng nhãn được phủ màng khác nhau sau 7 ngày bảo quản ở nhiệt độ phòng

Công thức màng	% hao hụt khối lượng	Chất khô hòa tan (TSS, °Brix)	Acid tổng số (TA, %)	Vitamin C (mg%)	Chỉ số hóa nâu BI
Đối chứng ⁽¹⁾ (không phủ màng)	4,57±0,32 ^c	22,31±0,17 ^c	0,112±0,018 ^b	28,82±0,48 ^a	45,71±3,69 ^b
PGS15	3,26±0,27 ^a	21,03±0,32 ^a	0,136±0,013 ^a	30,78±0,52 ^b	23,65±2,36 ^a
PGG15	3,64±0,28 ^{ab}	21,54±0,26 ^b	0,137±0,017 ^a	30,82±0,41 ^b	28,12±3,25 ^a
PAS25	3,38±0,25 ^{ab}	21,56±0,20 ^b	0,134±0,021 ^a	29,18±0,36 ^a	22,88±2,41 ^a
PAG5	3,78±0,21 ^b	21,77±0,28 ^b	0,138±0,023 ^a	29,46±0,32 ^a	24,14±2,64 ^a

⁽¹⁾ Mẫu đối chứng là mẫu đã được tiền xử lý bằng cách chần trong nước nóng ở 50 °C, 10 phút trước khi ngâm trong dung dịch HCl 1,5 N với tỷ lệ nguyên liệu và dịch ngâm là 1:1,5 (w/v), thời gian ngâm 20 phút.

Kết quả ở Bảng 6.4 giúp so sánh hiệu quả của các công thức màng khác nhau (PGS15, PGG15, PAS25, PAG5) với mẫu đối chứng (không phủ màng). Kết quả cho thấy, việc sử dụng màng phủ đã chứng tỏ có tác động tích cực trong việc ngăn sự mất ẩm, thể hiện ở tỷ lệ hao hụt giảm thấp khi so sánh với mẫu đối chứng. Trong nghiên cứu này, công thức màng phủ PGS 15 cho thấy hiệu quả bảo quản tốt nhất sau 7 ngày ở nhiệt độ phòng. So với đối chứng không phủ màng, PGS 15 làm giảm đáng kể tỷ lệ hao hụt khối lượng (giảm từ 4,57 % xuống 3,26 %) và chỉ số hóa nâu (BI giảm từ 45,71 xuống 33,65), đồng thời giữ tốt hàm lượng vitamin C (tăng từ 28,82 mg% lên 30,78 mg%). Các chỉ tiêu TSS (21,03 °Brix) và acid tổng số (0,156 %) cũng ở mức cân bằng, cho thấy màng PGS giúp hạn chế bay hơi, bảo toàn chất ngọt và tính acid tự nhiên của quả nhãn. Cơ chế bảo quản hiệu quả có thể liên quan đến khả năng tạo màng bán thấm của hệ pectin–gelatin–sorbitol, kết hợp với vai trò hoạt tính sinh học của chấm lượng tử carbon (CQDs) trong màng phủ. Theo Khan et al. (2024) và Yang et al. (2023), CQDs thể hiện khả năng chống oxy hóa mạnh, hấp thụ tia UV và ức chế vi sinh vật, từ đó làm chậm quá trình phân hủy vitamin, giữ màu sắc và kết cấu thực phẩm. Nghiên cứu của Fan et al. (2019) và Ezati et al. (2022) cũng khẳng định CQDs có hiệu quả chống oxy hóa mạnh, giúp ngăn ngừa quá trình oxy hóa của acid ascorbic và các polyphenol, từ đó hạn chế hóa nâu không enzyme và giữ ổn định màu sắc.

So sánh các công thức khác, PGG 15 (Pectin 75% + Gelatin 15% + Glycerol 5% + 5% CQDs) cũng cho kết quả khá tốt về bảo toàn vitamin C (30,82 mg%) và mức độ hóa nâu thấp (BI = 38,12), tuy nhiên tỷ lệ hao hụt khối lượng cao hơn PGS. PAS 25 (Pectin 65% + Alginate 25% + Sorbitol 5% + 5% CQDs) duy trì hàm lượng chất khô hoà tan cao nhất (21,56 °Brix), tuy nhiên hàm lượng vitamin C lại thấp hơn đáng kể (29,18 mg%), gợi ý hoạt tính enzyme và oxy hóa diễn ra nhiều hơn. Trong khi đó, PAG 5 (Pectin 85% + Alginate 5% + Glycerol 5% + 5% CQDs) có hiệu quả ở mức trung bình cả về hao hụt, BI và giữ vitamin.

Tổng hợp các chỉ tiêu chất lượng sau bảo quản, công thức PGS 15 là lựa chọn phù hợp nhờ vào tỷ lệ hao hụt thấp nhất (giảm mất nước), BI thấp nhất (giảm hóa nâu), vitamin C cao (hạn chế oxy hóa) và sự hỗ trợ bảo vệ sinh học và vật lý từ 5% CQDs. Việc kết hợp CQDs với nền pectin–gelatin–sorbitol tạo ra một hệ màng có đặc tính chống oxy hóa – kháng khuẩn kép, phù hợp với mục tiêu kéo dài thời gian bảo quản và duy trì chất lượng cảm quan cho sản phẩm. Điều này sẽ được đánh giá qua các nghiên cứu tiếp theo.

6.4. Hoạt tính kháng khuẩn và kháng nấm của màng nano pectin

Phân lập vi sinh vật từ quả nhãn: Tám dòng nấm được phân lập từ bề mặt quả chưa xử lý, chủ yếu thuộc chi *Aspergillus* – nguyên nhân chính gây hư hỏng trong quá trình bảo quản. Việc định danh bằng giải trình tự gen ITS rDNA xác nhận các loài như *Aspergillus aculeatus*, *A. carbonarius*, *Neurospora intermedia*,... **Một điểm rất thú vị** là không tìm được sự hiện diện của vi sinh vật trên bề mặt quả nhãn đã xử lý nước nóng kết hợp với ngâm trong acid vô cơ. Tuy nhiên, nghiên cứu vẫn chú trọng thử nghiệm hiệu quả kháng nấm và cả kháng khuẩn của màng.

Hiệu quả kháng khuẩn của màng: Thử nghiệm màng PGS15 với nồng độ CQDs khác nhau (0%, 3%, 5%, 7%) trên 10 chủng vi khuẩn gây bệnh cho thấy nồng độ 5% đạt hiệu quả tối ưu. Việc tăng lên 7% CQDs cải thiện khả năng kháng khuẩn ở một số chủng nhưng làm giảm cơ lý của màng..

Đánh giá hiệu quả kháng nấm: Dung dịch màng có bổ sung CQDs từ 2,5–20 mg/mL cho thấy khả năng ức chế rõ rệt nấm *Aspergillus aculeatus*. Hoạt tính này phụ thuộc vào loài nấm, môi trường phát triển và nồng độ CQDs.

6.5. Đặc tính cấu trúc vật liệu của màng PGS15

Phân tích nhiệt (TGA): cho thấy ba giai đoạn phân hủy chính, trong đó màng chứa CQDs có ổn định nhiệt tốt hơn ở giai đoạn 200–400 °C.

Cấu trúc bề mặt (SEM): màng chứa CQDs có nhiều nếp gấp, vết nứt vi mô – là bằng chứng cho sự thay đổi cấu trúc do tương tác với CQDs.

FTIR và XRD: xác nhận sự hình thành liên kết mới và bảo toàn cấu trúc tinh thể pectin trong màng PGS15.

Truyền quang: màng chặn tia UV hoàn toàn (200–400 nm) và hạn chế ánh sáng nhìn thấy – giúp giảm phân hủy quang học.

6.6. Hoạt tính kháng oxy hóa

Khả năng quét gốc tự do DPPH (23,76%) và ABTS (22,71%) chứng tỏ hoạt tính kháng oxy hóa rõ rệt của màng PGS15, góp phần ổn định vitamin C và giảm biến đổi màu.

6.7. Tiêu chuẩn thực phẩm cho chế phẩm tạo màng

Màng PGS15 đạt các chỉ tiêu lý hóa, vi sinh và cảm quan, được đề xuất như một phụ gia thực phẩm an toàn. Thành phần đều là GRAS, không chứa kim loại nặng, có thể sử dụng trực tiếp trên bề mặt quả tươi.

TIÊU CHUẨN CƠ SỞ: MÀNG PHỦ SINH HỌC PGS15

(75% Pectin + 15% Gelatin + 5% Sorbitol + 5% Carbon Quantum Dots)

Bảng 6.4: Thành phần công thức của màng PGS15

Thành phần	Tỷ lệ (%)
Pectin (nguồn thực vật)	75
Gelatin (cấp thực phẩm)	15
Sorbitol (E420)	5
Carbon Quantum Dots (CQDs)	5

Bảng 6.5: Tính chất cảm quan của màng PGS15

Chỉ tiêu	Yêu cầu
Trạng thái	Dạng phim mỏng, đều, không rách, không bong tróc
Màu sắc	Vàng nhạt đến nâu nhạt, đồng nhất
Mùi	Không mùi lạ, không mùi ôi, khét
Kết cấu	Mềm dẻo, không giòn, bám dính tốt trên bề mặt quả

Bảng 6.6: Yêu cầu chất lượng hoá lý của màng PGS15

Chỉ tiêu	Phương pháp thử	Giới hạn
Độ ẩm (%)	Sấy khô ở 105°C	≤ 15
Độ bền kéo (MPa)	ASTM D882	≥ 15
Độ kéo giãn khi đứt (%)	ASTM D882	≥ 20
Độ truyền hơi nước WVTR (g/m ² ·24h)	ASTM E96	≤ 500
Độ truyền ánh sáng (400–800 nm)	UV-Vis	≥ 80%

Bảng 6.7: Yêu cầu chất lượng vi sinh của màng PGS15

Chỉ tiêu	Phương pháp	Giới hạn tối đa
Tổng số vi sinh vật hiếu khí	TCVN 4884-1:2015	≤ 10 ³ CFU/g
Coliforms	TCVN 4884-2:2005	≤ 10 ² CFU/g
<i>E. coli</i>	TCVN 7924-2:2008	Không phát hiện
Nấm men – nấm mốc	TCVN 8275-2:2010	≤ 10 ² CFU/g

Yêu cầu về an toàn

- Nguyên liệu: 100% nguồn gốc thực phẩm, có chứng nhận GRAS (Generally Recognized As Safe).

- CQDs: Sản xuất từ nguồn sinh học (bột mì), không chứa kim loại nặng hoặc chất độc hại (Pb, Cd, Hg, As), kiểm nghiệm bằng ICP-MS (Quyen et al., 2023).

- Không chứa phụ gia ngoài danh mục theo quy định của Bộ Y tế Việt Nam và Codex Alimentarius.

6.8. Hoàn thiện quy trình quy trình bảo quản nhãn tươi nguyên trái bằng màng PGS15

Quả nhãn được tiền xử lý, sau đó bao bằng màng PGS15, bảo quản ở 5°C trong điều kiện độ ẩm 70%. Kết quả theo dõi màu sắc, độ sáng, chỉ số hóa nâu cho thấy lớp màng góp phần làm chậm hư hỏng và duy trì chất lượng trong 40–50 ngày.



(a) Đối chứng (b) Phủ màng PGS15

Hình 6.1: Hình ảnh quả nhãn đối chứng và có bao màng PGS15

Tóm lại, việc sử dụng màng pectin có bổ sung glycerol, sorbitol và chất lượng từ carbon đã khẳng định hiệu quả vượt trội trong bảo quản quả nhãn, giúp kéo dài thời gian sử dụng đến 60 ngày, đồng thời không có sự hiện diện của vi sinh vật. Có thể thấy màng PGS15 đã giúp kéo dài thời gian cảm quan chấp nhận được của quả nhãn bằng cách duy trì độ sáng và giảm hóa nâu; giảm tốc độ hô hấp và thoát nước, duy trì độ tươi và khối lượng ban đầu; bảo vệ vitamin C và các hợp chất nhạy cảm với oxy; ổn định chất nền hòa tan và acid hữu cơ, phản ánh quá trình chuyển hóa bị làm chậm.

Các kết quả này phù hợp và được củng cố bởi nhiều nghiên cứu về vật liệu màng sinh học kết hợp chất chống oxy hóa nano như CQDs, mở ra tiềm năng ứng dụng trong bảo quản trái cây nhiệt đới, trong đó quả nhãn là đối tượng dễ hư hỏng và khó bảo quản lâu dài.

CHƯƠNG 7. ỨNG DỤNG KỸ THUẬT BAO MÀNG NANO ĂN ĐƯỢC TRONG CHẾ BIẾN GIẢM THIỂU THỊT CƠM NHẪN

Nghiên cứu đã phát triển thành công một công thức màng bao sinh học sử dụng nền pectin, gelatin và sorbitol, có bổ sung chấm lượng tử carbon (CQDs), nhằm kéo dài thời gian bảo quản quả nhả theo hướng an toàn và thân thiện với môi trường. Kết quả thu được từ các khảo sát đặc tính cơ lý, cấu trúc và hiệu quả bảo quản cho thấy công thức màng có thành phần gồm pectin 75%, gelatin 15%, sorbitol 5% và 5% CQDs, thể hiện tính chất cơ học vượt trội với độ bền kéo đạt 4,88 MPa, độ giãn dài 47,5%, khả năng tạo màng tốt và dễ bóc khỏi bề mặt khuôn. Độ dày ổn định và cấu trúc màng phù hợp giúp lớp bao phủ đồng đều trên quả, góp phần duy trì chất lượng sau thu hoạch.

7.1. Tiêu chuẩn chất lượng màng chitosan – nano curcumin

Bảng 7.1: Thành phần chính của màng chitosan – nano curcumin

Thành phần	Hàm lượng	Ghi chú
Chitosan	1,5% (w/v)	Độ deacetyl hóa $\geq 85\%$, tan trong acid acetic 1%
Nano curcumin	0,05% (w/v)	Kích thước hạt ~50–100 nm
Chất hóa dẻo	0,5% sorbitol	Tăng độ dẻo màng

Các đặc tính của màng

- Màu sắc: Nâu vàng nhạt, đồng đều, không lốm đốm
- Bề mặt màng: Mịn, đồng nhất, không rạn nứt hoặc lỗ hổng
- Mùi: Không mùi lạ, có thể có mùi đặc trưng nhẹ của chitosan hoặc curcumin

Tính chất màu (Color values)

Bảng 7.2: Yêu cầu tính chất màu của màng chitosan – nano curcumin

Thông số	Giá trị trung bình $\pm$ SE	Diễn giải
L*	58,22 $\pm$ 0,40	Độ sáng trung bình
a*	3,94 $\pm$ 0,28	Màu đỏ tăng nhẹ
b*	39,14 $\pm$ 0,23	Độ vàng cao, đặc trưng
WI*	42,64	Độ trắng vừa phải

Tính chất cơ lý

Bảng 7.3: Yêu cầu tính chất cơ lý của màng chitosan – nano curcumin

Chỉ tiêu	Giá trị	Đơn vị	Ghi chú
Độ dày	103,00 $\pm$ 1,20	μm	Tăng nhờ hàm lượng rắn cao
Độ bền kéo	6,26 $\pm$ 0,31	MPa	Đủ để bao màng thực phẩm
Độ giãn dài khi đứt	34,02 $\pm$ 0,98	%	Tốt hơn CS đơn thuần
Modul đàn hồi	20,18 $\pm$ 0,27	MPa	Độ cứng trung bình

Tính chất vật lý, hóa học

Bảng 7.4: Yêu cầu tính chất vật lý, hoá học của màng chitosan – nano curcumin

Chỉ tiêu	Giá trị	Đơn vị	Ghi chú
Độ tan	38,54 $\pm$ 0,10	%	Tăng so với chitosan đơn thuần
Độ ẩm	22,40 $\pm$ 0,89	%	Ổn định, không ẩm cao
Độ trương	22,58 $\pm$ 0,43	%	Khả năng ổn định cao
WVP	1,19 $\times 10^{-10}$	g/s·m·Pa	Tương đương màng CS
IC ₅₀	29,77	$\mu\text{g/mL}$	Hiệu quả cao

(kháng oxy hóa)

Tính năng sinh học

Bảng 7.5: Yêu cầu tính chất sinh học của màng chitosan – nano curcumin

Chỉ tiêu	Kết quả	Ghi chú
Kháng khuẩn (<i>S. aureus</i>)	23,00 $\pm$ 1,41 mm	Hiệu quả cao
Kháng khuẩn (<i>E. coli</i>)	19,33 $\pm$ 0,94 mm	Tối ưu trong các nồng độ khảo sát

7.2. Đánh giá ảnh hưởng của việc kết hợp vật liệu bao gói và màng chitosan–nano curcumin đến chất lượng thịt com nhãn trong quá trình bảo quản lạnh

Trong quá trình bảo quản quả nhãn, lớp màng PGS15 đã giúp làm chậm quá trình thoát ẩm, giảm tốc độ hô hấp và ức chế sự phát triển của vi sinh vật gây hư hỏng. Sau 7 ngày bảo quản ở điều kiện nhiệt độ phòng, các chỉ số như hao hụt khối lượng, hàm lượng vitamin C, chỉ số hóa nâu (BI) và tổng chất rắn hòa tan (TSS) ở mẫu phủ PGS15 đều duy trì ở mức tốt hơn rõ rệt so với mẫu không phủ. Ngoài ra, ở điều kiện lạnh (5°C), thời gian bảo quản có thể kéo dài lên đến hơn 40 ngày.

Kết quả phân lập và định danh cho thấy nấm *Aspergillus aculeatus* là tác nhân chính gây hư hỏng trên quả nhãn. Màng PGS15 với 5% CQDs đã thể hiện khả năng ức chế mạnh đối với các chủng vi khuẩn gây bệnh thực phẩm và nấm mốc phổ biến. Hoạt tính kháng khuẩn và kháng nấm đạt hiệu quả cao khi sử dụng CQDs ở nồng độ tối ưu, mà không ảnh hưởng tiêu cực đến đặc tính cơ lý của màng.

Phân tích phổ FTIR, ảnh SEM, giản đồ XRD và phân tích nhiệt TGA cho thấy sự hình thành mạng lưới liên kết giữa các thành phần nền và CQDs, góp phần cải thiện cấu trúc và độ bền nhiệt của màng. Đặc biệt, màng có khả năng cản tia UV mạnh, giúp giảm quá trình quang oxy hóa trên bề mặt quả.

Hoạt tính kháng oxy hóa của màng được thể hiện qua khả năng quét gốc tự do DPPH (23,76%) và ABTS (22,71%), có ý nghĩa trong việc bảo vệ dưỡng chất và duy trì màu sắc tự nhiên của quả nhãn trong quá trình bảo quản.

Cuối cùng, chế phẩm màng PGS15 đạt đầy đủ các chỉ tiêu vi sinh và hóa lý theo tiêu chuẩn an toàn thực phẩm, không chứa kim loại nặng, thành phần được công nhận GRAS, có thể ứng dụng trực tiếp trong thực phẩm tươi.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sử dụng màng bao chitosan – nanocurcumin với nồng độ 1,5% mang đến hiệu quả tốt nhất trong quá trình bảo quản lạnh cùi quả nhãn Iđor.

Sử dụng bao bì HT17 (PP, PET) trong việc bảo quản lạnh quả nhãn Edor chế biến giảm thiểu giúp sản phẩm duy trì được chất lượng, màu sắc tốt, đảm bảo an toàn về mặt vi sinh sau 10 ngày bảo quản.

Tổng thể, nghiên cứu đã chứng minh được hiệu quả và tính khả thi của việc ứng dụng màng bao sinh học có bổ sung CQDs trong bảo quản quả nhãn sau thu hoạch. Đây là hướng đi tiềm năng nhằm nâng cao chất lượng bảo quản nông sản, góp phần phát triển các giải pháp công nghệ xanh trong lĩnh vực sau thu hoạch.

CHƯƠNG 8. PHÁT TRIỂN KỸ THUẬT CHẾ BIẾN NHÂN SẤY KHÔ NGUYÊN VỎ

8.1. Các giải pháp tiền xử lý để duy trì/gia tăng chất lượng (cảm quan và sinh học) của nhân sấy nguyên quả

8.1.1. Ảnh hưởng của phương pháp xử lý cơ học

Quá trình xử lý cơ học bằng cách gia tăng tỷ lệ cát tiếp xúc bề mặt vỏ quả cho thấy hiệu quả rõ rệt trong việc rút ngắn thời gian sấy nhân nguyên vỏ, từ hơn 70 giờ ở mẫu đối chứng xuống còn khoảng 50 giờ ở các chế độ xử lý mạnh. Trong đó, mức xử lý 10% cát trong 20 phút được xác định là tối ưu, vừa đảm bảo hiệu quả giảm thời gian sấy, vừa cải thiện màu sắc sản phẩm.

Bảng 8.1: Ảnh hưởng của chế độ xử lý cơ học đến sự thay đổi màu sắc, TPC và %DPPH của thịt quả sau sấy

Chế độ xử lý cơ học	Độ sáng L*	BI	ΔE	TPC (mg GAE/g CKNL)	%DPPH
ĐC	39,30±2,02 ^{ab}	31,45±6,56 ^g	-	6,065±0,20 ⁱ	10,800±3,33 ^g
S5-10	36,91±1,14 ^{de}	43,82±5,50 ^e	13,80±1,35 ^a	11,362±0,18 ^{ef}	35,546±1,03 ^{abc}
S5-15	38,58±1,38 ^{abc}	54,36±5,07 ^{cd}	9,94±1,35 ^{de}	12,909±0,47 ^c	39,129±3,9 ^{cdef}
S5-20	39,36±0,70 ^{ab}	59,38±5,65 ^{bc}	11,37±1,70 ^c	14,460±0,64 ^a	43,794±3,22 ^a
S5-25	35,61±1,43 ^e	51,41±4,88 ^d	9,61±1,51 ^e	12,525±0,50 ^c	36,982±1,6 ^{bcde}
S10-10	39,87±1,81 ^a	41,96±6,56 ^e	11,28±1,45 ^{cd}	11,080±0,46 ^f	31,304±1,26 ^{ef}
S10-15	37,44±1,72 ^{cd}	58,41±6,37 ^{bc}	12,23±1,05 ^{bc}	11,559±0,35 ^e	32,213±3,15 ^{def}
S10-20	36,64 ±,59 ^{de}	67,12±7,82 ^a	11,28±1,37 ^{cd}	12,191±0,50 ^d	38,945±4,67 ^{abc}
S10-25	37,94±1,85 ^{bcd}	57,18±5,19 ^{cd}	9,59±1,52 ^e	13,645±0,51 ^b	40,019±1,56 ^{abc}
S15-10	35,84±1,66 ^e	58,86±6,51 ^{bc}	12,79±1,69 ^{ab}	9,561±0,40 ^g	38,070±1,84 ^{abcd}
S15-15	36,79±1,85 ^{de}	39,79±5,64 ^e	9,53±1,67 ^e	9,187±0,36 ^{gh}	46,880±2,21 ^{ab}
S15-20	35,77±1,11 ^e	57,22±7,97 ^{cd}	9,57±1,86 ^e	9,046±0,38 ^{ef}	29,179±0,14 ^f
S15-25	37,78±1,48 ^{cd}	64,09±7,27 ^{ab}	13,96±1,55 ^a	6,065±0,20 ^h	31,376±1,87 ^{def}

Giá trị được biểu thị bằng trung bình ± độ lệch chuẩn của phép đo với ít nhất 03 lần lặp lại. Các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự sai biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê với mức độ tin cậy 95%

Các thông số màu như độ sáng (L*), chỉ số nâu hóa (BI), sắc độ màu (Hue angle) và độ bão hòa (Chroma) cho thấy sự cải thiện rõ nét so với mẫu không xử lý. Đồng thời, tổng polyphenol (TPC) và khả năng chống oxy hóa (%DPPH) cũng tăng lên đáng kể. Các mẫu đều duy trì hoạt độ nước (aw) dưới 0,65, đạt yêu cầu bảo quản, trong khi đường tổng (TSC) ít thay đổi, và đường khử (RSC) có xu hướng giảm nhẹ.

Xử lý cơ học mài mòn được đề xuất với 10% vật liệu mài mòn (cát) trong thời gian xử lý 20 phút là phù hợp đối với sản phẩm nhân sấy khô nguyên vỏ.

8.1.2. Ảnh hưởng nhiệt độ và thời gian chần đến chất lượng nhân Idor sấy khô nguyên vỏ

Tiền xử lý chần trong nước nóng ở 60–90°C cũng có tác dụng rút ngắn thời gian sấy đáng kể, với mức chần 75°C trong 5 phút được đánh giá hiệu quả nhất. Mẫu ở điều kiện này có màu sắc tươi sáng hơn (Hue angle và Chroma cao hơn), hàm lượng TPC đạt 0,875 mg GAE/gCKNL. Tuy nhiên, khả năng chống oxy hóa (TEAC) chỉ đạt mức cao nhất khi chần 60–75°C trong 3 phút và có xu hướng suy giảm khi kéo dài thời gian chần. Chần cũng làm giảm RSC do phản ứng Maillard và hoà tan đường vào nước chần, trong khi TSC chỉ dao động nhẹ.

