

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

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐH NGUYỄN TẤT THÀNH

**BÁO CÁO TÓM TẮT
ĐỀ TÀI CẤP TỈNH**

TÊN ĐỀ TÀI:
**NGHIÊN CỨU HOÀN THIỆN ĐA DẠNG HOÁ
CÁC SẢN PHẨM TỪ XOÀI TỨ QUÝ
THẠNH PHÚ, TỈNH BẾN TRE**
Mã số: Hợp đồng 1574/HĐ-SKHCHN

Chủ nhiệm đề tài: PGS. TS Bạch Long Giang

Bến Tre, Năm 2024

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

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐH NGUYỄN TẤT THÀNH

BÁO CÁO TÓM TẮT ĐỀ TÀI CẤP TỈNH

TÊN ĐỀ TÀI:
NGHIÊN CỨU HOÀN THIỆN ĐA DẠNG HOÁ
CÁC SẢN PHẨM TỪ XOÀI TỨ QUÝ
THẠNH PHÚ, TỈNH BẾN TRE
Mã số: Hợp đồng 1574/HĐ-SKHCN

Chủ nhiệm đề tài



PGS.TS. Bạch Long Giang

Cơ quan chủ trì



TS. Trần Ái Lâm

SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

PGS.TS. Lâm Văn Tân

Bến Tre, Năm 2024

DANH SÁCH
NHỮNG NGƯỜI THAM GIA THỰC HIỆN NHIỆM VỤ

TT	Họ và tên	Cơ quan/tổ chức
1	PGS.TS. Bạch Long Giang	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
2	ThS. Trần Thị Yến Nhi	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
3	GS.TS. Nguyễn Văn Mười	Trường ĐH Cần Thơ
4	PGS.TS. Trần Thanh Trúc	Trường ĐH Cần Thơ
5	TS. Trần Bạch Long	Trường ĐH Cần Thơ
6	TS. Nguyễn Hữu Thuận Anh	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
7	ThS. Lê Đăng Trường	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
8	ThS. Đào Tấn Phát	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
9	ThS. Phạm Trí Nhựt	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
10	ThS. Nguyễn Phú Thương Nhân	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
11	KS. Văn Chí Khang	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
12	KS. Vũ Đức Ngọc	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
13	KS. Phạm Bình An	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
14	KS. Nguyễn Trịnh Thị Như Hằng	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành
15	KS. Nguyễn Hữu Nghĩa	Trường ĐH Nguyễn Tất Thành

LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên, nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc đến Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre đã hỗ trợ cấp kinh phí và tạo điều kiện thuận lợi cho nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài “Nghiên cứu hoàn thiện đa dạng hoá các sản phẩm từ xoài tứ quý Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre” với mã số đề tài 1574/HĐ-SKH-CN.

Nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn đến các đơn vị phối hợp thực hiện đề tài “Nghiên cứu hoàn thiện đa dạng hoá các sản phẩm từ xoài tứ quý Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre” như HTX Dịch vụ Sản xuất Nông nghiệp Thạnh Phong, Viện Ứng dụng Công nghệ và Phát triển bền vững - Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Công ty TNHH Phân tích Kiểm nghiệm Thế kỷ mới. Nhà trường xin cảm ơn sự hỗ trợ tích cực của các thành viên nghiên cứu, sinh viên, học viên cao học, sự tham gia đóng góp ý kiến của các nhà khoa học trong lĩnh vực khoa học môi trường, công nghệ hóa học, công nghệ sinh học...

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT	vi
MỞ ĐẦU	vii
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN	11
1.1. Giới thiệu về cây xoài	11
CHƯƠNG 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	12
2.1. Nội dung nghiên cứu.....	12
2.2. Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu, kỹ thuật sử dụng (Phụ lục đính kèm).....	12
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN	13
3.1. Đánh giá hiện trạng, chất lượng nguồn nguyên liệu và phương pháp sơ chế bảo quản xoài Tứ Quý tại tỉnh Bến Tre.....	13
3.1.1. Thực trạng thu hoạch, sơ chế ảnh hưởng đến khả năng bảo quản nguyên liệu.....	13
3.1.1.1. Khảo sát ảnh hưởng của phương pháp thu hoạch và sơ chế.....	13
3.1.1.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình bảo quản bằng chitosan	14
3.1.2. Đánh giá chất lượng xoài tươi trong chuỗi và một số sản phẩm chế biến từ xoài và chất lượng các dòng sản phẩm	14
3.1.2.1. Khảo sát đánh giá chất lượng sản phẩm xoài Tứ Quý tươi trong con đường đi của sản phẩm nhằm đảm bảo chất lượng sản phẩm	14
3.1.2.2. Đánh giá một số sản phẩm chế biến từ xoài trên thị trường và phân tích đánh giá chất lượng các dòng sản phẩm.....	16
Phân tích và đánh giá đặc điểm, tính chất vật lý và xây dựng bảng màu chỉ của nguyên liệu xoài Tứ Quý theo độ tuổi thu hoạch	17
Phân tích và đánh giá thành phần hóa học của nguyên liệu xoài Tứ Quý theo độ tuổi thu hoạch	18
Phân tích và đánh giá các hợp chất có hoạt tính sinh học của nguyên liệu xoài Tứ Quý theo độ tuổi thu hoạch	19
3.1.4. Đánh giá thực trạng đóng gói, các điều kiện tự nhiên ảnh hưởng đến bảo quản xoài nguyên liệu	20
3.2. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý	20
3.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của nguyên liệu, quá trình chần, quá trình thẩm thấu đến quá trình chế biến	20
Ảnh hưởng của độ chín kỹ thuật, độ dày lát xoài đến quá trình chế biến	20
3.2.1.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình chần đến chất lượng của sản phẩm.....	21
3.2.1.3. Khảo sát ảnh hưởng của thành phần và tỷ lệ dung dịch thẩm thấu	21
3.2.1.4. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình thẩm thấu chân không.....	22
3.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình sấy và hoàn thiện quy trình công nghệ	22
3.2.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình sấy đến chất lượng sản phẩm	22
3.2.2.2 Hoàn thiện quy trình công nghệ chế biến sản phẩm xoài sấy dẻo quy mô phòng thí nghiệm	23
3.2.3. Đánh giá chất lượng sản phẩm và loại bao bì, chế độ bảo quản thích hợp cho sản phẩm	24
3.2.3.1. Khảo sát ảnh hưởng bao bì bảo quản đến chất lượng sản phẩm	24

3.2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng nhiệt độ bảo quản đến chất lượng sản phẩm	24
3.2.3.3. Phân tích đánh giá chất lượng sản phẩm	25
3.3. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm nước uống từ xoài Tứ Quý ...	25
3.3.1. Xây dựng quy trình sản xuất bán thành phẩm purée xoài.....	25
3.3.1.1. Khảo sát đánh giá tính chất nguyên liệu đầu vào của quá trình chế biến.....	25
3.3.1.2. Khảo sát ảnh hưởng của tiền xử lý nhiệt đến khả năng vô hoạt enzyme peroxidase của purée xoài	26
3.3.1.3. Khảo sát đánh giá sự thay đổi chất lượng purée xoài tại nhiệt độ khác nhau theo thời gian tồn trữ.....	26
3.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình phối trộn và thanh trùng đến chất lượng nước uống xoài.....	27
3.3.2.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng và phối trộn đến chất lượng nước uống xoài	27
3.3.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chất rắn hoà tan và acid citric đến chất lượng nước uống xoài	28
3.3.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của phụ gia ổn định đến chất lượng nước uống xoài	28
3.3.2.4. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình thanh trùng đến chất lượng nước uống từ xoài Tứ Quý	29
3.3.3. Hoàn thiện quy trình công nghệ chế biến nước uống từ xoài Tứ Quý	30
3.3.3.1. Đánh giá và phân tích hiệu quả của quy trình công nghệ chế biến	30
3.3.3.2. Đánh giá và phân tích mối liên hệ chất lượng sản phẩm theo từng quá trình trong quy trình chế biến	30
3.3.4. Đánh giá chất lượng sản phẩm và điều kiện bảo quản thích hợp cho sản phẩm	30
3.3.4.1. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian và nhiệt độ bảo quản đến chất lượng nước uống xoài	30
3.3.4.2. Phân tích đánh giá chất lượng sản phẩm nước uống từ Xoài Tứ Quý	31
3.4. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm bột xoài từ nguồn purée xoài Tứ Quý	31
3.4.1. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ chất phối trộn và quá trình sấy đến chất lượng sản phẩm	31
3.4.1.1. Khảo sát ảnh hưởng tỷ lệ chất phối trộn đến chất lượng sản phẩm	31
3.4.1.2. Ảnh hưởng của quá trình sấy tạo bột đến chất lượng bột xoài.....	32
3.4.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình phối trộn đến cảm quan chất lượng sản phẩm	32
3.4.2.1. Ảnh hưởng tỷ lệ chất độn lên cảm quan của sản phẩm	32
3.4.2.2. Ảnh hưởng tỷ lệ phụ gia điều vị lên cảm quan của sản phẩm.....	32
3.4.2.3. Ảnh hưởng tỷ lệ phụ gia ổn định cấu trúc lên cảm quan và độ ổn định của sản phẩm	33
3.4.3. Hoàn thiện quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý ...	33
3.4.3.1. Đánh giá và phân tích hiệu quả của quy trình công nghệ chế biến	33
3.4.3.2. Đánh giá và phân tích mối liên hệ chất lượng sản phẩm theo từng quá trình trong quy trình chế biến	34
3.4.4. Đánh giá chất lượng sản phẩm và loại bao bì, chế độ bảo quản thích hợp cho sản phẩm	34

3.4.4.1. Ảnh hưởng bao bì bảo quản đến chất lượng bột xoài.....	34
3.4.4.2. Ảnh hưởng nhiệt độ bảo quản đến chất lượng bột xoài	35
3.4.4.3. Phân tích đánh giá chất lượng sản bột xoài từ purée xoài Tứ Quý	35
3.5. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm bột xoài từ nguồn nguyên liệu xoài Tứ Quý tươi	35
3.5.1. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình tiền xử lý	35
3.5.1.1. Khảo sát ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu đầu và độ dày lát xoài	35
3.5.1.2. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ phụ gia đến hiệu quả bất hoạt enzyme polyphenol oxydase	36
3.5.1.3. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian chần đến hiệu quả bất hoạt enzyme polyphenol oxydase	36
3.5.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình sấy và quá trình phối trộn đến chất lượng sản phẩm	37
3.5.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình sấy đến chất lượng sản phẩm	37
3.5.3.1. Đánh giá và phân tích hiệu quả của quy trình công nghệ chế biến	39
3.5.3.2. Đánh giá và phân tích mối liên hệ chất lượng sản phẩm theo từng quá trình trong quy trình chế biến	39
3.5.4. Đánh giá chất lượng sản phẩm và loại bao bì, chế độ bảo quản thích hợp cho sản phẩm	40
3.6. Tư vấn, tính toán thiết kế, lắp đặt hệ thống thiết bị phục vụ quy trình sản xuất sản phẩm từ xoài Tứ Quý có kiểm soát các điều kiện an toàn vệ sinh thực phẩm tại doanh nghiệp tỉnh Bến Tre	41
3.7. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình sơ chế, xử lý và đóng gói xoài Tứ Quý tại tỉnh Bến Tre	42
3.8. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp	43
3.9. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến nước uống từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp	46
3.10. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi tại doanh nghiệp	48
3.11. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến bột xoài từ purée xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp	50
3.12. Dự đoán thời gian bảo quản các sản phẩm từ xoài Tứ Quý được sản xuất thực tế theo mô hình Q ₁₀	52
3.13. Hội thảo khoa học và báo cáo tổng kết kết quả thực hiện đề tài	53
CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	55
4.1. Kết luận.....	55
4.2. Kiến nghị	55

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Kí hiệu	Tiếng anh	Tiếng việt
PPO	Polyphenol oxydase	Polyphenol oxydase
TPC (mgAGE/Gdw)	Total polyphenol content	Hàm lượng polyphenol tổng
TFC (mg QE/g CK)	Total flavonoid content	Hàm lượng flavonoid tổng
TSS (°Bx)	Total soluble solid	Tổng chất rắn hòa tan
M (% dry weight)	Moisture content	Hàm ẩm
M _w (g)	The mass of water in sample	Khối lượng nước có trong mẫu
M _{dw} (g)	The mass of dry weight in sample	Khối lượng chất khô trong mẫu
DR (g water/g dry weight/min)	The amount of evaporated moisture over time	Lượng ẩm bay hơi theo thời gian
M _t (g water/g dry weight)	The moisture content at t	Độ ẩm tại t
M _{t+dt} (g water/g dry weight)	The moisture content at t + dt time	Độ ẩm tại t+dt
M _o (g water/g dry weight)	Initial moisture content	Độ ẩm ban đầu
PE	Polyethylene	Polyethylene

MỞ ĐẦU

1. Sự cần thiết thực hiện đề tài

Theo số liệu thống kê của Cục Trồng trọt, vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) Năm 2023, ước tính sản lượng các loại cây ăn trái chính (như xoài, chuối, thanh long, cam, quýt, bưởi, nhãn, chôm chôm, sầu riêng, mít) toàn vùng ĐBSCL đạt 5,335 triệu tấn (chiếm 60% sản lượng trái cây của cả nước) (Loc Nguyen, 2024). Trong số các loại trái cây nhiệt đới được xuất khẩu, xoài đứng thứ hai sau chuối về số lượng và thứ năm về tổng sản lượng trong số các loại cây ăn quả chính trên toàn thế giới. Việc phát triển trái xoài cả về số lượng và chất lượng rất quan trọng đối với nền kinh tế nông nghiệp Việt Nam. Tuy nhiên, hiện nay những tỉnh trồng xoài vẫn chưa định giá đúng giá trị của quả xoài, chưa xây dựng hoàn chỉnh chuỗi giá trị sản xuất, đa dạng hóa các sản phẩm chế biến từ xoài. Tỉnh Bến Tre có diện tích cây ăn trái gần 28.000 ha, sản lượng đạt trên 335.000 tấn/năm và được quy hoạch thành vùng sản xuất chuyên canh và rải vụ. Trong xu thế hội nhập và cạnh tranh với trái cây cùng loại trong khu vực và các nước lân cận, Bến Tre đã tập trung cải tạo và nâng cao chất lượng vườn cây ăn trái hình thành các vườn cây chuyên canh đặc sản có giá trị kinh tế cao. Kỹ thuật chăm sóc được quan tâm đầu tư theo hướng nâng cao năng suất, đảm bảo các tiêu chuẩn từ VietGAP, GlobalGAP đến chuẩn cao nhất hiện nay trên thế giới là chuẩn hữu cơ. Bến Tre đang tập trung đầu tư phát triển đồng bộ về công nghệ sau thu hoạch để đảm bảo chất lượng thu hoạch, giảm tổn thất và tăng giá trị thương phẩm trái cây trên thị trường.

Cây xoài Tứ Quý là cây trồng chính của nông dân tại các xã vùng ven biển Thạnh Phong, Thạnh Hải và Giao Thạnh (huyện Thạnh Phú) với hơn 700 hộ dân tham gia trồng, có tổng diện tích trên 300 ha, năng suất trung bình 30 - 40 tấn/ha, thu nhập bình quân từ 300 đến 400 triệu/ha/năm. Nhãn hiệu chứng nhận “Xoài Tứ Quý Thạnh Phú” được Cục Sở hữu Trí tuệ công nhận ngày 12/3/2019 đã tạo ra cơ hội phát triển và nâng cao chất lượng, giá trị cho trái xoài Tứ Quý. Các mô hình trồng tập trung và đạt tiêu chuẩn cũng được đề xuất và hỗ trợ thúc đẩy gia tăng sản lượng cũng như chất lượng xoài, và quy hoạch vùng nguyên liệu ổn định cho chế biến. Tỉnh Bến Tre tập trung nền nông nghiệp bền vững, chú trọng nâng cao công tác hỗ trợ khoa học công nghệ đến với các hợp tác xã, doanh nghiệp vừa và nhỏ nhằm dần hình thành một quần thể đưa nền nông nghiệp phát triển. Xem trọng vai trò của người nông dân, HTX tham gia vào chuỗi liên kết giữa sản xuất và tiêu thụ, đóng vai trò trung gian, tham gia vào chuỗi giá trị của một ngành, một vùng nông sản.

Hiện nay, huyện Thạnh Phú tập trung đẩy mạnh các hoạt động ứng dụng khoa học công nghệ vào các lĩnh vực nông nghiệp, liên kết chuỗi giá trị sản phẩm; đồng thời triển khai Chuyển đổi số thí điểm tại xã Thạnh Phong và hoàn chỉnh Đề án Chuyển đổi số cấp huyện theo các nội dung chỉ đạo của tỉnh, phù hợp với điều kiện của địa phương. Đồng hành cùng chủ trương đó, HTX Dịch vụ Sản xuất Nông nghiệp Thạnh Phong được thành lập với 149 thành viên, tổng diện tích trồng xoài Tứ Quý lên đến hơn 30ha, trong đó có 16 ha thành viên trồng theo tiêu chuẩn GlobalGAP giúp nâng cao chất lượng xoài cũng như các sản

phẩm nông nghiệp và cho thấy khả năng tiêu thụ các sản phẩm. Ngoài ra, định hướng thương mại được quan tâm là các sản phẩm xoài qua chế biến có khả năng xuất khẩu nhằm từng bước thực hiện chuỗi liên kết tạo thành chuỗi giá trị, nâng cao vị thế của xoài Tứ Quý tại tỉnh Bến Tre trên thị trường.

Theo các nghiên cứu liên quan thì kích thước xoài Tứ Quý lớn (0,5 – 1,5kg/quả), đồng thời theo cảm quan mùi vị sẽ ít ngon hơn khi xoài chuyển sang trạng thái chín. Vì vậy, giải pháp nghiên cứu và phát triển đa dạng hóa các sản phẩm chế biến sâu là cần thiết và phù hợp để nâng cao giá trị nguồn nguyên liệu địa phương là xoài Tứ Quý. Dựa trên kết quả nghiên cứu ban đầu của Trường ĐH Nguyễn Tất Thành về việc phát triển một số sản phẩm chế biến từ nguyên liệu xoài Tứ Quý thu hoạch tại tỉnh Bến Tre, bước đầu ghi nhận quy trình sản xuất và phối chế nước ép xoài có áp dụng quá trình thanh trùng hỗ trợ vi sóng, với tỷ lệ phối trộn dịch xoài ép/nước $\frac{1}{2}$ có bổ sung 0,03% acid citric (w/v) và 0,16 % pectin (w/v) cho ổn định cao. Sản phẩm xoài sấy dẻo ứng dụng công nghệ thẩm thấu hỗ trợ siêu âm công suất 300W cho màu sắc và cảm quan đánh giá cao với tỷ lệ syrup đường $\frac{1}{4}$ (w/v). Bột xoài sấy phun bổ sung khoảng 10 -15% chất mang maltodextrin cho hàm lượng ẩm phù hợp với yêu cầu của bột, bề mặt hạt mịn, phân tán đều đo bằng phương pháp SEM. Các sản phẩm có hàm lượng vitamin lưu giữ hơn 30%; khả năng bắt gốc tự do DPPH 14 - 25% ức chế.

Tuy nhiên, các quy trình nghiên cứu sơ bộ cần được khảo sát và đánh giá, điều chỉnh đầy đủ các thông số nhằm có cơ sở khoa học để nâng quy mô sản xuất nhằm đạt về hiệu quả kinh tế, chất lượng theo vệ sinh an toàn thực phẩm, thời hạn sử dụng sản phẩm. Điều này giúp cho việc hoàn chỉnh và tiếp cận thị trường của các sản phẩm từ phòng thí nghiệm đến thị trường hàng hóa thuận tiện và an toàn. Các sản phẩm xoài sấy dẻo, nước uống xoài và bột xoài không chỉ cung cấp thành phần dinh dưỡng, giải quyết nguồn nguyên liệu mà còn gia tăng khả năng bảo quản, giảm thiểu diện tích lưu trữ, vận chuyển và tăng doanh thu cho doanh nghiệp tiếp nhận công nghệ và thương mại. Từ nhu cầu cấp thiết trên, vấn đề đầy mạnh nghiên cứu phát triển các sản phẩm chế biến có hoạt tính sinh học là hướng đi phù hợp cho ngành chế biến khu vực ĐBSCL nói chung và tỉnh Bến Tre nói riêng. Đề tài “Nghiên cứu hoàn thiện đa dạng hoá các sản phẩm từ xoài Tứ Quý Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre” được tiến hành để kịp thời đáp ứng nhu cầu đa dạng hóa sản phẩm, nâng cao giá trị gia tăng xoài Tứ Quý cho người nông dân, doanh nghiệp, người tiêu dùng.

2. Mục tiêu đề tài:

Mục tiêu tổng quát:

Xây dựng công nghệ và chuyển giao sản xuất đa dạng hóa các sản phẩm từ nguồn nguyên liệu xoài Tứ Quý tại địa phương huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre có chất lượng tốt, đạt tiêu chuẩn an toàn và khả năng bảo quản kéo dài bằng việc quản lý chặt chẽ vệ sinh trên dây chuyền sản xuất, ổn định các thông số kỹ thuật trong quá trình chế biến, lựa chọn phương thức bao gói phù hợp đối với từng sản phẩm nhằm nâng cao giá trị sử dụng, góp phần phát triển kinh tế bền vững của địa phương.

Mục tiêu cụ thể:

- Đánh giá thực trạng chế biến các sản phẩm từ xoài Tứ Quý trên địa bàn tỉnh Bến Tre.
- Xây dựng thành công quy trình chế biến và bảo quản 03 sản phẩm từ xoài Tứ Quý là xoài sấy dẻo, nước uống xoài và bột xoài.
- Chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất và ứng dụng hiệu quả mô hình thiết bị chế biến và bảo quản phát triển các sản phẩm từ xoài Tứ Quý tại 01 doanh nghiệp tại tỉnh Bến Tre.

3. Đối tượng nghiên cứu

Trái xoài Tứ Quý được thu hái từ huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre có tọa độ 9°56'53"B 106°30'51"E. Xoài có vỏ ngoài sáng, cứng, không dập úng có hàm lượng chất khô hoà tan cao, Bx > 18°.

4. Phạm vi nghiên cứu:

Nghiên cứu triển khai thực hiện tại Phòng thí nghiệm Trường ĐH Nguyễn Tất Thành và triển khai ứng dụng sản xuất thử nghiệm tại HTX Dịch vụ sản xuất nông nghiệp Thạnh Phong, huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre.