Bảng 8.2: Ảnh hưởng của chế độ chần đến sự thay đổi màu sắc, TPC và TEAC của thịt quả sau sấy

Chế độ chần	Độ sáng L*	BI	ΔE	TPC (mg GAE/g CKNL)	TEAC (mmol TE/g CKNL)
ĐC	39,30±2,02 ^a	31,45±6,56 ^f	-	0,532±0,022 ^e	24,734±1,055 ^e
60-1	33,07±0,82 ^e	60,98±3,83 ^b	10,72±0,61 ^a	0,637±0,029 ^d	28,134±0,033 ^d
60-3	38,06±1,45 ^b	62,67±7,01 ^{ab}	8,06±1,26 ^b	0,732±0,025 ^c	31,326±0,232 ^a
60-5	37,91±1,43 ^b	33,76±1,83 ^f	8,09±0,51 ^b	0,875±0,028 ^a	30,546±0,344 ^{ab}
75-1	36,35±1,22 ^{cd}	47,46±2,75 ^d	4,86±0,38 ^e	0,649±0,027 ^d	29,280±1,027 ^c
75-3	37,65±1,16 ^b	65,19±5,45 ^a	8,01±0,94 ^b	0,717±0,023 ^c	30,094±0,422 ^{bc}
75-5	37,24±1,15 ^{bc}	51,96±2,96 ^c	6,23±0,43 ^c	0,870±0,014 ^a	30,074±1,094 ^{bc}
90-1	35,92±1,14 ^d	41,90±1,56 ^e	6,58±0,65 ^c	0,715±0,032 ^c	27,671±0,238 ^d
90-3	38,11±1,23 ^{ab}	33,53±3,13 ^f	3,85±0,59 ^f	0,786±0,034 ^b	27,512±0,249 ^d
90-5	38,01±1,09 ^b	24,77±1,93 ^g	5,55±0,63 ^d	0,881±0,016 ^a	27,256±0,74 ^d

Giá trị được biểu thị bằng trung bình±độ lệch chuẩn của phép đo với ít nhất 03 lần lặp lại. Các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự sai biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê với mức độ tin cậy 95%

Tóm lại, từ kết quả khảo sát cho thấy chế độ xử lý nhiệt chần ở 75°C trong 5 phút giúp tăng cường hàm lượng polyphenol tổng số (TPC) và khả năng kháng oxy hóa (TEAC) cũng như cải thiện chất lượng màu sắc sản phẩm. Ở điều kiện này, hàm lượng TPC đạt giá trị cao mà không bị suy giảm đáng kể do tác động nhiệt, đồng thời TEAC vẫn duy trì ở mức ổn định. Do đó, mẫu chần ở nhiệt độ 75°C trong thời gian 5 phút được xem là điều kiện phù hợp để cải thiện chất lượng sản phẩm về màu sắc, mùi vị và hoạt tính sinh học.

8.1.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ lạnh đông đến chất lượng nhân Idor sấy khô nguyên vỏ

Quá trình lạnh đông nước sẽ kết tinh và làm giảm đáng kể hoạt động của vi sinh vật và enzyme trong quả nhân, đồng thời gây ra những biến đổi về mặt vật lý và hóa học trong sản phẩm (Chassagne-Berces et al., 2010). Tiền xử lý bằng lạnh đông ở -8°C đến -12°C giúp giảm thời gian sấy xuống còn 62 giờ, đồng thời làm giảm aw xuống 0,60. Tuy nhiên, tác dụng phụ là làm màu vỏ quả tối hơn, chỉ số hóa nâu (BI) tăng mạnh, và giá trị Hue angle giảm, phản ánh sự hóa nâu không mong muốn. Mặc dù vậy, quá trình lạnh đông lại góp phần làm tăng hàm lượng polyphenol và khả năng chống oxy hóa, đặc biệt ở -10°C, nhờ phá vỡ cấu trúc tế bào giúp giải phóng hợp chất sinh học. RSC cũng tăng do giải phóng đường đơn từ tế bào.

Bảng 8.3: Ảnh hưởng của chế độ chần đến sự thay đổi chất lượng về màu sắc vỏ quả nhân sau sấy

Nhiệt độ (°C)	Độ sáng L*	BI	ΔE	Hue (h°)	Chroma (C*)
ĐC	51,46±0,94 ^a	58,28±1,32 ^c	-	42,25±2,26 ^b	22,61±0,45 ^a
-8	49,81±0,65 ^b	57,93±2,77 ^c	52,74±0,54 ^b	28,21±1,10 ^c	20,84±0,65 ^c
-10	49,18±0,39 ^b	66,85±7,72 ^b	53,14±0,78 ^b	31,59±3,08 ^b	23,22±2,08 ^b
-12	48,23±0,56 ^c	99,38±7,12 ^a	55,81±0,45 ^a	24,79±1,53 ^a	30,59±1,29 ^d

Giá trị được biểu thị bằng trung bình±độ lệch chuẩn của phép đo với ít nhất 03 lần lặp lại. Các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự sai biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê với mức độ tin cậy 95%

Tóm lại, việc xử lý lạnh đông trước sấy, đặc biệt ở mức -10°C, giúp cải thiện rõ rệt một số chỉ tiêu chất lượng như tăng hàm lượng polyphenol, đường khử và khả năng chống oxy hóa, đồng thời vẫn duy trì được giá trị TSC ổn định. Tuy nhiên, cần lưu ý đến sự thay đổi màu sắc và độ sáng để cân đối giữa cảm quan và chất lượng sinh học của sản phẩm.

Như vậy, khi thực hiện quy trình tiền xử lý nhân bằng phương pháp lạnh đông chậm tâm nhân đến -10°C cho kết quả sản phẩm nhân Idor sấy khô nguyên vỏ có giá trị màu sắc và chất lượng ổn định hơn mẫu được xử lý ở các nhiệt độ khác.

8.1.4. Ảnh hưởng thời gian ủ nhân tươi trong không khí nóng và đánh giá chất lượng sản phẩm nhân sấy khô

Phương pháp ủ ở 60°C, RH 75% trong 6 giờ giúp giảm thời gian sấy từ 72 xuống còn khoảng 61 giờ. Màu vỏ nhân thay đổi rõ rệt theo thời gian ủ: mẫu ủ 2 giờ có màu sáng và ít hóa nâu nhất, trong khi 6 giờ có màu đậm hơn. Tuy nhiên, 6 giờ lại là thời gian ủ tối ưu về mặt hoạt tính sinh học với TPC và TEAC cao nhất, do phản ứng Maillard giai đoạn đầu và giải phóng polyphenol tự do. TSC không thay đổi nhiều, nhưng RSC tăng mạnh.

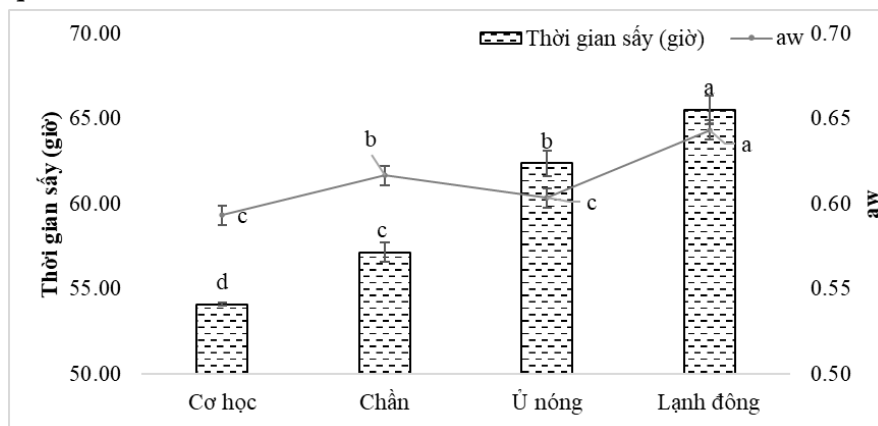
Bảng 8.4: Ảnh hưởng của thời gian ủ đến sự thay đổi chất lượng về màu sắc thịt quả, TPC, TEAC, TSC và RSC của nhân sấy

Thời gian ủ	ĐC	2	4	6	8
Độ sáng L*	39,30±2,02 ^a	31,01±0,85 ^d	32,69±0,77 ^c	34,15±1,82 ^b	31,53±1,43 ^{cd}
BI	12,41±1,70 ^d	31,93±3,25 ^c	34,82±2,23 ^b	38,82±2,00 ^a	37,01±3,57 ^{ab}
ΔE	-	11,97±1,30 ^b	12,12±1,09 ^b	14,11±1,00 ^a	13,83±1,29 ^a
TPC	0,532±0,022 ^c	0,501±0,022 ^d	0,558±0,026 ^b	0,782±0,035 ^a	0,514±0,018 ^{cd}
TEAC	26,100±1,114 ^d	34,488±0,860 ^c	34,933±0,959 ^c	38,920±1,193 ^a	37,457±1,560 ^b
TSC	69,09±0,69 ^c	69,81±0,36 ^c	61,11±0,55 ^d	73,60±0,62 ^a	71,56±0,24 ^b
RSC	32,15±0,16 ^d	31,18±0,14 ^e	33,97±0,22 ^c	37,04±0,54 ^b	36,11±0,18 ^a

Giá trị được biểu thị bằng trung bình ± độ lệch chuẩn của phép đo với ít nhất 03 lần lặp lại. Các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự sai biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê với mức độ tin cậy 95%

Tóm lại, mẫu nhân được tiền xử lý bằng phương pháp ủ không khí nóng ở 60°C, RH75% trong 6 giờ cho thấy sự cải thiện về chất lượng cảm quan, đồng thời tăng cường hoạt tính sinh học của sản phẩm. Quá trình ủ ảnh hưởng đến các chỉ tiêu hóa lý, góp phần duy trì chất lượng nhân sấy khô nguyên vỏ trong suốt quá trình bảo quản.

8.1.5. Đánh giá ảnh hưởng và đề xuất của các phương pháp tiền xử lý đến chất lượng của nhân sấy nguyên quả



Hình 8.1: Ảnh hưởng của nhiệt độ lạnh đông đến độ hoạt động của nước (a_w) và thời gian sấy khô nhân nguyên vỏ

(Các giá trị có chữ cái giống nhau thể hiện sự sai biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê với mức độ tin cậy 95%)

Kết quả Hình 8.1 cho thấy phương pháp lạnh đông có thời gian sấy nhân đạt độ ẩm yêu cầu ($\leq 13,5\%$) ở mức cao nhất (khoảng 66 giờ), khác biệt có ý nghĩa thống kê với các phương pháp còn lại ($p < 0,05$). Đồng thời, sản phẩm xử lý lạnh đông cũng có a_w cao nhất ($\sim 0,65$), cho thấy hiệu quả loại bỏ nước tự do thấp hơn, khả năng giữ ẩm cao hoặc kết cấu sản phẩm khó thoát nước hơn trong quá trình sấy. Ngược lại, xử lý cơ học giúp rút ngắn thời gian sấy đáng kể ($\sim 54,5$ giờ) và tạo ra sản phẩm có a_w thấp nhất ($\sim 0,59$), chứng minh rằng việc tạo vết thương cơ học trên vỏ đã hỗ trợ sự khuếch tán ẩm nhanh hơn, từ đó nâng cao hiệu suất sấy. Phương pháp chần và ủ nóng cho kết quả trung gian: thời gian sấy dao động từ 57 đến 62 giờ, trong khi a_w nằm ở mức khoảng $0,61 \pm 0,63$. Tuy

nhiên, ủ nóng có a_w thấp hơn hẳn, cho thấy khả năng tiền phá vỡ cấu trúc tế bào hoặc thoát nước tốt hơn trong quá trình sấy.

Bảng 8.5: Ảnh hưởng của các phương pháp tiền xử lý đến màu sắc vỏ quả sau sấy

Phương pháp	Độ sáng L^*	BI	ΔE	Hue angle (h°)	Chroma (C^*)
Cơ học	50,61±0,41 ^a	75,85±4,63 ^a	5,41±1,42 ^c	35,14±2,93 ^c	26,84±1,33 ^a
Chần	49,26±0,40 ^b	57,76±2,14 ^c	54,18±0,43 ^a	49,83±1,57 ^a	22,56±0,63 ^b
Ủ nóng	50,93±0,77 ^b	50,85±2,37 ^d	53,35±0,67 ^b	39,74±0,95 ^b	19,64±0,68 ^c
Lạnh đông	49,18±0,39 ^a	66,85±7,72 ^b	53,26±0,75 ^b	31,59±3,08 ^d	23,22±2,08 ^b

Giá trị có chữ cái theo sau giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự sai biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê với mức độ tin cậy 95%

Kết quả ở Bảng 8.11 cho thấy các phương pháp tiền xử lý khác nhau ảnh hưởng rõ rệt đến các chỉ tiêu màu sắc của vỏ quả nhãn sau sấy, bao gồm độ sáng (L^*), chỉ số nâu hóa (BI), khác biệt màu tổng thể (ΔE), sắc độ (Hue angle) và độ bão hòa màu (Chroma). Phương pháp xử lý cơ học giữ được màu sắc tốt nhất với giá trị ΔE thấp nhất (5,41±1,42), cho thấy sự biến đổi màu so với mẫu tươi là không đáng kể. Đồng thời, mẫu cơ học có Chroma cao nhất (26,84±1,33), phản ánh độ đậm màu cao và hấp dẫn thị giác hơn. Mặc dù mẫu này có giá trị BI cao (75,85±4,63), điều này không đồng nghĩa với sự nâu hóa bất lợi, mà có thể phản ánh tông màu vàng sáng được duy trì sau sấy. Ngược lại, phương pháp chần và lạnh đông làm gia tăng rõ rệt chỉ số ΔE (lần lượt là 54,18±0,43 và 53,26±0,75), cho thấy mức độ biến đổi màu lớn so với nguyên liệu ban đầu. Trong đó, mẫu chần có Hue angle cao nhất (49,83±1,57), màu thiên về sắc vàng nhạt, trong khi mẫu lạnh đông lại có sắc độ thấp hơn (31,59±3,08), cho thấy màu ngả nâu nhiều hơn. Ủ nóng tuy có ΔE thấp hơn chần nhưng lại đi kèm với Chroma thấp nhất (19,64±0,68), khiến cho màu sắc tổng thể trở nên nhạt và kém hấp dẫn.

Từ kết quả thu được, có thể kết luận rằng các phương pháp tiền xử lý ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng cảm quan và thành phần hóa học của quả nhãn sau sấy. Phương pháp cơ học cho hiệu quả bảo toàn màu sắc tốt nhất với độ sáng cao, chỉ số BI và ΔE thấp, đồng thời duy trì hàm lượng polyphenol tổng (TPC) cao nhất, góp phần bảo vệ hoạt tính sinh học của sản phẩm. Phương pháp ủ nóng cho thấy khả năng nâng cao TEAC, TSC và RSC, tuy nhiên lại làm màu sắc biến đổi mạnh hơn. Chần nước tuy giúp hạn chế nâu hóa nhưng gây tổn thất TPC và TEAC đáng kể. Trong khi đó, phương pháp lạnh đông không mang lại hiệu quả rõ rệt về màu sắc và làm giảm chất lượng hóa học, đặc biệt là TPC.

8.2. Cải thiện chế độ tiền xử lý để gia tăng chất lượng của nhãn Idor sấy nguyên quả

Quá trình sấy đóng vai trò quan trọng trong việc bảo quản và nâng cao giá trị của sản phẩm nông sản, đặc biệt là nhãn sấy khô nguyên vỏ. Tuy nhiên, các phương pháp sấy truyền thống thường tồn tại nhiều hạn chế như thời gian sấy kéo dài, hiện tượng hóa nâu không mong muốn và sự suy giảm chất lượng cảm quan cũng như giá trị dinh dưỡng của sản phẩm. Nhằm khắc phục những vấn đề này, việc áp dụng các phương pháp tiền xử lý trước khi sấy được xem là giải pháp hiệu quả, giúp nâng cao hiệu suất quá trình sấy và cải thiện chất lượng sản phẩm sau sấy.

Dựa trên kết quả nghiên cứu ở nội dung trước đó, các phương pháp tiền xử lý riêng lẻ bao gồm chần, xử lý cơ học và ủ nóng ở 60°C, RH 75% đã được áp dụng nhằm mục tiêu rút ngắn thời gian sấy và duy trì chất lượng sản phẩm. Tuy nhiên, từng phương pháp có tác động khác nhau đến cấu trúc nguyên liệu, tốc độ bay hơi nước và các phản ứng hóa sinh xảy ra trong quá trình sấy. Do đó, việc kết hợp các phương pháp tiền xử lý được đề xuất như một hướng tiếp cận khả thi nhằm nâng cao hiệu suất hóa quy trình sấy, tăng chất lượng sản phẩm và cải thiện các đặc tính cảm quan.

Dựa trên kết quả nghiên cứu ở nội dung trước đó, đề xuất bốn phương pháp tiền xử lý kết hợp, bao gồm:

- + M1: Chần kết hợp ủ nóng ở 60°C, RH 75%.
- + M2: Chần kết hợp xử lý cơ học.
- + M3: Chần kết hợp xử lý cơ học và ủ nóng ở 60°C, RH 75%.

+ M4: Chần kết hợp ủ nóng ở 60°C, RH 75% và xử lý cơ học.

Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp tiền xử lý có ảnh hưởng đáng kể đến sự thay đổi màu sắc sản phẩm. Các số liệu cụ thể được tổng hợp và phân tích chi tiết trong Bảng 8.13.

Bảng 8.6: Ảnh hưởng các phương thức tiền xử lý kết hợp đến chất lượng màu sắc vỏ và thịt quả nhãn sau sấy

Mẫu*	Vỏ quả				Thịt quả	
	L*	BI	Chroma (C*)	Hue (h°)	L*	BI
M1	52,05±1,43 ^c	29,41±1,28 ^a	25,21±2,00 ^a	54,81±4,66 ^a	27,94±0,72 ^c	42,66±5,78 ^a
M2	56,81±1,07 ^a	24,34±0,50 ^b	23,16±0,80 ^b	51,53±2,88 ^b	38,59±1,28 ^a	27,85±4,19 ^c
M3	53,55±1,90 ^b	24,83±1,06 ^b	22,10±0,76 ^{bc}	52,43±1,97 ^{ab}	38,91±2,08 ^a	36,22±2,58 ^b
M4	54,23±0,90 ^b	24,16±1,30 ^b	21,59±1,17 ^c	53,28±3,27 ^{ab}	36,80±1,14 ^b	30,16±2,55 ^c

*M1: Chần kết hợp ủ nóng ở 60°C, RH 75%; M2: Chần kết hợp xử lý cơ học; M3: Chần kết hợp xử lý cơ học và ủ nóng ở 60°C, RH 75%; M4: Chần kết hợp ủ nóng ở 60°C, RH 75% và xử lý cơ học.

Giá trị được biểu thị bằng trung bình ± độ lệch chuẩn của phép đo với ít nhất 03 lần lặp lại. Các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự sai biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê với mức độ tin cậy 95%

Tổng hợp các kết quả về chỉ tiêu hóa lý, màu sắc và hoạt tính sinh học cho thấy mẫu M3 – được xử lý theo quy trình chần → xử lý cơ học → ủ không khí nóng – là phương án phù hợp cho quá trình chế biến sản phẩm nhãn sấy khô nguyên vỏ với chất lượng tốt. Quy trình này vừa đảm bảo chất lượng cảm quan, hạn chế phản ứng hóa nâu không mong muốn, vừa duy trì hoặc nâng cao giá trị dinh dưỡng và hoạt tính sinh học của sản phẩm nhãn sấy.



Hình 8.2: Màu sắc vỏ và thịt quả nhãn sau sấy

*M1: Chần kết hợp ủ nóng ở 60°C, RH 75%; M2: Chần kết hợp xử lý cơ học; M3: Chần kết hợp xử lý cơ học và ủ nóng ở 60°C, RH 75%; M4: Chần kết hợp ủ nóng ở 60°C, RH 75% và xử lý cơ học

8.3. Ảnh hưởng của chế độ sấy ẩm đến chất lượng nguyên liệu

8.3.1. Mô hình hóa quá trình sấy ẩm

Dữ liệu thực nghiệm được mô hình hóa bằng các phương trình Page, Lewis và Midilli. Trong đó, mô hình Midilli cho độ chính xác cao nhất với hệ số hiệu quả (EF) trên 99,99%. Nhiệt độ sấy 60–70°C và tốc độ gió 2–3 m/s là điều kiện phù hợp nhất để tối ưu thời gian sấy mà không làm suy giảm chất lượng.

Bảng 8.7: Kết quả các tham số mô hình hoá

Tốc độ gió (m/s)	Nhiệt độ (°C)	M_i (%cbk)	M_e (%cbk)	Tổng thời gian sấy (giờ)	Phương trình Midilli			
					a	k (giờ ⁻¹)	n	b
1	50	236,247	14,32	104	0,9515	0,0062	1,3430	0,00053
	60	236,247	14,32	101	0,9213	0,0058	1,3506	0,00000
	70	236,247	14,32	95	0,9210	0,0076	1,3422	0,00000
2	50	232,779	14,32	68	0,9405	0,0146	1,2667	0,00000
	60	232,779	14,25	56	0,9512	0,0294	1,2049	0,00000
	70	232,779	14,25	44	0,9729	0,0664	1,0144	0,00156
3	50	236,247	14,32	44	0,9528	0,0297	1,2519	0,00113
	60	236,247	14,32	38	0,9707	0,0669	1,1017	0,00007
	70	236,247	14,32	35,5	0,9776	0,0465	1,2417	0,00000

Bảng 8.8: Đánh giá kết quả dự đoán mô hình

Tốc độ gió (m/s)	Nhiệt độ (°C)	Phương trình Midilli		
		RSME	χ^2 (x10 ²)	EF
1	50	0,0241	0,0006	99,996
	60	0,0221	0,0005	99,996
	70	0,0263	0,0008	99,988
2	50	0,0209	0,0005	99,997
	60	0,0181	0,0004	99,994
	70	0,0248	0,0007	99,993
3	50	0,0229	0,0006	99,993
	60	0,0183	0,0004	99,990
	70	0,0154	0,0003	99,995

Kết quả mô hình hóa quá trình sấy nhân Idor nguyên quả cho thấy cả nhiệt độ sấy và tốc độ không khí đều có ảnh hưởng đáng kể đến động học quá trình giảm ẩm. Khi tăng nhiệt độ từ 50°C lên 70°C, tốc độ sấy tăng rõ rệt và thời gian cần thiết để ẩm đạt giá trị cân bằng giảm đáng kể. Tương tự, khi tăng tốc độ không khí đối lưu từ 1 m/s lên 3 m/s, quá trình loại ẩm diễn ra nhanh hơn nhờ hiệu quả chuyển ẩm đối lưu và duy trì được gradient nồng độ ẩm cao giữa bề mặt và môi trường xung quanh. Trong cả hai trường hợp thực nghiệm, mô hình Midilli et al. thể hiện độ phù hợp rất cao với dữ liệu thực nghiệm, với các đường cong mô phỏng bám sát các điểm thực tế, đặc biệt tại các điều kiện sấy ở 60÷70°C và tốc độ gió 2÷3 m/s. Giá trị RMSE thấp, EF gần 1,00 và χ^2 tiến về gần, chứng minh rằng mô hình Midilli là mô hình dự đoán đáng tin cậy để mô phỏng và thiết kế quá trình sấy nhân hiệu quả.

8.3.2. Ảnh hưởng quá trình sấy đến chất lượng quả nhân Idor sấy khô nguyên vỏ

Nhiệt độ sấy và tốc độ gió có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng sản phẩm sấy. Sấy nhân ở nhiệt độ 60°C với tốc độ không khí đối lưu 3 m/s là điều kiện tốt nhất cho quy trình, giúp rút ngắn thời gian sấy, duy trì màu sắc và bảo vệ các hoạt tính sinh học của sản phẩm. Điều kiện này không chỉ mang lại hiệu suất cao mà còn tiết kiệm năng lượng, giải pháp nâng cao hiệu quả kinh tế trong quá trình sản xuất. Xác định loại bao bì phù hợp để bảo quản sản phẩm nhân sấy khô nguyên quả và đề xuất thời gian bảo quản sản phẩm thích hợp

8.3.3. Xác định loại bao bì phù hợp để bảo quản sản phẩm nhân sấy khô nguyên vỏ

Nhân sấy khô nguyên quả là một sản phẩm có giá trị dinh dưỡng cao, có hương vị đặc trưng và mang đến nhiều lợi ích cho sức khỏe khi sử dụng. Để duy trì chất lượng của nhân sấy khô trong suốt quá trình lưu trữ và phân phối, việc bảo quản đúng cách là vô cùng quan trọng. Điều này bao gồm việc chọn lựa loại bao bì phù hợp, giúp kéo dài thời gian sử dụng và giữ nguyên được hương vị, màu sắc và các giá trị dinh dưỡng của sản phẩm. Trong quá trình bảo quản sự thay đổi độ ẩm thịt nhân và độ hoạt động của nước gây ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, đồng thời đóng vai trò quan trọng trong việc đánh giá mức độ an toàn khi sử dụng sản phẩm. Sự thay đổi giá trị độ sáng L^* của

vỏ và thịt quả nhân Idor sấy khô nguyên vỏ và chỉ số hóa nâu (BI) của thịt quả được thể hiện qua Bảng 8.9.

Bảng 8.9: Ảnh hưởng của các loại bao bì đến màu sắc vỏ và thịt quả nhân sấy khô nguyên vỏ trong quá trình bảo quản

Chỉ tiêu	Thời gian (Tuần)	Nhôm	Sắt tây	Thủy tinh	PE	PA
L* vỏ	0	52,54±0,74 ^a	52,54±0,74 ^a	52,54±0,74 ^a	52,54±0,74 ^a	52,54±0,74 ^a
	2	52,05±1,14 ^{abA}	51,90±0,88 ^{bA}	51,82±0,93 ^{bA}	51,54±0,95 ^{bA}	51,86±1,70 ^{aA}
	4	51,64±0,48 ^{bA}	51,73±0,86 ^{cA}	50,28±0,71 ^{cB}	50,60±0,68 ^{cB}	51,37±1,00 ^{aA}
L* thịt	0	39,60±1,9 ^{2a}	39,60±0,76 ^a	39,60±0,76 ^a	39,60±0,76 ^a	39,60±0,76 ^a
	2	36,88±2,61 ^{bAB}	36,31±1,61 ^{bBC}	35,32±1,46 ^{bC}	36,26±1,67 ^{bBC}	38,14±0,81 ^{bA}
	4	32,96±4,44 ^{cA}	32,40±0,93 ^{cAB}	31,75±0,92 ^{cB}	31,78±1,16 ^{cB}	31,69±1,25 ^{cB}
BI thịt	0	32,51±0,95 ^c	32,51±0,95 ^c	32,51±0,95 ^c	32,51±0,95 ^c	32,51±0,95 ^c
	2	39,22±0,83 ^{bC}	41,35±1,73 ^{BB}	41,84±1,96 ^{bAB}	43,36±1,88 ^{bA}	41,50±1,66 ^{bB}
	4	47,68±2,08 ^{aC}	48,32±1,87 ^{aBC}	49,77±1,54 ^{aAB}	50,20±1,83 ^{aA}	50,22±2,44 ^{aA}

Các giá trị trung bình có cùng chữ cái đi kèm a, b, c trong cùng một cột và A, B, C trong cùng hàng thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Ngoài những biến đổi trên thì hàm lượng polyphenol tổng số TPC và hoạt tính kháng oxy hóa TEAC cũng có sự biến đổi trong quá trình bảo quản.

Tổng hợp kết quả đánh giá cho thấy cả ba loại bao bì (túi nhôm, hộp sắt tây và lọ thủy tinh) đều hiệu quả trong việc duy trì chất lượng nhân Idor sấy khô nguyên vỏ sau 4 tuần bảo quản. Tuy nhiên, bao bì túi nhôm được đánh giá ưu việt hơn nhờ chi phí thấp, nhẹ, dễ vận chuyển, thuận tiện in ấn và tiết kiệm không gian lưu trữ. Với những ưu điểm này, túi nhôm không chỉ đáp ứng yêu cầu bảo quản mà còn là lựa chọn tối ưu về kinh tế và thương mại.

8.3.4. Đánh giá khả năng bảo quản sản phẩm nhân Idor sấy khô nguyên vỏ

Kết quả thu thập và phân tích hàm lượng ẩm trong thịt nhân, độ hoạt động của nước và mật số nấm men, nấm mốc trong 24 tuần được trình bày và tổng hợp thông qua Bảng 8.10.

Bảng 8.10: Ảnh hưởng thời gian bảo quản đến tổng số nấm men, nấm mốc (CFU/g), hoạt độ nước a_w và độ ẩm thịt nhân

Thời gian bảo quản (tuần)	Tổng số nấm men, nấm mốc (CFU/g)	Độ hoạt động của nước (a_w)	Độ ẩm thịt nhân (%)
0	<10 ² CFU/g	0,603±0,006 ^e	5,30±0,10 ^h
2	<10 ² CFU/g	0,617±0,006 ^d	5,40±0,10 ^{gh}
4	<10 ² CFU/g	0,627±0,006 ^d	5,5±0,10 ^g
6	<10 ² CFU/g	0,643±0,006 ^c	5,86±0,05 ^f
8	<10 ² CFU/g	0,643±0,006 ^c	5,90±0,10 ^{ef}
10	<10 ² CFU/g	0,643±0,006 ^c	6,00±0,17 ^{de}
12	<10 ² CFU/g	0,643±0,006 ^c	6,10±0,02 ^d
14	<10 ² CFU/g	0,650±0,010 ^{bc}	6,30±0,10 ^c
16	<10 ² CFU/g	0,650±0,010 ^{bc}	6,50±0,10 ^b
18	<10 ² CFU/g	0,653±0,006 ^{abc}	6,93±0,01 ^a
20	<10 ² CFU/g	0,660±0,01 ^{ab}	6,93±0,03 ^a
22	<10 ² CFU/g	0,657±0,012 ^{ab}	6,96±0,01 ^a
24	<10 ² CFU/g	0,663±0,006 ^a	7,00±0,02 ^a

Các giá trị trung bình có cùng chữ cái đi kèm trong cùng một cột thì không khác biệt ý nghĩa ở mức 5%.

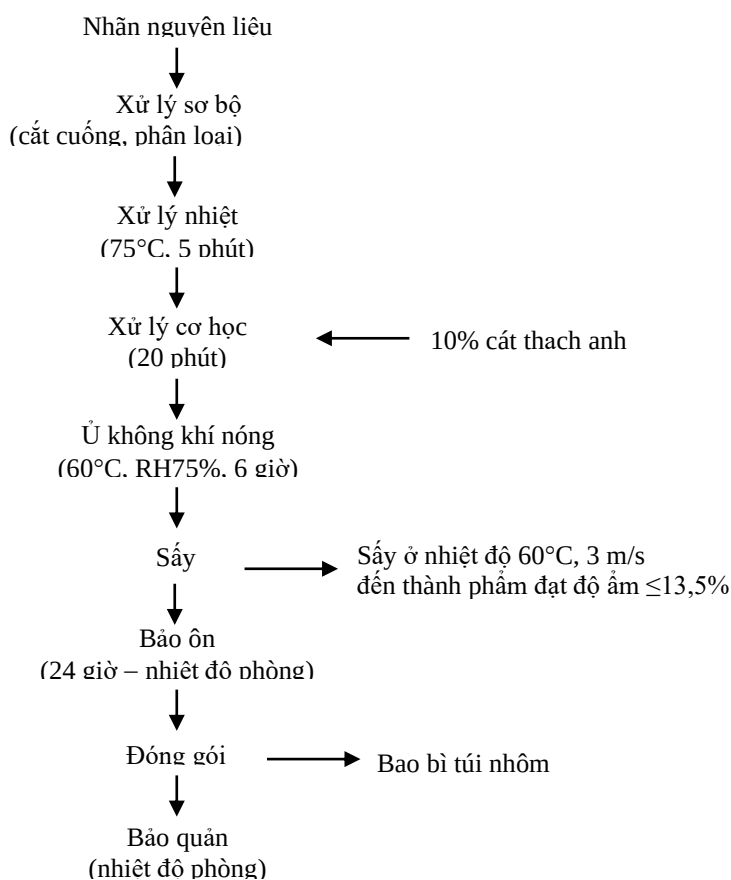
Mặc dù bao bì nhôm có khả năng hạn chế sự tiếp xúc với oxy và độ ẩm từ môi trường, nhưng vẫn không thể ngăn chặn hoàn toàn quá trình oxy hóa polyphenol và phản ứng Maillard. Các yếu tố như nhiệt độ, ánh sáng và oxy vẫn có thể thúc đẩy các phản ứng hóa học này, dẫn đến sự biến đổi màu sắc trong suốt thời gian bảo quản. Điều này cho thấy rằng, dù bao bì nhôm giúp giảm thiểu tác động của môi trường, nhưng không thể đảm bảo tính ổn định tuyệt đối về màu sắc của sản phẩm.

nhân sấy khô nguyên vỏ trong thời gian dài. Ngoài các yếu tố về màu sắc thì hàm lượng đường tổng và đường khử trong quả nhân sấy khô nguyên vỏ cũng có sự biến đổi qua các tuần bảo quản. Bên cạnh đó, các hoạt chất sinh học trong nhân sấy khô nguyên vỏ tương đối cao và dễ bị biến đổi trong quá trình bảo quản cũng như làm suy giảm chất lượng sản phẩm. Hàm lượng polyphenol tổng số (TPC) có xu hướng giảm dần theo thời gian bảo quản, từ $17,726 \pm 0,69$ mg GAE/g CKNL ở tuần 0 giảm xuống còn $7,3180 \pm 0,79$ mg GAE/g CKNL vào tuần 24. Sự suy giảm này do tác động từ ánh sáng, oxy và nhiệt độ từ môi trường làm oxy các hoạt chất sinh học trong mẫu nhân. Bên cạnh đó, hàm lượng kháng oxy hóa (%DPPH) có xu hướng tăng trong trình bảo quản từ $31,573 \pm 0,18$ (%) lên $38,141 \pm 0,44$ (%) sau 24 tuần, tương đương tăng lên 17%. (Sự gia tăng này có thể được lý giải bởi các phản ứng Maillard mạnh mẽ giữa đường khử và nhóm amino của protein, tạo thành các hợp chất glycosyl hóa (SPCs) có khả năng trung hòa gốc tự do hiệu quả, từ đó tăng cường hoạt tính kháng oxy hóa của sản phẩm. Đồng thời, sự hình thành các loại đường hiếm như D-psicose và D-allose cũng góp phần thúc đẩy phản ứng Maillard, giúp cải thiện đáng kể khả năng chống oxy hóa theo thời gian (Zeng et al., 2011; Somjai et al., 2021). Bên cạnh đó, sự phát triển của các phân tử phức hợp polysaccharides trong quá trình bảo quản không chỉ nâng cao tính ổn định mà còn duy trì chất lượng sản phẩm nhân sấy khô nguyên vỏ trong thời gian dài.

Tóm lại, sau 24 tuần bảo quản trong bao bì nhôm, sản phẩm nhân Iдор sấy khô nguyên vỏ vẫn đảm bảo chất lượng về mặt vi sinh và duy trì tốt hoạt tính sinh học, đặc biệt là khả năng kháng oxy hóa. Tuy nhiên, sản phẩm có sự biến đổi đáng kể về màu sắc, với xu hướng sẫm hơn do phản ứng Maillard và quá trình oxy hóa tự nhiên. Nhìn chung, bao bì túi nhôm giúp hạn chế tác động từ môi trường, góp phần duy trì chất lượng ổn định trong thời gian dài.

8.4. Đề xuất quy trình chế biến nhân Iдор sấy khô nguyên vỏ

Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu, đề xuất quy trình chế biến nhân Iдор sấy khô nguyên vỏ được trình bày như Hình 8.3.



Hình 8.3: Sơ đồ quy trình tổng quát chế biến nhân Iдор sấy khô nguyên vỏ

Sản phẩm nhãn Iдор sấy khô được kiểm nghiệm các chỉ tiêu, thể hiện ở Bảng 8.11.

Bảng 8.11: Chất lượng sản phẩm nhãn Iдор sấy khô nguyên vỏ

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp thử	LOQ	Kết quả
Chỉ tiêu hóa lý					
1	Hàm lượng ẩm	%	VLAB-CH-TP-101: 2021	-	13,1
2	Năng lượng (<i>Calories</i>)	Kcal/100 g	FAO, food and Nutrition P77 2003	-	318
3	Hàm lượng Protein	g/100 g	TCVN 10034:2013 ^(a)	-	4,77
4	Hàm lượng béo tổng	g/100 g	VLAB-CH-TP-106: 2021 ^(a)	-	0,45
5	Hàm lượng Carbohydrate	g/100 g	FAO, Food and Nutrition P77, 2003	-	73,7
6	Hàm lượng đường tổng	g/100 g	TCVN 4595: 1988	-	55,7
7	Hàm lượng tro tổng	%	VLB-CH-TP-102: 2021	-	7,09
8	Hàm lượng tro không tan trong HCl	%	VLAB-CH-TP-103: 2021	0,1	KPH
9	Hàm lượng Natri (Na)	mg/100 g	VLAB-CH-TP-204: 2021 ^(a) Ref:AOAC 969.23)	-	17,5
10	Hàm lượng Vitamin C	mg/kg	VLAB-CH-TP-670: 2022	-	21,5
11	Hoạt độ nước (a_w) (25°)	-	TCVN 12758:2019 (ISO 18787: 2017) ^(s'')	-	0,5829
Chỉ tiêu vi sinh					
1	Tổng số vi sinh vật hiếu khí tại 30°C	CFU/g	TCVN 4883-1:2013/ Amd 1:2022 ^(a)	-	<10
2	Coliform	CFU/g	TCVN 6848:2007 ^(a) (ISO 4832: 2007)	-	<10
3	<i>Escherichia coli</i>	MPN/g	TCVN 6846:2007 ^(a) (ISO 7251: 2005)	-	0
4	<i>Bacillus cereus</i>	CFU/g	ISO 7932: 2004/ Amd 1:2020 ^(a)	-	<10
5	<i>Clostridium perfringens</i>	CFU/g	TCVN 4991:2005 ^(a) (ISO 7937: 2004)	-	<10
6	<i>Salmonella</i> spp.	/25g	TCVN 10780-1:2017 ^(a) (ISO 6579-1:2017)	-	KPH
7	Tổng số nấm men và nấm mốc	CFU/g	Ref.TCVN 8275-2:2010 ^(s) (ISO 21527-2:2008)	-	<10
8	Hàm lượng Aflatoxin tổng	μ/kg	VLAB-CH-TP 599: 2021 ^(a)	2	KPH
9	Hàm lượng Aflatoxin B1	μg/kg	VLAB-CH-TP 599: 2021 ^(a)	0,5	KPH
Chỉ tiêu kim loại nặng					
1	Hàm lượng Asen (As)	mg/kg	TCVN 8126:2009 ^(a)	0,008	KPH
2	Hàm lượng Chì (Pb)	mg/kg	TCVN 8126:2009 ^(a)	0,08	KPH

(KPH: Không phát hiện. Nguồn: Công ty cổ phần Công nghệ Vietlabs)

8.5. So sánh chất lượng sản phẩm nhãn Iдор sấy khô nguyên vỏ với mẫu trên thị trường

Nhằm mục tiêu nghiên cứu, đánh giá và so sánh chất lượng mẫu nhãn Iдор sấy khô nguyên vỏ với các mẫu trên thị trường. Nghiên cứu chuẩn bị 3 mẫu đánh giá như sau:

+ Mẫu 1: Sản phẩm nhãn Iдор sấy khô nguyên vỏ được chế biến theo đúng quy trình nghiên cứu (M103).

+ Mẫu 2: Sản phẩm nhãn sấy khô nguyên quả được sản xuất tại Bà Rịa – Vũng Tàu (M101).

+ Mẫu 3: Sản phẩm nhãn sấy khô nguyên quả được sản xuất tại Hà Nội (M102).

Các chỉ tiêu hóa lý được sử dụng nhằm phân tích, đánh giá và so sánh chất lượng của sản phẩm nghiên cứu với hai mẫu sản phẩm thương mại, kết quả được trình bày tại Bảng 8.29. Kết quả phân tích cho thấy màu sắc vỏ quả của mẫu thị trường M102 có giá trị chỉ số L* cao nhất (51,98), phản

ánh mức độ sáng nổi bật hơn so với các mẫu M101 (42,77) và mẫu thực nghiệm M103 (45,26). Tuy nhiên, xét về màu sắc thịt quả, mẫu M103 thể hiện chỉ số L^* , a^* và b^* cao hơn đáng kể, cho thấy màu sắc thịt quả tươi sáng và rực hơn so với các mẫu M101 và M102.

Về mặt thành phần hóa học, mẫu M103 có hàm lượng đường tổng (77,42%) và đường khử (33,72%) cao hơn đáng kể so với các mẫu thị trường, phản ánh đặc tính cảm quan ngọt đậm hơn. Đồng thời, mẫu M103 cũng đạt giá trị cao nhất về khả năng kháng oxy hóa (%DPPH là 34,349%) và tổng hàm lượng polyphenol (TPC là 12,710), cho thấy tiềm năng sinh học nổi trội so với các mẫu còn lại.

Bảng 8.12: Kết quả phân tích các thành phần hóa lý và hàm lượng hoạt tính sinh học của mẫu thí nghiệm và mẫu thị trường

Chỉ tiêu	M101	M102	M103
Màu sắc vỏ quả			
L^*	42,77±0,55 ^c	51,98±0,51 ^a	45,26±0,31 ^b
a^*	15,18±0,24 ^b	13,37±1,41 ^c	16,01±0,19 ^a
b^*	12,04±0,58 ^c	14,76±0,80 ^b	15,92±0,71 ^a
Màu sắc thịt quả			
L^*	20,10±0,66 ^c	29,10±1,27 ^b	30,38±1,23 ^a
a^*	9,57±0,94 ^b	20,90±1,49 ^a	20,45±1,03 ^a
b^*	2,82±0,49 ^b	4,96±1,19 ^a	5,50±0,73 ^a
Âm thịt nhãn	14,58±0,46 ^b	18,19±0,31 ^a	11,20±0,62 ^c
Độ hoạt động của nước aw	0,65±0,01 ^b	0,67±0,00 ^a	0,62±0,00 ^c
Hàm lượng đường tổng (%)	73,92±0,34 ^b	71,53±0,30 ^c	77,42±0,49 ^a
Hàm lượng đường khử (%)	46,11±0,19 ^b	58,11±0,63 ^a	33,72±0,12 ^c
TPC (mg GAE/gCKNL)	10,659±1,44 ^b	5,411±0,15 ^c	12,710±0,40 ^a
%DPPH (%)	24,200±1,62 ^b	18,367±1,20 ^c	34,349±0,52 ^a

Phương pháp đánh giá cảm quan được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 13765:2023, trong đó mỗi chỉ tiêu cảm quan được gán một hệ số quan trọng khác nhau. Các hệ số này được xác định thông qua khảo sát ý kiến của 50 cảm quan viên. Đồng thời, việc khảo sát mức độ ưa thích và chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm nhãn sấy khô nguyên vỏ trong nghiên cứu được thực hiện bằng phương pháp phân tích tần suất xuất hiện sự yêu thích đối với các mẫu sản phẩm. Kết quả cho thấy mẫu thí nghiệm M103 được đánh giá cao hơn đáng kể so với hai mẫu thị trường M101 và M102 về các chỉ tiêu cảm quan như cấu trúc, màu sắc (thịt và vỏ quả), mùi và vị. Mẫu M103 cho thấy sự đồng đều màu sắc, mùi thơm rõ nét và kết cấu đạt yêu cầu cảm quan đối với sản phẩm nhãn sấy. Điều này cho thấy phương pháp chế biến và điều kiện sấy áp dụng cho mẫu M103 đã cải thiện chất lượng cảm quan theo hướng tích cực.

Tóm lại, quá trình thực hiện nghiên cứu đã xây dựng thành công quy trình sản xuất sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên vỏ với các thông số kỹ thuật như sau:

+ Tiền xử lý: Quy trình tiền xử lý bao gồm chần nhãn ở 75°C trong 5 phút, tiếp theo là xử lý cơ học với 10% cát thạch anh trong 20 phút, và cuối cùng là ủ trong điều kiện không khí nóng ở 60°C với độ ẩm tương đối 75% trong 6 giờ. Quy trình này được đánh giá là phù hợp, giúp rút ngắn thời gian sấy và nâng cao chất lượng sản phẩm thành phẩm.

+ Sấy: Nhiệt độ sấy 60°C kết hợp với tốc độ không khí đối lưu 3 m/s được xác định là điều kiện thích hợp, đảm bảo độ ẩm cuối cùng của sản phẩm ≤13,5% và đảm bảo chất lượng cảm quan cũng như hoạt tính sinh học của sản phẩm.

+ Bao bì: Bao bì nhôm có khả năng chống thấm ẩm và ngăn khí hiệu quả được lựa chọn là vật liệu bảo quản thích hợp. Phương án bao gói này duy trì tốt hàm lượng hoạt chất sinh học, đảm bảo an toàn vi sinh và ổn định chất lượng sản phẩm trong suốt 24 tuần bảo quản ở nhiệt độ phòng (30°C).

CHƯƠNG 9. XÂY DỰNG KỸ THUẬT SẤY THĂNG HOA CHO THỊT CƠM NHẪN ĐẠT CHẤT LƯỢNG CAO

9.1. Điều kiện chần nguyên liệu thích hợp cho quá trình chế biến sản phẩm thịt cơm nhũn sấy thăng hoa

Nghiên cứu cho thấy chần nhũn ở 80 °C trong 5 phút là điều kiện tối thiểu để vô hiệu hoàn toàn enzyme gây hóa nâu (PPO/POD), trong khi ở 90 °C cần ≥ 3 phút, và ở 100 °C chỉ cần ≥ 1 phút là đạt hiệu quả tương tự. Kết quả thí nghiệm định tính enzyme trên thịt nhũn sau chần cho thấy ở 80 °C/5 phút hoặc trên, mẫu nhũn không còn xuất hiện đốm nâu khi thử với guaiacol, chứng tỏ enzyme peroxidase bị bất hoạt hoàn toàn.

Quá trình chần cũng ảnh hưởng đến cấu trúc và màu sắc thành phẩm sau sấy thăng hoa. Chỉ các mẫu có độ ẩm cuối $\leq 5\%$ (của nguyên liệu sau chần) mới giữ được cấu trúc xốp đặc trưng và không bị sụp khi sấy (*Hình minh họa trong báo cáo tổng kết*). Trong các nghiệm thức đạt độ ẩm $\leq 5\%$, mẫu chần 80 °C/5 phút cho màu sáng nhất, với giá trị độ sáng $L^* = 67,77$ (cao nhất trong các nghiệm thức) so với 56,97–60,37 của các nghiệm thức khác (90–100 °C với thời gian tương tự) [xem kết quả ở Báo cáo tổng kết]. Điều này cho thấy chần ở 80 °C/5 phút vừa đủ để bảo vệ màu sắc tốt hơn ở các điều kiện chần mạnh hơn (cao nhiệt độ hoặc lâu thời gian). Tuy nhiên, nếu tăng nhiệt độ hoặc thời gian chần tiếp tục sẽ làm giảm độ sáng L^* và tăng a^* , b^* (mẫu trở nên sẫm, đỏ hơn) do thoái hóa sắc tố.

Về chỉ tiêu hóa lý và sinh học, mẫu chần ở 80 °C/5 phút cũng cho hàm lượng vitamin C cao nhất (95,73 mg% CKNL) trong thành phẩm, trong khi tăng nhiệt độ/thời gian chần mạnh hơn làm hàm lượng vitamin C giảm rất mạnh (chỉ còn 3,84 mg% ở 100 °C/5 phút) do phân hủy nhiệt và hòa tan vào nước chần. Ngược lại, tổng polyphenol (TPC) có xu hướng tăng khi chần ở nhiệt độ cao hơn (do giải phóng phenolic gắn trong tế bào), đạt 2,61 mg GAE/g ở 100 °C/1 phút (so với 1,45 mg GAE/g ở 80 °C/5 phút). Tuy vậy, kéo dài thời gian chần làm giảm TPC (2,61 $\rightarrow$ 2,38 mg GAE/g khi tăng thời gian ở 100 °C) do hiện tượng phân hủy và thoát tan. Flavonoid tổng (TFC) giảm nhẹ theo độ khác nghiệt của chần (từ 1,25 xuống 1,07 mg QE/g khi tăng từ 90 °C/3 phút lên 100 °C/5 phút).

Như vậy, chần 80 °C – 5 phút là điều kiện tối ưu cho chất lượng tổng thể, vì vừa ức chế enzyme hóa nâu, giữ màu sáng, lại hạn chế tối đa tổn thất vitamin C và hoạt tính sinh học

9.2. Ảnh hưởng của nồng độ acid ascorbic

Sau khi xác định điều kiện chần tối ưu (80 °C/5 phút), nghiên cứu tập trung đánh giá ngâm phụ gia acid ascorbic ở các nồng độ 0%, 1%, 1,5%, 2% và 2,5%. Kết quả cho thấy khi tăng nồng độ acid ascorbic, độ ẩm cuối của sản phẩm tăng nhẹ (từ 2,73% ở đối chứng lên 3,91% ở 2,5% acid), trong khi giá trị a_w giữ ở mức rất thấp (0,38–0,39) ở mọi nghiệm thức. Sự tăng độ ẩm chủ yếu là do môi trường acid làm pectin giãn nở, giữ nước tốt. Không có khác biệt đáng kể về a_w giữa các nghiệm thức (tất cả $\sim 0,38$ –0,39), nên độ ẩm tuyệt đối cũng là yếu tố quan trọng để đảm bảo tính ổn định sản phẩm cuối (Bảng 9.1).

Bảng 9.1: Ảnh hưởng của nồng độ acid ascorbic đến độ ẩm và a_w của sản phẩm thịt cơm nhũn sấy thăng hoa

Nồng độ (%)	Độ ẩm (%)	a_w	pH
Mẫu đối chứng	2,73 $\pm$ 0,02 ^a	0,38 $\pm$ 0,00 ^a	5,80 $\pm$ 0,01 ^a
1,0	2,89 $\pm$ 0,10 ^a	0,38 $\pm$ 0,00 ^a	5,28 $\pm$ 0,01 ^b
1,5	3,49 $\pm$ 0,41 ^b	0,38 $\pm$ 0,00 ^a	5,01 $\pm$ 0,01 ^c
2,0	3,63 $\pm$ 0,08 ^{bc}	0,38 $\pm$ 0,00 ^a	4,85 $\pm$ 0,00 ^d
2,5	3,91 $\pm$ 0,06 ^c	0,39 $\pm$ 0,00 ^b	4,83 $\pm$ 0,01 ^a

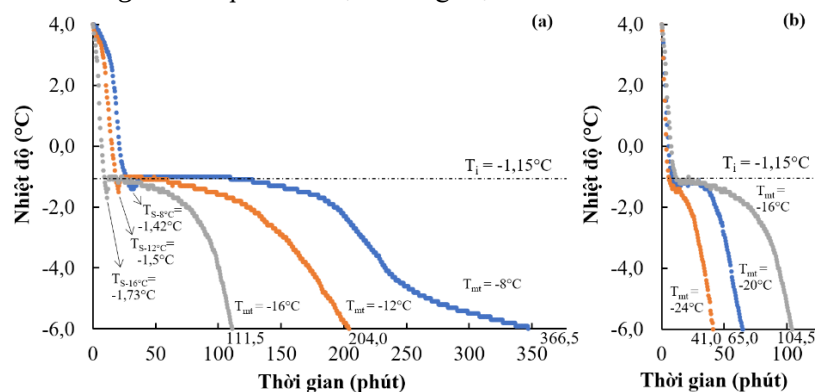
(Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức khảo sát theo kiểm định LSD ở độ tin cậy 95%).