5. Kết quả so với đề cương thuyết minh:

- Hoàn thành 100 túi xoài sấy dẻo. Sản phẩm đạt tiêu chuẩn chất lượng theo TCCS viện dẫn QCVN 8-2:2011/BYT, Quyết định 46/2007/QĐ-BYT và thông tư số 24/2019/TT-BYT
- Hoàn thành 100 chai nước uống. Sản phẩm đạt tiêu chuẩn chất lượng theo TCCS viện dẫn QCVN 6-2:2010/BYT, TCVN 7946:2008, TCVN 5042:1994
- Hoàn thành 400 gói bột xoài Tứ Quý. Sản phẩm đạt tiêu chuẩn chất lượng theo TCCS viện dẫn QCVN 8-2:2011/BYT và QĐ 46/2007/QĐ-BYT
- Báo cáo: Tài liệu tổng hợp thực trạng thu hoạch, sơ chế, cũng như đánh giá chất lượng một số sản phẩm chế biến từ, chế biến các sản phẩm từ xoài Tứ Quý trên địa bàn tỉnh Bến Tre
- Đã xây dựng sơ đồ quy trình với thông số cụ thể và diễn giải quy trình gồm: (1) sơ chế và bảo quản xoài tươi, (2) chế biến và bảo quản sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý, (3) chế biến và bảo quản sản phẩm nước uống xoài từ xoài Tứ Quý, (4) chế biến và bảo quản sản phẩm bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi, (5) chế biến và bảo quản sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý.
- Báo cáo tập huấn, chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất, và công thức phát triển sản phẩm chế biến từ nguồn nguyên liệu xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp
- Chuyển giao ứng dụng hiệu quả mô hình thiết bị chế biến và bảo quản phát triển các sản phẩm từ xoài Tứ Quý tại 01 doanh nghiệp tại tỉnh Bến Tre
- Bài báo khoa học: 06 bài trong tạp chí khoa học công nghệ thuộc danh mục HĐCDGSNN
- Tham gia đào tạo: đào tạo 4 SV thực hiện đề tài gồm: Vũ Quang Minh, Nguyễn Thị Thanh Hương, Nguyễn Thị Phương Mai, Đỗ Thị Nhung (SV ĐH Công Nghiệp Thực Phẩm TP. Hồ Chí Minh).

6. Ý nghĩa thực tiễn

Đối với lĩnh vực KH&CN: Nghiên cứu thúc đẩy phát triển ngành công nghệ bảo quản nông sản, chế biến thực phẩm sản xuất đa dạng hóa các sản phẩm, góp phần gia tăng giá trị

cho xoài Tứ Quý tỉnh Bến Tre. Đề tài cung cấp dữ liệu cho hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ, đề xuất chính sách phát triển sản phẩm địa phương. Đối với tổ chức chủ trì thì đề tài giúp đội ngũ giảng viên, nghiên cứu viên Nhà trường triển khai ứng dụng đưa sản phẩm nghiên cứu vào thực tế, giúp cho việc giảng dạy đạt hiệu quả cao và thực tiễn hơn. Thúc đẩy liên kết nhà nước, nhà trường, doanh nghiệp và nhà nông trong nghiên cứu, phát triển sản phẩm. Đề tài tạo ra sản phẩm mang yếu tố xã hội, nâng cao giá trị sử dụng của nguyên liệu địa phương, người tiêu dùng được sử dụng sản phẩm có chất lượng an toàn vệ sinh thực phẩm; hoàn thiện chuỗi giá trị sản phẩm xoài, nâng cao chất lượng, phát huy hiệu quả kinh tế cho người nông dân tỉnh Bến Tre và các tỉnh lân cận.

Cơ sở ứng dụng kết quả nghiên cứu tiếp nhận được tiến bộ kỹ thuật, rút ngắn thời gian sản xuất thử nghiệm; tạo sản phẩm có độ tin cậy với người tiêu dùng nhờ vào kết quả được chuyển giao từ Nhà trường dựa trên các dữ liệu thực nghiệm khoa học đã khảo sát và đánh giá quy trình công nghệ, chất lượng sản phẩm. Ứng dụng thành công các công nghệ tiên tiến trong việc tạo ra các sản phẩm chế biến giảm thiểu góp phần nâng cao hiệu quả, chất lượng, đa dạng hóa và tính cạnh tranh của trái cây trên địa bàn tỉnh Bến Tre.

Đối với kinh tế - xã hội và môi trường: Đề tài triển khai có tính hiệu quả cao, góp phần quan trọng trong việc nâng cao năng lực, tạo thêm việc làm và thu nhập cho doanh nghiệp và người dân tại vùng triển khai đề tài; đồng thời hình thành cơ sở sản xuất chuỗi sản phẩm từ xoài Tứ Quý tỉnh Bến Tre. Đề tài xây dựng chuỗi công nghệ sản xuất, giảm thiểu nguy cơ ô nhiễm môi trường, tạo ra sản phẩm từ nguồn nguyên liệu địa phương, giúp tăng thu nhập cho người dân và các doanh nghiệp. Các quy trình công nghệ sản xuất được thực hiện một cách đầy đủ nhằm xây dựng được bài toán thích hợp về kỹ thuật công nghệ cần áp dụng cũng như các vấn đề đầu ra cho trái cây giúp cho vùng bị ảnh hưởng của biến đổi khí hậu chuyển đổi thành công cơ cấu nông nghiệp nông thôn; đáp ứng các mục tiêu phát triển ngành nông nghiệp theo Đề án tái cơ cấu ngành nông nghiệp theo hướng nâng cao giá trị gia tăng và phát triển bền vững.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. Giới thiệu về cây xoài

Xoài (tên khoa học *Mangifera indica*, họ *Anacardiaceae*, chi *Mangifera*) là loại cây ăn trái nhiệt đới có hơn 500 giống đã được phát hiện; 69 loài chủ yếu giới hạn trong khu vực nhiệt đới; ít nhất 350 giống đã được nhân giống và ươm trong vườn ươm thương mại. Xoài được trồng phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) với nhiều giống khác nhau xoài cát Hòa Lộc, xoài cát Chu, xoài Tứ Quý, xoài Úc, xoài keo,... Năm 2022 – 2023, Việt Nam có hơn 115.000 ha và sản lượng 969.000 tấn, trong đó ĐBSCL là vùng sản xuất xoài lớn nhất với 62.123 ha, chiếm đến 54.02% diện tích trồng xoài của cả nước (Bảo Hân & Hữu Nghĩa, 2023). Thành phần hoá học của xoài : xoài là vua của các loại trái cây, có mùi vị thơm ngon, màu sắc hấp dẫn và chứa thành phần dinh dưỡng khá cao (Tharanathan et al., 2006). Trong xoài có đầy đủ các thành phần hóa học chủ yếu là đường saccharose, fructose, glucose, xylose, maltose, acid hữu cơ chủ yếu acid citric ngoài ra còn có acid tatric, oxalic, malic). Vitamin C tập trung nhiều trong lúc trái xanh nhưng caroten lại tập trung nhiều khi quả chín. Trong xoài có 2 loại enzyme chính đó là peroxidase và polyphenoloxidase gây biến màu nâu của trái xoài. Xoài có chứa hàm lượng carotenoid cao nhất trong số 30 loại thực vật nghiên cứu carotenoid tại Việt Nam trong xoài chiếm 50,409 % (Ngọc et al. (2007)). Carotenoid được biết đến như là các hợp chất có khả năng chống oxy hóa do đó có thể có chức năng trong phòng chống lão hóa, ung thư... Thành phần hóa trong 100g phần ăn được của xoài chín cho thấy xoài cũng giàu vitamin A và C, có một lượng lớn ion K^+ và lượng beta carotene; chứa nhiều xơ năng lượng thấp, có ít chất béo và có ít ion Na^+ nên xoài rất tốt cho ăn kiêng (Nguyễn Công & Hà Thị Anh, 2007). Trong trái xoài còn chứa nhiều loại các acid amin trong đó có nhiều loại acid amin không thay thế được. Xoài là một nguồn thực phẩm chứa nhiều các hợp chất polyphenol khác nhau, các polyphenol chính trong xoài là mangiferin, catechin, quercetin, kaempferol, rhamnetin, anthocyanins, acid gallic và ellagic, propyl và methyl gallate, acid benzoic và acid protocatechuic. Polyphenol trong xoài, giống như các hợp chất polyphenolic khác, hoạt động như chất chống oxy hóa, chúng bảo vệ các tế bào của con người khỏi bị hư hại do stress oxy hóa dẫn đến peroxy hóa lipid, tổn thương DNA và nhiều bệnh thoái hóa.

CHƯƠNG 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

Nội dung 1. Nghiên cứu tổng quan, xây dựng hoàn chỉnh thuyết minh đề tài.

Nội dung 2. Đánh giá hiện trạng, chất lượng nguồn nguyên liệu và phương pháp sơ chế bảo quản xoài Tứ Quý tại tỉnh Bến Tre

Nội dung 3. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý

Nội dung 4. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm nước uống từ xoài Tứ Quý

Nội dung 5. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm bột xoài từ nguồn purée xoài Tứ Quý

Nội dung 6. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm bột xoài từ nguồn nguyên liệu xoài Tứ Quý tươi

Nội dung 7. Tư vấn, tính toán thiết kế, lắp đặt hệ thống thiết bị phục vụ quy trình sản xuất sản phẩm từ xoài Tứ Quý có kiểm soát các điều kiện an toàn vệ sinh thực phẩm tại doanh nghiệp tỉnh Bến Tre

Nội dung 8. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình sơ chế, xử lý và đóng gói xoài Tứ Quý tại tỉnh Bến Tre

Nội dung 9. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Nội dung 10. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến nước uống xoài từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Nội dung 11. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi tại doanh nghiệp

Nội dung 12. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến bột xoài từ purée xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Nội dung 13. Dự đoán thời gian bảo quản các sản phẩm từ xoài Tứ Quý được sản xuất thực tế theo mô hình Q₁₀

Nội dung 14. Hội thảo khoa học và báo cáo tổng kết kết quả thực hiện đề tài.

2.2. Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu, kỹ thuật sử dụng (Phụ lục đính kèm)

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Tất cả các nghiệm thức được thực hiện trong nghiên cứu được lặp lại 3 lần. Các kết quả được trình bày dưới dạng số liệu trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các số liệu ghi nhận trong từng thí nghiệm được tính toán và vẽ đồ thị bằng Excel 2013. Các phân tích phương sai một yếu tố (ANOVA) và khác biệt nhỏ nhất có ý nghĩa (LSD) đã được thực hiện bằng phần mềm JMP 13.0 tại $p < 0,05$.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Đánh giá hiện trạng, chất lượng nguồn nguyên liệu và phương pháp sơ chế bảo quản xoài Tứ Quý tại tỉnh Bến Tre

3.1.1. Thực trạng thu hoạch, sơ chế ảnh hưởng đến khả năng bảo quản nguyên liệu

3.1.1.1. Khảo sát ảnh hưởng của phương pháp thu hoạch và sơ chế

*** Thực trạng thu hoạch, sơ chế, đóng gói, bảo quản và phát triển sản phẩm từ xoài Tứ Quý tại huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre:**

Tiến hành khảo sát tình hình thu mua xoài nguyên liệu của cơ sở/doanh nghiệp sản xuất xoài tại huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre cho thấy nguồn nguyên liệu xoài được nhập vào đa phần thông qua hợp tác xã 17/41 phiếu, doanh nghiệp chủ động tìm kiếm nguồn nguyên liệu 25,49% (13/51 câu trả lời). Các sản phẩm chủ lực của cơ sở/doanh nghiệp (đơn vị) là xoài tươi không qua xử lý bảo quản chiếm 44,64%, sản phẩm xoài sấy và nước uống được quan tâm với tỷ lệ thấp hơn 25%; và không có sản phẩm bột từ xoài. Từ kết quả khảo sát cho thấy, việc triển khai nghiên cứu, phát triển đa dạng hoá, thực hiện sản xuất và cải tiến chất lượng các sản phẩm đã có từ xoài không chỉ đáp ứng được tình hình sản xuất hiện tại của xoài Tứ Quý mà còn cải thiện, giải quyết được nguồn nguyên liệu, nâng cao giá trị gia tăng của dòng xoài và cũng như một phần quảng bá thêm cho giống xoài này tại huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre. Các đơn vị hoạt động theo hình thức thu mua xong xử lý bảo quản rồi chế biến có 14/41 phiếu; công nghệ xử lý bảo quản và công nghệ sấy được áp dụng 3/41 đơn vị. Áp dụng công nghệ xử lý sau thu hoạch còn rất hạn chế tại địa phương kéo theo các khó khăn về bảo quản, chất lượng sản phẩm khi phân phối và thương mại hóa,... Quy mô sản xuất nhỏ lẻ chiếm tỷ lệ cao (3 cơ sở sản xuất 100 kg/mẻ, 5 cơ sở sản xuất 500 kg/mẻ; dưới 1 tấn/mẻ có 9/41 phiếu) đến hơn 1 tấn/mẻ (1/41 phiếu), và không có cơ sở quy mô lớn hơn 5 tấn/mẻ. Số lao động cần thiết của các đơn vị để sản xuất khá nhiều: lớn hơn 20 lao động có 19/41 phiếu, thông thường mỗi cơ sở giải quyết được từ 5 - 20 lao động địa phương có 13 phiếu.

Các dạng và khu vực mục tiêu phân phối sản phẩm từ xoài của các đơn vị trên địa bàn huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre chủ yếu phục vụ nhu cầu tại địa phương, trong khi thương mại sản phẩm chế biến từ xoài khá thấp (7/41 phiếu); nhu cầu xuất khẩu thấp (13,33%) vì chưa áp dụng quy trình công nghệ vào khâu xử lý sau thu hoạch nên dễ hư hỏng, thiếu hụt nguồn nguyên liệu, năng lực cơ sở hạ tầng nhỏ lẻ. Xoài và các sản phẩm chế biến từ xoài trên địa bàn có giá thành chưa cao (7/41 phiếu) nên nhu cầu áp dụng công nghệ và tư duy marketing rất quan trọng. Các đơn vị mong muốn tư vấn về quy trình công nghệ, xây dựng hệ thống quản lý sản xuất, tiếp cận và tìm hiểu về truy xuất nguồn gốc, hình thành sản phẩm đặc trưng thông qua đăng ký sản phẩm OCOP.

*** Ảnh hưởng của quá trình tiền xử lý xoài tươi bằng chlorine và nước ấm đến khả năng bảo quản xoài nguyên liệu**

Độ tuổi 1 (30 ± 1 ngày); độ tuổi 2 (36 ± 1 ngày); độ tuổi 3 (42 ± 1 ngày) tiền xử lý với dung dịch chlorine 200 ppm trong 15 phút và chần với nước ấm 50°C trong 5 phút và nhóm xử lý bằng dung dịch chlorine 1% mang lại hiệu quả như nhau với khả năng bảo quản xoài ở cả 3 độ tuổi. Dựa vào kết quả độ hao hụt khối lượng, quả được tiền xử lý chlorine 200 ppm và chần nước ấm 50°C có khả năng duy trì chất lượng của quả xoài khi độ mất khối lượng và tổng số bào tử nấm men, mốc là thấp nhất

3.1.1.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình bảo quản bằng chitosan

Đặc điểm ngoại quan: tiền xử lý bằng chlorine 200 ppm và chần nước ấm 50°C cho hiệu quả tốt và được lựa chọn tiếp cho bảo quản xoài bằng dung dịch chitosan 1%, chitosan 3%, và chitosan 1% (khối lượng phân tử $M_w = 3800 - 20000$ Daltons, với độ deacetyl $\geq 75\%$). Kiểm tra tổng số bào tử nấm men và nấm mốc của các quả xoài khi bắt đầu quá trình bảo quản không cho thấy bất kỳ phát hiện. Ngày cuối của quá trình bảo quản, tổng số bào tử nấm men, mốc được tìm thấy ít nhất ở mẫu tiền xử lý bằng chlorine 200 ppm và nước ấm 50°C trước khi được bảo quản bằng chitosan 1%. Lượng nấm men, mốc phát triển ít nhất khi áp dụng vào xoài ở độ tuổi 1, nên xoài được bảo quản ngay sau khi thu hoạch cho hiệu quả bảo quản tốt hơn so với độ tuổi 2 và 3. Tổng bào tử nấm men, mốc của mẫu xoài bảo quản bằng chitosan 1% (chlorine 200 ppm) và bảo quản bằng chitosan 3% trong nghiên cứu thấp hơn so với nghiên cứu Parvin và cộng sự khi áp dụng bảo quản xoài với lớp phủ chitosan và ở nồng độ 1500 ppm trong túi zip (6×10^2 CFU/g) ở nhiệt độ phòng ($26-28^\circ\text{C}$).

3.1.2. Đánh giá chất lượng xoài tươi trong chuỗi và một số sản phẩm chế biến từ xoài và chất lượng các dòng sản phẩm

3.1.2.1. Khảo sát đánh giá chất lượng sản phẩm xoài Tứ Quý tươi trong con đường đi của sản phẩm nhằm đảm bảo chất lượng sản phẩm

Các giai đoạn sau thu hoạch của xoài trong con đường đi của sản phẩm và sơ đồ bố trí theo dõi tính chất quả xoài sau thu hoạch (Hình 3.11): Giai đoạn thu hoạch, phân loại (GD1); Giai đoạn xử lý nấm, vi sinh vật (GD2); Giai đoạn đóng gói (GD3); Giai đoạn lưu trữ ở vừa (GD4); Giai đoạn lưu trữ ở chợ đầu mối (GD5); Giai đoạn lưu trữ ở siêu thị (GD6); Giai đoạn lưu trữ tại nhà người tiêu dùng (GD7).

* Cảm quan và biến đổi màu sắc: màu sắc của quả xoài đều biến đổi từ xanh sang vàng tươi rồi chuyển dần sang vàng sậm trong con đường đi của sản phẩm

* Tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên: Phương pháp xử lý xoài bằng nước nóng có tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên cao hơn mẫu không xử lý ở tất cả các giai đoạn

* Tổng chất rắn hòa tan: TSS mẫu đối chứng từ 14,3 đến 18,83 °Bx; mẫu xoài chần nước nóng có giá trị 14,3 đến 18,93 °Bx, TSS của xoài Tứ Quý trong quá trình mô phỏng

không có sự khác biệt ở hai phương pháp xử lý. TSS ở GD6 tăng mạnh ở cả hai phương pháp xử lý; mẫu đối chứng tăng khoảng 1,27 lần từ 14 °Bx GD5 lên 17,8 °Bx GD6.

* Hoạt độ nước: Mẫu xoài GD 4 có sự giảm nhẹ ở cả hai phương pháp xử lý và tăng trở lại ở GD). Mẫu tiền xử lý bằng nước nóng có $a_w = 0,966$ giai đoạn đóng gói; mẫu đối chứng có kết quả cao nhất giai đoạn sau thu hoạch $a_w = 0,964$.

- Độ ẩm: % độ ẩm của xoài ở cả hai phương pháp có xu hướng tăng, mẫu đối chứng có giá trị từ 65,54% đến 76,187%, mẫu chần nước nóng ghi nhận từ 65,54% đến 76,32%. Mẫu nghiên cứu ở giai đoạn xử lý nấm, vi sinh vật (GD2) có hàm lượng ẩm cao nhất trong quá trình đánh giá và cao hơn khoảng 1,26 lần so với giai đoạn sau thu hoạch (tăng từ 65,54% đến 82,563%).

* Độ acid :Giai đoạn xử lý nấm, vi sinh vật (GD2) của mẫu xoài xử lý bằng nước nóng có gia sự tăng, giá trị acid tổng tăng từ 0,0981% GD1 và 0,1195% GD2. Trong quá trình bảo quản, hàm lượng acid tổng số của xoài không được xử lý luôn thấp hơn xoài được xử lý bằng nước nóng. Mẫu đối chứng có hàm lượng TA giảm từ 0,0981 % xuống còn 0,043% sau 7 giai đoạn mô phỏng, trong khi đó, mẫu chần nước nóng giảm từ 0,0981% xuống còn 0,0512%. Quá trình xử lý xoài bằng nước nóng 52 °C trong 5 phút có tác dụng hạn chế sự biến đổi hàm lượng axit tổng số.

* Giá trị pH: mẫu xử lý bằng nước nóng có sự suy giảm từ pH 4,253 giai đoạn lưu trữ ở vừa GD4 xuống pH 3,937 giai đoạn lưu trữ ở chợ đầu mối GD5. Mẫu đối chứng cũng có xu hướng giảm nhẹ, giảm từ pH 4,777 ở giai đoạn lưu trữ ở chợ đầu mối GD5 xuống pH 3,913 giai lưu trữ tại siêu thị GD6.

- TSC: sự thay đổi TSC của xoài Tứ Quý có xu hướng tăng trong con đường đi của sản phẩm, mẫu đối chứng có giá trị từ 70,76 đến 73,21 mg/g, mẫu được xử lý bằng nước nóng có kết quả 70,71 đến 72,04 mg/g. Hàm lượng đường tăng lên qua từng giai đoạn, sự thay đổi TSC có thể tăng do chuyển đổi tinh bột hoặc cacbohydrat phức tạp thành hợp chất đơn giản. Giai đoạn sau thu hoạch GD1 đến giai đoạn lưu trữ ở vừa GD4 thì TSC không có sự thay đổi; giai đoạn khi lưu trữ tại chợ đầu mối GD5 đến giai đoạn khi lưu trữ tại siêu thị GD6, lưu trữ tại nhà người tiêu dùng GD7 thì TSC có sự thay đổi và mẫu đối chứng đạt 73,21 mg/g cao hơn mẫu xử lý bằng nước nóng 72,04 mg/g. T

- TAA của xoài Tứ Quý mẫu đối chứng và mẫu xử lý bằng nước nóng có xu hướng giảm qua từng giai đoạn, mẫu đối chứng có giá trị giảm từ 21,47 xuống 18,88 mg/100g; mẫu xử lý bằng nước nóng ghi nhận giảm 21,38 xuống 20,43 mg/100g. Sự biến đổi TAA từ giai đoạn sau thu hoạch GD1 đến giai đoạn lưu trữ ở vừa GD4 không có sự thay đổi nhiều trong mẫu đối chứng và mẫu xử lý bằng nước nóng tương ứng 20,18 mg/100g và 20,68 mg/g. Giai đoạn khi lưu trữ tại chợ đầu mối GD5 đến giai đoạn khi lưu trữ tại siêu thị GD6, lưu trữ tại nhà người tiêu dùng GD thì TAA có sự thay đổi, mẫu đối chứng đạt 18,88 mg/100g thấp hơn so với mẫu được xử lý bằng nước nóng 20,43 mg/100g.