Ngược lại, pH sản phẩm giảm rõ khi tăng acid (từ 5,80 ở đối chứng xuống 4,83 ở 2,5% acid), kèm theo hàm lượng vitamin C thành phẩm tăng mạnh nhờ thẩm thấu từ dung dịch (tăng từ 97,96 lên 640,90 mg% CKNL ở 2,5% acid). Về màu sắc, xử lý acid ascorbic rõ ràng làm tăng độ sáng L^* và giảm a^* , b^* của sản phẩm: nghiệm thức ngâm 1% acid cho giá trị L^* cao nhất 69,70 (so với 66,10 của đối chứng). Cụ thể, toàn bộ mẫu ngâm acid (1–2,5%) đều có L^* cao hơn đối chứng, đồng thời

a^* , b^* giảm xuống 1,47–1,63 và 6,93–8,43 (thấp hơn mẫu không ngâm). Acid ascorbic có cơ chế chống oxy hóa, ngăn phản ứng hóa nâu nên cải thiện đáng kể màu sắc cuối cùng của nhãn. Nhóm chất sinh học (Vitamin C, TPC, TFC, TEAC) đều được bảo vệ và gia tăng theo nồng độ acid.

9.3. Nhiệt độ lạnh đông tạo tinh thể đá thích hợp cho quá trình sấy thăng hoa thịt com nhãn

Nghiên cứu thông qua kết quả theo dõi sự thay đổi nhiệt độ thịt com nhãn theo thời gian (Hình 9.3) để xác định các thông số của quá trình lạnh đông thịt com nhãn.



Hình 9.1: Sự thay đổi nhiệt độ thịt com nhãn ở các nhiệt độ môi trường khác nhau

(a) Quá trình lạnh đông có hiện tượng quá lạnh;

(b) Quá trình lạnh đông không có hiện tượng quá lạnh

Ghi chú: T_{mt} : Nhiệt độ môi trường; T_s : Nhiệt độ điểm quá lạnh; T_i : Nhiệt độ đóng băng

Lạnh đông ban đầu (giai đoạn B1) nhằm hình thành tinh thể nước đá. Thí nghiệm so sánh các điều kiện môi trường từ -8°C đến -24°C (đến khi tâm mẫu đạt -6°C) cho thấy có hai kiểu quá trình: ở -8 , -12 , -16°C quan sát hiện tượng quá lạnh (supercooling) – đặc trưng cho lạnh đông chậm, còn ở -20 , -24°C thì không (lạnh đông nhanh). Khi nhiệt độ môi trường càng thấp, thời gian đóng băng mẫu giảm mạnh: ví dụ ở -8°C cần 347 phút, ở -16°C chỉ còn $\sim 107,7$ phút, và ở -24°C chỉ 41 phút (giảm 8,5 lần) so với -8°C . Nghiên cứu chất lượng sản phẩm cho thấy quá trình lạnh đông chậm (-8 đến -16°C) tạo ra tinh thể lớn, tạo điều kiện thuận lợi cho nước thăng hoa, nên sản phẩm cuối có độ ẩm rất thấp (2,52–2,80%) và ổn định cấu trúc. Ngược lại, lạnh đông nhanh (-20 , -24°C) tạo tinh thể nhỏ, làm thành phẩm giữ nước nhiều hơn (độ ẩm 5,17–5,42%) và bị loại bỏ vì không đạt yêu cầu (độ ẩm $>5\%$). Kết quả tổng hợp sự thay đổi độ ẩm và a_w của thịt com nhãn sấy thăng hoa theo nhiệt độ lạnh đông môi trường

Bảng 9.2: Ảnh hưởng của nhiệt độ lạnh đông tạo tinh thể đá đến độ ẩm và độ hoạt động của nước của sản phẩm thịt com nhãn sấy thăng hoa

Nhiệt độ môi trường ($^{\circ}\text{C}$)	Độ ẩm (%)	a_w
-8	$2,52 \pm 0,05^a$	$0,37 \pm 0,00^a$
-12	$2,65 \pm 0,09^a$	$0,37 \pm 0,00^a$
-16	$2,80 \pm 0,02^a$	$0,38 \pm 0,00^b$
-20	$5,17 \pm 0,31^b$	×
-24	$5,42 \pm 0,25^b$	×

× Loại bỏ do độ ẩm sản phẩm không đạt dưới 5%, không đáp ứng theo CODEX 360-2020

(Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức khảo sát theo kiểm định LSD ở độ tin cậy 95%).

Có thể thấy ở điều kiện lạnh đông chậm (-8 đến -16°C) thu được độ ẩm sản phẩm rất thấp ($\leq 2,80\%$), đảm bảo tiêu chuẩn $\leq 5\%$, trong khi lạnh đông nhanh làm độ ẩm tăng nhiều. Độ hoạt động nước của các mẫu hợp lệ vào khoảng 0,37–0,38, rất thấp, phù hợp cho bảo quản lâu dài. Độ sáng L^* của thành phẩm cũng phụ thuộc vào độ lạnh đông: mẫu lạnh ở -16°C đạt L^* cao nhất (73,33), trong khi các nghiệm thức chậm khác (-8 , -12°C) có L^* khoảng 70,30–71,67. Điều này cho thấy lạnh đông vừa phải (tốc độ trung bình) cho hiệu quả quang học tốt nhất, khả năng lý giải là tinh thể cỡ

trung tạo cấu trúc lỗ xốp phù hợp nhất. Các mẫu -20 , -24 °C mặc dù giữ ẩm nhiều hơn nên bỏ ra, nhưng cũng thể hiện xu hướng L^* cao do đông băng nhanh (theo Ceballos et al., 2012)..

9.4. Nhiệt độ lạnh đông cuối giúp ổn định trạng thái nguyên liệu hỗ trợ cho quá trình sấy thăng hoa thịt com nhân

Sau khi tạo tinh thể, giai đoạn lạnh đông B2 tiếp tục làm lạnh sâu để ổn định trạng thái nguyên liệu trước khi sấy. Nhiệt độ eutectic của nhân được xác định khoảng $-29,13$ °C; do đó, để đa số thành phần tan chuyển sang pha rắn, cần hạ nhiệt độ tâm nguyên liệu xuống dưới mức này ($-35 \dots -50$ °C). Thí nghiệm đã khảo sát các mức nhiệt độ tâm cuối (-30 , -35 , -40 , -45 , -50 °C) và phân tích chất lượng sản phẩm sau sấy. Kết quả cho thấy sản phẩm từ tất cả các mức đều có độ ẩm 2,60–4,68% ($\leq 5\%$) và aw rất thấp (0,37–0,41), đảm bảo tiêu chuẩn CODEX về nhân sấy thăng hoa. Có xu hướng độ ẩm thành phẩm giảm khi hạ sâu nhiệt độ cuối: ví dụ -30 °C sinh ẩm 4,68%, trong khi $-45 \dots -50$ °C chỉ còn 2,60–2,70%. Ngược lại với biến thiên độ ẩm, nhiệt độ lạnh đông cuối không làm thay đổi đáng kể màu sắc hay thành phần sinh học. Mẫu -30 °C có L^* thấp hơn hẳn, nhưng các nghiệm thức -35 đến -50 °C đều cho $L^* \sim 67,60$ – $67,80$ (không khác biệt thống kê).

Tương tự, hàm lượng vitamin C, TPC, TFC và hoạt tính TEAC của sản phẩm hầu như không thay đổi khi thay đổi nhiệt độ lạnh đông cuối từ -35 đến -50 °C (vitamin C dao động 197,15–198,81 mg%; TFC, TEAC không đáng kể khác biệt). Như vậy, chìa khóa là hạ nhiệt độ tâm sâu đủ (khoảng -45 °C) để tối đa hóa lượng nước đông băng ($\geq 97\%$ nước kết tinh) và thu sản phẩm $< 5\%$ ẩm. Từ đó, giai đoạn B2 chỉ cần đảm bảo mục tiêu -45 °C ở tâm (dưới điểm eutectic) là đủ mà không cần hạ quá sâu (-50 °C không cho lợi ích rõ hơn đáng kể).

9.5. Thời gian giai đoạn sấy thăng hoa thích hợp cho quá trình chế biến thịt com nhân sấy thăng hoa

Giai đoạn C, giai đoạn sấy thăng hoa (sấy chính) được thực hiện nhằm mục đích loại bỏ nước trong sản phẩm thông qua sự chuyển pha của nước từ thể rắn sang thể khí (quá trình thăng hoa) bằng cách giảm áp suất và sau đó cung cấp nhiệt cho sản phẩm trong thiết bị sấy. Yêu cầu áp suất thiết bị và nhiệt độ phải đủ thấp để đảm bảo nước ở vị trí tâm sản phẩm luôn phải ở dưới điểm ba của nước ($0,01$ °C tại áp suất 4,58 mmHg hay 4,58 Torr) để quá trình thăng hoa nước có thể diễn ra. Do đó, nghiên cứu thực hiện cố định nhiệt độ sấy ở -1 °C và áp suất tại giá trị nhỏ nhất của thiết bị ($\leq 0,2$ Torr) cho quá trình sấy chính và theo dõi ảnh hưởng của thời gian sấy đến chất lượng sản phẩm. Vẫn thực hiện sấy thứ cấp (sấy phụ) ở thí nghiệm này, cố định 50 °C và thời gian 9 giờ.

Từ những kết quả phân tích ở trên cho thấy, rút ngắn thời gian sấy thăng hoa từ 38 giờ về còn 32 giờ là phù hợp cho nguyên liệu thịt com nhân. Việc rút ngắn thời gian ở công đoạn sấy chính giúp giảm chi phí năng lượng và tiết kiệm thời gian sấy mà không làm thay đổi chất lượng sản phẩm.

9.6. Ảnh hưởng của chế độ sấy thứ cấp đến chất lượng sản phẩm thịt com nhân sấy thăng hoa

Sau khi kết thúc giai đoạn sấy sơ cấp (primary drying), trong đó phần lớn nước tự do dưới dạng tinh thể đã được loại bỏ thông qua quá trình thăng hoa, nguyên liệu tiếp tục được đưa vào giai đoạn sấy thứ cấp (secondary drying) nhằm loại bỏ phần nước liên kết còn lại. Giai đoạn này thường diễn ra ở áp suất rất thấp (~ 100 – 200 mTorr) và nhiệt độ tăng dần (khoảng 20 – 40 °C), giúp phá vỡ liên kết hydro giữa nước và các phân tử chất khô trong nguyên liệu (Ratti, 2001).

Trong nghiên cứu này, sản phẩm thịt com nhân sau khi lạnh đông được sấy sơ cấp đến khi áp suất buồng sấy ổn định, sau đó chuyển sang giai đoạn sấy thứ cấp với điều kiện được kiểm soát nhằm đảm bảo độ ẩm cuối đạt $\leq 5\%$ theo tiêu chuẩn CODEX 360-2020. Giai đoạn sấy thứ cấp tuy chiếm thời gian ngắn hơn nhưng đóng vai trò rất quan trọng trong việc ổn định sản phẩm, ngăn ngừa sự tái hấp thụ ẩm và kéo dài thời gian bảo quản. Đây cũng là bước then chốt giúp sản phẩm có kết cấu giòn xốp, màu sắc tươi sáng và duy trì các hợp chất hoạt tính sinh học sau sấy. Tóm lại, sấy thứ cấp là giai đoạn cuối cùng trong chuỗi xử lý thăng hoa, giúp hoàn thiện cấu trúc và độ ổn định của sản phẩm thịt com nhân, đảm bảo chất lượng cảm quan và giá trị dinh dưỡng khi lưu trữ dài hạn.

Kết quả đánh giá cảm quan ở 4 nhóm chỉ tiêu cho thấy, mẫu ở chế độ sấy 50 °C trong 9 giờ được cho điểm lớn nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê với các mẫu còn lại. Sản phẩm sấy 50 °C trong 9 giờ cho cảm quan tốt nhất về màu sắc, cấu trúc và mùi vị, sản phẩm có màu sáng đẹp, trắng

đặc trưng của nguyên liệu, cấu trúc giòn xốp, không quá cứng và khô.

Nhìn chung, kết quả thí nghiệm cho thấy, chế độ sấy ở 50°C trong thời gian 9 giờ là cần thiết để đảm bảo độ ẩm, chất lượng và giá trị cảm quan của sản phẩm sấy thăng hoa thu nhận.

9.7. Đánh giá sự thay đổi chất lượng của thịt quả nhãn sấy thăng hoa trong quá trình bảo quản

Sau khi hoàn tất quy trình chế biến sấy thăng hoa tối ưu, sản phẩm thịt cơm nhãn được đóng gói và bảo quản trong điều kiện nhiệt độ phòng (khoảng 25 ± 2 °C) để đánh giá sự biến đổi chất lượng theo thời gian. Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm: độ ẩm, độ hoạt động nước (aw), màu sắc, hàm lượng vitamin C, polyphenol tổng (TPC), flavonoid tổng (TFC) và hoạt tính chống oxy hóa (TEAC).

Kết quả cho thấy trong 3 tháng đầu, các chỉ tiêu chất lượng nhìn chung ổn định. Độ ẩm chỉ tăng nhẹ (vẫn dưới 5%), trong khi aw dao động trong khoảng 0,37–0,39, vẫn nằm trong giới hạn an toàn để ức chế sự phát triển của vi sinh vật và phản ứng hóa nâu do enzyme hay phi enzyme. Tuy nhiên, từ tháng thứ 4 trở đi, một số thay đổi bắt đầu rõ rệt:

- Hàm lượng vitamin C giảm đáng kể, giảm trung bình 20–25% sau 6 tháng bảo quản.
- Giá trị màu sắc (L , a , b^*) suy giảm**, biểu hiện màu sản phẩm sậm hơn, do oxy hóa và tái hấp thụ ẩm từ môi trường.
- Hoạt tính chống oxy hóa (TEAC) và TPC, TFC cũng suy giảm tương ứng, nhưng mức độ thay đổi chậm hơn so với vitamin C.

Tình trạng suy giảm này là phổ biến đối với các sản phẩm sấy thăng hoa có chứa nhiều hợp chất nhạy cảm với oxy và ẩm. Đặc biệt, bao bì không kín hoặc điều kiện bảo quản không ổn định sẽ làm tăng tốc độ suy giảm chất lượng. Vì vậy, thời gian bảo quản khuyến nghị cho thịt cơm nhãn sấy thăng hoa là tối đa 4–6 tháng nếu bảo quản ở điều kiện thường, hoặc có thể kéo dài hơn nếu được đóng gói chân không và giữ lạnh ở 4–10 °C.

Kết luận, quá trình bảo quản có ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan và dinh dưỡng của sản phẩm, song với điều kiện chế biến tối ưu và quy cách đóng gói phù hợp, sản phẩm thịt cơm nhãn sấy thăng hoa vẫn giữ được độ ổn định tốt trong 3–4 tháng đầu, đáp ứng yêu cầu thương mại hóa.

9.8. Kết luận chương 9

Nghiên cứu đã cho thấy quá trình chần, xử lý ngâm phụ gia, quá trình lạnh đông và quá trình sấy thăng hoa đều là những công đoạn ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sản phẩm thịt cơm nhãn sấy thăng hoa. Cụ thể, quá trình tiền xử lý kết hợp bằng cách chần nhãn ở nhiệt độ 80°C trong 5 phút, sau đó ngâm thịt quả trong dung dịch acid ascorbic 1% là thích hợp để giúp ức chế phản ứng hóa nâu, giúp cải thiện cấu trúc và đảm bảo giá trị cảm quan của sản phẩm. Quá trình lạnh đông ban đầu được thực hiện trong nhiệt độ môi trường là -16°C cho đến khi nhiệt độ tâm đạt được -6°C thì tiếp tục lạnh đông giai đoạn hai cho đến khi nhiệt độ tâm đạt -45 °C là phù hợp nhất để tạo tinh thể đá và ổn định trạng thái nguyên liệu. Thời gian sấy thăng hoa ở -1°C trong 32 giờ kết hợp với chế độ sấy thứ cấp tại 50°C trong 9 giờ cho sản phẩm có độ ẩm sản phẩm dưới 5%, màu sắc sáng, hàm lượng vitamin C, các nhóm chất mang hoạt tính sinh học được duy trì ở mức tốt và có giá trị cảm quan cao. Bao bì OPP+thủy tinh và OPP+PE/AL/PE phù hợp để bảo quản sản phẩm thịt quả nhãn sấy thăng hoa, không chỉ dựa vào mặt vi sinh mà còn căn cứ vào nhiều chỉ tiêu khác như độ ẩm, độ hoạt động của nước (aw), độ màu, vitamin C và các chất hoạt tính sinh học (TPC, TFC, TEAC). Bao bì OPP+thủy tinh và OPP+PE/AL/PE tốt hơn hai loại bao bì còn lại, giúp giữ ổn định chất lượng sản phẩm cả về mặt cảm quan và hạn chế được các phản ứng hóa học trong thời gian dài bảo quản.

CHƯƠNG 10. HOÀN THIỆN QUY TRÌNH SẢN XUẤT 05 SẢN PHẨM TỪ QUẢ NHÃN Ở SẢN XUẤT THỰC NGHIỆM

Sản xuất trong phòng thí nghiệm chỉ là bước khởi đầu. Để đưa sản phẩm ra thị trường và phát triển bền vững, việc hoàn thiện và tối ưu quy trình sản xuất thực tế là bắt buộc. Từ giai đoạn phòng thí nghiệm (giai đoạn R&D) sang sản xuất quy mô công nghiệp, từ quy mô nhỏ đến lớn, đều cần các công đoạn tinh chỉnh về thiết bị và phương án kiểm soát các công đoạn để đảm bảo quy trình sản xuất luôn ổn định, có chi phí hợp lý và có tính ổn định cao. Một số các thông số kỹ thuật của các quy trình cũng khó kiểm soát đồng đều trên quy mô lớn, dễ phát sinh sai số và biến đổi khi mở rộng, do việc thử nghiệm cũng cần được tiến hành trước để ổn định quy trình. Hoàn thiện quy trình thông qua sản xuất thử nghiệm do đó là cần thiết để cần thiết để đảm bảo ổn định chất lượng sản phẩm, giúp tăng năng suất và hiệu quả sản xuất, giúp tối ưu nguyên liệu, thời gian, nhân công từ đó giảm lãng phí và chi phí sản xuất, đồng thời hỗ trợ quá trình chuyển giao cho doanh nghiệp.

10.1. Sản phẩm nhãn Idor bảo quản lạnh

10.1.1. Quy trình sản xuất thử nghiệm

Từ kết quả nội dung chương 2, quy trình xử lý và bảo quản quả nhãn Idor trong điều kiện nhiệt độ lạnh, từ 0 đến 4°C được đề xuất tại Hình 10.1.

Quy trình sơ bộ gồm 07 bước được thực hiện từ tiếp nhận nguyên liệu đến bảo quản. Chi tiết thuyết minh quy trình sẽ được trình bày ở sản phẩm là quy trình đính kèm, do đó báo cáo sẽ không trình bày lại.

10.1.2. Phương án triển khai quy trình ở quy mô thực nghiệm

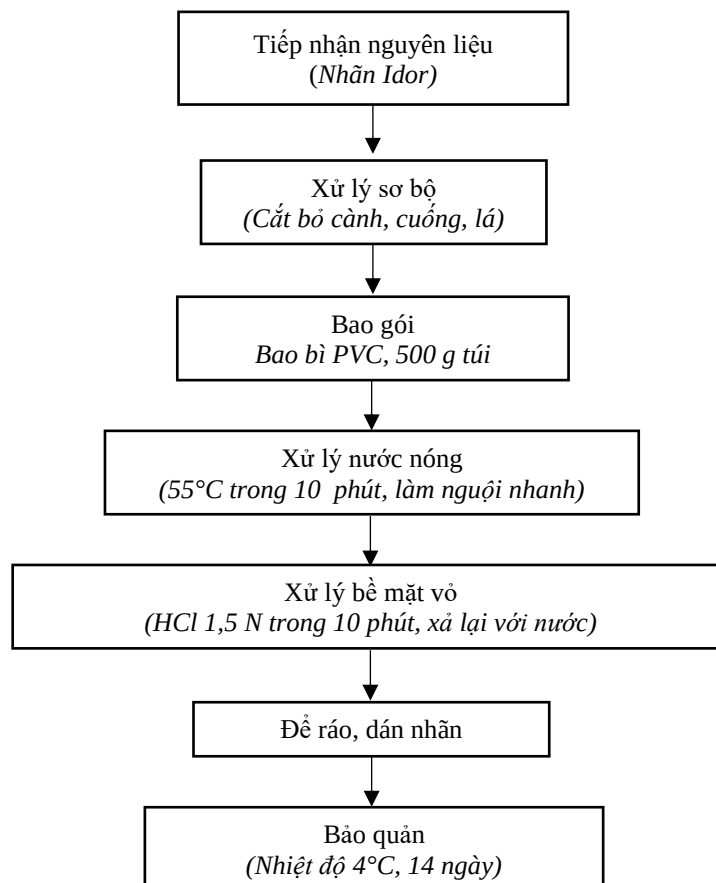
Nguyên liệu nhãn để thực hiện sản xuất, dù là ở quy mô phòng thí nghiệm hay quy mô pilot, đều cần quả nhãn thuộc giống nhãn Idor, có chiều cao > 2,3 cm, và đã đạt được độ chín thuận thực. Nguyên liệu đều cần được thu hoạch từ các vùng trồng đạt chuẩn VietGAP, đảm bảo chất lượng quả, phải có cách ly thuốc bảo vệ thực vật trước khi thu hoạch. Khi thực hiện tiếp nhận nguyên liệu ở quy mô lớn, doanh nghiệp cần đặt biệt quan tâm đến công đoạn này, hồ sơ minh chứng và kiểm tra chéo chất lượng nguyên liệu định kỳ là cần thiết đảm bảo nguyên liệu tiếp nhận luôn đáp ứng mức chất lượng cần thiết.

Lần lượt xét qua các đoạn của quy trình, có thể nhận một số cần đoạn cần phải thực hiện thủ công.

+ Quá trình xử lý sơ bộ được nhóm nghiên cứu khuyến khích sử dụng lao động có kiến thức tối thiểu để kiểm soát chéo chất lượng nguyên liệu tiếp nhận. Công đoạn này không chỉ bao gồm cắt cuống và cành lá, người lao động lúc này đóng vai trò kiểm chất lượng của nguồn nguyên liệu, loại bỏ các nguyên liệu không đạt chất lượng và thông báo lại cho các nhà quản lý nếu phát hiện các dấu hiệu bất thường.

+ Việc cơ giới hóa công đoạn này tỏ ra chưa phù hợp do: (i) Quả nhãn có lớp vỏ mỏng, các thiết bị máy móc dễ làm tổn thương cơ học bề mặt vỏ; (ii) Đặc điểm mọc của từng quả là khác nhau, do đó khó có thể cắt đúng và chừa lại phần cuống với chiều dài 1,5 mm (phần cuống giữ lại này là rất quan trọng, giúp giảm thiểu sự tiếp xúc của quả với môi trường, hạn chế hư hỏng khi bảo quản quả); và (iii) Như đã đề cập, máy móc chưa thể kiểm soát chất lượng quả song song với thực hiện xử lý.

+ Tương tự, công đoạn bao gói và dán nhãn cũng nên được thực hiện thủ công, sử dụng nguồn nhân lực có sẵn tại địa phương. Người công nhân dùng các rổ có thể tích cố định để đựng nguyên liệu, sau đó cân tinh chỉnh khối lượng mỗi bao bì về 500 g trước khi thực hiện đóng gói.



Hình 10.1: Quy trình chế biến nhãn Idor nguyên trái bảo quản lạnh

Khác biệt so với sản xuất ở quy mô phòng thí nghiệm, thay vì xử lý từng trái riêng lẻ, thử nghiệm sản xuất ở pilot đã chuyển công đoạn bao gói lên trên. Công đoạn này ngoài bao gói sản phẩm, còn được thực hiện nhằm tạo ra những đơn vị sản xuất có khối lượng vừa phải, không quá nhỏ cũng không quá lớn, do đó hỗ trợ theo dõi chất lượng nguyên liệu trong suốt quy trình sản xuất. Điểm đặc biệt của chất liệu PVC không bị phân hủy bởi dung dịch HCl dù ở nồng độ cao ($\leq 30\%$), tại điều kiện nhiệt độ thường ($25\div 30^\circ\text{C}$) đồng thời cũng giúp hỗ trợ để xử lý các công đoạn sau, hạn chế tiếp xúc của người công nhân với các hóa chất có mức độ nguy hiểm.

Ba công đoạn xử lý nước nóng, xử lý bề mặt vỏ và bảo quản từ đó yêu cầu thiết bị xử dụng cũng khác biệt khi thực hiện ở quy mô sản xuất và thử nghiệm.

+ Ở quy mô phòng thí nghiệm, cho mỗi mẻ 500 g có thể sử dụng bể điều nhiệt với dung tích 5 L. Khi tăng đến quy mô 5 kg (10 túi)/mẻ, có thể sử dụng các thiết bị gia nhiệt để thay thế bể điều nhiệt, dung tích thiết bị khuyến nghị đạt 50 L.

+ Tuy nhiên, khi tăng quy mô sản xuất lớn hơn, lên đến 20 kg (20 túi)/mẻ và 50 kg (100 túi)/mẻ, việc tăng thể tích thiết bị là không cần thiết, làm tăng chi phí đầu tư, khó kiểm soát và gây lãng phí năng lượng. Do đó, nghiên cứu đề xuất thực hiện xử lý nhiều lần trên cùng một thiết bị cho mỗi mẻ sản xuất. Có thể sử dụng nhiều thiết bị điều nhiệt 50 L, xử lý luân phiên để rút ngắn thời gian sản xuất.

+ Chất lượng PVC một lần nữa được khuyến nghị để chứa acid HCl 1,5N sử dụng trong xử lý bề mặt vỏ quả nhãn. Thùng chứa với dung tích cần thiết, đa dạng từ 20 L đến 400 L (lớn gấp 2 lần so với khối lượng xử lý) có thể được sử dụng. Tương tự, các túi nhãn được buộc dây, ngâm trong dung dịch, vớt ra sau đó ngâm xả trực tiếp ở bể nước được đặt ngay bên cạnh, giảm thiểu tiếp xúc của người công nhân thực hiện với hóa chất.

Song song đó, thời gian và hiệu suất thu hồi khi thực hiện sản xuất thực tế cũng được nhóm nghiên cứu ghi nhận, kết quả thể hiện ở Bảng 10.1.

+ Về thời gian sản xuất, việc xử lý nước nóng khi chần nguyên túi khi sản xuất thử nghiệm đã làm tăng thời gian chờ thực tế lên 2,5 phút so với khi xử lý quả riêng lẻ khi sản xuất R&D, chỉ mất 0,5 phút. Tuy nhiên, khoảng thời gian này là có thể chấp nhận so với thời gian xử lý nước nóng cố định là 10 phút/mẻ. Đối với quy mô vừa, xử lý 02 lần trong cùng một thiết bị làm tăng thời gian cố định, nhưng không làm gia tăng thời gian chờ; thời gian chờ trung bình là 2,5 phút, do thời gian chờ của mẻ trước là thời gian xử lý cố định của của mẻ sau. Đối với quy mô lớn, 50 kg (100 túi)/mẻ, nhóm nghiên cứu thực hiện sử dụng 3 thiết bị điều nhiệt 50 L, xử lý nước nóng luân phiên để giảm thời gian xử lý về khoảng 30 phút cho mỗi mẻ sản xuất; thời gian chờ do đó cũng tăng lên đến 4,5 phút cho mỗi mẻ.

+ Ở công đoạn xử lý bề mặt vỏ, việc gia tăng khối lượng mẻ xử lý đặt biệt là làm gia tăng thời gian xả nước thực tế, yêu cầu cần thiết để loại bỏ lượng HCl bám trên bề mặt quả. So với chỉ cần xả nước 05 phút khi thực hiện thí nghiệm, thời gian này tăng đến trên 15,5 phút khi thực hiện sản xuất ở quy mô vừa 50 kg/mẻ. Ở quy mô nhỏ và trung bình 20 kg/mẻ, thời gian thực tế để xả bỏ hoàn toàn HCl trên bề mặt vỏ là khoảng 8,5 đến 10 phút/mẻ trên mỗi mẻ, không khác biệt đáng kể.

+ Về hiệu suất thu hồi, sau khi xử lý nước nóng, hiệu suất thu hồi có xu hướng tăng (trên 100%) do lượng nước thấm nước trên bề mặt và sau khi xử lý acid lại có xu hướng giảm (dưới 100%) do dung dịch acid thấm thấu đi một phần nước tự do trên bề mặt vỏ. Tuy nhiên, con số này là không khác biệt ở các quy mô sản xuất khác nhau. Cần phải nhắc lại rằng, thực tế cho thấy, HCl sẽ không bị ngấm vào thịt và vỏ quả trong suốt quá trình xử lý, thể hiện rõ qua giá trị hàm lượng acid chuẩn độ, TA %, không khác biệt so với mẫu đối chứng.

Bảng 10.1: Ghi nhận thời gian sản xuất cần thiết và hiệu suất thu hồi của một số công đoạn khi triển khai thử nghiệm chế biến nhãn Ichor nguyên trái bảo quản lạnh

Quy mô	Xử lý nước nóng		Xử lý bề mặt vỏ	
	Thời gian* (phút)	Hiệu suất thu hồi (%)	Thời gian* (phút)	Hiệu suất thu hồi (%)
R&D 500 g/mẻ	10,0 + 0,5±0,0 ^a	101,3±0,2 ^{ns}	10,0 + 5,0±1,0 ^a	99,8±0,3 ^{ns}
Nhỏ 5 kg/mẻ	10,0 + 2,5±0,5 ^b	100,8±0,1 ^{ns}	10,0 + 8,5±2,5 ^b	99,3±0,4 ^{ns}
Trung bình 20 kg/mẻ	20,0 + 2,5±1,0 ^b	100,2±0,3 ^{ns}	10,0 + 10,5±2,5 ^b	99,8±0,3 ^{ns}
Vừa 50 kg/mẻ	30,0 + 4,5±1,0 ^c	100,8±0,5 ^{ns}	10,0 + 15,5±4,0 ^c	99,8±0,3 ^{ns}

* (Thời gian cần thiết) + (Thời gian thay đổi theo thực tế); Các chữ cái giống nhau trong cùng một chỉ tiêu thí nghiệm thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê giữa các nghiệm thức với độ tin cậy 95%; ns: Không khác biệt có ý nghĩa thống kê

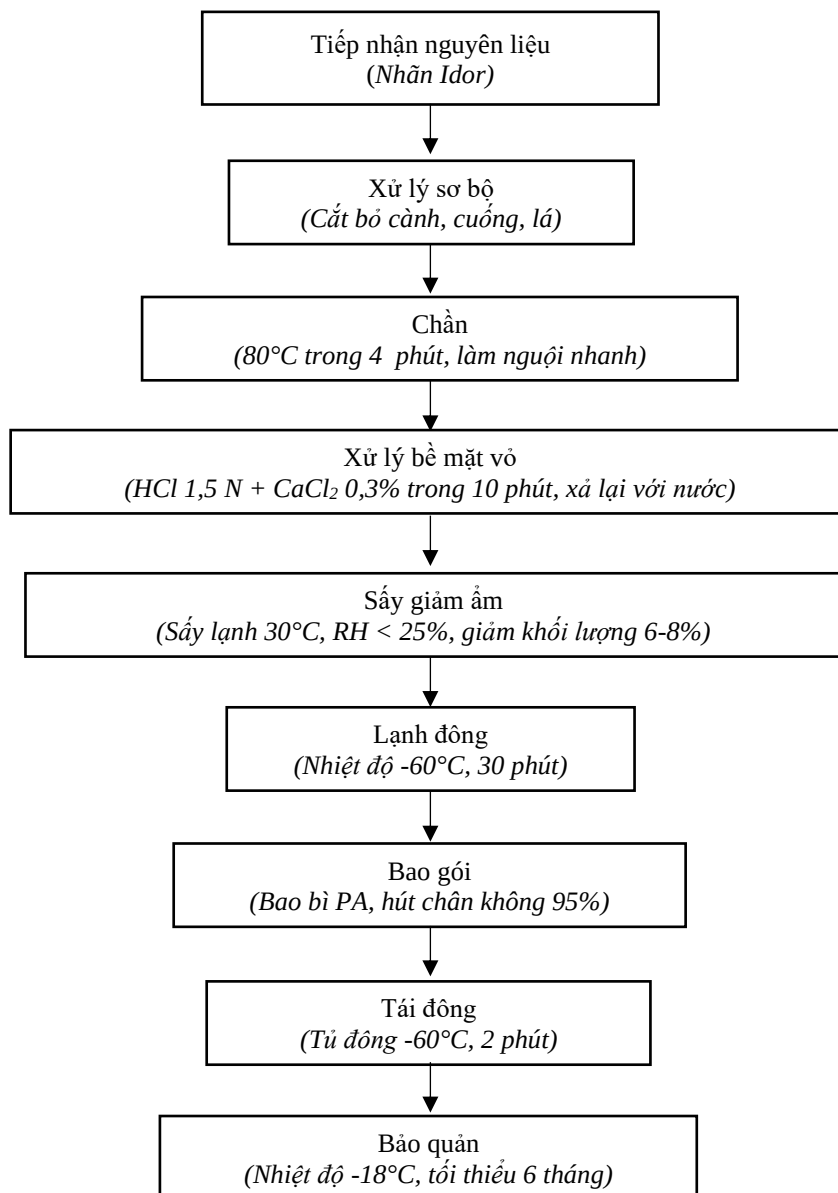
Thực tế cho thấy, có thể dễ dàng sử dụng các tủ mát dân dụng để bảo quản quả nhãn, thể tích tủ thay đổi theo quy mô sản xuất. Tuy nhiên, khi triển khai sản xuất, cho dù thực hiện ở quy mô nào, doanh nghiệp cũng nên xây dựng một kho lạnh có dung tích tích lớn, thực hiện phân khu và bảo quản các mẫu theo mỗi mẻ sản xuất. Đảm bảo ổn định nhiệt độ và độ ẩm của kho lạnh bằng cách phun sương định kỳ. Đảm bảo nguyên tắc “Vào trước, ra trước”.

Mặc dù trên thực tế, quả nhãn có chất lượng ổn định trong tối thiểu 30 ngày bảo quản, thời gian bảo quản tốt nên được ghi trong **14 ngày**, để đảm bảo xoay vòng giữa sản xuất và tiêu thụ, hạn chế những tác động không mong muốn của quá trình lưu kho và vận chuyển đến chất lượng sản phẩm khi sử dụng. Chất lượng quả nhãn sau bảo quản vẫn được đảm bảo sau 14 ngày, ngay cả ở quy mô 20 kg/mẻ.

10.2. Sản phẩm nhãn Ichor nguyên trái lạnh đông

10.2.1. Quy trình sản xuất thử nghiệm

Từ kết quả nội dung chương 5, quy trình xử lý và bảo quản quả nhãn Ichor trong điều kiện lạnh đông, từ -18 đến -20°C, được đề xuất tại Hình 10.2. Quy trình sơ bộ gồm 09 bước được thực hiện từ tiếp nhận nguyên liệu đến bảo quản. Chi tiết thuyết minh quy trình sẽ được trình bày ở sản phẩm là quy trình đính kèm, do đó báo cáo sẽ không trình bày lại.



Hình 10.2: Quy trình chế biến nhãn Idor nguyên trái bảo quản lạnh đông

10.2.2. Phương án triển khai quy trình ở quy mô thực nghiệm

Tương tự như khi thực nghiệm sản xuất nhãn bảo quản lạnh, việc thực hiện chế biến nhãn cần được thực hiện từ tiếp nhận nguyên liệu, của quả nhãn thuộc giống Idor. Các công đoạn xử lý sơ bộ và bao gói nên thực hiện thủ công. Đồng thời, khi thực hiện quá trình chần và xử lý bề mặt vỏ, nên thực hiện cho mỗi đơn vị 500 g quả/túi để thuận tiện cho việc kiểm soát các thông số kỹ thuật. Phụ gia CaCl_2 được pha trực tiếp vào dung dịch ngâm HCl 1,5N để hỗ trợ xử lý bề mặt vỏ quả. Điều kiện acid cao cũng giúp hạn chế thất thoát ion Ca^{2+} do hiện tượng kết tủa, do đó có thể sử dụng lại dung dịch ngâm được nhiều lần.

Đặc trưng cho quy trình lạnh đông quả nhãn không nứt vỏ cần thực hiện công đoạn sấy lạnh. Do đó, quả nhãn sau xử lý cần phải được trải trên các khay inox, chiều cao khuyến nghị là 01 lớp nhãn để thực hiện bảo ôn và lạnh đông. Thực hiện sấy lạnh ở điều kiện nhiệt độ 30°C, tức ngang bằng với nhiệt độ phòng. Hệ thống sấy có buồng làm lạnh tách ẩm sẽ hạ độ ẩm tương đối của không khí. Tuy nhiên, cần đảm bảo lượng mẫu sấy cho vào tủ vừa đủ, theo kết quả khảo sát cần nhỏ hơn **2 lần** so với dung tích tối đa của tủ, để đảm bảo hiệu quả tách nước, độ ẩm không khí trong buồng sấy

luôn nhỏ hơn 25%. Đảm bảo thông số này để thời gian sấy giảm ẩm (giảm 6% khối lượng so với ban đầu) luôn nhỏ hơn 2 giờ.

Đối với quá trình lạnh đông, khi thực hiện thử nghiệm ở quy mô ≤ 20 kg/mẻ, quả nhãn cần được thực hiện trong thiết bị đông sâu, theo nguyên lý tiếp xúc, đảm bảo nhiệt độ môi trường dưới -60°C . Tuy nhiên, khi thực hiện scale-up lên đến quy mô 50 kg/mẻ, thiết bị này tỏ ra không phù hợp, do chênh lệch nhiệt độ các mẫu ở vị trí tâm với các mẫu ở vị trí thành thiết bị. Do đó, nhóm nghiên cứu phải thực hiện sử dụng các máy đông block công nghiệp, với tác nhân lạnh di chuyển ở giữa các khay tiếp xúc, đảm bảo thời gian hạ nhiệt độ tâm quả nhãn về dưới -18°C trong 30 phút. Khi tiếp tục thực hiện ở quy mô lớn hơn, thiết bị đông băng chuyển IQF có thể được, nhiệt độ môi trường có thể điều chỉnh cao hơn để tiết kiệm năng lượng hệ thống, tuy nhiên cần đảm bảo điều kiện thời gian hạ nhiệt độ này.

Thiết bị đông block cần nguồn cấp lạnh đặc biệt ở ngoài máy, có chi phí đầu tư cao và vận hành phức tạp hơn. Do đó, nhóm nghiên cứu ưu tiên lựa chọn thực hiện sản xuất ở quy mô 20 kg/mẻ. Mẫu quả nhãn sau khi được bảo ôn trong 14 ngày được gửi đi phân tích chất lượng, kết quả cho thấy chất lượng vẫn đảm bảo yêu cầu. Sản phẩm đạt chất lượng vi sinh tốt (vi sinh vật hiếu khí <10 CFU/g; *E. coli* và *Salmonella* không phát hiện). Giá trị dinh dưỡng tương đối cao với 22,46 mg% vitamin C và 87,2 kcal/100g. Sản phẩm giữ được hình dạng nguyên vẹn, đặc biệt không bị nứt vỡ sau quá trình lạnh đông, thích hợp cho sử dụng trực tiếp như kem, hoặc rã đông để chế biến tiếp theo. Tuy nhiên, hàm lượng vitamin C của quả giảm đáng kể so với khi thực hiện sản xuất theo thí nghiệm (chỉ còn khoảng 64,86%, so với 34,61 mg%, kết quả ở chương 3). Nguyên nhân có thể là do quá trình xử lý mẫu và lạnh đông kéo dài hơn, làm ảnh hưởng đến chất lượng của mẫu. Đây cũng một điều cần lưu ý khi tiến hành chuyển giao kết quả đề tài.

10.3. Sản phẩm cơm nhãn Idor

10.3.1. Quy trình sản xuất thử nghiệm

Từ kết quả nội dung chương 5, quy trình xử lý và bảo quản cơm nhãn Idor được đề xuất tại Hình 10.10. Quy trình sơ bộ gồm 10 bước được thực hiện từ tiếp nhận nguyên liệu đến bảo quản. Chi tiết thuyết minh quy trình sẽ được trình bày ở sản phẩm là quy trình đính kèm, do đó báo cáo sẽ không trình bày lại.

10.3.2. Phương án triển khai quy trình ở quy mô thực nghiệm

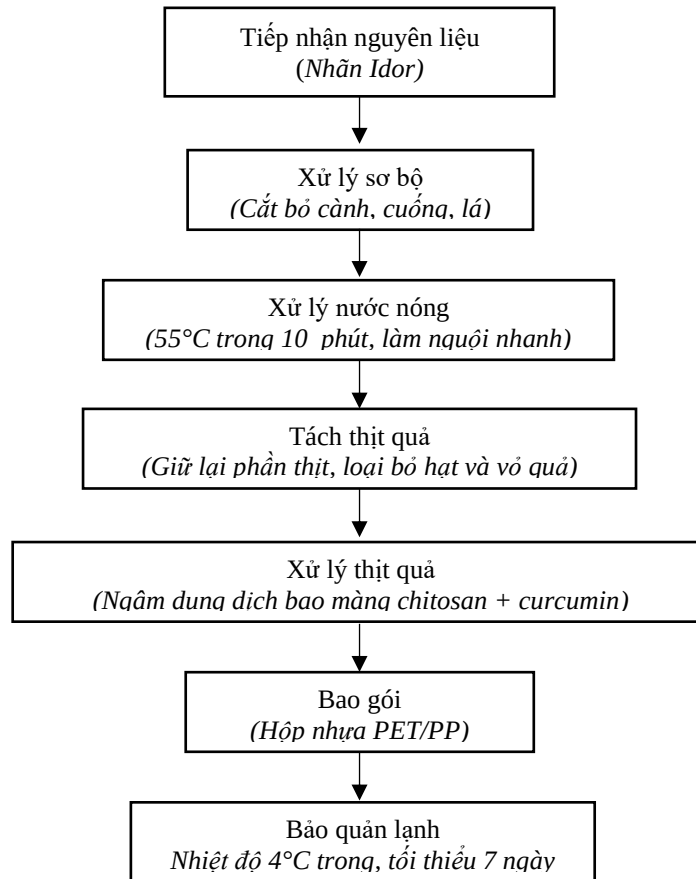
Đối với sản phẩm cơm nhãn Idor, sau khi lựa chọn quả nhãn đạt chuẩn, vỏ và hạt được tách bỏ để thu phần cơm nhãn nguyên. Cơm nhãn sau đó được rửa nhẹ bằng nước RO, để ráo và đóng gói bằng túi chân không.

Công đoạn tách cơm nhãn là công đoạn quan trọng nhất trong quy trình chế biến sản phẩm này, quyết định trực tiếp đến chất lượng sản phẩm. Tuy nhiên, do công đoạn yêu cầu trình độ kỹ thuật cao nên không thể thực hiện cơ giới hoá. Do đó, cần sử dụng lao động khéo tay, được đào tạo về cách quản lý chất lượng sản phẩm trong quá trình chế biến.

+ Với người lao động mới học việc, năng suất trung bình chỉ khoảng 30 giây cho một quả, thậm chí lâu hơn. Với khối lượng trung bình 1 quả nhãn Idor chỉ khoảng 10 g, năng suất lao động chỉ đạt hơn 120 quả cho 1 giờ, tức xử lý được 1,2 kg quả nhãn nguyên liệu, cho khoảng 0,72 kg sản phẩm thịt cơm nhãn.

+ Người lao động mới học việc không quen với việc đeo bảo hộ lao động (bao tay, khẩu trang và trùm tóc), đây cũng là nguyên nhân làm tốc độ tách thịt quả trở nên chậm hơn.

Trên thực tế khi chuyển giao, người lao động nắm bắt rất nhanh các thao tác làm mẫu. Chỉ khoảng 05 ngày thực hiện liên tục, năng suất có thể được cải thiện lên đến khoảng 10 giây cho mỗi quả, tức mỗi người lao động xử lý được 3,6 kg/quả cho mỗi giờ, tạo ra được 2,16 kg sản phẩm. Con số này có thể còn tiếp tục được cải thiện khi người lao động quen với công việc này hơn.



Hình 10.3: Quy trình chế biến cơm nhãn Idor

Do đặc thù là sản phẩm ăn liền, quy trình chế biến cần đảm bảo điều kiện vệ sinh chặt chẽ nhất. Ngoài bảo hộ lao động, người công nhân còn phải nắm vững các kiến thức cơ bản về vệ sinh an toàn thực phẩm, có khả năng phát hiện các dấu hiệu bất thường khi thực hiện công việc và có khả năng tự đề xuất phương án giải quyết hợp lý. Nguyên liệu và thành phẩm, cũng cần được giữ lạnh trong suốt quá trình chế biến; do đó, thời gian chế biến mỗi mẻ không được quá dài. Nghiên cứu đề xuất thực hiện tối đa 30 phút cho mỗi lần chế biến. Mỗi người công nhân được chuẩn bị trước 01 thau đá lạnh, trong đó có dung dịch ngâm chứa 500 g nước đá và 500 mL nước để giữ lạnh cho 01 kg thịt cơm nhãn. Định kỳ thu nhận sản phẩm và thay nước đá sau lần mẻ sản xuất.

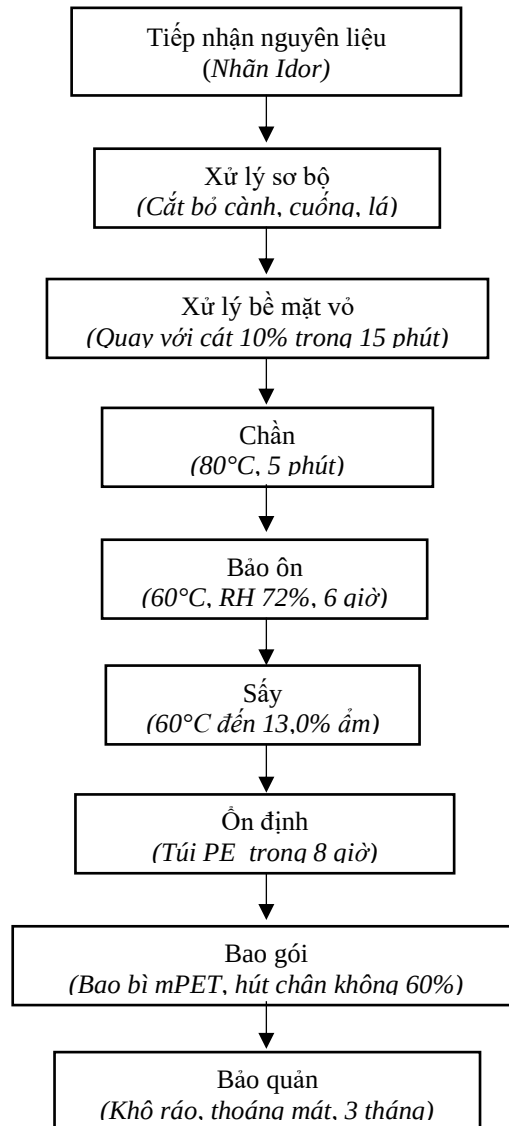
Chất lượng của mẫu thịt cơm nhãn khi thử nghiệm sản xuất ở quy mô 20 kg/mẻ, sử dụng 05 lao động, hoạt động trong 1,5 giờ cho thấy cơm nhãn có độ ẩm cao (81,6%) nên phù hợp hơn cho cấp đông. Hàm lượng vitamin C cao (28,17 mg%) là điểm mạnh, tuy nhiên tỷ lệ đường tổng thấp hơn so với sản phẩm nguyên trái, nguyên nhân có thể là do thời gian chế biến kéo dài, chất tan bị thất thoát ra ngoài môi trường dung dịch ngâm. Tuy nhiên, điều kiện ngâm giữ lạnh luôn là cần thiết, giúp đảm bảo mật số vi sinh vật trong sản phẩm đạt mức cho phép, đảm bảo an toàn cho người sử dụng.

10.4. Sản phẩm nhãn Idor nguyên trái sấy khô

10.4.1. Quy trình sản xuất thử nghiệm

Sơ đồ quy trình công nghệ sản xuất nhãn sấy khô nguyên trái thể hiện ở Hình 10.12. Quả nhãn sau khi tuyển chọn và làm sạch sẽ được tách hạt, sau đó xử lý chần nhanh ở nhiệt độ 80 °C trong khoảng 5 phút để bất hoạt enzyme và tăng độ bền cấu trúc.

Nhãn sau chần được sấy bằng phương pháp đối lưu ở 60 °C trong thời gian từ 24 đến 30 giờ cho đến khi độ ẩm giảm xuống còn khoảng 13%. Sản phẩm thu được có thể được đóng gói kín ngay sau sấy để tránh tái hấp thụ ẩm từ môi trường.



Hình 10.4: Quy trình chế biến nhân Idor nguyên trái sấy khô

10.4.2. Phương án triển khai quy trình ở quy mô thực nghiệm

Do có nhiều điểm tương đồng với quy trình chế biến nhân Idor nguyên trái bảo quản lạnh đông, các công đoạn chần cũng như bảo ôn của quy trình chế biến nhân Idor sấy khô nguyên trái có thể được thực hiện tương tự. Tuy nhiên, một số công đoạn cần các thiết bị có dung tích lớn hơn. Công đoạn quay cát để xử lý bề mặt có thể thực hiện với thiết bị đảo trộn thông thường cho đến mẻ có khối lượng 5 kg. Tuy nhiên, với các mẻ 20 kg, cần sử dụng các máy trộn inox, sử dụng máy quay tăng trọng. Tuy nhiên, máy này cũng chỉ có thể đảo trộn lên đến 25 kg nhân tươi. Do đó, đối với mẻ 50 kg, cần thực hiện quay cát 02 lần cho mỗi mẻ. Do có đường kính lớn hơn, tốc độ quay của máy này cũng cần điều chỉnh nhỏ hơn, đảm bảo lực ly tâm mà quả nhận được tương ứng với 0,01 N (tính bằng công thức $F = m \cdot r \cdot v^2$). Cụ thể:

- + Trong trường hợp thiết bị quay nhỏ, đường kính 40 cm, tốc độ quay cần đạt là 17 vòng/phút.
- + Trong trường hợp thiết bị quay lớn, đường kính 1 m, tốc độ quay cần điều chỉnh về 10,7 vòng/phút.