* Hàm lượng polyphenol tổng (TPC) trong quá trình mô phỏng con đường đi của sản phẩm sau thu hoạch xoài Tứ Quý của mẫu đối chứng có xu hướng giảm nhẹ từ 0,922 đến 0,677 mgGAE/g VCK, giai đoạn đóng gói GĐ3 có hàm lượng TPC cao nhất 0,992 mgGAE/g VCK. Mẫu xoài được xử lý bằng nước nóng thì TPC từ 0,922 đến 3,304 mgGAE/g VCK. Giá trị TPC tăng 3,58 lần từ 0,922 mgGAE/g VCK giai đoạn sau thu hoạch GĐ1 đến 3,304 mgGAE/g VCK giai đoạn xử lý nấm, vi sinh vật GĐ2. Phương pháp xử lý bằng nước nóng ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng TPC là do dưới sự tác dụng của nhiệt, các thành phần polyphenol có sự gia tăng nhanh chóng, tương tự với xu hướng của giá trị độ Brix. Mẫu được xử lý bằng nước nóng có hàm lượng TPC cao hơn so với mẫu đối chứng trong quá trình mô phỏng con đường đi của sản phẩm.

- Hàm lượng flavonoid tổng (TFC): có xu hướng tăng ở những giai đoạn đầu và giảm dần ở những giai đoạn cuối trong con đường đi của sản phẩm. TFC tăng cao nhất mẫu xử lý bằng phương pháp chần nước nóng 12,474 mgQE/g VCK ở giai đoạn xử lý nấm, vi sinh vật GĐ2, cao hơn khoảng 2,4 lần so với mẫu xoài sau thu hoạch GĐ1. TFC cao nhất mẫu đối chứng 5,820 mgQE/g VCK tại giai đoạn đóng gói GĐ3, thấp hơn khoảng 1,73 lần ở mẫu chần nước với cùng giai đoạn. Mặt khác, TFC của mẫu được xử lý bằng nước nóng giảm mạnh từ 9,944 mgQE/g VCK ở giai đoạn lưu trữ ở vừa GĐ3 xuống 7,203 mgQE/g VCK ở giai đoạn lưu trữ ở chợ đầu mối GĐ4.

- Khả năng khử gốc tự do DPPH và ABTS: Đối với phương pháp khử DPPH, mẫu được xử lý bằng nước nóng có hàm lượng chất kháng oxy hóa tăng mạnh, tăng gấp 1,3 lần từ 26,31 mg AA/g VCK giai đoạn lưu trữ tại chợ đầu mối GĐ4 đến 33,99 mg AA/g VCK giai đoạn lưu trữ ở siêu thị GĐ5. Mẫu xoài khử gốc tự do ABTS tăng từ 64,234 đến 95,038 mg AA/g VCK. Trong quá trình đánh giá khả năng khử gốc tự do DPPH và ABTS của mẫu nghiên cứu ở hai phương pháp xử lý hầu hết đều có xu hướng tăng dần từ giai đoạn đóng gói GĐ3 đến giai đoạn lưu trữ ở siêu thị GĐ5 và suy giảm ở giai đoạn lưu trữ tại nhà người tiêu dùng GĐ7. Hàm lượng chất kháng oxy hóa trong phép thử ABTS đạt giá trị cao nhất 77,6868 mg AA/g VCK mẫu đối chứng và 95,038 mg AAE/100 g VCK mẫu được xử lý bằng nước nóng. Phương pháp xử lý là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng chất chống oxy hóa trong quả xoài.

3.1.2.2. Đánh giá một số sản phẩm chế biến từ xoài trên thị trường và phân tích đánh giá chất lượng các dòng sản phẩm

Chất lượng của các sản phẩm chế biến từ xoài đã thương mại được đánh giá (Bảng 3.8): tổng chỉ tiêu phân tích đều nằm trong ngưỡng giới hạn và phù hợp với QCVN 8-2 và 8-3: 2012/BYT; TCVN 7041:2009; Quyết định 46/2007/QĐ-BYT; Thông tư số 24/2019/TT-BYT. Cụ thể, đối với 03 sản phẩm xoài sấy dẻo thị trường, giới hạn kim loại nặng của Chì cho kết quả Không phát hiện (KPH) với ngưỡng phát hiện thấp hơn 0,01, thấp hơn giới hạn tối đa quy định 2mg/kg; KPH hàm lượng Arsen với ngưỡng 0,05. Tổng số vi

sinh vật hiếu khí và tổng nấm men nấm mốc (<10 CFU/g) phù hợp cho sản phẩm “sấy”. Ngoài ra, các chủng vi sinh vật gây bệnh đặc trưng cũng được kiểm nghiệm đạt dưới ngưỡng cho phép điển hình như *E. coli*, *B. cereus*, *C. perfringens*, Coliforms. Sản phẩm nước xoài có kết quả tương tự. Tuy nhiên, có 01 sản phẩm thương mại thị trường mẫu STM3 có tổng vi sinh vật hiếu khí vượt ngưỡng cho phép ($1,9 \times 10^3$), có khả năng bao bì của mã này bị nhiễm chéo trong quá trình tiêu thụ. Tiêu chuẩn chất lượng bột xoài về protein, Vitamin C, đường (bao gồm đường khử), hàm lượng chất béo, carbohydrate được cho phép “Tự công bố”, các giới hạn về hàm lượng kim loại nặng như Chì, thủy ngân cho kết quả KPH, ngoài ra giới hạn vi sinh vật phù hợp với quy định và được thương mại trên thị trường.

3.1.3. Đánh giá đặc điểm, tính chất vật lý, thành phần hóa học, các hoạt chất sinh học của nguyên liệu xoài Tứ Quý theo độ tuổi thu hoạch

Phân tích và đánh giá đặc điểm, tính chất vật lý và xây dựng bảng màu chỉ của nguyên liệu xoài Tứ Quý theo độ tuổi thu hoạch

Mẫu 1: Quả xoài có màu xanh đậm, to ở phần cuống và nhỏ dần về phần đầu quả xoài, phần thịt quả có màu vàng sáng, chiều dài khoảng 14cm, đường kính khoảng 8cm; **Mẫu 2:** Quả xoài chuyển màu vàng ở phần cuống và có màu xanh ở phần đầu, tổng thể to hơn mẫu 1, thịt quả có màu vàng nhạt đều, chiều dài khoảng 16cm, đường kính khoảng 10cm; **Mẫu 3:** Quả xoài có vỏ màu vàng đều, tổng thể to hơn mẫu 1 và 2, thịt quả có màu vàng cam, chiều dài khoảng 16 cm, đường kính khoảng 18 cm; **Mẫu 4:** Quả xoài có màu màu vàng đều, xuất hiện một vài đốm ngả màu nâu đen trên phần vỏ quả, tổng thể to hơn mẫu 1, 2 và 3, thịt quả vàng cam đậm, một phần thịt quả bị hỏng, chiều dài khoảng 19 cm, đường kính khoảng 14 cm

- Màu sắc của xoài Tứ Quý được đánh giá dựa trên màu sắc của vỏ và thịt quả: trong quá trình chín, màu sắc quả biến đổi lần lượt từ màu xanh lá sang vàng nhạt, vàng đậm tùy theo độ tuổi của nguyên liệu. Quá trình phát triển gây ra sự biến đổi màu sắc của xoài ở vỏ và thịt quả và sự suy giảm giá trị L^* lần lượt vỏ và thịt quả xảy ra mạnh ở giai đoạn chín 1/3 ($70,67 \pm 1,71^a$ và $79,13 \pm 0,28^a$) đến chín đều ($61,89 \pm 1,08^c$ và $68,27 \pm 1,62^b$) và ở thịt quả giá trị L^* giảm mạnh hơn ở vỏ quả.

- Khối lượng và kích thước của quả xoài thay đổi tùy thuộc theo nhiệt độ, khí hậu và điều kiện canh tác. Tỷ lệ phân bố các bộ phận là một trong những yếu tố quan trọng để đánh giá chất lượng của quả, thể hiện được thành phần có thể sử dụng trong quả tươi và dùng trong chế biến. Tỷ lệ thịt quả và hạt quả tăng trong giai đoạn chín 1/3 ($80,2^a$ và $10,0^a$) đến chín đều ($81,3^a$ và $10,2^a$) và hạt quả quá chín có tỷ lệ cao nhất $12,9^a$. Tỷ lệ thịt quả đến giai đoạn quá chín giảm do sự mất nước khi quả chín hoặc là do sự gia tăng khối lượng của hạt quả.

- Chỉ số L^* , a^* , và b^* của xoài giảm đáng kể, phản ánh sự mất đi độ sáng và sự giảm của màu đỏ và vàng. Sau giai đoạn gọt vỏ, sự giảm nhẹ trong độ sáng L^* , sự tăng cường màu sắc, đặc biệt là ở chỉ số a^* , nơi màu đỏ trở nên nổi bật hơn. Khi loại bỏ lớp vỏ bên ngoài, sự ổn định của màu vàng (b^*) sau quá trình gọt vỏ, cấu trúc bên trong của trái xoài có thể giữ lại hoặc cải thiện các thuộc tính màu sắc trong quá trình chín. Theo dõi sự thay đổi màu sắc như một chỉ số của chất lượng trong quá trình chín và sơ chế. Sự biến đổi màu sắc không chỉ ảnh hưởng đến thu hút người tiêu dùng mà còn là dấu hiệu của các thay đổi về chất lượng, bao gồm hương vị và giá trị dinh dưỡng.

Phân tích và đánh giá thành phần hóa học của nguyên liệu xoài Tứ Quý theo độ tuổi thu hoạch

- Độ ẩm của quả tăng không đáng kể qua độ chín, mẫu 4 (quả quá chín) có độ ẩm cao nhất $82,11 \pm 2,14^a$. Độ cứng của xoài có xu hướng giảm trong quá trình chín, mẫu 1 (quả xanh) có độ cứng cao nhất $13,47 \pm 0,49^a$ (N), mẫu 4 (quả quá chín) có độ cứng thấp nhất $4,03 \pm 0,15^d$ (N). Cơ chế của sự chuyển hóa cấu trúc quả xoài Tứ Quý từ cứng sang mềm là do sự thủy phân của polysaccharides ở lớp giữa của thành tế bào và sự tăng cao của các enzyme thủy phân thành tế bào.

- Độ pH thể hiện tính axit của quả, có xu hướng tăng từ quả xanh đến quả quá chín, trong đó, giá trị pH thấp nhất $1,5 \pm 0,20^a$, giá trị pH cao nhất $4,57 \pm 0,06^d$. TA (%) của xoài được biểu diễn bằng phần trăm của axit citric và TA của xoài chủ yếu là do hàm lượng axit citric và axit malic. TA giảm dần theo độ chín, quả xanh cao nhất $0,31 \pm 0,02^a$ (%) và quả quá chín thấp nhất $0,11 \pm 0,02^c$ (%). Quả xanh trong tế bào thịt quả chứa nhiều axit hữu cơ, và khi chín thì TA sẽ giảm dần do các axit hữu cơ bị trung hòa bởi các chất kiềm hoặc tác dụng với các loại rượu trong quả (quá trình lên men polysaccharides) để tạo nên este.

- Hàm lượng đường tổng và TSS tăng khi độ chín của quả tăng, quả xanh có hàm lượng đường tổng và TSS thấp nhất lần lượt $402,17 \pm 16,2^c$ (mg/g DW) và $13,0 \pm 0,69^c$ (°Brix), quả quá chín có các giá trị lần lượt $688,948 \pm 50,78^a$ (mg/g DW) và $17,4 \pm 1,04^a$ (°Brix). Trong giai đoạn chín của quả, quá trình trao đổi đường và chuyển hóa tinh bột thành đường được diễn ra nên quá trình hô hấp thực vật hoạt động nhằm tiêu hao lượng đường có trong quả. Tuy nhiên quá trình hô hấp chuyển hóa chậm hơn so với quá trình chuyển hóa tinh bột thành đường, dẫn đến TSS và hàm lượng đường tổng trong quả tăng. Sự gia tăng TSS trong quá trình chín là do sự tích tụ của đường tự do từ quá trình thủy phân tinh bột bởi sự hoạt động của các amylase.

Mối tương quan giữa thành phần và thời gian thu hoạch xoài: mối quan hệ giữa độ chín và độ cứng của trái xoài có tương quan âm cao $r = -0,998$ nên khi xoài chín thì độ cứng giảm đáng kể. Dữ liệu nghiên cứu không chỉ cung cấp sự biến đổi cấu trúc khi trái cây chín mà còn có ý nghĩa thực tiễn trong việc quyết định thời điểm thu hoạch và bảo quản, nhằm

đảm bảo chất lượng tốt nhất. Tương tự, sự tương quan cao giữa độ chín và pH ($r = 0.995$) nên sự ổn định pH đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì hương vị và chất lượng tổng thể của trái cây sau khi chín. Đáng chú ý là mối quan hệ giữa TA và các thuộc tính khác, trong đó, mức độ acid giảm khi xoài chín, đồng thời với sự mất độ cứng và tăng độ ẩm cho thấy sự biến đổi phức tạp trong cấu trúc và thành phần hóa học của trái xoài trong quá trình chín.

Xây dựng tương quan giữa tính chất vật lý và thành phần hóa học: hàm lượng protein của xoài $0,63 \pm 0,03$ (%), hàm lượng béo $0,14 \pm 0,02$ (%); hàm lượng tro đạt khoảng $0,36 \pm 0,04$ (%); hàm lượng xơ $0,88 \pm 0,03$ (%). Khi phân tích sự tương tác các thành phần trong xoài theo Bảng 3.10 thì có sự tương quan thuận và mạnh nhất giữa protein và đường tổng (1,00); tiếp theo là TSS và pH với giá trị đạt 0,998. Sự chuyển đổi giá trị TSS cho thấy “độ ngọt” của xoài tăng kéo theo sự tăng pH. Mối tương quan nghịch xảy ra tại rất nhiều giá trị, cao nhất là TA và hàm lượng béo ($r = -0,98$) vì khi thời gian thu hoạch kéo dài, quả xoài chín và hàm lượng TA giảm để chuyển hoá thành các hợp chất khác.

Phân tích và đánh giá các hợp chất có hoạt tính sinh học của nguyên liệu xoài Tứ Quý theo độ tuổi thu hoạch

- Hàm lượng TPC giảm khi độ chín tăng và cao nhất ở quả xanh $4,97 \pm 0,1^a$ mgGAE/gDW và thấp nhất ở quả quá chín $2,67 \pm 0,24^c$ mgGAE/ DW. TPC có xu hướng giảm do quá trình oxy hóa và hóa nâu do enzyme, trong quá trình chín quả chịu tác động của các tia cực tím cao, ảnh hưởng của nhiệt độ dẫn đến sự chi phối của các phản ứng oxy hóa trong quả. TFC trong quả xanh cao nhất $1,98 \pm 0,29^a$ mgQE/g DW và thấp nhất ở quả chín đều $1,33 \pm 0,16^b$ mgQE/g FW.
- Vitamin C có xu hướng giảm và cao nhất ở quả xanh $0,92 \pm 0,16^a$ (mgAA/g DW) và thấp nhất là quả quá chín $0,65 \pm 0,16^a$ (mgAA/g DW).
- Hàm lượng carotenoic là do sự phân hủy chlorophyll và tổng hợp các loại anthocyanin khác nhau cùng với sự tích lũy của chúng trong không bào như caroten, xanthophyll và lycopene. Nghiên cứu cho thấy hàm lượng carotenoid tăng đều theo độ chín, có hàm lượng carotenoic $2,39 \pm 0,03^d$ mg/g DW (xoài xanh), $11,23 \pm 0,1^a$ mg/g DW (xoài quá chín). Khi trái chín chlorophyll bị phân hủy, lượng carotenoid tăng.; và đây là sự khác biệt về màu sắc, xoài càng chín hàm lượng carotenoic càng cao.
- Khả năng bắt gốc tự do của DPPH và ABTS có ý nghĩa thống kê đối với độ chín, trong đó, giá trị DPPH và ABTS có xu hướng giảm theo 4 mức độ chín. Quả xanh có giá trị DPPH và ABTS cao nhất lần lượt $4,17 \pm 0,15^a$ và $1,7 \pm 0,11^a$ mgAA/g DW. Quả chín có giá trị DPPH và ABTS thấp nhất lần lượt $0,8 \pm 0,13^d$ và $0,71 \pm 0,07^d$ mgAA/g DW.

3.1.4. Đánh giá thực trạng đóng gói, các điều kiện tự nhiên ảnh hưởng đến bảo quản xoài nguyên liệu

Nhiệt độ 5-10 °C giúp giữ được chất lượng cảm quan cho quả xoài tốt hơn về mặt màu sắc, mùi vị và cấu trúc của quả. Sự thay đổi màu sắc của vỏ xoài: giá trị L^* ở 4 mức nhiệt độ khác nhau giảm trong 4 tuần bảo quản. Nhiệt độ 25 °C, giá trị L^* giảm nhiều nhất 61.87 ± 0.13 ; nhiệt độ 15 °C là 74.23 ± 0.36 , nhiệt độ 5 °C, 10 °C ít biến đổi tương ứng 78.48 ± 0.08 và 76.24 ± 0.09 . Thay đổi nhiệt độ trong L^* phù hợp với hình ảnh trực quan khi bảo quản xoài chuyển sang màu sáng hơn (vàng). Ngược lại, giá trị a^* , b^* sau 4 tuần có xu hướng tăng có nghĩa rằng khi bảo quản nhiệt độ cao thì màu sắc dễ biến đổi màu từ xanh sang vàng như nhiệt độ 25 °C thì giá trị a^* tương ứng từ -2.37 ± 0.07 lên 8.23 ± 0.06 .

Sau 4 tuần, mẫu bảo quản 25 °C có độ suy giảm khối lượng cao nhất 14.78%, mẫu 15 °C là 9.80% và mẫu có độ giảm khối lượng thấp nhất ở 5-10 °C nên đây là nhiệt độ hợp lý để bảo quản xoài Tứ Quý tươi. Đồng thời, TSC của xoài có xu hướng tăng dần theo thời gian bảo quản: TSC của mẫu xoài bảo quản tươi tăng ở tuần thứ 4, giá trị này tăng đều và ổn định trong thời gian bảo quản. Sau 4 tuần bảo quản xoài, TSC đạt 82,00 mg/g ở nhiệt độ 25 °C so với TSC ở nhiệt độ thấp (5 °C, 10 °C, 15 °C) là (77,12 mg/g; 78,25 mg/g; 79,85 mg/g). Ngoài ra, hàm lượng vitamin C của xoài giảm sau 4 tuần bảo quản: mẫu 25 °C từ 21,43 còn 11,63 mg/100g, mẫu 15 °C còn 14,61 mg/100g. Mẫu bảo quản nhiệt độ 5 và 10 °C giảm chậm hơn tương ứng từ 21.43 còn 16.77 mg/100g (10 °C), 18.67 mg/100g (5 °C).

Nấm men, nấm mốc tăng qua các tuần bảo quản và thể hiện rõ ở nhiệt độ 15 °C và 25 °C có hiện tượng nấm men, nấm mốc xuất hiện ở tuần đầu trong giới hạn cho phép nhưng sau đó có xu hướng tăng mạnh ở tuần thứ 4 tương ứng $2,3 \times 10^2$ và $2,6 \times 10^3$. Nhiệt độ 5 °C, 10 °C nấm men nấm mốc có xu hướng phát triển chậm tương ứng 24 CFU/g và 48 CFU/g, cho thấy bảo quản xoài Tứ Quý ở nhiệt độ 5, 10 °C là phù hợp.

3.2. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý

3.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của nguyên liệu, quá trình chần, quá trình thẩm thấu đến quá trình chế biến

Ảnh hưởng của độ chín kỹ thuật, độ dày lát xoài đến quá trình chế biến

Kích thước lát xoài khảo sát từ 6 đến 12 mm, nhiệt độ chần 90°C trong 4 phút, giới hạn dưới 6 mm nhằm hạn chế cấu trúc lát xoài mềm, dễ vỡ; giới hạn trên 12 mm thích hợp không quá dày để tạo định hình cho sản phẩm xoài sấy. Độ dày lát xoài 6 mm cho giá trị ngoại quan mềm và màu sắc so với mẫu tươi cao nhất; độ dày 12 mm cứng, màu sắc sáng hơn so với các mẫu 6 mm và 8 mm; độ dày 8 mm và 10 mm có cấu trúc tốt hơn mẫu 6 mm. Các thông số màu sắc (L^* , a^* , b^* , ΔE^*): giá trị ΔE^* của các mẫu 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm lần lượt $32,26 \pm 0,75$, $28,88 \pm 0,61$, $7,86 \pm 0,89$, $16,19 \pm 1,66$. Độ dày lát xoài 10 mm có ΔE^* $7,86 \pm 0,89$ thấp được lựa chọn nhằm bảo toàn màu sắc gần mẫu ban đầu vì khi chần nhiệt độ 90°C trong 4 phút thì mẫu có độ dày càng mỏng thì cấu trúc dễ vỡ, suy giảm màu

sắc. Khi chần nhiệt độ 90°C trong 4 phút thì mẫu có độ dày 6, 8, 10 mm bắt hoạt được enzym PPO, và không thể làm bất hoạt được hoàn toàn enzym PPO ở mẫu xoài có độ dày 12 mm (thể hiện màu nâu đỏ). Ảnh hưởng của độ dày lát xoài đến TPC trong quá trình chần: độ dày 12 mm thì TPC đạt cao nhất $105,31 \pm 2,32$ mgGAE/gDW; độ dày 6 mm thì TPC đạt $66,12 \pm 1,44$ mgGAE/gDW bằng mẫu đối chứng. Độ dày lát xoài 12 mm cho giá trị TPC cao, giá trị cảm quan và màu sắc tốt, tuy nhiên không làm bất hoạt enzyme PPO là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá hiệu quả của quá trình chần nên chọn độ dày lát xoài 10 mm phù hợp.

3.2.1.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình chần đến chất lượng của sản phẩm

- Nhiệt độ trong quá trình chần từ 80-95°C với độ dày lát xoài 10 mm, thời gian chần 4 phút. Nhiệt độ chần 90°C trong thời gian 4 phút có thể làm bất hoạt được enzym PPO, cho màu sắc và TPC phù hợp nên được lựa chọn.
- ΔE^* từ $25,45 \pm 1$ (3 phút) lên $45,1 \pm 1,16$ (6 phút).
- Nhiệt độ tăng từ 80-90°C thì TPC có xu hướng tăng, tuy nhiên, nhiệt độ 95°C thì TPC giảm đến mức thấp nhất $67,97 \pm 1,41$ mgGAE/gDW tương đương với mẫu đối chứng. Nhiệt độ 90°C thì TPC đạt giá trị cao nhất $102,76 \pm 1,73$ mgGAE/gDW nên khi chần nhiệt độ phù hợp 90 °C thì sự khuếch tán các phân tử nước vào trong lát xoài càng nhanh giúp giữ lại hợp chất polyphenol cao nhất. Tăng thời gian chần từ 3 phút đến 4 phút thì TPC tăng từ $74,25 \pm 1,02$ đến $91,33 \pm 2,57$ mgGAE/gDW, tăng đến 5 phút và 6 phút thì TPC giảm xuống tương ứng $85,16 \pm 2,17$ và $85,00 \pm 3,33$ mgGAE/gDW) vì quá trình chần kéo dài sẽ phân hủy các hợp chất hoạt tính nhạy cảm với nhiệt như polyphenol.