Các tủ sấy lạnh IKE (3 model khác nhau, sử dụng ở mục 8.2) cũng có thể được sử dụng để thực hiện để sấy đối lưu quả nhân trong sản xuất thử nghiệm tại 60°C. Ngoài chức năng điều chỉnh nhiệt độ và tốc độ gió, thiết bị còn cho phép tách bớt một phần hơi nước ra khỏi vật liệu sấy ban đầu, giúp cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng và đẩy nhanh tốc độ sấy. Khi triển khai sản xuất thực tế,

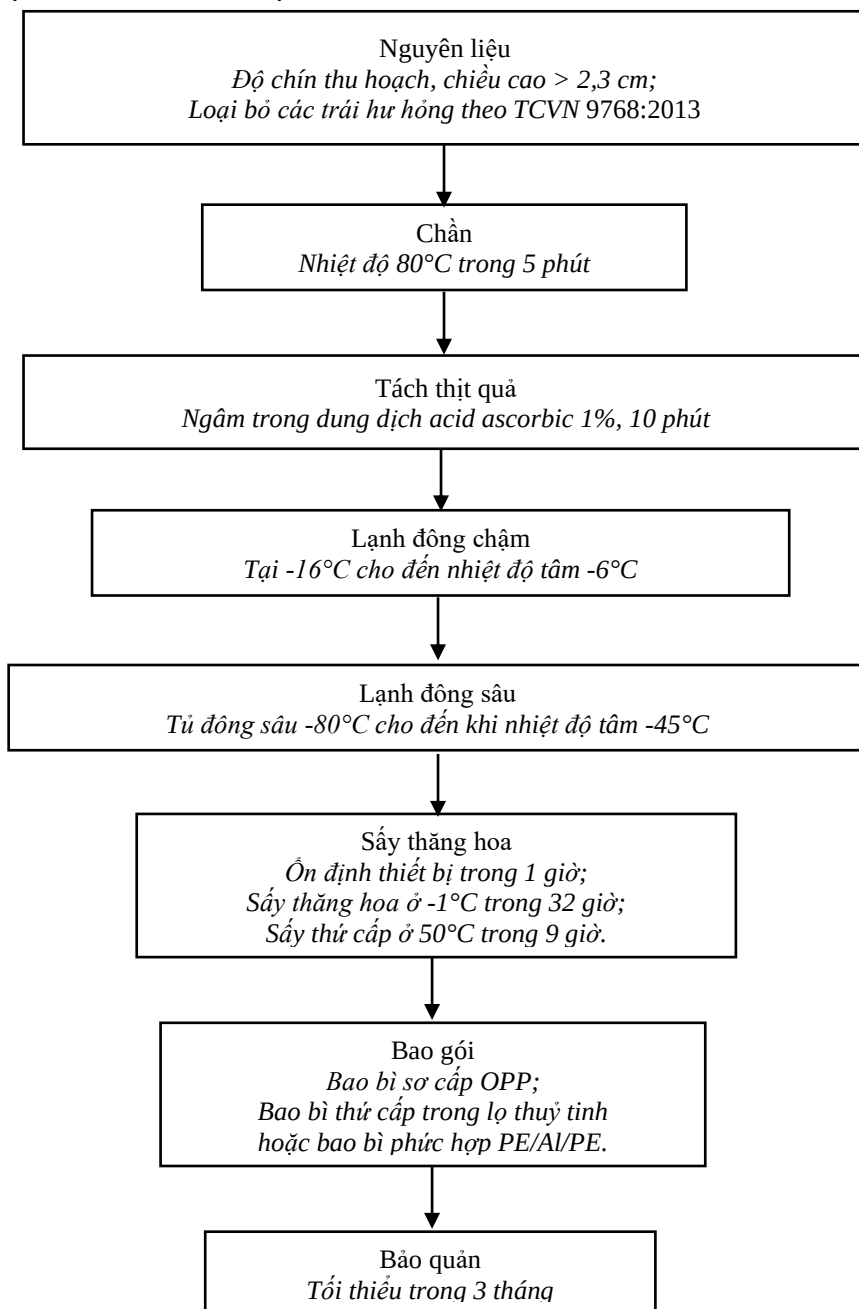
doanh nghiệp đồng thời cũng có thể sử dụng một thiết bị cho nhiều quy trình sản xuất, hỗ trợ giảm chi phí đầu tư ban đầu.

Tương tự, để đồng nhất về kết quả phân tích, mẫu nhãn sấy sản xuất thử nghiệm ở quy mô 20 kg/mẻ được đánh giá chất lượng. Nhìn chung, thấy sản phẩm có hoạt độ nước thấp ($a_w = 0,58$) giúp kéo dài thời gian bảo quản. Hàm lượng đường tổng cao (55,7%) tạo độ ngọt đậm, thích hợp làm món ăn vặt. Vì sinh vật đều nằm trong giới hạn cho phép, sản phẩm có thể xuất khẩu dạng trái cây sấy.

10.5. Sản phẩm thịt com nhãn Idor sấy thăng hoa

10.5.1. Quy trình sản xuất thử nghiệm

Tổng hợp các kết quả đã thu nhận ở chương 7, quy trình chế biến sản phẩm thịt com nhãn sấy thăng hoa được đề xuất theo sơ đồ tại Hình 10.14.



Hình 10.5: Quy trình chế biến thịt com nhãn Idor sấy thăng hoa

Từ phần cơm nhãn đã tách vỏ và hạt, nguyên liệu được cấp đông sâu ở -35°C trong ít nhất 6 giờ nhằm đảm bảo quá trình thăng hoa hiệu quả. Sau khi đông cứng hoàn toàn, mẫu được đưa vào buồng sấy thăng hoa hoạt động dưới áp suất chân không thấp (dưới 0,1 mbar), với chu trình nhiệt từ -40°C tăng dần lên khoảng $+50^{\circ}\text{C}$ trong suốt 36–48 giờ. Quy trình này giúp loại bỏ nước mà vẫn giữ nguyên cấu trúc, màu sắc và hàm lượng dinh dưỡng của sản phẩm.

10.5.2. Phương án triển khai quy trình ở quy mô thực nghiệm

Do quy trình chế biến thịt cơm nhãn Idor sấy thăng hoa có nhiều điểm tương đồng với quy trình chế biến nhãn Idor nguyên trái bảo quản lạnh đông và cơm nhãn Idor, phương án triển khai quy trình có thể được áp dụng tương tự, có thể tham khảo ở trên. Tuy nhiên, có 03 đặc điểm trong quy trình cần được chú ý:

- + Ở chế độ đông chậm do đó nên được thực hiện ở một tủ riêng, có nhiệt độ môi trường vào khoảng -16°C để đạt hiệu quả lạnh đông chậm, giúp giảm nhiệt độ tâm nguyên liệu về dưới -6°C trong 110 phút. Tủ đông dân dụng, trong trường hợp nhóm nghiên cứu sử dụng tủ Sanaky (VH-5699HY4K, công suất 146W, thể tích 410 L, Việt Nam) được sử dụng cho cả 03 quy mô sản xuất, đảm bảo yêu cầu lạnh đông chậm nguyên liệu nhãn.

- + Nhiệt độ eutectic của quả nhãn được xác định và cần đạt $-29,13^{\circ}\text{C}$, do đó, quá trình lạnh đông của thiết bị sấy thăng hoa cần đạt được nhiệt độ thấp hơn giá trị này. Các thiết bị đông đã trình bày đều đạt yêu cầu và có thể sử dụng trong chế biến thịt cơm nhãn Idor sấy thăng hoa.

- + Tương tự, ở các quy mô triển khai khác nhau cần có các thiết bị sấy thăng hoa khác nhau. Hệ thống ngưng kết nước của thiết bị sấy thăng hoa cũng cần đạt được yêu cầu nhiệt độ thấp hơn $-29,13^{\circ}\text{C}$. Khả năng chứa nước của hệ thống ngưng kết nước của mỗi thiết bị cũn là khác nhau; quá trình sấy thăng hoa lại cần thực hiện với thời gian lâu, tổng thời gian sấy lên đến 40 giờ, nên cần có thiết bị có công suất phù hợp với khối lượng của mỗi mẻ sấy.

Để đồng nhất về kết quả phân tích, chất lượng của mẫu thịt cơm nhãn sấy thăng hoa được sản xuất thử nghiệm ở quy mô 20 kg/mẻ cũng được đánh giá chất lượng, kết quả trình bày ở Bảng 10.6. Nhìn chung, sản phẩm có độ ẩm thấp (3,77%) và hoạt độ nước rất thấp ($a_w = 0,22$), kéo dài đáng kể thời hạn sử dụng. Giá trị độ ẩm thấp cũng chứng minh hiệu quả của việc lựa chọn thiết bị sản xuất, đảm bảo hiệu quả loại ẩm của sản phẩm, đáp ứng tiêu chuẩn CODEX 360-2020 cho sản phẩm rau quả sấy khô. Tuy nhiên, giá trị này vẫn là cao hơn so với khi thí nghiệm, với mẫu có độ ẩm ban đầu chỉ ở mức 2,66%. Nguyên nhân là do trong điều kiện thiết bị nhỏ hơn giúp đảm bảo áp suất thiết bị được giảm đồng đều hơn, từ đó giúp hỗ trợ tiến trình sấy. Đồng thời, hàm lượng Vitamin C bảo toàn ở mức cao (162 mg%), chứng minh hiệu quả của sấy thăng hoa trong bảo vệ vi chất. Các sản phẩm là an toàn, với tổng số vi sinh vật hiếu khí hơi chỉ ở mức ($8,3 \times 10^2$ CFU/g) và không phát hiện các vi sinh vật gây bệnh và sinh độc tố.

Thực tế kiểm tra cũng cho thấy, các mẫu sấy ở mẻ có khối lượng 50 kg đều có độ ẩm vào mức 4,31% (kết quả tham khảo ở Phụ lục đính kèm). Mặc dù đảm bảo theo tiêu chuẩn CODEX 360-2020, con số này vẫn là cao hơn khi thực hiện sấy ở mẻ 20 kg. Đây cũng là điều cần lưu ý khi chuyển giao quy trình cho doanh nghiệp, có thể kéo dài thời gian sấy phụ lớn hơn 9 giờ, chấp nhận mẫu có hàm lượng vitamin C, nhưng cho mẫu có độ ẩm nhỏ hơn, giúp ổn định chất lượng mẫu và kéo dài thời gian bảo quản.

Tóm lại, Chương 10 đã trình bày chi tiết quá trình xây dựng và hoàn thiện quy trình sản xuất cho năm sản phẩm thực nghiệm từ quả nhãn Idor, bao gồm: nhãn nguyên trái lạnh đông, cơm nhãn lạnh đông, nhãn nguyên trái sấy khô, thịt cơm nhãn sấy thăng hoa và một số sản phẩm chế biến khác. Kết quả cho thấy mỗi sản phẩm đều đạt các tiêu chí an toàn vi sinh theo quy định, đồng thời bảo lưu được các chỉ tiêu hóa lý và giá trị dinh dưỡng đặc trưng của nguyên liệu đầu vào.

Quy trình chế biến được thiết kế phù hợp với đặc điểm cấu trúc và tính chất sinh hóa của quả nhãn, đảm bảo tính khả thi khi áp dụng ở quy mô thực nghiệm và có thể mở rộng trong sản xuất công nghiệp. Các thông số công nghệ như nhiệt độ, thời gian, phương pháp xử lý và bảo quản đã được điều chỉnh hợp lý để tối ưu hóa chất lượng sản phẩm.

CHƯƠNG 11. XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHUẨN CƠ SỞ ĐỂ KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM

Trong nội dung này, nghiên cứu xin được trình bày chung ngắn gọn về cơ sở xây dựng các tiêu chuẩn và các chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm. Trên thực tế, mỗi sản phẩm có một bộ tiêu chuẩn riêng và có các chi tiết khác nhau. Các tiêu chuẩn này có thể tham khảo thêm ở phần kết quả đề tài.

11.1. Cơ sở xây dựng bộ tiêu chuẩn

Bộ tiêu chuẩn về chất lượng của các sản phẩm từ đề tài được xây dựng dựa trên các tiêu chuẩn, quy chuẩn có giá trị về sản phẩm đang được lưu hành và áp dụng hiện nay, như:

- QCVN 8-2:2011/BYT của Bộ Y tế Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với giới hạn ô nhiễm kim loại nặng trong thực phẩm;

- QCVN 8-3:2012/BYT của Bộ Y tế Ô nhiễm vi sinh vật trong thực phẩm;

- Nghị định số 43/2017/NĐ-CP của Chính phủ về ghi nhãn hàng hoá;

- Nghị định số 15/2018/NĐ-CP ban hành ngày 02/02/2018 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật ATTP;

- Nghị định số 111/2021/NĐ-CP của Chính phủ: Sửa đổi, bổ sung một số điều Nghị định số 43/2017/NĐ-CP về nhãn hàng hóa;

- Nghị định số 127/2007/NĐ-CP của Chính phủ Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật;

- Nghị định số 78/2018/NĐ-CP của Chính phủ: Sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 127/2007/NĐ-CP về Chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật;

- Thông tư 50/2016/TT-BYT ban hành ngày 30/12/2016 bởi Bộ Y tế về quy định giới hạn tối đa dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong thực phẩm;

- Thông tư 28/2012/TT-BKHCN của Bộ Khoa học và Công nghệ - Quy định về công bố hợp chuẩn, hợp quy và phương thức đánh giá sự phù hợp với tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật;

- Thông tư 02/2017/TT-BKHCN của Bộ Khoa học và Công nghệ - Sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư 28/2012/TT-BKHCN;

Đối với một số sản phẩm cụ thể, nghiên cứu tiếp tục thực hiện tham khảo thêm một số tiêu chuẩn quy định gần nhất:

- Sản phẩm nhãn Iđor nguyên trái: Tham khảo TCVN 9768:2013 của Bộ Khoa học và Công nghệ về Nhãn quả tươi

- Sản phẩm nhãn sấy khô nguyên trái: TCVN 13765:2023 của Bộ Khoa học và Công nghệ cho sản phẩm “Cùi nhãn sấy”

- Sản phẩm nhãn sấy thăng hoa: Tiêu chuẩn CODEX 360-2020 của Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hợp Quốc (FAO) về “Trái cây sấy”

11.2. Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm nhãn Iđor nguyên trái

11.2.1. Phạm vi áp dụng

Quả nhãn tươi, thuộc giống Iđor, được cắt riêng lẻ, còn cuống.

Bề mặt quả còn nguyên vẹn, không bị nứt vỏ quả.

Áp dụng cho cả quả nhãn Iđor bảo quản lạnh và bảo quản lạnh đông.

11.2.2. Chỉ tiêu cảm quan

Các chỉ tiêu cảm quan đối với sản phẩm *nhãn Iđor nguyên trái* được quy định như sau:

Bảng 11.1: Yêu cầu về chất lượng cảm quan của sản phẩm nhãn Iдор nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Hình dạng bên ngoài	+ Nguyên vẹn, lành lặn; + Sạch, không có tạp chất lạ nhìn thấy bằng mắt thường; + Không bị sinh vật hoặc VSV gây ảnh hưởng đến hình thức quả; + Không bị dập vỡ biến dạng và có các vết thâm rõ rệt, hình thức quả tươi	TCVN 3215-79
2.	Màu sắc vỏ quả	+ Màu vàng nâu sáng, đồng nhất, đặc trưng cho vỏ giống nhãn Iдор; + Không có các điểm có màu sắc bất thường trên vỏ quả.	TCVN 3215-79
3.	Màu sắc và mùi vị của thịt quả	+ Màu trắng đục đặc trưng cho thịt giống nhãn Iдор; + Không có bất kỳ mùi và/hoặc vị lạ.	TCVN 3215-79

11.2.3. Chỉ tiêu chất lượng

Các chỉ tiêu hóa, lý của sản phẩm nhãn *Iдор nguyên trái* phải phù hợp với các tiêu chuẩn kỹ thuật và mức chất lượng.

Bảng 11.2: Yêu cầu về chất lượng hóa, lý của sản phẩm nhãn Iдор nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Độ ẩm	%	≤ 80	TCVN 9706:2013
2.	Đường tổng	%	≥ 10	TCVN 4594:1988
3.	Hàm lượng vitamin C	mg%	≥ 10	TCVN 8977:2011

11.2.4. Chỉ tiêu vi sinh vật

Tổng số vi khuẩn tối đa cho phép trong sản phẩm nhãn *Iдор nguyên trái* được quy định.

Bảng 11.3: Yêu cầu về an toàn vi sinh vật trong sản phẩm nhãn Iдор nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Tổng vi sinh vật hiếu khí	CFU/g	< 10 ⁴	ISO 433-1:2013
2.	Coliform	CFU/g	< 10	ISO 4832:2007
3.	<i>Escherichia coli</i>	MPN/g	KPH*	ISO 7251:2005
4.	<i>Salmonella</i> spp.	/25 g	KPH	ISO 6579-1:2017

*KPH: Không phát hiện

11.2.5. Chỉ tiêu kim loại nặng

Hàm lượng một số nguyên tố kim loại nặng tối đa cho phép trong sản phẩm nhãn *Iдор nguyên trái* được quy định.

Bảng 11.4: Yêu cầu về dư lượng kim loại nặng trong sản phẩm nhãn Iдор nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Chì (Pb)	mg/kg	< 0,1	TCVN 8126:2009

11.2.6. Phương pháp lấy mẫu

Việc lấy mẫu được thực hiện theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 12386:2018 về Thực phẩm, Lấy mẫu.

11.2.7. Hướng dẫn sử dụng, bao gói, ghi nhãn, bảo quản và vận chuyển

a/ Hướng dẫn sử dụng

Đối với nhãn *Iдор nguyên trái* bảo quản **lạnh**: Sử dụng trực tiếp hoặc tách thịt quả để chế biến các món tráng miệng khác.

Đối với nhãn *Iдор nguyên trái* bảo quản **lạnh đông**: Sử dụng trực tiếp như kem, hoặc rã đông, tách thịt quả để chế biến các món tráng miệng khác.

b/ Bao gói:

Nhãn *Iдор nguyên trái* bảo quản **lạnh** cần được đóng gói trong túi lưới PVC

Nhãn *Iдор nguyên trái* bảo quản **lạnh đông** cần được đóng gói trong bao bì PA, hút chân không.

c/ Ghi nhãn: Nhãn sản phẩm nhãn *Iдор nguyên trái* được ghi trên bao bì theo quy định Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7087:2013 về ghi nhãn thực phẩm. Thành phần: Nhãn tươi 100%

d/ Bảo quản và vận chuyển

- *Nhãn Iдор nguyên trái* bảo quản **lạnh** cần được tồn trữ và vận chuyển trong môi trường nhiệt độ thấp, từ 4÷6°C. Thời gian bảo quản sản phẩm là 14 ngày, kể từ ngày sản xuất.

- Đối với *nhãn Iдор nguyên trái* bảo quản **lạnh đông**, sản phẩm cần được giữ trong các thiết bị đông, nhiệt độ -18÷-20°C. Thời gian bảo quản sản phẩm, kể từ ngày sản xuất là 06 tháng

- Phương tiện vận chuyển đảm bảo khô, sạch, không bị nhiễm chất độc hại hoặc các vi sinh gây bệnh.

11.3. Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm com nhãn Iдор

11.3.1. Phạm vi áp dụng

Com nhãn, được tách trực tiếp từ quả nhãn tươi, thuộc giống Iдор.

11.3.2. Chỉ tiêu cảm quan

Các chỉ tiêu cảm quan đối với sản phẩm *com nhãn Iдор* được quy định như sau:

Bảng 11.5: Yêu cầu về chất lượng cảm quan của sản phẩm com nhãn Iдор

TT	Chỉ tiêu	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Hình dạng bên ngoài	+ Nguyên vẹn, lành lặn; + Sạch, không có tạp chất lạ nhìn thấy bằng mắt thường; + Không bị sinh vật hoặc vi sinh vật gây ảnh hưởng đến hình thức quả; + Không bị dập vỡ biến dạng và có các vết thâm rõ rệt, hình thức quả tươi	TCVN 3215-79
2.	Màu sắc vỏ quả	+ Màu trắng đục đặc trưng cho thịt giống nhãn Iдор; + Không có các điểm có màu sắc bất thường có thể nhận thấy.	TCVN 3215-79
3.	Mùi vị	+ Không có bất kỳ mùi và/hoặc vị lạ.	TCVN 3215-79

11.3.3. Chỉ tiêu chất lượng

Các chỉ tiêu hóa, lý của sản phẩm *com nhãn Iдор* phải phù hợp với các tiêu chuẩn kỹ thuật và mức chất lượng.

Bảng 11.6: Yêu cầu về chất lượng hóa, lý của sản phẩm com nhãn Iдор

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Độ ẩm	%	≤ 85	TCVN 9706:2013
2.	Đường tổng	%	≥ 6,0	TCVN 4594:1988
3.	Hàm lượng vitamin C	mg%	≥ 15	TCVN 8977:2011

11.3.4. Chỉ tiêu vi sinh vật

Tổng số vi khuẩn tối đa cho phép trong sản phẩm *com nhãn Iдор* được quy định.

Bảng 11.7: Yêu cầu về an toàn vi sinh vật trong sản phẩm com nhãn Iдор

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Tổng vi sinh vật hiếu khí	CFU/g	< 10 ⁴	ISO 433-1:2013
2.	Coliform	CFU/g	< 10	ISO 4832:2007
3.	<i>Escherichia coli</i>	MPN/g	KPH*	ISO 7251:2005
4.	<i>Salmonella spp.</i>	/25 g	KPH	ISO 6579-1:2017

*KPH: Không phát hiện

11.3.5. Chỉ tiêu kim loại nặng

Hàm lượng một số nguyên tố kim loại nặng tối đa cho phép trong *com nhãn Iдор* được quy định.

Bảng 11.8: Yêu cầu về dư lượng kim loại nặng trong sản phẩm com nhãn Iдор

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Chì (Pb)	mg/kg	< 0,1	TCVN 8126:2009

11.3.6. Phương pháp lấy mẫu

Việc lấy mẫu được thực hiện theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 12386:2018 về Thực phẩm, Lấy mẫu.

11.3.7. Hướng dẫn sử dụng, bao gói, ghi nhãn, bảo quản và vận chuyển

- a/ Hướng dẫn sử dụng: Sử dụng trực tiếp hoặc chế biến các món tráng miệng khác.
- b/ Bao gói: Đóng gói trong hộp PET/PP.
- c/ Ghi nhãn: Nhãn sản phẩm nhãn *com nhãn Idor* được ghi trên bao bì theo quy định Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7087:2013 về ghi nhãn thực phẩm. Thành phần: Nhãn tươi 100%.
- d/ Bảo quản và vận chuyển
 - Bảo quản: Môi trường nhiệt độ thấp, từ 4÷6°C.
 - Thời gian bảo quản sản phẩm, kể từ ngày sản xuất: 7 ngày.
 - Phương tiện vận chuyển đảm bảo khô, sạch, không bị nhiễm chất độc hại hoặc các vi sinh gây bệnh.

11.4. Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên trái

11.4.1. Phạm vi áp dụng

Quả nhãn tươi, thuộc giống nhãn Idor, được sấy khô nguyên trái, còn nguyên vỏ và hạt nhãn.

11.4.2. Chỉ tiêu cảm quan

Các chỉ tiêu cảm quan đối với sản phẩm *nhãn Idor sấy khô nguyên trái* được quy định như sau:

Bảng 11.9: Yêu cầu về chất lượng cảm quan của sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Hình dạng bên ngoài	+ Nguyên vẹn, lành lặn; + Sạch, không có tạp chất lạ nhìn thấy bằng mắt thường; + Không bị sinh vật hoặc vi sinh vật gây ảnh hưởng đến hình thức sản phẩm; + Không bị dập vỡ biến dạng và có các vết thâm rõ rệt.	TCVN 3215-79
2.	Màu sắc vỏ quả	+ Màu nâu xám đặc trưng cho sản phẩm + Không có các điểm có màu sắc bất thường có thể nhận thấy.	TCVN 3215-79
3.	Trạng thái thịt quả	+ Sản phẩm phải khô, rời, không dính tay, có cấu trúc dẻo, dai đặc trưng.	TCVN 3215-79
4.	Màu sắc thịt quả	+ Màu nâu cánh gián đặc trưng của sản phẩm, đồng đều, không bị xém cạnh.	TCVN 3215-79
5.	Mùi vị	+ Mùi thơm đặc trưng của nhãn sấy, không có mùi lạ; + Vị ngọt đậm, có hậu vị, không có vị chua.	TCVN 3215-79

11.4.3. Chỉ tiêu chất lượng

Các chỉ tiêu hóa, lý của sản phẩm *nhãn Idor sấy khô nguyên trái* phải phù hợp với các tiêu chuẩn kỹ thuật và mức chất lượng.

Bảng 11.10: Yêu cầu về chất lượng hóa, lý của sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Độ ẩm	%	≤ 13,5	TCVN 9706:2013
2.	Hoạt độ nước		≤ 0,65	TCVN 12758:2019
3.	Đường tổng	%	≥ 50	TCVN 4594:1988
4.	Hàm lượng tro không tan trong HCl	%	≤ 0,2	TCVN 10034:2013
5.	Hàm lượng vitamin C	mg%	≥ 15	TCVN 4071:2009

11.4.4. Chỉ tiêu vi sinh vật

Bảng 11.11: Yêu cầu về an toàn vi sinh vật trong sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Tổng vi sinh vật hiếu khí	CFU/g	< 10 ⁴	ISO 433-1:2013
2.	Coliform	CFU/g	< 10	ISO 4832:2007
3.	<i>Escherichia coli</i>	MPN/g	KPH*	ISO 7251:2005
4.	<i>Clostridium perfringens</i>	CFU/g	< 10 ¹	ISO 7937:2004
5.	<i>Salmonella</i> spp.	/25 g	KPH	ISO 6579-1:2017
6.	<i>Bacillus cereus</i>	CFU/g	< 10 ²	ISO 7932:2004
7.	Tổng số bào tử nấm men nấm mốc	CFU/g	< 10 ²	ISO 21527-2:2008

*KPH: Không phát hiện

11.4.5. Chỉ tiêu độc tố nấm mốc

Bảng 11.12: Yêu cầu về hàm lượng tối đa độc tố nấm mốc trong sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Hàm lượng Aflatoxin tổng	µg/kg	< 4,0	TCVN 7596:2007
2.	Hàm lượng Aflatoxin B1	µg/kg	< 2,0	TCVN 7596:2007

11.4.6. Chỉ tiêu kim loại nặng

Hàm lượng một số nguyên tố kim loại nặng tối đa cho phép trong sản phẩm nhãn Idor nguyên trái được quy định.

Bảng 11.13: Yêu cầu về dư lượng kim loại nặng trong sản phẩm nhãn Idor nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1	Asen (As)	mg/kg	< 0,1	TCVN 8126:2009
2.	Chì (Pb)	mg/kg	< 2,0	TCVN 8126:2009

11.4.7. Phương pháp lấy mẫu

Việc lấy mẫu được thực hiện theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 12386:2018 về Thực phẩm, Lấy mẫu.