3.2.1.3. Khảo sát ảnh hưởng của thành phần và tỷ lệ dung dịch thẩm thấu

- 25 - 30 °Bx và 35 – 40 °Bx. Khi bổ sung syrup đường so với mẫu đối chứng, thì độ cứng giảm từ 41532N còn khoảng 40552N, càng tăng đến 40 °Bx thì độ cứng 21664N.

TPC có xu hướng giảm khi tăng nồng độ từ 25 đến 40 °Bx, mẫu 25, 30 °Bx cho TPC cao nhất $35,99 \pm 1,73$ và $37,15 \pm 1,41$ mgGAE/gDW; giảm so với mẫu đối chứng 32,32%. TPC thấp khi mẫu 40 °Bx là $24,8 \pm 1,37$ mgGAE/gDW và 35 °Bx là $27,23 \pm 1,24$ mgGAE/gDW. Mẫu 25 và 30 °Bx cho giá trị TPC là cao nhất, tuy nhiên, về mặt cảm quan mẫu thẩm thấu 30 °Bx cho màu sắc vàng đều hơn, độ ngọt chua và mùi phù hợp hơn về cảm quan so với mẫu thẩm thấu 25 °Bx. Nồng độ 0,5% acid citric cho lát xoài có vị chua nhẹ,

- Nồng độ glycerol tăng từ 0,2-0,4% thì lát xoài cho màu sắc đẹp, mềm, dẻo phù hợp về mặt cảm quan, nồng độ glycerol 0.1% thì lát xoài có màu sắc tối, độ dẻo chưa đạt về mặt cảm quan. Bổ sung glycerol làm tăng độ cứng của lát xoài từ ($31274,99 \pm 895,369$ N). Khi từ 0,1 đến 0,4% thì TPC có xu hướng giảm từ $108,3 \pm 5,66$ xuống $69,27 \pm 2,98$ mgGAE/gDW. Về mặt cảm quan mẫu có nồng độ glycerol 0,2% và 0,3% có màu sắc, mùi vị tốt hơn, độ dẻo của lát xoài phù hợp cảm quan nên chọn nồng độ glycerol 0,2% có giá trị TPC cao $84,45 \pm 1,56^c$ mgGAE/gDW

3.2.1.4. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình thẩm thấu chân không

Thời gian thẩm thấu 90 phút thì màu sắc lát xoài không đồng đều, vị ngọt nhẹ do thời gian ngắn dẫn đến không thẩm thấu được vào bên trong lát xoài. Thời gian thẩm thấu 120-180 phút cho lát xoài có màu sắc đồng đều, vị ngọt vừa phải, cấu trúc phù hợp với cảm quan. nhiệt độ 35°C thì TPC có giá trị cao nhất $77,55 \pm 2,81$ mgGAE/gDW và giảm 13,20% so với mẫu đối chứng. Thời gian thẩm thấu 150 phút cho sản phẩm đạt giá trị cảm quan như màu sắc đẹp, mùi vị phù hợp.

3.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình sấy và hoàn thiện quy trình công nghệ

3.2.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình sấy đến chất lượng sản phẩm

* Ảnh hưởng của phương pháp sấy đến chất lượng sản phẩm

Phương pháp sấy nóng đối lưu: Quá trình có độ dốc nhanh hơn khi nhiệt độ tăng lên, nhiệt độ càng cao thì tốc độ sấy đạt được càng nhanh và thời gian sấy mẫu càng ngắn. Mẫu được sấy ở nhiệt độ từ đến 55 °C và 60 °C có độ thoát ẩm thu được ở nhiệt độ sấy mất nhiều thời gian hơn so với nhiệt độ 65, 70 °C. Độ ẩm ban đầu (khối lượng khô) của lát xoài $0,60 \pm 0,30\%$. Tốc độ thoát ẩm của chất khô ban đầu của lát xoài giảm xuống giá trị không đổi là 0; và khoảng thời gian sấy được sử dụng 4,75 giờ ở 55 và 60 °C độ ẩm đạt là 2,36 – 2,85%, đối với thời gian 3,25 giờ ở 65 và 70 °C với độ ẩm đạt 2,57 – 2,79%. Thời gian sấy cần thiết ở 65 và 70 °C ngắn hơn 1,49 lần so với ở nhiệt độ 55 và 60 °C.

Nhiệt độ Sấy đối lưu bằng không khí nóng cao hơn gây ra độ dốc thấp hơn và thời gian sấy ngắn hơn, là do khi nhiệt độ khô trong không khí tăng lên, độ dốc nhiệt độ và tốc độ bay hơi bề mặt cũng được cải thiện, nhiệt độ khô trong không khí cao hơn sẽ làm giảm độ ẩm tương đối trên vật liệu bề mặt, thúc đẩy sự bay hơi bề mặt trong quá trình sấy khô. Tăng nhiệt độ từ 55 đến 70 °C dẫn đến tăng hệ số khuếch tán hiệu quả. Điều này cho thấy độ khuếch tán độ ẩm hiệu quả tăng tương ứng với sự gia tăng nhiệt độ. Các lát xoài có khả năng bay hơi ẩm lớn nhất ở 65 và 70 °C, vì nhiệt độ làm tăng sự bay hơi của các phân tử nước trên bề mặt nguyên liệu ($y = -0.0005x + 0.2059$ $R^2 = 0.9658$ (1); $y = -0.0003x + 0.056$ $R^2 = 0.9466$ (2); $y = -0.0003x + 0.2768$ $R^2 = 0.9072$ (3); $y = -0.0002x + -0.0889$ $R^2 = 0.9851$ (4))

Phương pháp sấy bơm nhiệt: sấy bơm nhiệt lát xoài được thực hiện ở 50, 55, 60 và 65 °C với tỷ lệ ẩm ban đầu của lát xoài đạt 1.0 (g.g⁻¹). Nhiệt độ cài đặt càng cao thì tốc độ sấy đạt được càng nhanh và thời gian sấy mẫu càng ngắn. Khoảng thời gian sấy được sử dụng là 330 phút ở 50 °C, 273 phút ở 55 °C, 255 phút ở 60 °C và 180 phút ở 65 °C. Nhiệt độ sấy là yếu tố chính quyết định thời gian sấy, thời gian sấy cần thiết ở 50 °C dài hơn 1.83 lần so với ở 65 °C. Nhiệt độ sấy cao nên cần nhiều nhiệt hơn với luồng không khí lớn có thể rút ngắn thời gian nên nhiệt độ sấy khô bằng không khí cao hơn gây ra độ dốc lớn hơn của đường cong sấy và thời gian sấy ngắn hơn. Khả năng bay hơi ẩm trong lát xoài ở 65 °C là cao nhất và nhiệt độ hình sin làm bốc hơi nhanh các phân tử nước trên bề mặt vật liệu. ($y = -$

$0.0004x+0.4834 \quad R^2=0.8519 \quad (4.2); y=-0.0002x+0.4994 \quad R^2=0.9301 \quad (4.3);$
 $0.0002x+0.3132 \quad R^2=0.9516 \quad (4.4); y=-0.003x+0.3685 \quad R^2=0.8657 \quad (4.5)_-$

*** Ảnh hưởng của chế độ sấy đến chất lượng xoài cắt lát sấy dẻo**

- Thời gian sấy trong nghiên cứu được xác định là 720 phút ở 50 °C, 810 phút ở 40 °C, 1080 phút ở 30 °C và 1455 phút ở 20 °C. Thời gian sấy cần thiết ở 20 °C dài hơn 2,02 lần so với ở 50 °C và cho thấy nhiệt độ sấy cao cần nhiều nhiệt hơn với luồng không khí lớn có thể rút ngắn thời gian sấy. Trong khoảng 20-50 °C, quá trình kết thúc nhanh hơn khi tăng nhiệt độ và TPC bị mất đáng kể. Chu kỳ thứ 26, tức là 750 phút sấy lát xoài, nhiệt độ từ 20 đến 50 °C có TPC là 21,19, 24,53, 12,52, 12,82 mgGAE/gDW. Giá trị TPC ở nhiệt độ sấy thấp (20, 30°C) lớn hơn gần gấp đôi so với giá trị thu được ở 40 và 50 °C. Nhiệt độ sấy 30 °C cho khả năng thu hồi TPC cao và thời gian sấy được rút ngắn quyết định chi phí năng lượng của quá trình.

- Ảnh hưởng của tốc độ gió (với 35 Hz = 32,97 m/s; 40 Hz = 37,68 m/s; 45 Hz = 42,39 m/s; 50 Hz = 47,1 m/s) đến chất lượng sản phẩm: độ ẩm nguyên liệu xoài ban đầu trước sấy là 72,95%, sau khi sấy ở tốc độ gió 35 Hz thì độ ẩm xoài 4,53%, tốc độ gió 50 Hz thì độ ẩm 1,58%. Ảnh hưởng của tốc độ gió trong quá trình sấy đến TPC của lát xoài: TPC nguyên liệu xoài ban đầu trước sấy là 0,2513 mgGAE/g. Và khi tốc độ gió 35 - 50 Hz thì TPC có giá trị 0,038 - 0,127 mgGAE/g chất khô, và 50 Hz là 0,49 mgGAE/g chất khô. Tốc độ gió 50 Hz có TPC thấp hơn so với giá trị thu được tại 40 và 45 Hz, và tốc độ gió cao trong quá trình sấy kéo dài sẽ phân hủy các hợp chất hoạt tính nhạy cảm như polyphenol làm giảm TPC.

3.2.2.2 Hoàn thiện quy trình công nghệ chế biến sản phẩm xoài sấy dẻo quy mô phòng thí nghiệm

Dựa vào kết quả nghiên cứu các thông số riêng rẽ của các giai đoạn của quá trình chế biến xoài sấy dẻo, một số thông số cơ bản như sau: độ dày lát xoài 10 mm, chần trong nước nóng với tỉ lệ nguyên liệu: nước là 1:2 (w/v) tại nhiệt độ 90°C trong 4 phút. Sau đó được làm lạnh nhanh với nước lạnh ở 4°C; Quá trình thẩm thấu được thực hiện với tỉ lệ nguyên liệu: dung dịch syrup là 1:2 (w/v), thẩm thấu trong 45°C trong 150 phút. Trong đó, dung dịch syrup được chuẩn bị là 30°Bx, 1% acid citric và 0,2% glycerol; Sau đó sấy lát xoài với tác nhân sấy khoảng 45°C, tần số quạt 50Hz trong khoảng 12 giờ sấy, để hàm ẩm từ 18-20%; xoài sau sấy được làm nguội tại phòng lạnh, nhiệt độ 25°C sau đó tiến hành đóng gói.

Tiến hành thử nghiệm 3 mẻ/quy trình sản xuất, và đánh giá cảm quan (trạng thái, màu sắc, mùi, vị), hiệu suất thu hồi và thời gian thực hiện (giờ) qua từng giai đoạn chế biến như chần, thẩm thấu và sấy. Đánh giá và phân tích mối liên hệ chất lượng sản phẩm theo từng quá trình trong quy trình chế biến cho thấy khi nhiệt độ sấy 50 °C thì hàm lượng vitamin C trong mẫu giảm từ $0,64 \pm 0a$ còn $0,4 \pm 0cd$ mg/g DW so với mẫu tươi ban đầu, và hàm

lượng vitamin C lưu giữ trong sản phẩm chênh lệch ít trong nghiên cứu. TCC của mẫu sau khi sấy 93.50 ± 3.15^{cd} GAE/gDW tăng cao so với mẫu trước khi sấy $1.52 \pm 0.13a$ GAE/gDW. TPC mẫu nguyên liệu là $77,87 \pm 1,55a$ mgGAE/gDW và mẫu sau sấy $0,1406 \pm 0.509b$ mgGAE/gDW, trong khi đó, hoạt tính chống oxy hóa trong cả hai thử nghiệm bắt gốc tự do DPPH và ABTS với các giá trị thu được tương ứng là $2,47 \pm 0,48c$; $1,80 \pm 0,23d$ và giảm so với mẫu tươi ban đầu là $25.48 \pm 0.13a$, $22.66 \pm 1.69a$. Sự thất thoát của các hàm lượng do ảnh hưởng bởi nhiệt độ cao, thời gian tiếp xúc với không khí của nguyên liệu kéo dài, làm tăng khả năng phân hủy và oxy hóa của TPC, TAA, TFC, DPPH, ABTS, TCC.

3.2.3. Đánh giá chất lượng sản phẩm và loại bao bì, chế độ bảo quản thích hợp cho sản phẩm

3.2.3.1. Khảo sát ảnh hưởng bao bì bảo quản đến chất lượng sản phẩm

sau 12 tuần bảo quản thì chỉ số L^* , b^* của sản phẩm xoài sấy dẻo trong bao bì PE, PA-Hút chân không, hộp nhựa mí nhôm lần lượt là $61,13 \pm 0,31$; $63,62 \pm 0,25$; $58,94 \pm 0,09$ giảm đáng kể so với bao bì PE-Nhôm là $68,21 \pm 0,33$. Giá trị a^* thu được ở các loại bao bì trong quá trình bảo quản 12 tuần đều tăng là do các phản ứng hóa nâu, sự phân hủy sắc tố ảnh hưởng đến màu vàng tự nhiên, và tác động của điều kiện ánh sáng bên ngoài cũng ảnh hưởng đến màu sắc của xoài sấy dẻo trong suốt quá trình bảo quản.

xoài sấy dẻo sau 12 tuần bảo quản khi đựng trong hộp nhựa mí nhôm và bao bì PE có độ ẩm lớn hơn 23% đạt ẩm cao hơn so với bao bì PA-Hút chân không (22,19%) và ẩm thấp nhất ở bao bì PE-Nhôm là 21,54%. Độ ẩm cao tương đồng với khả năng thấm khí trong các loại bao bì (hộp nhựa mí nhôm, PE, PA-Hút chân không) cao hơn bao bì PE-Nhôm. Ngoài ra, sau 12 tuần bảo quản, xoài sấy dẻo có a_w đóng gói trong bao bì PE-Nhôm tăng thấp nhất từ 0,620 lên 0,635; thấp hơn so với hộp nhựa mí nhôm và bao bì PA-Hút chân không lần lượt là 0,651 và 0,664. Đáng lưu ý, a_w trong bao bì PE tăng cao nhất (từ 0,621 lên 0,667).. Vì vậy, a_w đối với sản phẩm xoài sấy dẻo được bảo quản trong PE, PA-Hút chân không, hộp nhựa mí nhôm ở điều kiện phòng nằm trong giới hạn an toàn đối với vi khuẩn, sản phẩm an toàn trong quá trình bảo quản.

Mật độ vi sinh vật giữa các loại bao bì có sự khác biệt sản phẩm được bảo quản bằng các loại bao bì vẫn chưa ghi nhận sự xuất hiện của vi sinh vật sau 8 tuần bảo quản. Mật độ vi sinh vật tăng mạnh ở bao bì hộp nhựa mí nhôm, PE, PA-Hút chân không ở tuần 12 có mật độ vi sinh cao hơn chiếm $2,22 \times 10^3$; $3,6 \times 10^3$; và $2,8 \times 10^3$ CFU/g so với bao bì PE-Nhôm là $1,3 \times 10^3$ CFU/g. Điều này phù hợp với đặc tính thấm khí cao của bao bì PE, PA-Hút chân không, hộp nhựa mí nhôm so với PE-Nhôm nên làm gia tăng ẩm độ và oxy xung quanh sản phẩm, tạo điều kiện cho vi sinh vật phát triển nhanh hơn.

3.2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng nhiệt độ bảo quản đến chất lượng sản phẩm

độ ẩm và hoạt độ nước của sản phẩm xoài sấy dẻo bảo quản ở điều kiện 28 ± 2 °C có tốc độ tăng nhanh hơn khi bảo quản ở nhiệt độ 6 ± 2 °C. Độ ẩm của sản phẩm ban đầu 18,04

$\pm 0,25\%$, sau 12 tuần bảo quản ở nhiệt độ 30 °C độ ẩm của sản phẩm tăng lên $21,54 \pm 0,12\%$ và $18,74 \pm 0,23\%$ ở nhiệt độ 6 °C. Hoạt độ nước cũng tăng theo thời gian bảo quản, a_w ban đầu từ $0,621 \pm 0,03$ tăng lên $0,651 \pm 0,02$ sau 12 tuần bảo quản ở nhiệt độ 28 °C và tăng lên $0,632 \pm 0,04$ ở nhiệt độ 6 °C. Điều kiện bảo quản sản phẩm xoài sấy dẻo đạt chất lượng tốt nhất là khi kết hợp giữa bao bì PE nhôm và nhiệt độ bảo quản 6 °C, đảm bảo rằng sản phẩm xoài sấy dẻo được bảo quản tốt và giữ được độ tươi ngon, màu sắc, và chất lượng dinh dưỡng trong một khoảng thời gian dài hơn.

3.2.3.3. Phân tích đánh giá chất lượng sản phẩm

Phân tích chất lượng sản phẩm xoài sấy dẻo quy mô PTN cho thấy kết quả đạt theo QCVN 8-2:2011/BYT; 46/2007/QĐ-BYT; 24/2019/TT-BYT. Với mức năng lượng lớn hơn 298 Kcal/100g, trong đó Carbohydrate đạt 77,3%, 2,15% protein, 0,34% chất béo và với độ ẩm nhỏ hơn 20%. Ngoài ra, các chỉ số hàm lượng kim loại nặng nằm trong ngưỡng cho phép, không phát hiện hàm lượng độc tố Aflatoxin B1 và Aflatoxin tổng (B1, B2, G1, G2) trong xoài sấy dẻo. Các giới hạn vi sinh vật như *E. Coli*, *Coliforms*, *Bacillus cereus* giả định, *Clostridium perfringens*, tổng số vi sinh vật hiếu khí, tổng số bào tử nấm men, nấm mốc với KPH (LOD = 10).

3.3. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm nước uống từ xoài Tứ Quý

3.3.1. Xây dựng quy trình sản xuất bán thành phẩm purée xoài

3.3.1.1. Khảo sát đánh giá tính chất nguyên liệu đầu vào của quá trình chế biến

- Mẫu 1 (chín đều, 42 ngày): Quả xoài có vỏ màu vàng đều, tổng thể to hơn mẫu 1 và 2, thịt quả có màu vàng cam, chiều dài khoảng 16cm, đường kính khoảng 18cm; Mẫu 2 (quá chín, 46 ngày): Quả xoài có màu vàng đều, xuất hiện một vài đốm ngả màu nâu đen trên phần vỏ quả, tổng thể to hơn mẫu xoài chín đều, thịt quả vàng cam đậm, một phần thịt quả bị hỏng, chiều dài khoảng 19cm, đường kính khoảng 14cm. giá trị L^* lần lượt ở vỏ và thịt quả xảy ra mạnh ở giai đoạn chín đều ($61,89 \pm 1,08^c$ và $68,27 \pm 1,62^b$) đến quá chín ($59,43 \pm 1,49^c$ và $66,1 \pm 1,66^b$). Độ ẩm $8,11 \pm 2,14^a$. Độ cứng của xoài có xu hướng giảm trong quá trình chín, quả quá chín có độ cứng $4,03 \pm 0,15^d$. pH từ quả chín $3,50 \pm 0,30^b$ đều đến quả quá chín $4,57 \pm 0,06^d$. TA giảm dần theo độ chín, quả chín đều có TA $0,12 \pm 0,02^c$ % và quả quá chín $0,11 \pm 0,02^c$ %. TSS tăng khi độ chín của quả tăng, quả chín đều có hàm lượng đường tổng và TSS lần lượt $476,072 \pm 35,85^b$ (mg/g DW) và $15,6 \pm 0,92^b$ (°Brix), quả quá chín là $688,948 \pm 50,78^a$ (mg/g DW) và $17,4 \pm 1,04^a$ (°Brix). TCC tăng dần theo độ chín, khi ở quả chín đều đến quá chín thu được TCC lần lượt là $1,52 \pm 0,13$ µg/g DW và $1,99 \pm 0,04$ µg/g DW. DPPH giảm từ $25,48 \pm 0,96$ mgAA/g DW ở xoài chín đều xuống còn $23,28 \pm 0,35$ mgAA/g DW ở mẫu quá chín. Mặt khác ở ABTS⁺ có sự chênh lệch thấy rõ khi giảm từ mẫu chín đều từ $22,66 \pm 1,69$ mgAA/g DW xuống còn $15,32 \pm 0,5$ mgAA/g DW khi XTQ quá chín. Khả năng kháng oxy hóa (DPPH, ABTS⁺) là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh hoạt tính sinh học trong thực phẩm.

* Đánh giá ảnh hưởng của loại nguyên liệu xoài Tứ Quý đến cảm quan, thành phần hóa học và hoạt tính sinh học: Sau khi khảo sát độ chín thì quả quá chín có các chỉ tiêu màu sắc cao hơn giúp ngoại quan sản phẩm có phần thu hút. Khảo sát loại nguyên liệu gồm 3 mức độ: (A) mẫu được lấy là nguyên quả, (B) phần dư từ phụ phẩm quy trình chế biến xoài sấy dẻo, (C) hỗn hợp phần nguyên và phụ phẩm. Đối với TAA thì hàm lượng Mẫu C > Mẫu B > Mẫu A, tương ứng lần lượt $1,11 \pm 0,02$; $1,03 \pm 0,02$; $1,0 \pm 0,05$ mgAA/g DW

Đối với TPC lần lượt $1,11 \pm 0,02$; $1,03 \pm 0,02$; $1,0 \pm 0,05$ mgAA/g DW. Còn TPC khi đánh giá thì Mẫu B > Mẫu C > Mẫu A và lần lượt đạt giá trị $92,02 \pm 0,26$; $79,71 \pm 0,67$; $69,18 \pm 0,55$ mgGAE/g DW. Hàm lượng TFC biến động tương tự TPC cao nhất ở Mẫu B, Mẫu C và thấp nhất Mẫu A lần lượt là $2,74 \pm 0,25$; $2,25 \pm 0,19$; và $2,02 \pm 0,37$ mgQE/g DW. Mẫu có hàm lượng TCC cao nhất là Mẫu A $1,99 \pm 0,04$ µg/g DW, thấp nhất Mẫu B $1,94 \pm 0,01$ µg/g DW và cuối cùng Mẫu C $1,97 \pm 0,06$ µg/g DW.

Phân tích trên cùng một độ chín quả ở các loại nguyên liệu khác nhau thấy được hàm lượng DPPH/ABTS⁺ cao nhất ở Mẫu C (DPPH = $27,14 \pm 0,71$ mgAA/g DW, và ABTS⁺ = $16,74 \pm 0,45$ mgAA/g DW), tiếp đến Mẫu B (DPPH = $26,45 \pm 0,3$ mg AA/g DW và ABTS⁺ = $15,61 \pm 0,45$ mgAA/g DW) và thấp nhất Mẫu A (DPPH = $23,28 \pm 0,35$ mgAA/g DW và ABTS⁺ = $15,32 \pm 0,5$ mgAA/g DW). Các chỉ tiêu đánh giá ở cả ba loại nguyên liệu (nguyên quả, phụ phẩm và hỗn hợp) đều không có sự khác biệt đáng kể về mặt thống kê cho thấy việc loại nguyên liệu ít ảnh hưởng lớn đến các chỉ tiêu đánh giá.

3.3.1.2. Khảo sát ảnh hưởng của tiền xử lý nhiệt đến khả năng vô hoạt enzyme peroxidase của purée xoài

pH 1,9, enzyme gần như đã được bất hoạt, chỉ còn một ít xung quanh mẫu. Acid citric có thể có tác dụng ức chế kép trên PPO bằng cách giảm độ pH và tạo phức Chelat. Nhiệt độ và thời gian của quá trình chân trực tiếp với nước dao động từ 70 - 100 °C với thời gian 30 – 90 s. Enzyme polyphenol oxydase đã bị bất hoạt hoàn toàn ở 90 °C và 60 s.

3.3.1.3. Khảo sát đánh giá sự thay đổi chất lượng purée xoài tại nhiệt độ khác nhau theo thời gian tồn trữ

Mẫu dịch xoài Tứ Quý nghiền sau khi được điều chỉnh pH xuống còn 4,12 và chân 90 °C trong 2,5 phút sau đó để nguội, bỏ vào túi nhựa khối lượng 500 g/túi. Tiến hành cho các túi bảo quản ở các nhiệt độ lần lượt là $-6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (nhiệt độ ngăn đông), $6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (nhiệt độ ngăn mát tủ lạnh) và 28°C (nhiệt độ phòng) ở thời gian 1, 2 và 4 tuần. Sau 1 tuần bảo quản: mùi vị dịch xoài nghiền giảm đi một ít so với nguyên liệu tươi ban đầu nhưng mùi xoài vẫn còn thể hiện, mùi xoài có phần giảm đi có thể do yếu tố bên ngoài như dụng cụ và bao bì chứa đựng gây ra những mùi không mong muốn cho sản phẩm. Sau 2 tuần bảo quản các mức nhiệt độ thì mẫu có sự khác biệt rõ rệt với nhau, mẫu 28°C có cấu trúc lạ khi mẫu dịch có phần tách nước, rời rạc với nhau và xuất hiện mùi lạ. Mẫu $6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ thì có cấu trúc tốt hơn, tuy nhiên màu sắc lại sậm hơn. Trong khi đó, sau 4 tuần bảo quản thì mẫu $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$

mùi dần trở nên khó chịu hơn và cấu trúc đã dần tách nước hoàn toàn và không còn độ sệt đặc trưng của mẫu ban đầu. Cấu trúc và màu sắc mẫu $-6 \pm 2^\circ\text{C}$ cho cảm quan viên nhiều sự thích thú nhất và sau 4 tuần đạt tổng điểm lên đến 139/165, mặc dù mùi xoài đặc trưng đã không còn rõ rệt.

Giá trị L^* và a^* đạt giá trị cao nhất ở mẫu bảo quản 28°C sau 1 tuần thì $L^* = 55,53 \pm 0,02$ và $a^* = -0,18 \pm 0,03$ và giảm dần qua các tuần. Đồng thời giá trị L^* và a^* không có sự khác biệt ($P > 0,05$), nên có thể nói sự thay đổi ở các nhiệt độ và thời gian bảo quản khác nhau không làm ảnh hưởng đến màu sắc của dịch xoài nghiền. Giá trị b^* (giá trị đại diện màu sắc của quả xoài chín) thì có sự khác biệt và đạt giá trị cao nhất khi được bảo quản ở nhiệt độ ngăn đông sau 1 tuần $45,74 \pm 5,7$ đến tuần 4 thì giá trị này không có sự thay đổi nhiều khi $b^* = 35,43 \pm 0,33$. TS đạt giá trị cao nhất khi bảo quản $-6 \pm 2^\circ\text{C}$ của tuần 1 ($105,4 \pm 1,44$ mg/g DW) và giảm dần qua các tuần, tuy nhiên lượng đường giảm không đáng kể. Mẫu $6 \pm 2^\circ\text{C}$ thấp hơn với mẫu $-6 \pm 2^\circ\text{C}$, tuy nhiên sự khác biệt đó không có sự chênh lệch đáng kể. Mẫu $28 \pm 2^\circ\text{C}$ có phần giảm đáng kể, có sự thay đổi thành phần cấu trúc khi bảo quản 1 tuần có TS = $92,55 \pm 1,44$ mg/g DW nhưng đến sang tuần 4 chỉ còn $28,53 \pm 1,52$ mg/g DW. Ảnh hưởng của quá trình bảo quản đến TAC thì ngược lại với giá trị TS, TAC có xu hướng tăng dần qua các tuần bảo quản. TA đạt giá trị cao đối với mẫu 28°C và có xu hướng tăng nhanh qua các tuần và đạt giá trị cao nhất ở tuần 4 ($TA = 1,83 \pm 0,04\%$). Khi bảo quản mẫu $-6 \pm 2^\circ\text{C}$ thì giá trị TA có phần thấp hơn các mốc nhiệt độ bảo quản khác, đồng thời sự gia tăng cũng không đáng kể, ở tuần 4 giá trị TA mẫu $-6 \pm 2^\circ\text{C}$ cao hơn tuần 1 của mẫu 28°C một chút, giá trị lần lượt $0,76 \pm 0,04\%$ và $0,27 \pm 0,07\%$. Nhiệt độ thấp sẽ ức chế quá trình hô hấp giúp ngăn chặn sự phát triển của vi sinh vật làm biến chất và gây hư hỏng trong thực phẩm. Khi bảo quản ở nhiệt độ càng cao, sản phẩm càng dễ bị oxy hóa, từ đó gia tăng hàm lượng acid và ảnh hưởng đến giá trị cảm quan về mùi vị của sản phẩm.

3.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình phối trộn và thanh trùng đến chất lượng nước uống xoài

3.3.2.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng và phối trộn đến chất lượng nước uống xoài

Giá trị L^* cao nhất ở tỷ lệ 1/1 ($38,753 \pm 0,0047$) và thấp nhất ở tỷ lệ 1/4 ($29,50 \pm 0,0047$) và độ sáng của nước uống xoài có xu hướng giảm khi thay đổi tỷ lệ pha loãng. Tỷ lệ 1/1 nước xoài ở cấu trúc rất đặc và chuyển dần đến cấu trúc loãng ở tỷ lệ 1/4. Nước xoài có màu vàng đậm và chuyển dần về màu vàng nhạt ở các tỷ lệ 1/1 và 1/4. Mức độ yêu thích đạt $4,08 \pm 0,79$ điểm, mức điểm đánh giá về chỉ tiêu trạng thái đạt cao nhất $4,25 \pm 0,75$ điểm, tỷ lệ pha loãng cao hơn được đánh giá có độ ưa thích thấp hơn. Độ nhớt tương quan với tính ổn định và đặc tính cảm quan của nước xoài, độ nhớt cao tỷ lệ 1/1 ($3,621 \pm 0,177$ Pa.s) và thấp nhất tỷ lệ 1/4 ($0,435 \pm 0,0654$ Pa.s). Hàm lượng TCC giảm khi tỷ lệ pha loãng tăng. TCC cao nhất ở tỷ lệ 1/1 ($0,518 \pm 0,065$ µg/ml) và thấp nhất ở tỷ lệ 1/4 ($0,152 \pm 0,024$ µg/ml). Tỷ lệ 1/3 có độ nhớt và TCC thích hợp với thị hiếu người tiêu dùng nên được lựa chọn.

3.3.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chất rắn hoà tan và acid citric đến chất lượng nước uống xoài

* Khi tăng nồng độ acid citric, độ sáng của nước xoài có xu hướng tăng, tỷ lệ 0,1% nước xoài có màu vàng tươi và chuyển dần đến màu vàng nhạt tỷ lệ 0,4%. Hàm lượng acid bổ sung 0,3% vào sản phẩm được đánh giá số điểm trung bình cao về vị và mức độ ưa thích là $4,16 \pm 0,03$ và $4,08 \pm 0,85$ do trở nên cân bằng với vị chua ngọt tự nhiên của nước quả, tỷ lệ 0,4% được đánh giá thấp do vị chua lấn áp vị ngọt. Nồng độ 0,1% thì pH đạt giá trị cao 4,867 và thấp nhất 3,166 ở nồng độ 0,4% nên khi tăng nồng độ acid thì độ pH của nước xoài càng giảm. Khi acid được thêm vào nước tạo ra ion H^+ trong dung dịch, làm giảm độ pH. Nồng độ acid 0,1% có độ nhớt cao $0,8533 \pm Pa.S$ và độ nhớt thấp $0,5883 Pa.S$ ở nồng độ acid 0,4%. Nồng độ acid càng cao thì độ nhớt của nước xoài càng giảm vì khi acid được thêm vào gây ra tác động lên các phân tử nước và làm giảm độ pH của nước. Nồng độ acid citric 0,3% được chọn cho nước uống xoài vì nồng độ acid citric 0,3% đưa ra một hương vị chua nhẹ phù hợp với nước xoài, giúp duy trì độ pH của nước ép xoài trong khoảng từ 3,5 đến 4,0 nhằm để ngăn ngừa sự phát triển của vi khuẩn và đảm bảo an toàn thực phẩm.

* Khi tăng TSS, độ sáng của nước xoài có xu hướng giảm. TSS 10°Brix nước xoài có màu vàng tươi và chuyển dần đến màu vàng nhạt ở TSS 16°Brix. Độ sáng L^* cao nhất khi TSS 10°Brix ($34,0033 \pm 0,0125$) và thấp nhất ở tỷ lệ 16°brix ($30,2033 \pm 0,0047$).

Chỉ tiêu về màu sắc và mùi hương của 4 mẫu khảo sát $> 0,05$ và các mẫu khác nhau có ý nghĩa về cấu trúc, vị và mức độ ưa thích ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. TSS 14 °Brix được đánh giá có mức điểm trung bình cao nhất về vị là $4,67 \pm 0,49$ điểm, điểm về cấu trúc và mức độ ưa thích cũng cao hơn trung bình 3 mẫu còn lại $4,33 \pm 0,49$ và $4,50 \pm 0,52$ điểm. Nước xoài ở 14° Brix có vị ngọt vừa phải mang lại hương vị tự nhiên của nước ép xoài, độ nhớt vừa phải, phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng. Khi TSS của nước xoài tăng, độ nhớt có xu hướng tăng và cao nhất ($0,8283 \pm 0,007 Pa.s$) ở 16°brix và thấp nhất ($0,6033 \pm 0,021 Pa.s$) ở 12°brix. Hàm lượng carotenoid ở 14° brix phù hợp.

3.3.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của phụ gia ổn định đến chất lượng nước uống xoài

Ảnh hưởng của nồng độ phụ gia (0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%) và loại phụ gia (pectin, CMC, xanthan gum) đến tính chất hóa lý và thành phần hóa học của nước xoài. giá trị màu sắc L^* có xu hướng tăng dần, giá trị a^* và b^* giảm dần. Giá trị độ sáng L^* cao nhất $33,953 \pm 0,015$ (CMC 0,4%) và thấp nhất $31,77 \pm 0,006$ (Xanthan gum 0,1%); giá trị a^* cao nhất $-1,413 \pm 0,025$ (CMC 0,1%) và thấp nhất $-1,833 \pm 0,012$ (CMC 0,4%); giá trị b^* cao nhất $5,163 \pm 0,032$ (CMC 0,1 và thấp nhất $4,067 \pm 0,0289$ (Xanthan gum 0,4%). Mức độ ưa thích thấp nhất $1,97 \pm 1,1$; mùi hương $2,25 \pm 1,21$ điểm. Phụ gia Xanthan gum ở cả 4 nồng độ, mức điểm yêu thích của người tiêu dùng chưa cao trung bình $2,41 \pm 1,61$ đến $3,41 \pm 0,90$. Pectin 0,1% do đạt được cấu trúc sánh mịn và đồng nhất với số điểm $4,66 \pm 0,49$. Độ nhớt cao nhất $0,89 \pm 0,0229 Pas$ (Xanthan gum 0,4) và thấp nhất $0,5800 \pm 0,0218 Pa.s$ (Pectin

0,1%). Độ ổn định cao nhất $1,19 \pm 0,011$ (Xanthan Gum 0,4%), thấp nhất $0,16 \pm 0,005$ (CMC 0,1%). TCC của sản phẩm cũng càng giảm và cao nhất $0,327 \pm 0,006$ $\mu\text{g/ml}$ (CMC 0,1%) và thấp nhất $0,10 \pm 0,004$ $\mu\text{g/ml}$ (Xanthan gum 0,4%). nồng độ phụ gia càng tăng thì độ đục của sản phẩm cũng càng giảm và cao nhất $2,0145 \pm 0,0191$ (Xanthan gum 0,1%) và thấp nhất $1,8505 \pm 0,02192$ (Pectin 0,4%). Độ đục càng cao thì dung dịch hoặc chất lỏng đó càng không trong suốt và càng mờ, trong đó việc sử dụng pectin giúp tạo thành các cấu trúc kết tủa hòa tan và bắt dầu màu, từ đó giảm thiểu sự phản xạ ánh sáng trong nước xoài, dẫn đến sự giảm độ đục. Tuy nhiên, đối với xanthan gum và CMC, khi nồng độ tăng lên, chúng thường làm tăng độ đục của nước xoài. Pectin có khả năng tạo gel ở pH thấp hơn so với CMC và Xanthan gum, do đó thường được sử dụng để làm phụ gia ổn định cho các sản phẩm thực phẩm như nước xoài. Nồng độ pectin thường được sử dụng trong các sản phẩm thực phẩm từ 0,1% đến 1%, nhưng trong trường hợp nước xoài thì nồng độ thấp hơn, chỉ 0,1% đã đủ để tạo ra hiệu quả ổn định.

3.3.2.4. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình thanh trùng đến chất lượng nước uống từ xoài Tứ Quý

Ảnh hưởng của nhiệt độ (70, 80, 90°C) và thời gian thanh trùng (10, 15, 20 phút) đến chỉ số màu sắc: khi tăng nhiệt độ và thời gian thanh trùng, chỉ số độ sáng L^* và chỉ số b^* có xu hướng giảm dần. Giá trị L^* cao nhất $29,24 \pm 0,01$ ở 80°C/10 phút và thấp nhất $28,5167 \pm 0,0058$ ở 80°C/20 phút; giá trị b^* cao nhất $9,973 \pm 0,0115$ ở 80°C/10 phút, thấp nhất $6,7833 \pm 2,3671$ ở 90°C/20 phút. Trong quá trình thanh trùng bằng nhiệt, nhiệt độ cao được sử dụng để tiêu diệt vi khuẩn và các tác nhân gây bệnh. Trong quá trình này, các phản ứng hóa học xảy ra trong nước xoài nên khi nước xoài thủy phân và các chất hữu cơ có trong nước xoài bị oxy hóa, sẽ tạo ra các hợp chất mới như các acid hữu cơ và các hợp chất khác. Các hợp chất này làm giảm độ trong suốt của nước xoài, dẫn đến sự giảm độ sáng L^* .

Thời gian và nhiệt độ thanh trùng có tác động của các phản ứng hóa học đối với chất lượng của nước xoài như các phân tử carotenoid có liên kết đôi trong cấu trúc phân tử sẽ bị phá vỡ và phân tách thành các phân tử khác nhau khi nhiệt tăng lên, giảm độ bền của carotenoid. Chỉ số TCC cao nhất $0,51399$ $\mu\text{G/mL}$ ở 70°C/10 phút và thấp nhất $0,33658$ $\mu\text{G/mL}$ ở 90°C/10 phút. Khi tăng nhiệt độ và thời gian thanh trùng, tổng số vi sinh vật hiếu khí có xu hướng giảm dần, cao nhất $4,1 \times 10^2$ CFU/mL ở 70°C/10 phút và thấp nhất $8,2 \times 10^1$ CFU/mL ở 90°C/20 phút. Vi sinh vật hiếu khí thường sống và phát triển tốt ở nhiệt độ thấp, thường trong khoảng từ 20-45 °C. Nhiệt độ 80 °C và thời gian 10 phút là chế độ thanh trùng phổ biến trong sản xuất thực phẩm, bao gồm cả nước xoài có hiệu quả hầu hết các vi khuẩn có thể gây hại trong nước ép xoài, đồng thời đảm bảo giữ lại hương vị và chất dinh dưỡng trong sản phẩm.

3.3.3. Hoàn thiện quy trình công nghệ chế biến nước uống từ xoài Tứ Quý

3.3.3.1. Đánh giá và phân tích hiệu quả của quy trình công nghệ chế biến

Dựa vào kết quả nghiên cứu các thông số riêng rẽ của các giai đoạn của quá trình chế biến nước uống xoài, một số thông số cơ bản như sau: Purée xoài Tứ Quý được điều chỉnh pH 4,12 và tiền xử lý nhiệt tại 90 °C trong 2,5 phút sau đó làm nguội ở nhiệt độ phòng. Sau đó hỗn hợp được bổ sung nước với tỷ lệ nguyên liệu:nước là 1:3 (w/v), bổ sung acid citric 0,3% (w/v), bổ sung syrup đường 30Bx điều chỉnh TSS của hỗn hợp đến 14Bx. Tiếp tục đồng hoá 0,1% pectin vào nước xoài để ổn định trạng thái. Sau đó rót chai định mức 200 mL và thanh trùng tại nhiệt độ 80 °C trong thời gian 10 phút. Qua các giai đoạn chế biến, nước xoài thu được có màu vàng, mùi thơm đặc trưng, vị ngọt và vị chua cân bằng. Hiệu suất thu hồi 65,18% tương ứng với giai đoạn nguyên liệu và thanh trùng và qua từng giai đoạn, vitamin C, polyphenol, DPPH có xu hướng giảm. Đối với vitamin C, hàm lượng cao nhất $0,36 \pm 0,001$ mg/g ở nguyên liệu, thấp nhất $0,29 \pm 0,058$ mg/g ở giai đoạn thanh trùng. Carotenoid có xu hướng giảm, hàm lượng cao nhất $1,28 \pm 0,01$ µg/ml ở nguyên liệu và thấp nhất $0,23 \pm 0,011$ µg/ml ở giai đoạn thanh trùng. Hàm lượng TPC cao nhất $0,8 \pm 0,041$ µg/ml ở nguyên liệu và thấp nhất $0,10 \pm 0,0032$ µg/ml ở thanh trùng. DPPH trong sản phẩm và hàm lượng DPPH cao nhất $0,66 \pm 0,046$ µg/ml ở nguyên liệu và thấp nhất $0,12 \pm 0,001$ µg/ml ở thanh trùng.

3.3.3.2. Đánh giá và phân tích mối liên hệ chất lượng sản phẩm theo từng quá trình trong quy trình chế biến

Phân tích hệ số tương quan của các thành phần hóa học qua từng giai đoạn chế biến cho thấy hệ số tương quan cao nhất $R^2=0,98$ giữa polyphenol và carotenoid, hệ số tương quan thấp nhất 0,81 giữa DPPH và vitamin C. Mỗi thành phần dinh dưỡng có đặc tính riêng về bản chất và phản ứng hóa học nên quá trình chế biến có thể ảnh hưởng khác nhau đến sự tồn tại và hoạt động của từng thành phần. Polyphenol và vitamin C là những chất dễ bị oxy hóa, có thể phân hủy trong quá trình chế biến, trong khi carotenoid thường có tính bền hơn. Các thành phần dinh dưỡng trong nước xoài có thể có hệ số tương quan khác nhau trong quá trình chế biến do sự tác động của các yếu tố như đặc tính của thành phần dinh dưỡng, phương pháp chế biến, điều kiện lưu trữ và điều kiện ban đầu của nguyên liệu xoài.

3.3.4. Đánh giá chất lượng sản phẩm và điều kiện bảo quản thích hợp cho sản phẩm

3.3.4.1. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian và nhiệt độ bảo quản đến chất lượng nước uống xoài

Chỉ số L^* , b^* có xu hướng giảm, ΔE tăng còn chỉ số a^* tăng không đáng kể khi tăng nhiệt độ và thời gian bảo quản. Giá trị L cao nhất $28,82 \pm 0,006$ ở nhiệt độ $5 \pm 2^\circ\text{C}/2$ tuần và thấp nhất $18,23 \pm 0,006$ ở nhiệt độ $30 \pm 2^\circ\text{C}/8$ tuần bảo quản. Giá trị b^* cao nhất $7,86 \pm 0,021$ ở nhiệt độ $5 \pm 2^\circ\text{C}/2$ tuần và thấp nhất $3,55 \pm 0,0153$ ở nhiệt độ $30 \pm 2^\circ\text{C}/8$ tuần bảo quản. Giá trị ΔE cao nhất ở nhiệt độ $30 \pm 2^\circ\text{C}/8$ tuần và thấp nhất ở nhiệt độ $5 \pm 2^\circ\text{C}/2$ tuần.