11.4.8. Hướng dẫn sử dụng, bao gói, ghi nhãn, bảo quản và vận chuyển

a/ Hướng dẫn sử dụng: Tách bỏ phần vỏ và sử dụng trực tiếp phần thịt quả, hoặc tách thịt quả để chế biến thành các món ăn khác.

b/ Bao gói: Đóng gói trong bao bì sơ cấp mPET, hút chân không 50%. Sau đó đóng gói bằng bao bì thứ cấp túi giấy kraft có khóa zipper.

c/ Ghi nhãn: Nhãn sản phẩm nhãn com Idor được ghi trên bao bì theo quy định Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7087:2013 về ghi nhãn thực phẩm. Thành phần: Nhãn tươi sấy khô 100%

d/ Bảo quản và vận chuyển

- Bảo quản: Nơi khô ráo thoáng mát

- Thời gian bảo quản sản phẩm, kể từ ngày sản xuất: 06 tháng

- Phương tiện vận chuyển đảm bảo khô, sạch, không bị nhiễm chất độc hại hoặc các vi sinh gây bệnh.

11.5. Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm nhãn Idor sấy thăng hoa

11.5.1. Phạm vi áp dụng

Thịt com nhãn, được tách từ quả nhãn tươi thuộc giống nhãn Idor, được sấy trong thiết bị sấy thăng hoa.

11.5.2. Chỉ tiêu cảm quan

Các chỉ tiêu cảm quan đối với sản phẩm nhãn Idor sấy thăng hoa được quy định như sau:

Bảng 11.14: Yêu cầu về chất lượng cảm quan của sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Hình dạng bên ngoài	+ Nguyên vẹn, lành lặn + Sạch, không có tạp chất lạ nhìn thấy bằng mắt thường; + Chấp nhận những vết nứt nhỏ, không gây ảnh hưởng đến tính nguyên vẹn của sản phẩm. + Không có những vùng bị xẹp do ảnh hưởng của quá trình sấy thăng hoa + Không bị sinh vật hoặc vi sinh vật gây ảnh hưởng đến hình thức sản phẩm	TCVN 3215-79
2.	Màu sắc	+ Màu trắng ngà, đặc trưng cho sản phẩm + Chấp nhận những vết vàng nhưng không quá 10% diện tích bề mặt sản phẩm	TCVN 3215-79
5.	Mùi vị	+ Mùi thơm đặc trưng cho sản phẩm thịt com nhãn nhãn, không có mùi lạ. + Vị ngọt tương đối hài hòa, đặc trưng cho thịt com nhãn.	TCVN 3215-79

11.5.3. Chỉ tiêu chất lượng

Các chỉ tiêu hóa, lý của sản phẩm nhãn *Idor sấy thăng hoa* phải phù hợp với các tiêu chuẩn kỹ thuật và mức chất lượng.

Bảng 11.15: Yêu cầu về chất lượng hóa, lý của sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Độ ẩm	%	≤ 5,0	TCVN 9706:2013
2.	Hoạt độ nước		≤ 0,45	TCVN 12758:2019
3.	Đường tổng	%	≥ 50	TCVN 4594:1988
4.	Hàm lượng tro không tan trong HCl	%	≤ 0,2	TCVN 10034:2013
5.	Hàm lượng vitamin C	mg%	≥ 100	TCVN 4071:2009

11.5.4. Chỉ tiêu vi sinh vật

Tổng số vi khuẩn tối đa cho phép trong sản phẩm nhãn *Idor sấy thăng hoa* được quy định.

Bảng 11.16: Yêu cầu về an toàn vi sinh vật trong sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1.	Tổng vi sinh vật hiếu khí	CFU/g	< 10 ⁴	ISO 433-1:2013
2.	Coliform	CFU/g	< 10	ISO 4832:2007
3.	<i>Escherichia coli</i>	MPN/g	KPH*	ISO 7251:2005
4.	<i>Clostridium perfringens</i>	CFU/g	< 10 ¹	ISO 7937:2004
5.	<i>Salmonella</i> spp.	/25 g	KPH	ISO 6579-1:2017
6.	<i>Bacillus cereus</i>	CFU/g	< 10 ²	ISO 7932:2004
7.	Tổng số bào tử nấm men nấm mốc	CFU/g	< 10 ²	ISO 21527-2:2008

*KPH: Không phát hiện

11.5.5. Chỉ tiêu kim loại nặng

Hàm lượng một số nguyên tố kim loại nặng tối đa cho phép trong sản phẩm nhãn *Idor sấy thăng hoa* được quy định.

Bảng 11.17: Yêu cầu về dư lượng kim loại nặng trong sản phẩm nhãn Idor nguyên trái

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Yêu cầu	Phương pháp
1	Asen (As)	mg/kg	< 0,1	TCVN 8126:2009
2.	Chì (Pb)	mg/kg	< 2,0	TCVN 8126:2009

11.5.6. Phương pháp lấy mẫu

Việc lấy mẫu được thực hiện theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 12386:2018 về Thực phẩm, Lấy mẫu.

11.5.7. Hướng dẫn sử dụng, bao gói, ghi nhãn, bảo quản và vận chuyển

a/ Hướng dẫn sử dụng: Ăn liền khi mở túi và đóng kín sau khi sử dụng. Sau khi mở bao bì nên sử dụng hết sản phẩm trong 03 ngày.

b/ Bao gói: Đóng gói trong bao bì sơ cấp OPP, theo định lượng sử dụng khoảng 2÷3 g/túi, hàn kín miệng túi. Sau đó, các túi OPP tiếp tục được đóng gói trong bao bì thứ cấp, phức hợp 03 lớp PE/Al/PET. Bổ sung 1 gói hút ẩm có 2g, hàn kín miệng túi.

c/ Ghi nhãn

Nhãn sản phẩm nhãn cơm Idor được ghi trên bao bì theo quy định Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7087:2013 về ghi nhãn thực phẩm.

Thành phần: Nhãn tươi sấy khô 100%

d/ Bảo quản và vận chuyển

- Bảo quản: Bảo quản ở nhiệt độ thường, tránh tiếp xúc trực tiếp với ánh nắng.
- Thời gian bảo quản sản phẩm, kể từ ngày sản xuất: 03 tháng
- Phương tiện vận chuyển đảm bảo khô, sạch, không bị nhiễm chất độc hại hoặc các vi sinh gây bệnh.

CHƯƠNG 12. THIẾT KẾ BAO BÌ VÀ HOÀN THIỆN SẢN PHẨM

Việc đề xuất chọn lựa bao bì dựa trên đặc tính của từng sản phẩm, đáp ứng được yêu cầu về thiết kế chọn lựa bao bì, mặt khác tạo tính đặc trưng cho sản phẩm của địa phương và phù hợp với quy định theo Nghị định 43/2017/NĐ-CP về nhãn dán hàng hóa và thiết kế phù hợp với quy định của sản phẩm đăng ký OCOP (định hướng ban đầu đặt ra cho sản phẩm) và được đánh giá bởi các đơn vị có kinh nghiệm trong lĩnh vực bao bì.

12.1. Lựa chọn chất liệu bao bì

Để đảm bảo khả năng bảo quản sản phẩm, các bao bì đã chọn ở các nội dung nghiên cứu vẫn được giữ lại, là lớp đóng gói sơ cấp, tiếp xúc trực tiếp. Bổ sung thêm một lớp bao bì thứ cấp bao gói ở phía ngoài, giúp làm đẹp sản phẩm và chứa các thông tin nhãn sản phẩm cần thiết. Lấy ví dụ trong trường hợp nhãn quả tươi lạnh đông, đóng gói PA hút chân không thông thường sẽ làm bề mặt bao bì bị nhăm nhúm, do đó, nhóm nghiên cứu đề xuất vẫn sử dụng 01 lớp PA hút chân không để bảo quản sản phẩm, công thêm bao gói riêng một lớp PA có in thông tin sản phẩm ở phía ngoài; lớp bao bì ở ngoài này chỉ hàn miệng mà không hút chân không. Riêng đối với sản phẩm nhãn sấy khô nguyên quả và nhãn sấy thăng hoa, đây là 02 dạng sản phẩm chế biến sâu và có giá trị cao. Do đó, ngoài dạng bao bì đựng trong túi zipper tiện dụng, nhóm nghiên cứu còn phát triển thêm bao bì túi giấy cứng, trang trọng, thích hợp để sử dụng làm quà tặng. Thông tin ở Bảng 12.1 thể hiện rõ hơn về các loại bao bì mà nhóm nghiên cứu đã đề xuất để bảo quản sản phẩm và sự thay đổi chất liệu bao bì khi thiết kế bao bì thương mại.

Bảng 12.1: Tổng hợp bao bì lựa chọn để đóng gói sản phẩm từ quả nhãn

Loại sản phẩm	Các bao bì đã đề xuất	Bao bì lựa chọn
Nhãn Idor tươi	Bao bì túi lưới PVC	Bao bì túi lưới PVC
Nhãn Idor nguyên trái lạnh đông	Bao bì PA đóng chân không	Bao bì PA đóng chân không + Bao bì PA in nhãn thứ cấp
Cơm nhãn Idor	Khay PSE + Túi PA	Khay nhựa PP đen, nắp hộp PET trong suốt
Nhãn Idor nguyên trái sấy khô	Bao bì MET	Bao bì sơ cấp là MPET + Túi giấy kraft zipper (tiện dụng) + Hộp giấy cứng (quà tặng)
Thịt cơm nhãn Idor sấy thăng hoa	OPP trong lọ thủy tinh OPP trong túi PE/Al/PE	OPP trong túi PE/Al/PE (tiện dụng) PE/Al/PE trong hộp giấy cứng (quà tặng)

12.2. Thông tin nhãn ghi trên bao bì

Nghị định số 43/2017/NĐ-CP của Chính phủ về ghi nhãn hàng hóa và Nghị định số 111/2021/NĐ-CP của Chính phủ: Sửa đổi, bổ sung một số điều Nghị định số 43/2017/NĐ-CP về nhãn hàng hóa quy định nhãn sản phẩm cần chứa đầy đủ các 06 nhóm thông tin chính: Tên hàng hóa; Tên và địa chỉ của tổ chức, cá nhân chịu trách nhiệm về hàng hóa; Xuất xứ hàng hóa; Định lượng; Thành phần hoặc thành phần định lượng; Ngày sản xuất và hạn sử dụng. Ngoài 06 nội dung bắt buộc, sản phẩm còn cần phải có hướng dẫn sử dụng, hướng dẫn bảo quản, cũng như thông tin cảnh báo an toàn. Song song đó, thông tư 29/2023/TT-BYT cũng yêu cầu doanh nghiệp công bố thông tin về thành phần dinh dưỡng và giá trị dinh dưỡng trên nhãn thực phẩm, thực hiện trước ngày 01/01/2026.

Dựa trên các thông tin này, đề tài tiến hành tiến hành thiết kế nhãn sản phẩm và gửi mẫu để tham khảo ý kiến của các chuyên gia. Thông tin tại Bảng 12.2 ghi chú các yêu cầu cần chú ý để đảm bảo ghi nhãn đúng quy định.

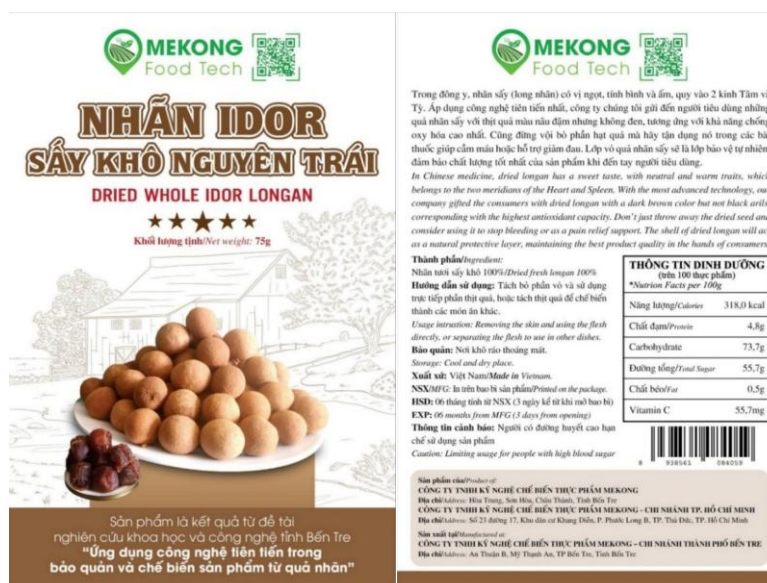
Bảng 12.2: Góp ý của chuyên gia về các yêu cầu cần lưu ý trong thiết kế nhãn hàng hóa

Nội dung	Các góp ý
Về chất liệu bao bì	Không nên hút chân không nhãn in trong trường hợp nhãn Idor nguyên trái → bề mặt nhãn bị nhăn, không thể đọc được thông tin; Nên sử dụng khay nhựa màu đen để làm nổi bật sản phẩm thịt cơm nhãn Idor;

Nội dung	Các góp ý
	Tương tự, không nên hút chân không nhãn in của sản phẩm nhãn Idor nguyên trái sấy khô; Xem xét thiết kế thêm bao bì sang trọng, sử dụng để làm quà tặng
Về nhãn sản phẩm	
Tên hàng hóa	Xem xét rút gọn tên sản phẩm “Thịt com nhãn Idor sấy thăng hoa” → “Nhãn Idor sấy thăng hoa” Viết tên công ty và kèm địa chỉ
Tên và địa chỉ của tổ chức, cá nhân chịu trách nhiệm về hàng hóa	
Xuất xứ hàng hóa	Xuất xứ: Việt Nam
Định lượng	Khối lượng tịnh: g, có “đấu cách” trước chữ “g”; Ví dụ: Khối lượng tịnh: 250 g”.
Ngày sản xuất và hạn sử dụng	Ghi đúng thông tin theo ngày, tháng, năm
Thành phần	Ghi thành phần thực tế cấu thành nên sản phẩm. Cụ thể: + Sản phẩm nhãn Idor tươi và lạnh đông: “Nhãn Idor 100%” → “Nhãn tươi 100%) + Com nhãn Idor, nhãn Idor sấy thăng hoa: “Com nhãn Idor” → “Nhãn tươi 100%) + Nhãn Idor sấy khô nguyên trái” “Nhãn Idor 100%” → “Nhãn tươi sấy khô 100%)
Thông tin cảnh báo	Cần bổ sung (nếu có)
Nhãn tin dinh dưỡng sản phẩm	Trước ngày 01/01/2026, doanh nghiệp cần hoàn thành việc điều chỉnh nhãn sản phẩm, trong đó cần ghi rõ thông tin nhãn dinh dưỡng theo hướng dẫn tại thông tư 29/2023/TT-BYT
Hướng dẫn sử dụng, hướng dẫn bảo quản	Ghi ngắn, gọn; bổ sung mã QRcode để làm rõ thông tin nếu cần; mã QR nên được đặt ở vị trí mà người dùng dễ phát hiện

12.3. Thiết kế nhãn sản phẩm

Từ các thông tin đã được ghi nhận, nhóm nghiên cứu tiếp tục điều chỉnh nhãn sản phẩm cho các bao bì thương mại. Một vài minh chứng thiết kế nhãn sản phẩm hoàn thiện được thể hiện ở Hình 12.1. Đồng thời, việc thiết kế tem để niêm phong hộp sản phẩm, thể hiện ở Hình 12.2.



Hình 12.1: Nhãn sản phẩm nhãn Idor sấy khô nguyên trái hoàn thiện



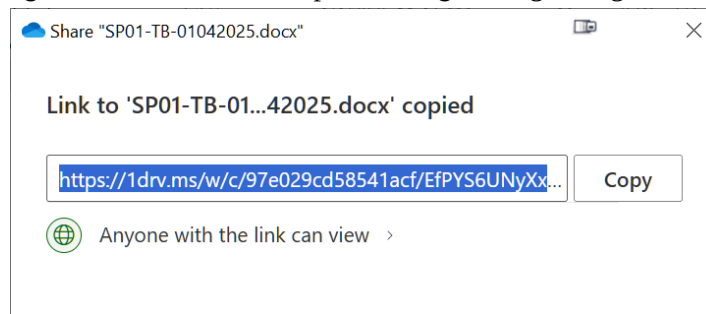
Hình 12.2: Tem niêm phong bao bì giấy, hộp nhựa

12.4. Mã QR chứa thông tin sản phẩm

Hiện nay, cuộc cách mạng 4.0 đã làm thay đổi cách mà người tiêu dùng tiếp cận với thông tin. Trong kỷ nguyên số, sự xuất hiện của mã QR (Quick Response code), một dạng mã vạch hai chiều, mang đã đến nhiều tiện ích trong cuộc sống hiện đại. Mã QR có thể chứa nhiều thông tin hơn mã vạch truyền thống, dễ dàng được quét bằng các thiết bị di động nên đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực.

Trong quá trình thiết kế nhãn sản phẩm, nhóm nghiên cứu cũng nhận góp ý của nhiều chuyên gia về bổ sung mã QR để hỗ trợ tra cứu nhanh thông tin sản phẩm. Khác với mã vạch, chỉ chứa một dãy số để đánh dấu sản phẩm; việc quét mã QR bằng các thiết bị di động là dễ dàng hơn và cung cấp được nhiều thông tin hơn. Trong file lưu trữ tải được từ mã QR, người tiêu dùng cũng có thể sử dụng các chức năng tìm kiếm để tra cứu nhanh thông tin cần tìm kiếm, tự do phóng to hoặc thu nhỏ để dễ nhìn hơn, cũng như copy để tra cứu nhanh thông tin của cơ sở sản xuất, ...

Mã QR nhỏ gọn, chỉ có hai màu đen trắng nên dễ dàng in ấn được bằng các máy in dân dụng. Do đó, ngoài chứa thông tin về sản phẩm, nhóm nghiên cứu còn đề xuất sử dụng mã QR để hỗ trợ truy xuất nguồn gốc sản phẩm. Ở mỗi đợt sản xuất, cơ sở có thể thực hiện đồng thời việc lưu mẫu vật lý và tạo một file mới, trong đó chứa dãy số có thông tin giúp truy xuất nguồn gốc. File này có thể được upload trên hệ thống Onedrive, đường link chia sẻ từ đó tạo thành dạng mã QR. Mã QR này có thể được in ngay tại cơ sở sản xuất và dán trực tiếp lên sản phẩm, ở vị trí dễ nhìn thấy. Người tiêu dùng khi quét mã QR sẽ có được dãy số này, gửi về cơ sở sản xuất để truy gốc về nguồn gốc sản phẩm mà mình đã chọn. Ở cuối file được tạo, cơ sở sản xuất có thể cung cấp thêm một số thông tin nhằm mục đích quảng cáo, điều mà nhãn sản phẩm thông thường không thể hiện được.



Hình 12.3: Tạo link chia sẻ thông tin sản phẩm từ trên Onedrive



Hình 12.4: Một số mã QR code chứa thông tin sản phẩm

Lưu ý: Hình ảnh chỉ mang ví dụ minh họa, nội dung mã QR sẽ thay đổi theo lô hàng sản xuất

CHƯƠNG 13. MỞ RỘNG QUY MÔ CÔNG NGHỆ BẢO QUẢN/CHẾ BIẾN CÁC SẢN PHẨM TỪ QUẢ NHÃN VÀ SẢN XUẤT THỰC TẾ

13.1. Tư vấn, tính toán thiết kế hệ thống thiết bị phục vụ cho chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm từ quả nhãn tại tỉnh Bến Tre

13.1.1. Đánh giá thực trạng điều kiện mặt bằng, quy mô dự kiến sản xuất thử nghiệm và quy mô mở rộng sản xuất của doanh nghiệp

Công ty TNHH Kỹ nghệ chế biến thực phẩm Mekong (hay gọi tắt là MeKong FoodTech) là một trong những doanh nghiệp tiên phong trong lĩnh vực nghiên cứu và sản xuất các sản phẩm từ các loại nông sản vùng đồng bằng hạ lưu sông Cửu Long và điển hình là tại tỉnh Bến Tre. Các sản phẩm của Công ty là sự kết hợp giữa tinh hoa khoa học hiện đại và nghệ thuật ẩm thực truyền thống. Công ty tọa lạc tại địa chỉ: Ấp Mỹ An B, Xã Mỹ Thạnh An, Thành phố Bến Tre, Tỉnh Bến Tre.

Công ty TNHH Kỹ nghệ Chế biến Thực phẩm Mekong là doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực chế biến và sản xuất thực phẩm, với mục tiêu mang đến những sản phẩm chất lượng cao, an toàn và giàu giá trị dinh dưỡng phục vụ người tiêu dùng trong nước và quốc tế. Được thành lập với đội ngũ chuyên gia giàu kinh nghiệm cùng nền tảng công nghệ hiện đại, công ty không ngừng đổi mới quy trình sản xuất, áp dụng các tiêu chuẩn quản lý chất lượng nghiêm ngặt như HACCP, ISO và các tiêu chuẩn vệ sinh an toàn thực phẩm.

Sản phẩm của Công ty đa dạng từ thực phẩm tươi, thực phẩm chế biến sẵn đến các dòng sản phẩm sấy khô, đông lạnh... đặc biệt, đơn vị chú trọng đến nguyên liệu có nguồn gốc từ vùng Đồng bằng sông Cửu Long – nơi giàu tiềm năng nông sản của Việt Nam.

Với phương châm “Chất lượng là nền tảng – Sáng tạo là động lực – Khách hàng là trung tâm”, Công ty TNHH Kỹ nghệ Chế biến Thực phẩm Mekong cam kết mang đến những sản phẩm tốt nhất, góp phần nâng tầm giá trị nông sản Việt và phát triển bền vững ngành công nghiệp thực phẩm.

Công ty TNHH Kỹ nghệ chế biến thực phẩm Mekong với đội ngũ kỹ thuật viên, nhân viên... kinh nghiệm phong phú, đa dạng trong chế biến các sản phẩm nông sản. Trang thiết bị sản xuất hiện đại là một trong những đặc điểm nổi bật của đơn vị, với hệ thống các thiết bị phục vụ cần thiết cho quá trình chế biến các sản phẩm nông sản như thiết bị sấy thăng hoa, thiết bị sấy đối lưu, hệ thống kho lạnh, kho đông, đảo trộn, ...

Đặc biệt, đơn vị đã có kinh nghiệm trong việc vận hành sản xuất sản phẩm sấy thăng hoa trong đó đơn vị đã có sẵn sản phẩm nhãn sấy thăng hoa. Từ đó, quá trình tiếp nhận chuyển giao đối với sản phẩm này sẽ thuận lợi và đảm bảo hiệu quả tốt hơn. Tuy nhiên sự khác biệt chủ yếu liên quan đến nguyên liệu bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu thực hiện chuyển giao kết hợp đào tạo, hướng dẫn, hỗ trợ kỹ thuật vào các công đoạn tiền xử lý chế biến, điều chỉnh theo dõi các thông số kỹ thuật trong quá trình sấy thăng hoa thịt com nhãn.

Mặt khác, Công ty đã có kinh nghiệm trong vận hành sản xuất và thực hiện tốt các yêu cầu chất lượng, đồng thời một số sản phẩm của công ty đạt được yêu cầu chất lượng và đã đăng ký một số sản phẩm OCOP 3 sao.

13.1.2. Tư vấn điều kiện nhà xưởng, thiết bị sản xuất tại Công ty

- Khu vực tiếp nhận nguyên liệu: trên thực tế đơn vị đã bố trí khu vực tiếp nhận nguyên liệu tuy nhiên chưa phân định rõ từng nhóm nguyên liệu, các nguyên liệu khác nhau vẫn còn chồng chéo lên nhau. Do đó, nhóm nghiên cứu đề xuất phân chia các cửa (khu vực nhỏ) tiếp nhận nguyên liệu nhất định cho từng loại nguyên liệu.

- Về khu vực chế biến: đây là khu vực quan trọng quyết định sự thay đổi về chất lượng sản phẩm ngoài ra khu vực sản xuất phải đảm bảo khép kín và phù hợp với đơn vị sản xuất, sản phẩm đặt ra. Đối với điều kiện mặt bằng vốn có tại Công ty thì cần điều chỉnh lại gạch lát sàn để đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm; cũng như điều kiện đối lưu không khí tại khu vực sản xuất để đảm bảo điều kiện làm việc của công nhân cũng như chất lượng sản phẩm mang lại tốt hơn.

- Về thiết bị sản xuất: dựa trên những trang thiết bị vốn có của công ty và yêu cầu thực tiễn để có thể áp dụng được các qui trình công nghệ từ kết quả nghiên cứu của đề tài; doanh nghiệp cần trang

bị thêm một số thiết bị: (1) Tủ đông, (2) Tủ mát (3) Hệ thống cấp đông (nếu có thể); (4) Hệ thống sấy đối lưu không khí nóng (có thể sử dụng thiết bị sấy lạnh hiện đang có của đơn vị để thay đổi công dụng thành thiết bị sấy đối lưu không khí nóng tạm thời); (5) Hệ thống sấy thăng hoa do ngoài ứng dụng trên sản phẩm nhân thì doanh nghiệp có thể tận dụng cho rất nhiều sản phẩm tiềm năng khác.

Bên cạnh đó, tư vấn, hỗ trợ sắp xếp lại vị trí các thiết bị bao gồm trang thiết bị hiện có và các trang thiết bị được đầu tư mới để phù hợp với yêu cầu của quy trình sản xuất khép kín đã đặt ra. Chú ý điều chỉnh khu tiếp nhận và xử lý nguyên liệu đầu vào tách rời với khu sản xuất, phân bố rõ ràng giữa đường tiếp nhận nguyên liệu đầu vào và đường đi ra của sản phẩm để đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm. Tư vấn về đào tạo con người và kỹ thuật

Công ty TNHH Kỹ nghệ chế biến thực phẩm Mekong với đội ngũ nhân lực giàu kinh nghiệm trong sản xuất các sản phẩm từ nông sản trên địa bàn địa phương. Các sản phẩm dạng tươi và dạng chế biến sẵn từ nghiên cứu khá mới mẻ so với đội ngũ kỹ thuật viên cần được hướng dẫn, đào tạo về phương pháp thực hiện cũng như hỗ trợ về mặt xử lý nguyên liệu.