Khi thời gian bảo quản càng dài thì tổng số vi sinh vật hiếu khí càng tăng, đặc biệt khi bảo quản nhiệt độ $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ tổng vi sinh vật hiếu khí cao hơn khi bảo quản ở nhiệt độ $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ qua các tuần bảo quản. Tổng số vi sinh vật hiếu khí cao nhất $7,7\pm 0,611 \times 10^5$ CFU/mL ở nhiệt độ $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ /8 tuần và thấp nhất $5,2 \pm 0,418 \times 10^4$ CFU/mL ở nhiệt độ $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ /2 tuần. Trong điều kiện bảo quản ở nhiệt độ $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ làm giảm tốc độ phát triển và sinh sản của vi sinh vật hiếu khí, làm cho tổng số vi sinh vật hiếu khí giảm xuống; nhiệt độ $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ thì môi trường ẩm áp và thuận lợi hơn cho vi sinh vật hiếu khí tăng trưởng và phân hủy chất hữu cơ, dẫn đến tổng số vi sinh vật hiếu khí tăng lên. Bảo quản nước xoài và ngăn ngừa sự phát triển của vi sinh vật hiếu khí trong nước, nên bảo quản ở nhiệt độ thấp từ $5\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Khi thời gian bảo quản càng dài thì tổng số nấm men, nấm mốc càng tăng: tổng số nấm men, nấm mốc cao nhất $1,818 \times 10^3$ CFU/mL ở nhiệt độ $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ /8 tuần và không phát hiện ở tuần 2 và tuần 4 (0 CFU/mL). Nhiệt độ $5\pm 2^{\circ}\text{C}$, tổng số nấm men, nấm mốc cao nhất $0,227 \times 10^3$ CFU/mL ở tuần 8 và không phát hiện ở tuần 2, tuần 4 và tuần 6 (0 CFU/mL). Nấm men và nấm mốc có khả năng sinh trưởng và phát triển ở nhiệt độ cao hơn so với nhiệt độ thấp nên việc bảo quản nước xoài nhiệt độ $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ giúp giảm tốc độ sinh trưởng của chúng, làm chậm quá trình phân hủy và gia tăng tuổi thọ của sản phẩm. ‘

3.3.4.2. Phân tích đánh giá chất lượng sản phẩm nước uống từ Xoài Tứ Quý

Phân tích đánh giá chất lượng sản phẩm nước uống từ Xoài Tứ Quý theo QCVN 8-2:2011/BYT; TCVN 7946:2008; TCVN 5042:1994: pH 3,66, nồng độ chất rắn hoà tan 12%, cung cấp khoảng 0,33 mg/100mL Vitamin C; Không phát hiện hàm lượng kim loại nặng (Chì, Thiếc) trong mẫu nước xoài. Ngưỡng cho phép của vi sinh vật cũng đạt giới hạn khi kết quả cho thấy không phát hiện các chủng *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *E. Coli*, *Coliforms*, và tổng số vi sinh vật hiếu khí, bào tử nấm men, nấm mốc. Kết quả phân tích đạt so với TCCS dựa trên các quy chuẩn hiện hành và tương đồng về chất lượng so với các sản phẩm cùng loại đã thương mại.

3.4. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm bột xoài từ nguồn purée xoài Tứ Quý

3.4.1. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ chất phối trộn và quá trình sấy đến chất lượng sản phẩm

3.4.1.1. Khảo sát ảnh hưởng tỷ lệ chất phối trộn đến chất lượng sản phẩm

Ảnh hưởng tỷ lệ chất phối trộn đến chất lượng sản phẩm được đánh giá bởi Gum arabic, Maltodextrin và hỗn hợp (Gum arabic và Maltodextrin) với các nồng độ khác nhau trong chế biến bột xoài. Giá trị màu của các mẫu có chất mang đều tăng so với mẫu purée xoài là do thời gian và nhiệt độ sấy tương đối cao dẫn đến sự suy giảm màu sắc, tuy nhiên màu sắc không quá khác biệt so với mẫu purée xoài. Màu sắc có sự chênh lệch lớn khi tăng nồng độ chất mang được thể hiện qua giá trị ΔE^* là do một phản tác động của nhiệt độ sấy và sự có mặt của chất mang. Màu sắc của các mẫu cũng không có sự thay đổi quá lớn. Sự

gia tăng các giá trị L^* là một dấu hiệu giảm cường độ của màu trắng do sự xuất hiện của các sắc tố vàng. Mẫu hỗn hợp chất mang gum arabic và maltodextrin có độ tan 74,67%, màu sắc vừa phải không chênh lệch quá lớn với mẫu bột xoài nguyên chất. Nguyên nhân là do gum arabic có độ nhớt cao hơn và khả năng tạo hệ ổn định hơn so với maltodextrin. Hỗn hợp (gum arabic và maltodextrin) ở nồng độ 15% cho các thí nghiệm tiếp theo vì chất lượng cảm quan tốt không bị kết màu sắc tươi sáng có mùi thơm và các hoạt tính sinh học ít bị ảnh hưởng.

3.4.1.2. Ảnh hưởng của quá trình sấy tạo bột đến chất lượng bột xoài

Khi tăng nhiệt độ sấy đối lưu thì độ hoà tan giảm còn 76,99%, xu hướng này ngược lại với công nghệ sấy bơm nhiệt độ hoà tan tăng từ 73,09 đến 82,56% khi tăng nhiệt độ sấy từ 30-50°C. Độ hòa tan đạt giá trị cao nhất 98,84% khi sấy đối lưu tại 55 °C. Giá trị chênh lệch màu sắc cho thấy sấy bơm nhiệt có kết quả khả thi trong tạo màu vàng sáng cho bột xoài, tuy nhiên một vài hợp chất có hoạt tính sinh học không được lưu giữ nhiều với hàm lượng thấp. Giá trị TPC từ $188,99 \pm 8,42$ giảm còn $12 \pm 0,04$ mg/g DW (50°C), giá trị TAA từ 0,64 còn $0,08 \pm 0,02$ mg/g DW, TFC còn 0,82 mg/g DW; DPPH còn $1,58 \pm 0,08$ so với ban đầu $29,82 \pm 0,04$ mg/g DW

Khi thực hiện nhiệt độ thấp phải sấy liên tục trong thời gian dài dẫn đến quá trình tiếp xúc nhiệt và môi trường dài nên các hợp chất có hoạt tính sinh học bị phân huỷ. Lựa chọn công nghệ sấy đối lưu tại 55 °C cho kết quả khả quan về màu sắc và độ hoà tan cao, ngoài ra giúp lưu giữ cao nhất các thành phần có hoạt tính sinh học.

3.4.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình phối trộn đến cảm quan chất lượng sản phẩm

3.4.2.1. Ảnh hưởng tỷ lệ chất độn lên cảm quan của sản phẩm

Bột xoài nguyên chất có độ hòa tan 42,98%, Ảnh hưởng có sự khác biệt có nghĩa của loại chất phối trộn đến độ hòa tan ($p < 0.05$) và đạt giá trị cao nhất tại nồng độ 20%. Đối với chất phối trộn là tinh bột thì độ hòa tan trong sản phẩm đạt cao nhất 65,35%, bột bắp 63,12% và thấp nhất là chất phối trộn maltodextrin là 59,24%. Độ hòa tan của bột xoài trong nước là khối lượng tinh bột và bột ở mức độ tối đa có thể hòa tan trong một thể tích nước cụ thể, tinh bột sẵn khả năng hòa tan trong nước nhanh chóng phù hợp trong sản xuất thực phẩm (Collado et al., 2001). Tinh bột bắp được khảo sát ở các nồng độ từ 5 - 20% cho thấy ở nồng độ 15% và 20% không có sự chênh lệch về khả năng hòa tan tương ứng là 65,35% và 65,82%. Lựa chọn nồng độ tinh bột sẵn 15% là hợp lý về nhu cầu kinh tế và thích hợp cho khả năng hòa tan của bột xoài.

3.4.2.2. Ảnh hưởng tỷ lệ phụ gia điều vị lên cảm quan của sản phẩm

Sự tăng cường cảm quan của sản phẩm bột xoài với sự gia tăng nồng độ phụ gia điều vị được đánh giá các chỉ tiêu kết cấu, màu sắc, mùi vị và mức độ yêu thích đều tăng dần theo nồng độ acid citric 0.01%-0.04% và đường ở nồng độ 10 - 25%. Nồng độ acid citric 0.02% cho các kết quả về cảm quan tổng thể có giá trị cao nhất và tổng điểm đánh giá 15,17

điểm, bao gồm chỉ tiêu quan trọng như kết cấu $3,80 \pm 0,83$, và màu sắc $4,24 \pm 0,85$. Nồng độ đường 25% cũng đạt số điểm cao nhất 17,93 điểm và trong đó kết cấu $4,40 \pm 1,00$, màu sắc $4,53 \pm 0,82$, mùi vị $4,60 \pm 0,91$. Làm nổi bật vai trò quan trọng của acid citric và đường trong việc nâng cao chất lượng và cảm quan của sản phẩm bột xoài, hỗ trợ quá trình tối ưu hóa thành phần để sản xuất sản phẩm chất lượng cao và bổ sung phụ gia điều vị acid citric và đường tương ứng nồng độ 0,02% và 25% được cho là thích hợp để tạo nên sản phẩm bột xoài. mối liên hệ tương quan giữa lượng phụ gia điều vị và độ hòa tan của sản phẩm cho thấy giá trị độ hòa tan tăng lên đáng kể khi nồng độ acid citric và đường tăng từ 64,35% lên 66,45% ứng với phụ gia acid citric và 66,90% với phụ gia điều vị là đường.

3.4.2.3. Ảnh hưởng tỷ lệ phụ gia ổn định cấu trúc lên cảm quan và độ ổn định của sản phẩm

Ảnh hưởng của nồng độ phụ gia ổn định (pectin) đến độ hòa tan của sản phẩm bột xoài có mối liên quan tích cực giữa lượng phụ gia và độ hòa tan của sản phẩm. Độ hòa tan giảm đáng kể khi nồng độ pectin tăng từ 0.01% đến 0.03%, với giá trị tương ứng là 65,22; 62.04 và 59,80%. Độ hòa tan của sản phẩm ổn định ít không thay đổi, giá trị dao động từ 67,09% đến 67,20%, cho thấy rằng sự biến động về nồng độ hương không tác động đáng kể đến khả năng hòa tan. Nồng độ pectin 0.03% cho các kết quả về cảm quan tổng thể có giá trị cao nhất và điểm số tổng 15,59 điểm, trong đó kết cấu $3,76 \pm 0,57$, màu sắc $4,25 \pm 0,60$. Nồng độ hương liệu đối với cảm quan sản phẩm bột xoài, có thể nhận kết cấu của sản phẩm bột xoài tăng dần theo sự tăng nồng độ hương liệu, đạt giá trị cao nhất ở nồng độ 0,2%.

3.4.3. Hoàn thiện quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý

3.4.3.1. Đánh giá và phân tích hiệu quả của quy trình công nghệ chế biến

Dựa vào kết quả nghiên cứu các thông số riêng rẽ của các giai đoạn của quá trình chế biến bột xoài từ xoài purée, một số thông số cơ bản như sau: Purée xoài sau khi tiền xử lý bất hoạt enzyme tại 90 °C trong 2,5 phút và được làm nguội đến nhiệt độ phòng. Hỗn hợp (gum arabic và maltodextrin) ở nồng độ 15% được bổ sung với 12% albumin tạo bột, . Tiến hành trải dịch lên khay sấy độ dày 3-4mm và sấy đối lưu dòng khí nóng tại 55 °C đến khi hàm lượng ẩm <5%. Nghiền bột mịn đến kích thước nhỏ hơn 0,25 mm và phối trộn 15% tinh bột sắn, 0,02% acid citric và 25% đường để cải thiện hương vị sản phẩm.

Các đặc trưng cảm quan và hiệu suất thu hồi sau thực hiện lặp 3 lần sản xuất bột xoài tứ quý từ purée: giai đoạn tiền xử lý, purée xoài có màu cam đậm, mùi thơm và vị ngọt đặc trưng. Sau khi phối trộn, hỗn hợp này có dạng sệt và màu vàng nhạt dần, vẫn còn mùi thơm, cần 0,5 giờ để thực hiện quá trình này. Sau đó, hỗn hợp được sấy cho cấu trúc bột khô, màu vàng nhạt và mùi thơm nhẹ do chịu ảnh hưởng của quá trình sấy, hiệu suất thu được đạt 20,45%. Giai đoạn phối trộn cuối của quy trình, hỗn hợp bột có màu vàng nhạt, vị chua và

ngọt cân bằng (và có điểm số cảm quan cao) bởi ảnh hưởng của các tỷ lệ chất mang phối trộn. Tổng thời gian thực hiện quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý khoảng 5 giờ.

3.4.3.2. Đánh giá và phân tích mối liên hệ chất lượng sản phẩm theo từng quá trình trong quy trình chế biến

Mối tương quan giữa các thành phần hóa học của bột xoài trong quá trình chế biến từ puree xoài đã chỉ ra những hệ số tương quan đáng chú ý giữa các thành phần dinh dưỡng quan trọng. Hệ số tương quan cao nhất, đạt giá trị $R^2=0.98$, được ghi nhận giữa vitamin C và polyphenol, cũng như giữa DPPH và carotenoid, và cho thấy mối liên kết mạnh mẽ giữa hai cặp thành phần, sự đồng đều trong sự biến động của chúng qua các giai đoạn chế biến.

Hệ số tương quan thấp nhất 0.85 giữa DPPH và vitamin C, có thể cho thấy sự tương quan không đồng đều giữa hai thành phần. Polyphenol và vitamin C dễ bị oxy hóa và phân hủy, trong khi carotenoid thường bền hơn. Điều quan trọng là cách chế biến bột xoài từ puree xoài có thể ảnh hưởng đến sự tồn tại và hoạt động của từng thành phần một cách khác nhau. Sự biến động của hệ số tương quan trong quá trình chế biến có thể được giải thích bằng sự tác động của các yếu tố như đặc điểm của thành phần dinh dưỡng, phương pháp chế biến, điều kiện bảo quản và nguyên liệu ban đầu puree xoài.

3.4.4. Đánh giá chất lượng sản phẩm và loại bao bì, chế độ bảo quản thích hợp cho sản phẩm

3.4.4.1. Ảnh hưởng bao bì bảo quản đến chất lượng bột xoài

Bột xoài từ purée khi đựng trong hộp mí nhôm, bao bì PE-Giấy có độ ẩm cao sau 12 tuần bảo quản đạt 1,28 - 6,38% và sự gia tăng độ ẩm của bao bì PE-Nhôm và hộp mí nhôm đạt thấp 1,28 - 4,92%. Chỉ số màu sắc L^* của sản phẩm bột xoài chứa trong các loại bao bì có xu hướng giảm, giá trị a^* ở các bao bì được xử lý trong quá trình bảo quản 12 tuần đều tăng. Sau 12 tuần thì bột xoài từ nguyên liệu puree có sự chuyển biến, giá trị L^* trong PE-giấy là $81,87 \pm 0,52$ thấp hơn so với bao bì hộp nhựa mí nhôm $85,93 \pm 0,02$ và bao bì PE-Nhôm $85,92 \pm 0,02$. Mật độ vi sinh vật trong đó sản phẩm bột xoài được bảo quản chưa ghi nhận sự xuất hiện của vi sinh vật sau 12 tuần bảo quản ở 3 loại bao bì hộp mí nhôm, PE-Giấy, bao bì PE-Nhôm. Đặc tính thấm khí cao của bao bì hộp mí nhôm, PE-Giấy so với các loại bao bì PE-Nhôm nên làm gia tăng ẩm độ và oxy xung quanh sản phẩm, tạo điều kiện cho vi sinh vật phát triển nhanh. Bột xoài được đánh giá trên nhiều chỉ tiêu nhưng để lựa chọn được bao bì phù hợp thì độ ẩm, màu sắc, tổng số vi sinh vật hiếu khí, tổng số nấm men nấm mốc là một trong những yếu tố quan trọng để lựa chọn được bao bì bảo quản thích hợp. Sau 12 tuần, bao bì PE-Giấy bảo quản bột xoài dễ hút ẩm, tổng số vi sinh vật hiếu khí, tổng số nấm men nấm mốc cao hơn bao bì còn lại. Bao bì PE-Nhôm và bao bì hộp nhựa mí nhôm dùng để bảo quản bột xoài là thích hợp, nhưng dựa vào điều kiện yếu tố kinh tế thì bao bì

hộp nhựa mí nhôm mắc hơn, khó thao tác, với cần thêm thiết bị ghép mí nhôm nên lựa chọn bao bì PE-Nhôm là phù hợp cho bảo quản bột xoài từ purée.

3.4.4.2. Ảnh hưởng nhiệt độ bảo quản đến chất lượng bột xoài

Bột xoài từ purée khi bảo quản cho thấy độ ẩm bột bị ảnh hưởng sau 12 tuần bảo quản, ở nhiệt độ 6 ± 2 °C đạt độ ẩm qua các tuần bảo quản từ 1,90 lên 2,52 thấp hơn so với bảo quản ở nhiệt độ 28 ± 2 °C có độ ẩm đạt 1,87 lên 3,35. Nhiệt độ có ảnh hưởng đến độ ẩm của sản phẩm bột xoài trong quá trình bảo quản có sự khác biệt có ý nghĩa. giá trị độ L^* của bột xoài được đóng gói không có sự thay đổi màu sắc nhiều sau 12 tuần: nhiệt độ 6 ± 2 °C là từ $93,76 \pm 0,10$ xuống $85,92 \pm 0,02$. Bột xoài được bảo quản ở 28 ± 2 °C, bắt đầu từ 6 tuần và sẫm màu hơn sau 12 tuần bảo quản từ $92,97 \pm 0,34$ xuống $89,12 \pm 0,66$. Sự sẫm màu được biểu thị bằng giá trị L^* giảm của bột xoài được bảo quản ở 28 ± 2 °C có thể là do hiện tượng hóa nâu không do enzyme. Bột xoài từ purée bảo quản ở nhiệt độ 6 ± 2 °C và 28 ± 2 °C ảnh hưởng đến tổng vi sinh vật hiếu khí, tổng số nấm men nấm mốc sau 12 tuần ở nhiệt độ 28 ± 2 °C với mật độ vi sinh vật 51 CFU/g; 3,5 CFU/g phát triển nhanh hơn so với nhiệt độ 6 ± 2 °C là 8,74 CFU/g; 0 CFU/g. Nhiệt độ thấp làm giảm tốc độ phát triển của vi sinh vật hiếu khí, nấm men và nấm mốc nên quá trình bảo quản bột xoài thực hiện nhiệt độ 6 ± 2 °C phù hợp để đảm bảo chất lượng của sản phẩm bột xoài.

3.4.4.3. Phân tích đánh giá chất lượng sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý

Sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý được đánh giá theo QCVN 8-2:2011/BYT; 46/2007/QĐ-BYT; 24/2019/TT-BYT. Đối với tiêu chuẩn hàm lượng kim loại nặng (Chì, Cadimi, Asen, Thủy ngân) có kết quả không phát hiện và nằm dưới ngưỡng quy định hiện hành. Đồng thời, không phát hiện của chỉ tiêu vi sinh vật *E. Coli*, *Coliforms*, *Bacillus cereus* giả định, *Clostridium perfringens*, tổng số vi sinh vật hiếu khí, tổng nấm men nấm mốc trong sản phẩm bột xoài. Mặt khác, bột xoài cung cấp 426 Kcal/100g, 49,3% đường, 11,1% chất béo, 69,9% Carbohydrate và có ẩm độ phù hợp với tiêu chuẩn cho sản phẩm bột (<5%). Kết quả phân tích cho thấy sản phẩm bột xoài phù hợp với tiêu chuẩn hiện hành và có mức chất lượng tương đồng với các sản phẩm đã thương mại.

3.5. Nghiên cứu quy trình sản xuất và bảo quản sản phẩm bột xoài từ nguồn nguyên liệu xoài Tứ Quý tươi

3.5.1. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình tiền xử lý

3.5.1.1. Khảo sát ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu đầu và độ dày lát xoài

Xoài Tứ Quý được thu hoạch có độ chín 1/3 (36 ± 1 ngày), sau quá trình tiền xử lý nguyên liệu, xoài sẽ được cắt lát với 4 độ dày (1, 2, 3, 4 mm), sấy đối lưu tại 50 °C (tốc độ gió 32,97m/s) đến hàm lượng ẩm đạt cân bằng (<5%) để khảo sát độ dày thích hợp. Thời gian sấy và độ cứng ảnh hưởng có ý nghĩa đến độ dày lát xoài ở mức độ tin cậy 95% ($p < 0,05$): độ dày 1mm có thời gian sấy ngắn nhất $228 \pm 2,9^a$ phút và có độ cứng cao nhất

$3,4 \pm 0,3^a$ (N). Độ dày 4mm có thời gian sấy dài nhất $315 \pm 5,0^d$ và có độ cứng nhỏ nhất $1,9 \pm 0,15^c$ (N). Khoảng cách về thời gian sấy của 1mm và 2mm có khác biệt không đáng kể và độ dày càng lớn, thời gian sấy tăng, độ cứng giảm.

Giá trị L^* , a^* và b^* ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến độ dày lát xoài ($p < 0,05$): quá trình sấy đối lưu ảnh hưởng đến màu sắc của lát xoài và quan sát thì độ dày 2mm cho màu gần giống với mẫu tươi. Độ dày 3mm và 4mm có giá trị L^* cao nhất lần lượt $77,93 \pm 1,00^{bc}$ và $75,61 \pm 1,73^c$. Độ dày 2mm và 4mm có giá trị a^* cao nhất lần lượt $-2,7 \pm 0,96^b$ và $-3,99 \pm 0,26^c$. Độ dày 2mm và 3mm có giá trị b^* cao nhất lần lượt $31,6 \pm 3,5^a$ và $38,15 \pm 2,94^a$.

Hàm lượng đường tổng tăng theo độ dày, độ dày 4 mm có hàm lượng đường tổng cao nhất $183,3 \pm 7,2^a$ mg/g DW và độ dày 1mm có giá trị đường tổng thấp nhất $166,7 \pm 7,2^b$ mg/g DW. Khi độ dày càng nhỏ thì hàm ẩm giảm nhanh trong quá trình sấy nên tốc độ phản ứng hóa học xảy ra nhanh do môi trường nước giảm. Quá trình thoát ẩm nhanh sẽ gây ra sự chênh lệch các thành phần hóa học dẫn đến sự thất thoát và biến đổi của nguyên liệu.

3.5.1.2. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ phụ gia đến hiệu quả bất hoạt enzyme polyphenol oxydase

*** Ảnh hưởng của phụ gia đến khả năng bất hoạt enzyme polyphenol oxydase**

Xoài sau khi cắt lát với kích thước 2 mm, 200 g xoài được chần với nước với tỷ lệ nguyên liệu chần 1/3 (w/v), bổ sung thêm axit citric (%w/v) và CaCl_2 (%w/v) tại nhiệt độ 75°C , thời gian 30s. Sau chần được làm lạnh nhanh qua nước lạnh, mục đích chính của chần là vô hiệu hóa các enzyme gây ra các phản ứng làm giảm chất lượng góp phần tạo ra mùi vị, màu sắc và kết cấu không mong muốn, cũng như phân hủy các chất dinh dưỡng. Mục đích khác là tiêu diệt vi sinh vật làm ô nhiễm sản phẩm. Nồng độ axit citric là 0,5 (%w/v) và CaCl_2 là 0,15 (%w/v) enzyme PPO gần như đã được bất hoạt, chỉ còn một ít xung quanh mẫu. Nồng độ axit citric từ 0,5 - 2 (%w/v) thì có khả năng bất hoạt enzyme PPO. Axit citric được dùng kết hợp với CaCl_2 nhằm tăng hiệu quả vô hoạt PPO. Axit citric ở nồng độ 0,5(%w/v) có độ sáng thấp hơn ở các nồng độ khác, thấp nhất ($L^* = 68,9 \pm 1,93$). Khi nồng độ axit citric càng cao thì màu vàng của xoài sẫm màu hơn mẫu tươi vì nồng độ axit citric cao dẫn đến hiện tượng mất nước trong tế bào do chênh lệch nồng độ chất tan, dẫn đến L^* giảm.