Như đã đề cập trước đó, đơn vị đã có kinh nghiệm trong việc vận hành, chế biến đối với sản phẩm nhân sấy thăng hoa (dựa trên quy trình của đơn vị) do đó, kỹ thuật sấy thăng hoa sẽ tập trung hỗ trợ về công đoạn tiền xử lý, vận hành an toàn một số thiết bị và công đoạn mới giữa hai quy trình. Hỗ trợ đào tạo trong việc cải thiện hiệu suất thu hồi thịt nhân sau khi tách bỏ phần vỏ và hạt nhân do đây là công đoạn đòi hỏi tính nguyên vẹn đặc thù cho phần thịt nhân sau khi thu nhận do đó cần được kiểm soát, đào tạo đảm bảo công nhân, kỹ thuật viên đảm bảo kỹ thuật đáp ứng được yêu cầu. Đồng thời, quá trình tiền xử lý và loại bỏ hạt, vỏ còn trực tiếp hỗ trợ cho kỹ thuật chế biến sản phẩm cơm nhân Idor, đây là một trong những sản phẩm được nhóm nghiên cứu hỗ trợ chuyển giao cho đơn vị.

Nhóm nghiên cứu tiến hành lên kế hoạch tập huấn đội ngũ cán bộ kỹ thuật vận hành thành thạo các thiết bị của cả 05 quy trình sản xuất, tuy nhiên mỗi thiết bị sẽ có ít nhất 02 cán bộ kỹ thuật chịu trách nhiệm chính. Bên cạnh đó, chỉ ra các lỗi thường mắc phải trong quá trình vận hành thiết bị và hướng khắc phục cho từng lỗi mắc phải.

Sản xuất thử các quy trình theo như kết quả nghiên cứu đã đề xuất, dự đoán những rủi ro, những công đoạn cần kiểm soát chặt chẽ trong khi thực hiện các quy trình sản xuất. Đảm bảo tính an toàn cho đội ngũ nhân viên và chất lượng sản phẩm. Hỗ trợ theo dõi sản xuất các sản phẩm và đăng kí OCOP cho một số sản phẩm được sản xuất theo kết quả nghiên cứu từ đề tài.

13.1.3. Kết quả kiểm tra, phân tích các điều kiện thực tiễn về hệ thống nước cấp, thu gom nước thải, chất thải

Nhu cầu sản xuất trước đây của đơn vị tập trung vào hai sản phẩm chủ lực là tôm tự nhiên gia công và sản phẩm ruốc tuyết hồng, do đó đơn vị đã đầu tư hệ thống xử lý nước cấp cơ bản đáp ứng được tiêu chuẩn nước dùng cho sản xuất. Mặt khác, hệ thống thoát nước, thu gom nước thải chất thải ở khu vực sản xuất là chưa phù hợp từ đó, nhóm nghiên cứu đã đề xuất bố trí lại các rãnh thoát nước và thu gom chất thải dựa trên những rãnh thoát và thu gom trước đây của đơn vị.

Đề xuất, điều chỉnh hệ thống cấp nước đặt ở mỗi bàn xử lý nguyên liệu, bên cạnh đó ở cuối mỗi bàn sẽ có các ống dẫn thu gom nước thải và chất thải tập trung xuống các rãnh thoát nước đặt ở các vách tường (có các nắp đậy để dễ dàng trong công tác vệ sinh và an toàn). Thống nhất lại các rãnh thoát nước theo cùng hướng và tại cuối mỗi công đoạn có các lọc chắn để thu lại các phần rác thải, chất thải kích thước lớn. Các kết quả về bố trí cải tiến hệ thống cấp và thu gom nước thải, rác thải được nhóm nghiên cứu thống nhất với đơn vị tiếp nhận chuyển giao (Đại diện Công ty TNHH Kỹ nghệ chế biến thực phẩm Mekong) được trình bày dưới dạng bản vẽ.

13.2. Kết quả triển khai quy trình sản xuất các sản phẩm từ quả nhân ở điều kiện thực tiễn

13.2.1. Các trở ngại thực tế về kỹ thuật trong quá trình ứng dụng sản xuất

- Khối lượng mẻ càng lớn, thời gian xử lý càng dài nên khó kiểm soát chất lượng và điều kiện vệ sinh, tăng tỷ lệ quả bị nứt cuống và không đều.

- Việc chia nhỏ mẻ để xử lý, phối trộn không hiệu quả do hao phí nhiều nguyên vật liệu hỗ trợ chế biến.

- Đối với thiết bị sấy:
 - + Nhiệt độ của thiết bị sấy ở mọi điểm không đồng đều nhau: Ở những nơi đầu nguồn cấp không khí nóng, nguyên liệu tiếp xúc với không khí nóng trực tiếp sẽ nhận nhiệt cao. Một số điểm không nằm trên đường thổi khí chính, nguyên liệu trong thiết bị có số lượng nhiều cũng làm cản trở sự khuếch tán không khí, các khay ở dưới cùng và gần đường ra của không khí không nhận đủ nhiệt. Thời gian đạt đến độ ẩm mong muốn không giống nhau, hay khi dừng sấy cùng thời gian, độ ẩm sản phẩm có sự khác biệt lớn.
 - + Khi tiến hành sấy với mẻ từ 50 kg dẫn đến quá trình phân bố nhiệt độ không ổn định, các mẫu dễ xảy ra tình trạng quá ẩm hay độ ẩm của những mẫu ở vị trí khác nhau là không đồng đều.
- Đối với quá trình chế tạo màng và bao màng:
 - + Tỷ lệ thành phần trong công thức tạo màng cần chính xác, doanh nghiệp khó có khả năng chuẩn bị chính xác.
 - + Cần có phương thức làm khô phù hợp với mẻ lớn
- Đối với quá trình chế biến nhãn lạnh đông và bảo quản nhãn nguyên quả:
 - + Cần hệ thống tủ lạnh và tủ đông để trữ mẫu.
 - + Cần hạn chế việc sử dụng chung tủ bảo quản và tủ tiền xử lý mẫu (lạnh đông quả trước khi sấy thăng hoa).
- Đối với chế biến nhãn sấy thăng hoa:
 - + Việc kiểm soát nhiệt độ và áp suất ở từng công đoạn có ảnh hưởng lớn đến chất lượng, phụ thuộc vào thiết bị.
 - + Sự tiếp xúc của sản phẩm dạng cầu và bề mặt thiết bị là vấn đề cần quan tâm để đảm bảo quá trình sấy thăng hoa đạt hiệu quả.
 - + Việc sử dụng một hệ thống cấp đông riêng để hỗ trợ quá trình sấy thăng hoa cần được quan tâm ở quy mô lớn.

13.2.2. Giải pháp kiểm soát chất lượng sản phẩm ở quy mô sản xuất thử nghiệm

Ứng dụng quá trình chế biến các sản phẩm từ quả nhãn ở các mẻ có khối lượng khác nhau đã chứng minh sự thành công khi chất lượng sản phẩm tương đối đồng đều giữa các mẻ có khối lượng khác nhau, đáp ứng yêu cầu sản xuất thực tế. Tuy nhiên, một số vấn đề xảy ra khi mô hình hóa ở các quy mô khác nhau có thể chi phối chất lượng sản phẩm nếu không được kiểm soát. Từ thực tế quá trình thực hiện, một số giải pháp đề nghị để kiểm soát chất lượng:

- (i) Yêu cầu chung cho xử lý nguyên liệu
 - Xử lý nguyên liệu theo dây chuyền khép kín, đảm bảo tất cả các công đoạn xử lý đều đảm bảo điều kiện an toàn vệ sinh thực phẩm.
 - Tách thu nhận thịt cơm nhãn: đảm bảo điều kiện thực hiện mát mẻ, phần thịt cơm nhãn sau khi thu nhận phải luôn được giữ ở trạng thái lạnh (2-10°C) cho đến khi tiến hành công đoạn xử lý tiếp theo.
 - Đảm bảo điều kiện vệ sinh an toàn thực phẩm:
 - + Tuân thủ việc tách rời giữa khu bẩn và khu sạch, kể cả nhân công.
 - + Không sử dụng chung các dụng cụ, dao, thớt giữa phần xử lý nguyên liệu và thành phẩm.
- (ii) Các phương thức kiểm soát công đoạn sấy mẫu (bao gồm cho tất cả công đoạn sấy)
 - Trước khi sấy, cần phân loại sơ bộ mẫu; nếu tiến hành sấy nhãn có nhiều cỡ, cần phân loại theo cỡ và phân theo từng khay. Chọn lựa mẫu nhãn có cỡ lớn đưa vào khay ở vị trí tiếp xúc nhiệt lớn (khay 3, 4 của thiết bị); cân và ghi lại nhóm khối lượng theo từng khay nhằm thuận lợi trong việc kiểm soát độ ẩm dừng dựa trên sự giảm khối lượng.
 - Xác định quán tính nhiệt của thiết bị để điều chỉnh nhiệt độ sấy. Đề xuất điều chỉnh nhiệt độ sấy ban đầu 55°C, khi đó do quán tính nhiệt, nhiệt độ thiết bị dao động trong khoảng 50÷65°C.

- Ở các vị trí ngay hướng dòng không khí nóng thổi qua trực tiếp do nhận nhiều nhiệt nên ưu tiên đặt các mẫu có khối lượng lớn (hoặc nhóm quả có kích thước lớn), các mẫu có cỡ nhỏ hơn (kích thước nhỏ hơn) sẽ để ở khay dưới hay vị trí xa nguồn cấp nhiệt chính. Đảo vị trí mẫu sau mỗi định kỳ trở mẫu, khi đảo vị trí, cần chuyển nguyên khay và chỉ đảo vị trí các mẫu trong khay.

- Hạn chế việc sấy đồng thời nhiều loại sản phẩm; hạn chế sự trao đổi ẩm giữa các mẫu khác nhau, vì sinh vật có trong mẫu.

(iii) Đối với sản phẩm sấy thăng hoa

- Nhân sấy thăng hoa cần đảm bảo áp suất, nhiệt độ sấy, nhiệt độ lạnh đông, nhiệt độ tẩm sản phẩm đạt yêu cầu kỹ thuật đã đặt ra. Không thực hiện sấy khi không đảm bảo những yêu cầu. Sản phẩm sau sấy được tiến hành thu nhận nhanh đóng gói vào bao bì sơ cấp và thứ cấp thích hợp. Sản phẩm nhân sau khi sấy, lưu kho trong điều kiện kho mát cho đến khi xuất kho. Phân loại rõ ràng sản phẩm để tránh chồng chéo lên nhau làm vỡ sản phẩm nhân sấy thăng hoa.

13.3. Phân tích SWOT cho sản xuất các sản phẩm đề tài

S - Điểm mạnh:

- Các sản phẩm từ quả nhân đều giàu hàm lượng carbohydrate (đường) với nhiều giá trị dinh dưỡng và sinh học quan trọng.

- Quy trình sản xuất được nghiên cứu chặt chẽ, sản phẩm tạo thành có chất lượng cao và an toàn, đáp ứng được thị hiếu người tiêu dùng, nổi bật hơn so với các sản phẩm cùng loại trên thị trường,

- Phụ gia bổ sung rất hạn chế, việc sử dụng trong chế biến sản phẩm thuộc danh mục phụ gia cho phép, việc kiểm soát vi sinh vật cũng được đảm bảo,

W - Điểm yếu:

- Giá sản phẩm cao hơn so với các sản phẩm có sẵn trên thị trường do sản phẩm hướng đến phân khúc thị trường cao cấp.

- Vài công đoạn trong quy trình chế biến còn thủ công (lật cuống nhãn), việc sản xuất quy mô lớn cần chi phí đầu tư lớn.

- Thương hiệu sản phẩm mới, người tiêu dùng ít biết đến sản phẩm, khả năng cạnh tranh kém.

O - Cơ hội:

- Chính phủ có nhiều chính sách ưu đãi cho các cơ sở chế biến các sản phẩm từ nông nghiệp.

- Sản phẩm chất lượng cao và an toàn hứa hẹn mang đến khả năng tiếp cận thị trường quốc tế.

- Có nguồn nguyên liệu tại chỗ, dồi dào với chất lượng cao và giá cả thấp.

- Nguồn nhân lực về công nghệ chế biến ngày càng được nâng cao cả chất lượng và số lượng đóng góp rất lớn và việc triển khai và cải tiến quy trình công nghệ.

T - Thách thức:

- Thói quen sử dụng sulfite khiến người tiêu dùng luôn băn khoăn nếu sản phẩm có màu vỏ sáng.

- Niềm tin của người tiêu dùng về sản phẩm chất lượng và an toàn ngày càng giảm sút, tâm lý lo ngại ảnh hưởng lớn đến sự tiêu thụ dòng sản phẩm cao cấp này.

- Giá cả nguyên liệu không ổn định, ảnh hưởng đến giá thành và hiệu quả kinh tế.

- Các giải pháp tiếp thị và truyền thông luôn chiếm tỷ lệ cao đến giá thành sản phẩm.

13.4. Giải pháp duy trì và phát triển các sản phẩm:

13.4.1. Giải pháp về chính sách

(1) Thực thi đúng chính sách khuyến khích ứng dụng, đổi mới, phát triển công nghệ, phát triển doanh nghiệp như: tín dụng, thuế, giao hoặc cho thuê quyền sử dụng đất, ... Điều này nhằm tạo điều kiện thuận lợi để các doanh nghiệp được tiếp cận bình đẳng các nguồn lực về vốn, công nghệ, ...

(2) Cần có một số biện pháp mạnh mẽ hơn về cải cách thủ tục hành chính, ứng dụng mạnh mẽ công nghệ thông tin trong giao dịch với doanh nghiệp, minh bạch rõ ràng các thông tin đảm bảo quyền và nghĩa vụ của doanh nghiệp, người sản xuất, nhà khoa học, phòng chống sách nhiễu, tiêu cực trong mọi khâu, mọi việc khi cá nhân, tổ chức có quan hệ với cơ quan có thẩm quyền ở mọi cấp.

(3) Thúc đẩy hình thành mối quan hệ giữa các cá nhân, tổ chức nghiên cứu, tư vấn khoa học công nghệ với các doanh nghiệp sản xuất kinh doanh.

13.4.2. Giải pháp về công nghệ

(1) Đảm bảo điều kiện vệ sinh an toàn thực phẩm

- Điều kiện an toàn vệ sinh nhà xưởng: về địa điểm và bố trí mặt bằng cơ sở chế biến; kết cấu nhà xưởng phù hợp (nền, tường, vách ngăn; trần, mái che, tấm dây; cửa ra vào và cửa sổ; sự thông thoáng, ...); hệ thống chiếu sáng; xây dựng từng khu vực chế biến phù hợp, đảm bảo tách rời khu sạch và khu bẩn theo cơ chế một chiều, ...

- Trong trường hợp có giàn phơi, cần phải có kết cấu chắc chắn; Bề mặt tiếp xúc trực tiếp không gây độc cho sản phẩm, thoáng, thoát ẩm nhanh, dễ làm vệ sinh; giàn phơi phải cách mặt đất ít nhất 0,5 m.

- Điều kiện về trang thiết bị cần thiết kế phù hợp, cụ thể; đảm bảo đủ thiết bị dụng cụ cho từng khu vực chế biến.

- Chú ý kiểm soát nguồn nước cấp và xử lý chất thải, nước thải.

- Nguyên liệu phụ gia phải được kiểm soát, có thể truy xuất nguồn gốc khi cần.

- Thiết lập từng bước các yêu cầu về thực hành vệ sinh tốt, GMP và HACCP theo từng giai đoạn.

(2) Về sản phẩm

- Kiểm soát chặt chẽ chất lượng, giữ ổn định và tính đặc trưng riêng của sản phẩm. Tuy nhiên, cần tìm hiểu nhu cầu đổi mới thị trường và các tiêu chuẩn chất lượng mới để nâng cao chất lượng sản phẩm, đáp ứng các yêu cầu cần thiết.

- Thiết lập chiến lược chủng loại, hoàn thiện và nâng cao các đặc tính sử dụng của sản phẩm nhằm thoả mãn nhu cầu ngày càng khắt khe của người tiêu dùng.

- Củng cố và hoàn thiện hệ thống bao bì và mẫu mã của sản phẩm.

- Xây dựng các quy chuẩn và tiêu chuẩn địa phương cho sản phẩm từ quả nhãn hoàn thiện đăng ký sản phẩm OCOP 3 sao, trên cơ sở đó xây dựng chuỗi giá trị các sản phẩm của tỉnh.

CHƯƠNG 14. KẾT QUẢ QUẢNG BÁ, GIỚI THIỆU SẢN PHẨM TỪ QUẢ NHẪN

14.1. Hội thảo giới thiệu công nghệ tiên tiến trong chế biến và bảo sản phẩm từ quả nhẩn

Hội thảo được diễn ra vào ngày 08/05/2023, do Trường ĐH Cần Thơ và Trường ĐH Nguyễn Tất Thành phối hợp cùng công ty TNHH Kỹ nghệ chế biến thực phẩm Mekong tổ chức với tên “Ứng dụng công nghệ tiên tiến trong bảo quản và chế biến sản phẩm từ trái cây đặc sản tỉnh Bến Tre” tại hội trường Khách sạn Hùng Vương, TP. Bến Tre. Với sự tham dự của hơn 40 đại biểu là đại diện từ các Phòng Ban của Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre; Sở Công thương tỉnh Bến Tre, Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Bến Tre, Trung tâm Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre, Công ty TNHH Kỹ nghệ chế biến thực phẩm Mekong – Chi nhánh Thành phố Bến Tre, đơn vị báo chí, các hợp tác xã, công ty, doanh nghiệp, nhà khoa học, giảng viên, nghiên cứu viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học trên địa bàn tỉnh Bến Tre.

Hội thảo nhằm báo cáo và thảo luận một số kết quả nghiên cứu cũng như giới thiệu và quảng bá các sản phẩm từ đề tài “Ứng dụng công nghệ tiên tiến trong bảo quản và chế biến sản phẩm từ quả nhẩn” do GS.TS Nguyễn Văn Mười – Trường Đại học Cần Thơ làm chủ nhiệm đề tài. Các tham luận được trình bày tại Hội thảo thể hiện bao quát các kết quả nghiên cứu chính của đề tài. Đồng thời, thông qua việc nhận các thông tin phản hồi, ý kiến đóng góp cho các sản phẩm, các báo cáo kết quả của đề tài trên nguồn nguyên liệu nhẩn được trồng tại tỉnh Bến Tre để hoàn thiện thêm các kết quả và cải thiện chất lượng của báo cáo tổng kết.

Tại Hội thảo, các đại biểu đã được nghe các báo cáo xoay quanh chủ đề phát triển và đa dạng hóa các sản phẩm từ nguồn nguyên liệu nhẩn tại Bến Tre nói riêng và vùng ĐBSCL nói chung. Trong đó, làm rõ thông qua ba tham luận chính bao gồm:

- i) Tham luận 1: *“Đặc tính hình thái, hóa lý và giá trị dinh dưỡng của một số giống nhẩn tại tỉnh Bến Tre và đồng bằng sông Cửu Long”*.
- Tham luận 2: *“Kỹ thuật chế biến và bảo quản nhẩn Idor (Euphoria Longan Lam.) sấy khô nguyên vỏ”*.
- Tham luận 3: *“Biện pháp giảm tỷ lệ nứt vỏ trong lạnh đông và trữ đông quả nhẩn Idor (Euphoria Longan Lam)”*.

Thông qua ba tham luận được trình bày tại Hội thảo, các đại biểu đã đưa ra những ý kiến góp phần hoàn thiện hơn những báo cáo à trình bày cho giai đoạn hoàn thiện báo tổng kết sắp tới.

Về *hội thảo khoa học*, nhóm nghiên cứu đã thành công trong chia sẻ các kết quả nghiên cứu đã đạt được trong phạm vi đề tài, cũng như đã giới thiệu một số nội dung về: *đặc tính hình thái, hóa lý và giá trị dinh dưỡng của một số giống nhẩn tại tỉnh Bến Tre và đồng bằng sông Cửu Long; Kỹ thuật chế biến và bảo quản nhẩn Idor (Euphoria Longan Lam.) sấy khô nguyên vỏ; Biện pháp giảm tỷ lệ nứt vỏ trong lạnh đông và trữ đông quả nhẩn Idor*. Bên cạnh đó Hội thảo cũng đã thông tin sơ bộ về các quy trình sản xuất sản phẩm từ nguyên liệu quả nhẩn như: quy trình công nghệ sơ chế và bảo quản nhẩn tươi nguyên quả (không sử dụng lưu huỳnh); quy trình công nghệ sơ chế và bảo quản nhẩn lạnh đông; quy trình công nghệ bao màng nano để hỗ trợ kéo dài thời gian bảo quản quả nhẩn; quy trình công nghệ chế biến giảm thiểu thịt com nhẩn có bao màng nano ăn được; quy trình công nghệ chế biến và bảo quản sản phẩm nhẩn sấy khô nguyên vỏ; quy trình công nghệ chế biến và bảo quản sản phẩm thịt com nhẩn sấy thăng hoa. Có thể nói rằng, các thông tin được trao đổi tại Hội thảo này là các tư liệu quý giá để nhóm nghiên cứu đối chiếu và hoàn thiện thêm nữa kết quả của đề tài trước khi báo cáo nghiệm thu.

14.2. Triển lãm, giới thiệu sản phẩm

Nhằm giới thiệu quảng bá các sản phẩm từ kết quả nghiên cứu của đề tài đến gần hơn với người tiêu dùng, việc tham gia triển lãm, giới thiệu sản phẩm là cần thiết; trong đó 03 kết quả triển lãm, giới thiệu sản phẩm tiêu biểu là (1) Hội chợ xúc tiến thương mại khu vực Kinh tế tập thể, Hợp tác xã - Bạc Liêu 2025, diễn ra từ ngày 06 đến ngày 08 tháng 3 năm 2025; (2) Lễ hội Bánh dân gian

Nam Bộ lần thứ XII năm 2025 tại Cần Thơ, diễn ra từ ngày 04 đến ngày 08 tháng 4 năm 2025 tại Quảng trường quận Bình Thủy, TP. Cần Thơ.

Ở triển lãm tại Bạc Liêu, một thông tin đáng chú ý là yêu cầu chia các mẫu nhỏ của nhãn sậy thăng hoa (3 quả/túi nhỏ), nhiều túi nhỏ trong một bao bì, đồng thời không sử dụng keo thủy tinh để bảo quản nhãn sậy thăng hoa mà nên thay bằng bao bì tráng nhôm. Các thông tin này cũng chính là cơ sở để điều chỉnh, thiết kế nhãn hiệu, bao bì sản phẩm.

Về công tác quảng bá sản phẩm, các sản phẩm từ đề tài cũng được tham gia triển lãm tại Hội chợ và Lễ hội Bánh dân gian Nam Bộ lần thứ XII năm 2025; thông qua đó bước đầu giới thiệu sản phẩm từ kết quả nghiên cứu. Tại đây, những trao đổi từ các đại biểu tham dự và các người tiêu dùng cũng góp phần hoàn thiện các sản phẩm hơn, hướng đến thương mại hóa mạnh mẽ chuỗi các sản phẩm này trong thời gian tới.

PHẦN 2. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1.1. Kết luận

Đề tài đã đạt được các kết quả theo mục tiêu đề ra, cụ thể là:

- Xây dựng được bộ cơ sở dữ liệu về bốn giống nhãn được trồng nhiều tại tỉnh Bến Tre (Idor, Xuồng com vàng, Xuồng tím, Thanh nhãn) bao gồm các thông số về đặc tính hóa, lý, chất lượng ăn và ngoại quan của quả. Thông qua phương pháp phân tích thành phần chính PCA xác định những khác biệt về chất lượng bốn giống nhãn để xác định mục tiêu sản xuất cho từng giống, đồng thời chọn lựa nguyên liệu phù hợp cho chế biến sâu đối với nhãn là giống nhãn Idor. Đưa ra phân loại chi tiết hơn về các nhóm nhãn giống Idor và đề xuất hướng chế biến phù hợp.

- Nghiên cứu đã đề xuất được 06 quy trình sản xuất hoàn chỉnh với đầy đủ thông số kỹ thuật từ nguồn nguyên liệu quả nhãn Idor tại tỉnh Bến Tre. Các quy trình nghiên cứu đều cho thấy điểm mới trong kỹ thuật chế biến, áp dụng các công nghệ hiện đại hoặc tổ hợp các công nghệ mới, giải quyết được các hạn chế của quy trình chế biến truyền thống.

- Xây dựng hoàn thiện quy trình chế biến nhãn sấy khô nguyên trái với chất lượng vượt trội hơn so với các sản phẩm hiện có trên thị trường, sản phẩm có tính cạnh tranh đặc biệt cao. Quy trình chế biến dễ thực hiện với hiệu quả cao, chất lượng tốt.

- Quy trình công nghệ chế biến các sản phẩm từ quả nhãn đã được triển khai chế biến với quy mô thực tế. Đặc biệt, đã hỗ trợ hoàn thiện hồ sơ đăng kí OCOP 3 sao cho ba sản phẩm sản xuất theo quy trình đề xuất từ kết quả nghiên cứu.

1.2. Kiến nghị

Để hoàn thiện thêm kết quả nghiên cứu, đề tài xin đề xuất một số kiến nghị sau:

- + Đơn vị tiếp nhận tiếp tục hoàn thiện điều kiện nhà xưởng để thử nghiệm và sản xuất thực tế đủ quy trình sản xuất các sản phẩm từ quả nhãn
- + Tiếp tục tham dự các hội chợ để quảng bá sản phẩm.
- + Tính định mức kinh tế cho các sản phẩm từ đề tài.