3.5.1.3. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian chần đến hiệu quả bất hoạt enzyme polyphenol oxydase

PPO đã bị bất hoạt ở 90°C và 60s, nồng độ axit citric 0,5%w/v và nồng độ CaCl_2 0,15%. Trong quá trình chần, màu sắc của lát xoài Tứ Quý theo xu hướng giảm dần giá trị

L^* từ $79,13 \pm 0,28$ còn $69,02 \pm 2,75$. Từ 75°C đến 90°C , màu vàng của trái xoài Tứ Quý trở nên sẫm màu hơn do nhiệt độ cao phá hủy các sắc tố màu, đồng thời phản ứng Maillard gây sẫm màu khi gia nhiệt cao trong thời gian dài. Nhiệt độ càng cao thì kết cấu của xoài càng mềm vì các nghiên cứu liên quan cho thấy nhiệt độ càng cao, kết cấu và độ cứng của thành tế bào thực vật bị phá hủy nhiều hơn, sự phá hủy kết cấu xảy ra mạnh mẽ ở nhiệt độ 80°C .

3.5.2. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình sấy và quá trình phối trộn đến chất lượng sản phẩm

3.5.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình sấy đến chất lượng sản phẩm

Giá trị độ sáng L^* và b^* có xu hướng tăng lần lượt $71,18 \pm 1,48^b$ đến $75,04 \pm 0,5^a$, giá trị L^* thấp hơn so với mẫu tươi. Giá trị b^* có xu hướng tăng $41,34 \pm 2,76^b$ đến $48,3 \pm 1,06^a$, giá trị b^* cao hơn mẫu tươi. Ở 60°C màu sắc của lát xoài đậm hơn, nghiêng về màu đỏ (a^* âm). Ảnh hưởng của quá trình oxy hóa các phenol có thể tạo thành các sắc tố màu không mong muốn. Độ cứng lát xoài giảm dần trong quá trình sấy với 4 mức nhiệt độ, $3,57 \pm 0,12^a$ (N) xuống $1,83 \pm 0,15^c$ (N) và độ cứng giảm do quá trình mất nước và biến đổi sinh hóa làm giảm cấu trúc tế bào. Hàm lượng vitamin C giảm dần từ 50°C ($0,47 \pm 0,04^a$ mgAA/g DW) đến 60°C ($0,13 \pm 0,04^c$ mgAA/g DW). Sau quá trình chần và quá trình sấy, hàm lượng vitamin C đã tổn thất hơn 33% so với mẫu tươi. Tổng hàm lượng carotenoid có xu hướng giảm sau quá trình sấy ở nhiệt độ 50°C cao nhất $0,84 \pm 0,02^a$ mg/g DW và thấp nhất ở 65°C $0,45 \pm 0,01^d$ mg/g DW. Lát xoài sấy được chần cho thấy sự mất mát carotenoid thấp hơn những mẫu chưa được xử lý. Mẫu được xử lý trước quá trình sấy có sự hình thành một lớp hàng rào ở bề mặt sản phẩm giúp hạn chế sự tiếp xúc với oxy. Khi sấy nhiệt độ 50°C giá trị TPC cao nhất $3,04 \pm 0,77^a$ (mgGAE/g DW) và giá trị TPC thấp nhất ở nhiệt độ 65°C $1,46 \pm 0,15^c$ (mgGAE/g DW). Nhiệt độ càng cao TPC càng giảm vì sấy khô ở nhiệt độ cao có thể gây ra tổn thất TPC do suy giảm nhiệt độ. Trong quá trình sấy, DPPH và ABTS có xu hướng giảm khi tăng nhiệt độ sấy: giá trị DPPH và ABTS cao nhất ở nhiệt độ 50°C $1,89 \pm 0,03^a$ (mgAA/g DW) và $1,12 \pm 0,03^a$ (mgAA/g DW), giảm 35% và 24% so với mẫu tươi. Giá trị DPPH thấp nhất ở nhiệt độ 65°C $1,53 \pm 0,01^b$, giá trị ABTS thấp nhất ở nhiệt độ 60°C $0,91 \pm 0,04^b$ (mgAA/g DW).

3.5.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ chất độn đến cảm quan sản phẩm

Ảnh hưởng của các loại và tỷ lệ chất độn: maltodextrin, tinh bột sắn, bột bắp đến chất lượng cảm quan và độ tan của bột xoài có sự khác biệt có nghĩa của loại chất phối trộn đến độ hòa tan ($p < 0,05$) và đạt giá trị cao nhất tại nồng độ 20%. Độ hòa tan của bột xoài nguyên chất là 42,98%. Chất phối trộn là tinh bột sắn cho thấy mức độ hòa tan trong sản phẩm đạt cao nhất là 65,35%, bột bắp 63,12% và đạt độ hòa tan thấp nhất là chất phối trộn

maltodextrin 59,24%. Tinh bột bắp là sự lựa chọn tốt để đánh giá khả năng hòa tan của bột xoài và khảo sát ở các nồng độ từ 5 - 20% cho thấy ở nồng độ 15% và 20% không có sự chênh lệch về khả năng hòa tan tương ứng là 65,35% và 65,82%. Lựa chọn nồng độ tinh bột sắn 15% là hợp lý về nhu cầu kinh tế và thích hợp cho khả năng hòa tan của bột xoài.

3.5.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ phụ gia điều vị đến cảm quan sản phẩm

Các giá trị độ hòa tan với sự thay đổi nồng độ acid citric có thể nhận thấy mối liên hệ tương quan giữa lượng phụ gia điều vị và độ hòa tan của sản phẩm. Giá trị tăng lên đáng kể trong độ hòa tan khi nồng độ acid citric và đường tăng từ 0.01% lên đến 0.03% thể hiện có sự khác biệt có nghĩa và ở nồng độ 0,03% và 0,04% không có sự chênh lệch đáng kể. So với sản phẩm không sử dụng phụ gia, độ hòa tan tăng đáng kể, từ 64,35% lên 66,45% ứng với phụ gia acid citric và 66,90% với phụ gia điều vị là đường. Phụ gia điều vị acid citric với nồng độ 0,02% và đường với nồng độ là 25% là phù hợp cho nghiên cứu về bột xoài.

Sự tăng cường cảm quan của sản phẩm bột xoài với sự gia tăng nồng độ phụ gia điều vị được đánh giá cảm quan các chỉ tiêu kết cấu, màu sắc, mùi vị và mức độ yêu thích đều tăng dần theo nồng độ acid citric 0.01%-0.04% và đường ở nồng độ 10 -25%. Nồng độ acid citric 0.02% cho các kết quả về cảm quan tổng thể có giá trị cao nhất trong các nồng độ được khảo sát, tổng điểm đánh giá là 15,17 điểm, trong đó kết cấu $3,80 \pm 0,83$, màu sắc $4,24 \pm 0,85$. Đường có nồng độ 25% cũng đạt số điểm tổng cao nhất 17,93 điểm, trong đó kết cấu $4,40 \pm 1,00$, màu sắc $4,53 \pm 0,82$, mùi vị $4,60 \pm 0,91$. Acid citric và đường có vai trò quan trọng trong việc nâng cao chất lượng và cảm quan của sản phẩm bột xoài, hỗ trợ quá trình tối ưu hóa thành phần để sản xuất sản phẩm chất lượng cao. Bổ sung phụ gia điều vị acid citric và đường tương ứng nồng độ 0.02% và 25% được cho là thích hợp để tạo nên sản phẩm bột xoài, có ảnh hưởng rõ rệt lên vị và mức độ ưa thích.

3.5.2.4. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ phụ gia ổn định cấu trúc đến cảm quan và độ ổn định của sản phẩm

Mối liên quan tích cực giữa lượng phụ gia và độ hòa tan của sản phẩm cho thấy sự giảm đi đáng kể trong độ hòa tan khi nồng độ pectin tăng từ 0.01% lên đến 0,03%, với giá trị tương ứng là 65,22%, 62,04%, và 59,80%. So với sản phẩm không sử dụng phụ gia, độ hòa tan giảm đáng kể, từ 67,2% xuống đến mức thấp nhất 59,80%. Mức độ đánh giá của người tiêu dùng ở các chỉ tiêu kết cấu, màu sắc, mùi vị và mức độ yêu thích đều tăng dần theo nồng độ pectin 0,01%-0,03%. Nồng độ pectin 0,03% cho các kết quả về cảm quan tổng thể có giá trị cao nhất trong các nồng độ được khảo sát, từ đó cho điểm số tổng đánh giá 15,59 điểm, bao gồm các chỉ tiêu quan trọng như kết cấu $3,76 \pm 0,57$, và màu sắc $4,25 \pm 0,60$. Điều này làm nổi bật vai trò tích cực và quan trọng của pectin trong việc nâng cao chất lượng và cảm quan của sản phẩm bột xoài, hỗ trợ quá trình tối ưu hóa thành phần để sản xuất sản phẩm chất lượng cao.

Ảnh hưởng của nồng độ hương liệu đối với độ hòa tan và cảm quan sản phẩm bột xoài, kết cấu của sản phẩm bột xoài tăng dần theo sự tăng nồng độ hương liệu, đạt giá trị cao nhất ở nồng độ 0.2%. Mùi vị đạt giá trị cao nhất ở nồng độ 0.2%, nhưng có sự giảm ở các mức nồng độ cao hơn. Điểm tổng hợp của các yếu tố cảm quan, tăng đáng kể khi nồng độ hương liệu tăng từ 0.1% lên đến 0.2%, sau đó có sự giảm nhẹ

3.5.3. Hoàn thiện quy trình công nghệ chế biến bột xoài từ nguồn nguyên liệu xoài Tứ Quý tươi

3.5.3.1. Đánh giá và phân tích hiệu quả của quy trình công nghệ chế biến

Dựa vào kết quả nghiên cứu các thông số riêng rẽ của các giai đoạn của quá trình chế biến bột xoài từ xoài tươi, một số thông số cơ bản như sau: Xoài Tứ Quý được thu hoạch có độ chín 1/3 (36 ± 1 ngày), sau đó tiến hành rửa và gọt vỏ, xoài được cắt lát với độ dày 2mm, chần với nước với tỷ lệ nguyên liệu chần 1/3 (w/v), bổ sung thêm axit citric 0,5% (w/v) và 0,15% CaCl_2 tại nhiệt độ 90°C trong thời gian 60s. Trầy lớp xoài lên khay và tiến hành sấy đối lưu dòng khí nóng ở 55°C đến khi hàm ẩm đạt thấp hơn 5%. Tiến hành nghiền kích thước lát xoài nhỏ hơn 0,25 mm và phối trộn 15% (w/v) tinh bột sắn, 0,02% acid citric và 25% đường. Ngoài ra, bổ sung 0,2% pectin, 0,2% bột hương xoài để cải thiện cấu trúc và tăng giá trị cảm quan sản phẩm.

Xoài nguyên liệu có màu vàng và mùi thơm đặc trưng được dùng để sản xuất bột xoài từ lát xoài tươi. Sau quá trình tiền xử lý, khối lượng xoài thu nhận giảm với hiệu suất quá trình đạt 69,8%, xoài vẫn còn ở trạng thái rắn, màu vàng và có mùi thơm. Sau quá trình sấy, lát xoài tươi bị mất ẩm và sậm màu do ảnh hưởng bởi nhiệt độ, tuy nhiên đánh giá bằng trực quan cho thấy vẫn còn màu vàng nhạt, có mùi thơm và xuất hiện vị chua nhẹ. Quá trình này đạt 10,12% hiệu suất thu hồi. Sau khi sấy đạt trạng thái rắn và cứng, lát xoài được nghiền để tiếp tục phối trộn tạo sản phẩm và hỗn hợp có màu vàng ngà ánh nâu bởi ảnh hưởng của các thành phần phối trộn khác. Sản phẩm bột xoài hoàn thiện trong thời gian thực hiện 0,75 giờ, sản phẩm có vị chua ngọt nhẹ và có điểm chấp nhận cảm quan thị hiếu cao.

3.5.3.2. Đánh giá và phân tích mối liên hệ chất lượng sản phẩm theo từng quá trình trong quy trình chế biến

Vitamin C có mức tương quan cao với cả Polyphenol (0,92) và DPPH (0,98), cho thấy tương quan tích cực mạnh và rất mạnh, tương ứng với khả năng chống oxy hóa và các yếu tố dinh dưỡng trong sản phẩm. Sự tương quan cao giữa Vitamin C và Carotenoid (0,95) vì có sự liên kết chặt chẽ giữa hai thành phần này trong quá trình chế biến. Polyphenol và DPPH cũng có mức tương quan đáng kể (0,89), gợi ý rằng sự tăng cường của Polyphenol có thể đóng góp tích cực đến khả năng chống oxy hóa của sản phẩm. Mối quan hệ này cũng được tái lập qua mối quan hệ giữa Polyphenol và Carotenoid (0,80), tuy tương quan này không mạnh bằng so với các liên kết khác. Sự tương quan lớn giữa DPPH và Carotenoid

(0,98) cho thấy rằng nồng độ Carotenoid có thể có tác động tích cực đến khả năng chống oxy hóa, đồng thời làm nổi bật vai trò quan trọng của Carotenoid trong bảo vệ sản phẩm khỏi ô nhiễm oxy hóa.

3.5.4. Đánh giá chất lượng sản phẩm và loại bao bì, chế độ bảo quản thích hợp cho sản phẩm

3.5.4.1. Ảnh hưởng bao bì bảo quản đến chất lượng bột xoài

Bột xoài từ nguyên liệu tươi khi đựng trong hộp mí nhôm, bao bì PE-Giấy có độ ẩm cao sau 12 tuần bảo quản đạt 4.14% - 5.05% và sự gia tăng độ ẩm của bao bì PE-Nhôm thấp đạt 3.35%. Bao bì PE-Giấy khả năng thấm khí lớn hơn bao bì hộp mí nhôm và ít thấm khí nhất là ở PE-Nhôm. Chỉ số màu sắc L^* của sản phẩm bột xoài chứa trong các loại bao bì giảm. Sản phẩm bột xoài đóng gói ở 3 loại bao bì trong tuần đầu có giá trị L^* là 93.87 ± 0.24 . Sau 12 tuần thì bột xoài có sự chuyển biến về giá trị L^* là 75.73 ± 0.54 (hộp nhựa mí nhôm); 76.32 ± 0.12 (PE-Giấy) và 89.88 ± 0.06 (PE-Nhôm) nên bao bì PE-Nhôm bảo quản sản phẩm giữ được màu sắc tốt. Sự gia tăng mật số vi sinh vật hiếu khí và tổng số nấm men nấm mốc tỷ lệ thuận với thời gian bảo quản sản phẩm bột xoài. Mật độ vi sinh vật giữa các loại bao bì có sự khác biệt ý nghĩa $\alpha = 95\%$; trong đó sản phẩm bột xoài được bảo quản chưa ghi nhận sự xuất hiện của vi sinh vật sau 12 tuần bảo quản ở 3 loại bao bì hộp mí nhôm, PE-Giấy, bao bì PE-Nhôm. Đặc tính thấm khí cao của bao bì hộp mí nhôm, pE-Giấy so với các loại bao bì PE-Nhôm nên làm gia tăng ẩm độ và oxy xung quanh sản phẩm, tạo điều kiện cho vi sinh vật phát triển nhanh hơn.

3.5.4.2. Ảnh hưởng nhiệt độ bảo quản đến chất lượng bột xoài

Bột xoài từ nguyên liệu tươi khi bảo quản cho thấy độ ẩm bột bị ảnh hưởng sau 12 tuần bảo quản, ở nhiệt độ 6 °C đạt độ ẩm qua các tuần bảo quản từ 1,90 lên 2,52 thấp hơn so với bảo quản ở nhiệt độ 30 °C có độ ẩm 1,87 lên 3,35. Bột xoài cho thấy không có sự thay đổi màu sắc nhiều sau 12 tuần bảo quản ở nhiệt độ $6 \pm 2^\circ\text{C}$ là từ $93,87 \pm 0,31$ xuống $91,75 \pm 0,27$. Bột xoài được bảo quản ở $28 \pm 2^\circ\text{C}$ sẽ chuyển sang màu vàng sẫm và giá trị L^* giảm đáng kể, bắt đầu từ 6 tuần và sẫm màu hơn sau 12 tuần bảo quản từ $93,87 \pm 0,24$ xuống $89,88 \pm 0,06$. Giá trị a^* , b^* là một chỉ số tốt để phân biệt sự khác biệt về độ vàng của bột xoài bị ảnh hưởng bởi điều kiện bảo quản và ít thay đổi sau 12 tuần bảo quản ở $6 \pm 2^\circ\text{C}$ nên nhiệt độ $6 \pm 2^\circ\text{C}$ phù hợp trong bảo quản bột xoài từ nguyên liệu xoài tươi. Tổng số vi sinh vật hiếu khí và tổng số nấm men nấm mốc ở các mức nhiệt độ có sự khác biệt ý nghĩa. Sau 12 tuần kiểm tra cho thấy nhiệt độ $28 \pm 2^\circ\text{C}$ với mật độ vi sinh vật $9,4 \times 10^2$ CFU/ml; 48 CFU/ml phát triển nhanh hơn so với nhiệt độ $6 \pm 2^\circ\text{C}$ là 84 CFU/ml; 4,8 CFU/ml. Nhiệt độ cao bột xoài có thể mất nước và trở nên khô, làm mất chất lượng và hương vị của bột xoài, vi sinh vật hiếu khí; nấm men nấm mốc có thể phát triển và tăng số lượng nhanh chóng làm bột xoài trở nên hư hỏng.

3.5.4.3. Phân tích đánh giá chất lượng sản bột xoài từ nguồn nguyên liệu xoài Tứ Quý tươi

Sản phẩm bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi được đánh giá theo QCVN 8-2:2011/BYT; 46/2007/QĐ-BYT; 24/2019/TT-BYT. Đối với tiêu chuẩn hàm lượng kim loại nặng (Chì, Cadimi, Asen, Thủy ngân) có kết quả không phát hiện và nằm dưới ngưỡng quy định hiện hành. Chỉ tiêu vi sinh vật *E. Coli*, *Coliforms*, *Bacillus cereus* giả định, *Clostridium perfringens*, tổng số vi sinh vật hiếu khí, tổng nấm men nấm mốc không phát hiện trong mẫu phân tích. Bột xoài cung cấp 426 Kcal/100g, 49,3% đường, 11,1% chất béo, 69,9% Carbohydrate và có ẩm độ phù hợp với tiêu chuẩn cho sản phẩm bột (<5%).

3.6. Tư vấn, tính toán thiết kế, lắp đặt hệ thống thiết bị phục vụ quy trình sản xuất sản phẩm từ xoài Tứ Quý có kiểm soát các điều kiện an toàn vệ sinh thực phẩm tại doanh nghiệp tỉnh Bến Tre

Thiết lập mô hình phân bố các khu vực sản xuất chính ở quy mô sản xuất thử nghiệm, phân bố thành các khu chính:

- Khu tiếp nhận nguyên liệu: Nơi tiếp nhận và kiểm tra chất lượng nguyên liệu đầu vào (50 m²)
- Khu phối chế (cân phụ gia, phối trộn...): Xử lý sơ bộ nguyên liệu, phân loại hư hỏng, nguyên liệu không đạt chuẩn chế biến, rửa, làm sạch, làm ráo, gọt vỏ, loại hạt (50 m²)
- Khu sản xuất trong điều kiện nhiệt độ thấp: sản xuất và vận hành các thiết bị chế biến không sinh nhiệt cao (máy đảo, máy khuấy), làm mát, làm nguội bán thành phẩm, nhiệt độ môi trường từ 20-25°C (100 m²)
- Khu sản xuất có sử dụng nhiệt độ cao: sản xuất và vận hành các thiết bị chế biến sinh nhiệt cao (máy sấy, chần, thanh trùng, tiệt trùng,...) (100 m²)
- Khu đóng gói thành phẩm: Hoàn thiện bao gói sản phẩm theo yêu cầu (50 m²)

Tính toán các hệ thống thiết bị phục vụ cho quy trình sản xuất đồng thời các sản phẩm: Dựa vào quy trình công nghệ, quy mô sản xuất, đồng thời phối hợp với đơn vị HTX Dịch vụ Sản xuất Nông nghiệp Thạnh Phong rà soát nhóm các dụng cụ, thiết bị sẵn có của doanh nghiệp, nhóm các dụng cụ sẵn có trên thị trường, và các thiết bị chính cần thiết kế để phù hợp mô hình sản xuất đã tổng hợp danh mục thiết bị, số lượng, quy cách thiết bị, thông số kỹ thuật để triển khai sản xuất các sản phẩm ở quy mô sản xuất thực tế

Hoàn thiện phân bố các khu vực sản xuất chính ở quy mô sản xuất thử nghiệm, được phân bố thành các khu chính tại HTX Dịch vụ sản xuất nông nghiệp Thạnh Phong bao gồm các hoạt động khảo sát mặt bằng, hệ thống kho lạnh, nhà xưởng tại đơn vị phối hợp tiếp nhận chuyển giao HTX, chuyển giao và tiếp nhận các cơ sở vật chất, trang thiết bị phục vụ đề tài.

3.7. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình sơ chế, xử lý và đóng gói xoài Tứ Quý tại tỉnh Bến Tre

3.7.1. Hướng dẫn vận hành và chuyển giao quy trình công nghệ và kỹ thuật sơ chế và đóng gói xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Phân loại: Xoài sau khi thu hoạch được phân loại theo trọng lượng quả khoảng 500g±100g, không bị dập úng, không mùi lạ, quả to, đều. Những quả không đạt tiêu chuẩn sẽ được tận dụng chế biến các sản phẩm khác như puree, nước ép,...

Rửa và ngâm chlorine: Sau khi phân loại, trái xoài được rửa với nước và ngâm với dung dịch chloride 200 ppm trong 15 phút với tỉ lệ nguyên liệu: nước là 1:3 (w/v) để loại bỏ bụi bẩn lớp vỏ bên ngoài, loại bớt lượng vi sinh vật và thuốc bảo vệ thực vật tồn dư.

Quá trình chần: Trái xoài được chần trong nước ấm với tỉ lệ nguyên liệu: nước là 1:3 (w/v) tại nhiệt độ 50°C trong 5 phút. Quá trình chần được thực hiện đồng bộ trên hệ thống thiết bị chần chuyên dụng có dung tích 100 lít, hệ thống có gia nhiệt.

Nhúng và để ráo: Quá trình nhúng được thực hiện 3 lần với dung dịch chitosan 1% trong 5 giây/lần, sau đó để ráo tại nhiệt độ phòng trong 15 phút. Quá trình ngâm được thực hiện đồng bộ trên hệ thống thiết bị nhúng chuyên dụng có dung tích 100 lít, hệ thống có gia nhiệt.

Bao gói: Sản phẩm định lượng 06 trái, được gói với giấy pelure, cho vào thùng carton kích thước 30x36x10 cm và di chuyển vào kho bảo quản mẫu tại nhiệt độ phòng. Hạn sử dụng 12 ngày kể từ ngày sản xuất.

Hướng dẫn vận hành và chuyển giao quy trình công nghệ và kỹ thuật sơ chế và đóng gói xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Hướng dẫn vận hành và chuẩn bị các nguyên vật liệu thực nghiệm => Lựa chọn nguyên liệu. Tiến hành rửa và ngâm xoài với dung dịch chlorine 200ppm => Quá trình chần => Nhúng chitosan và để ráo => Đóng gói và bảo quản

3.7.2. Thử nghiệm mô hình sơ chế và đóng gói xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Điều chỉnh: Tại quá trình rửa mô hình lần 1 cho kết quả xoài không đạt về giá trị cảm quan và hạn sử dụng như tại phòng thí nghiệm, có thể do tăng quy mô đầu vào. Điều chỉnh bổ sung và kết hợp quá trình ngâm xoài với chlorine 200 ppm tại mô hình lần 2, sau đó chần xoài tại 50 °C trong 5 phút (thời gian tăng lên) cho kết quả tương tự với phòng thí nghiệm, từ đó gia tăng điều chỉnh thời gian chần xoài theo quy mô tăng dần và có được thông số chần xoài trong nước ấm 50 °C với tỉ lệ nguyên liệu: nước là 1:3 (w/v) trong 15 phút ở mô hình thử nghiệm. Các kết quả cho thấy xoài tươi sau tiền xử lý đạt được các tiêu chuẩn chất lượng theo yêu cầu.

3.7.3. Đánh giá chất lượng sản phẩm xoài sau quá trình sơ chế, xử lý và đóng gói xoài Tứ Quý tươi

Chất lượng xoài quả tươi được đánh giá dựa trên TCVN 9766:2013 hoặc TCVN 4832:2009 (CODEX STAN 193-1995: với 3 lô thực nghiệm đều cho kết quả dưới ngưỡng

cho phép về hàm lượng độc tố vi nấm Aflatoxin B1 và Aflatoxin tổng (B1, B2, G1, G2); Không pháp hiện nhiễm kim loại Chì và Asen trong xoài ở cả 3 mẫu phân tích. Đối với một số chủng vi sinh vật phổ biến như *E. Coli*, *Coliforms*, *Bacillus cereus* giả định, *Clostridium perfringens* cho kết quả KPH (LOD = 10), Tổng số vi sinh vật hiếu khí, tổng số bào tử nấm men, nấm mốc dưới 10 CFU/g. Ngoài ra, xoài tươi cung cấp khoảng 326 Kcal/100g, trong đó bao gồm khoảng 77,6% carbohydrate, 2,48% hàm lượng protein, khoảng 0,61% chất béo và khoảng 7,35 mg/100g hàm lượng Vitamin C.

3.8. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

3.8.1. Hướng dẫn vận hành và chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Quy trình sản xuất xoài sấy dẻo bao gồm các bước sau:

Phân loại: Xoài sau khi thu hoạch được phân loại theo trọng lượng quả khoảng 700g±100g, không bị dập ứng, không mùi lạ, quả to, đều, hàm lượng chất rắn hoà tan tổng số đạt 20-22°Bx được sử dụng để sản xuất xoài sấy dẻo. Những quả không đạt tiêu chuẩn sẽ được tận dụng chế biến các sản phẩm khác như puree, nước ép,... Việc tạo hình và giá trị cảm quan xoài sau sấy bị ảnh hưởng nhiều bởi độ cứng quả, chú ý lựa chọn quả xoài không quá cứng, sau thu hoạch cần ủ chín 2 ngày để đồng nhất mức hô hấp của quả.

Rửa: Sau khi phân loại, trái xoài được rửa với nước sạch bổ sung 0.5% acid citric để loại bỏ bụi bẩn lớp vỏ bên ngoài, loại bớt lượng vi sinh vật và thuốc bảo vệ thực vật tồn dư.

Tách vỏ/hạt/cắt tạo hình: Xoài sau rửa được để ráo, được tách vỏ thủ công, tránh thao tác mạnh làm ảnh hưởng đến cấu trúc quả. Dùng dao cắt dọc theo chiều ngang của quả xoài với độ dày 1 cm. Tiếp tục thao tác đến khi lấy hết phần thịt quả và loại bỏ hạt.

Quá trình chần: Lát xoài được chần trong nước nóng với tỉ lệ nguyên liệu: nước là 1:2 (w/v) tại nhiệt độ 90°C trong 4 phút. Sau đó được làm lạnh nhanh với nước lạnh ở 4°C. Quá trình chần được thực hiện đồng bộ trên hệ thống thiết bị chần chuyên dụng dung tích 100 lít có hệ thống gia nhiệt.

Ngâm thẩm thấu: Quá trình thẩm thấu được thực hiện với tỉ lệ nguyên liệu: dung dịch syrup là 1:2 (w/v), thẩm thấu trong 45°C trong 150 phút. Trong đó, dung dịch syrup được chuẩn bị là 35°Bx, 0,5% acid citric và 0,2% glycerol. Quá trình ngâm được thực hiện đồng bộ trên hệ thống thiết bị thẩm thấu chuyên dụng dung tích 100 lít có hệ thống gia nhiệt.

Sấy bơm nhiệt: Lát xoài sau ngâm được trải đều lên mặt khay inox có lỗ lưới <1cm², lưu ý hạn chế sự xếp chồng lên nhau của mẫu làm ảnh hưởng đến tốc độ thoát ẩm không đồng đều. Cài đặt nhiệt độ cho tác nhân sấy khoảng 45°C trong 4 giờ và tăng dần đến 55°C, tần số quạt 50Hz trong khoảng tổng 12 giờ sấy, để hàm ẩm < 15%.

Làm nguội: Xoài sau sấy được làm nguội tại phòng lạnh, nhiệt độ 25°C sau đó tiến hành đóng gói

Bao gói: Sản phẩm được định lượng 150g cho vào bao bì Al/PE sau đó được ghép mí và di chuyển và kho bảo quản mẫu.

Hướng dẫn tập huấn và chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất xoài sấy dẻo

Hướng dẫn vận hành và chuẩn bị các nguyên vật liệu thực nghiệm => Lựa chọn nguyên liệu
=> Tiến hành rửa và để ráo cho nguyên liệu => Tách vỏ, hạt và cắt định hình cho sản phẩm
=> Chần bắt hoạt enzyme polyphenol oxydase => Thẩm thấu sản phẩm => Xếp khay cho sản phẩm, đưa vào tủ sấy và đảo mặt cho sản phẩm => Thu mẫu, cân và đóng gói cho sản phẩm

3.8.2. Thực hiện sản xuất thử nghiệm trên mô hình sản xuất xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Điều chỉnh: công nghệ sấy bơm nhiệt được thay thế bởi công nghệ sấy đối lưu bằng dòng khí nóng sau giai đoạn chuyển giao thử nghiệm lần 1 vì phù hợp với trang thiết bị của đơn vị tiếp nhận chuyển giao và hiệu quả của quy trình đạt tương đương với yêu cầu tại PTN. Tại quá trình thẩm thấu mô hình lần 2, hiệu quả thẩm thấu không cao cho kết quả lát xoài bị mềm, không đủ độ dẻo và vị nhạt hơn so với mức chất lượng phòng thí nghiệm và mô hình lần 1, có thể do thời gian thẩm thấu chưa đủ. Vì vậy, điều chỉnh tăng từ 150 phút lên 180 phút.

3.8.3. Đánh giá chất lượng sản phẩm lô sản xuất thử nghiệm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Đánh giá cảm quan thị hiếu người tiêu dùng sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý được thực hiện trên 100 người với sản phẩm xoài sấy dẻo Tứ Quý được trình bày tại bảng. Mùi của sản phẩm là sự kết hợp hoàn hảo giữa hương thơm tự nhiên của xoài và hương thơm phát sinh từ quá trình sấy. Về vị, xoài sấy dẻo tạo nên hương vị độc đáo, cân bằng giữa độ chua ngọt tự nhiên của xoài và hương vị phức tạp từ quá trình chế biến. Điểm cảm quan thị hiếu của xoài sấy dẻo cao, với cấu trúc đạt điểm $4,34 \pm 0,55$, màu sắc đạt điểm $3,43 \pm 0,24$, mùi đạt điểm $3,94 \pm 0,56$, vị đạt điểm $4,65 \pm 0,65$, và điểm yêu thích $,09 \pm 0,34$. Kết quả này cho thấy sự phản ánh tích cực của người tiêu dùng đến chất lượng của sản phẩm.

Phân tích và đánh giá chất lượng sản phẩm lô sản xuất thử nghiệm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp: Các lô sản xuất thử nghiệm xoài sấy dẻo được kiểm nghiệm và đánh giá theo TCCS 01:2024/QĐ-HTX-TP. Kết quả cho thấy rằng các chỉ tiêu của 3 lô phù hợp với TCCS, trong đó, giá trị về ngưỡng giới hạn hàm lượng kim loại nặng thấp hơn mức cho phép: Chì và Asen (KPH); Không phát hiện độc tố vi nấm có trong mẫu xoài sấy dẻo; các ngưỡng về vi sinh vật hầu như không phát hiện (với LOD = 10). Sản phẩm cung cấp 326 Kcal/100g, với các thành phần dinh dưỡng theo quy định như: khoảng 77,7% protein; 51% đường tổng, 0,6% chất béo và khoảng 7,3 mg/100g vitamin C.

3.8.4. Xây dựng hồ sơ công bố sản phẩm tại doanh nghiệp và xác định đối tượng khách hàng cho sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý

Thiết kế bao bì và vật liệu bao gói sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý phù hợp với quy định của Chính phủ ban hành Nghị định số 111/2021/NĐ-CP sửa đổi, bổ sung một số điều Nghị định số 43/2017/NĐ-CP ngày 14/4/2017 về nhãn hàng hóa. Nhãn sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý thể hiện đầy đủ các nội dung quy định như tên hàng hóa; tên và địa chỉ của tổ chức, cá nhân chịu trách nhiệm về hàng hóa; xuất xứ hàng hóa; thông tin về sản phẩm. Đồng thời tiến hành xây dựng hồ sơ công bố sản phẩm tại doanh nghiệp và xác định đối tượng khách hàng cho sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý cho HTX Dịch vụ sản xuất nông nghiệp Thạnh Phong đã ban hành và công bố áp dụng Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý theo quyết định số 01/2024/QĐ-HTX-TP ngày 26/04/2024.

*** Xác định phân khúc khách hàng và lên kế hoạch thương mại sản phẩm**

- Chính sách sản phẩm như về chủng loại sản phẩm các sản phẩm: xoài sấy dẻo, xoài sấy dẻo muối ớt, nước uống đóng chai, bột xoài với quy cách hộp và túi zip, chai thủy tinh, chai nhựa với khối lượng quy định. Mẫu mã, bao bì sản phẩm: dây chuyền đóng gói bao bì của công ty phải luôn được kiểm soát đảm bảo đúng quy cách, giữ cho hương vị của sản phẩm không thay đổi so với ban đầu và luôn bảo quản được sản phẩm trong quá trình vận chuyển. Chính sách chất lượng; Chính sách định giá; Các sản phẩm từ xoài hiện có trên thị trường

Dự toán chi phí sản xuất của các sản phẩm từ xoài Tứ Quý căn cứ vào chi phí nguyên liệu, vật tư tiêu hao trên mẻ 300 kg. Trong đó, đơn giá được ghi nhận ở hình thức bán lẻ ở thời điểm tháng 12/2023. Các mức giá được đề cập chỉ mang tính tương đối và sẽ có sự biến động tùy thuộc vào tình hình giá cả thị trường cũng như những yếu tố khác.

Chính sách giá cho các sản phẩm: Dựa trên chi phí nguyên liệu đầu vào, bên cạnh đó là những chi phí phục vụ cho quá trình sản xuất và đối sánh giá với các sản phẩm khác trên thị trường. Giá bán cho từng loại sản phẩm được đề xuất ở mức phù hợp và trên cơ sở bảng giá chuẩn đã xây dựng, tùy theo nhiều yếu tố như sự thay đổi giá của đối thủ cạnh tranh, hay sự biến động của giá nguyên vật liệu đầu vào,... mà HTX sẽ có các điều chỉnh giá hợp lý. Một số cách về điều chỉnh giá có thể áp dụng như: chiết khấu theo doanh số mua hàng (theo chu kỳ 1 tháng; mua hàng một lần) 6%, chiết khấu đạt chỉ tiêu khoán 1,5%, chiết khấu thanh toán 2,0% (chỉ áp dụng cho một số khách hàng quen). Xoài sấy dẻo dạng túi 150g giá gốc 15.450, giá bán 39.000; bột xoài túi 150g giá gốc 5.094 giá bán 29.000; nước xoài chai 180ml giá gốc 5.956 giá bán 29.000

3.9. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến nước uống từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

3.9.1. Hướng dẫn vận hành và chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất nước uống xoài từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Quy trình chế biến nước xoài bao gồm các bước sau:

Phân loại: Xoài sau khi thu hoạch được phân loại theo độ chín kỹ thuật, hàm lượng chất rắn hoà tan tổng số lớn hơn 20 Bx, hàm lượng acid tổng lớn hơn 0,2%, không bị dập úng, không mùi lạ. Để đồng nhất mẫu, xoài sau thu hoạch cần ủ chín ít nhất 2 ngày để đồng nhất mức hô hấp của quả.

Rửa: Sau khi phân loại, trái xoài được rửa với nước sạch bổ sung 0.5% acid citric để loại bỏ bụi bẩn lớp vỏ bên ngoài, loại bớt lượng vi sinh vật và thuốc bảo vệ thực vật tồn dư.

Quá trình gọt vỏ: Xoài sau rửa được để ráo, dùng dao gọt nhanh cuống xoài sau đó đến vỏ quả với độ dày phù hợp. Vì xoài có nhiều nhựa ở cuống nên tránh hạn chế tình trạng nhiễm lại trên thịt quả, đối với xoài Tứ Quý, thành phần này thấp hơn các giống khác, nếu cần thiết phải rửa lại 1 lần nữa dưới vòi phun. Quá trình gọt phải được thực hiện nhanh chóng, nhằm tránh hư hỏng sản phẩm.

Tiền xử lý: Purée xoài được điều chỉnh pH bằng acid citric, sau đó xử lý nhiệt ở 90 °C trong khoảng 90 giây để ức chế enzyme polyphenol, và sau đó làm nguội tại nhiệt độ phòng. Một phần purée sau xử lý được đưa đến quá trình sản xuất tiếp, phần còn lại được đem đi cấp đông.

Quá trình chà: Purée xoài được làm nguội tại nhiệt độ phòng. Một phần purée sau xử lý được đưa đến quá trình sản xuất tiếp theo. Phần còn lại được đưa vào túi PE (hoặc khay có khối lượng 1 kg) được bảo quản tại điều kiện khảo sát phù hợp để bảo quản nguyên liệu cho quy trình chế biến.

Quá trình phối trộn: Purée sau khi chà có độ acid và hàm lượng đường trong dịch, độ chua ngọt không hài hòa. Do đó, chất lượng về mặt cảm quan rất kém. Mặc khác, nếu sử dụng xoài nguyên chất thì sản phẩm tạo thành không có tính cạnh tranh về kinh tế. Vì thế, để tăng giá trị kinh tế và cảm quan cho sản phẩm phải tiến hành phối chế thêm 32% súp đường, 0,3 % acid citric và 0,1% pectin. Sản phẩm cuối cùng đạt 14 °Brix, phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng.

Quá trình đồng hoá: Bán thành phẩm sau khi phối chế, được đồng hoá bằng thiết bị đồng hoá cơ (8000 vòng/phút) trong 5 phút.

Quá trình rót chai: Dịch sau đồng hóa tiếp tục rót vào chai thủy tinh thể tích 200 ml/chai, đóng kín bằng nắp nhôm có đệm mút cao cấp.

Quá trình thanh trùng: Sau khi ghép nắp, tiến hành thanh trùng sản phẩm bằng nồi hấp và nước thanh trùng phải cao hơn lớp sản phẩm trên cùng trong nồi. Điều kiện thanh trùng là 80 °C trong 10 phút.

Quá trình bảo ôn: Sau khi sản phẩm nguội ta tiến hành bảo quản sản phẩm ở nhiệt độ 4 °C trong vòng 15 ngày để kiểm tra các biến đổi của sản phẩm.

Hướng dẫn tập huấn và chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất nước xoài

Hướng dẫn vận hành và chuẩn bị các nguyên vật liệu thực nghiệm => Lựa chọn nguyên liệu. Rửa và gọt vỏ xoài => Cắt lát xoài chuẩn bị cho quá trình tiền xử lý => Chần lát xoài bằng hoạt enzyme polyphenol oxydase. Sau chần, lát xoài được xay tạo thành purée => PPhối trộn và khuấy trộn dịch xoài => Rót chai và thanh trùng nước xoài => Ổn định và dán nhãn cho sản phẩm nước xoài

3.9.2. Thực hiện sản xuất thử nghiệm trên mô hình sản xuất nước uống xoài từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Mỗi mẻ thí nghiệm được thực hiện cho 50 Lít nước uống xoài thành phẩm

Điều chỉnh: Số lượng purée xoài cần thiết cho quy trình sản xuất mô hình thực nghiệm vừa đủ, vì vậy sau khi được tiền xử lý tiến hành thực hiện mô hình thử nghiệm không thông qua quá trình bảo quản. Bên cạnh đó, quá trình thanh trùng tại thử nghiệm lần 2 có nhiệt độ tâm sản phẩm chưa đạt nên khi nâng quy mô đến 50Kg nguyên liệu đầu vào đã tăng nhiệt độ đến 90 °C với kết quả nước uống xoài đạt các yêu cầu về chất lượng.

3.9.3. Phân tích và đánh giá chất lượng sản phẩm lô sản xuất thử nghiệm nước uống xoài từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Đánh giá cảm quan thị hiếu người tiêu dùng sản phẩm nước uống từ xoài Tứ Quý: thực hiện trên 100 người về nước xoài dựa trên năm tiêu chí: trạng thái, màu sắc, mùi, vị, và độ yêu thích cho thấy điểm đánh giá trung bình cho trạng thái trúc của nước xoài là $4,25 \pm 0,34$. Cấu trúc nước xoài tương đối đồng nhất và không gặp vấn đề lớn nào về trạng thái sản phẩm, màu sắc $3,92 \pm 0,43$ nên cần điều chỉnh để đảm bảo sự thích hợp và hấp dẫn cho người tiêu dùng. Mùi của nước uống xoài $3,83 \pm 0,65$ nên cần tăng cường hương thơm tự nhiên của sản phẩm để cải thiện mùi, và điểm đánh giá trung bình cho độ yêu thích của nước uống xoài $4,06 \pm 0,25$. Sản phẩm nước xoài nhận được một sự đánh giá tích cực, người tham gia đánh giá đã tỏ ra hài lòng và thích thú với sản phẩm với điểm số trung bình khá cao.

Phân tích và đánh giá chất lượng sản phẩm lô sản xuất thử nghiệm nước uống từ xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp theo TCCS 02:2024/QĐ-HTX-TP. Trong đó, pH 3,66, nồng độ chất rắn hoà tan 12%, cung cấp khoảng 0,33 mg/100mL Vitamin C; Không phát hiện hàm lượng kim loại nặng (Chì, Thiếc) trong mẫu nước xoài. Ngưỡng cho phép của vi sinh vật cũng đạt giới hạn khi kết quả cho thấy không phát hiện các chủng *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *E. Coli*, *Coliforms*, và tổng số vi sinh vật hiếu khí, bào tử nấm men, nấm mốc. Sản phẩm đạt so với TCCS dựa trên các quy chuẩn hiện hành và tương đồng về chất lượng so với các sản phẩm cùng loại đã thương mại.

3.9.4. Xây dựng hồ sơ công bố sản phẩm tại doanh nghiệp và xác định đối tượng khách hàng cho sản phẩm nước uống xoài từ xoài Tứ Quý

Thiết kế bao bì và vật liệu bao gói sản phẩm nước uống xoài từ xoài Tứ Quý phù hợp với quy định của Chính phủ ban hành Nghị định số 111/2021/NĐ-CP sửa đổi, bổ sung một số điều Nghị định số 43/2017/NĐ-CP ngày 14/4/2017 về nhãn hàng hóa. Nhãn sản phẩm nước uống xoài từ xoài Tứ Quý thể hiện đầy đủ các nội dung quy định như tên hàng hóa; tên và địa chỉ của tổ chức, cá nhân chịu trách nhiệm về hàng hóa; xuất xứ hàng hóa; thông tin về sản phẩm. Đồng thời tiến hành xây dựng hồ sơ công bố sản phẩm tại doanh nghiệp và xác định đối tượng khách hàng cho sản phẩm nước uống xoài từ xoài Tứ Quý cho HTX Dịch vụ sản xuất nông nghiệp Thanh Phong đã ban hành và công bố áp dụng Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm nước uống xoài từ xoài Tứ Quý theo quyết định số 02/2024/QĐ-HTX-TP ngày 26/04/2024. Đồng thời cũng phân tích xác định phân khúc khách hàng và lên kế hoạch thương mại sản phẩm tổng hợp tại mục 3.8.4.

3.10. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi tại doanh nghiệp

3.10.1. Hướng dẫn vận hành và chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi tại doanh nghiệp

Quy trình bao gồm các bước sau:

Phân loại: Xoài sau khi thu hoạch được phân loại, không bị dập úng, không mùi lạ, hàm lượng chất rắn hoà tan tổng số đạt 20-22 Bx hoặc phụ phẩm từ quá trình sản xuất xoài sấy dẻo được sử dụng để sản xuất bột xoài.

Rửa: Sau khi phân loại, trái xoài được rửa với nước sạch bổ sung 0.5% acid citric để loại bỏ bụi bẩn lớp vỏ bên ngoài, loại bớt lượng vi sinh vật và thuốc bảo vệ thực vật tồn dư.

Tách vỏ/hạt/cắt tạo hình: Xoài sau rửa được để ráo, được tách vỏ thủ công, tránh thao tác mạnh làm ảnh hưởng đến cấu trúc quả. Dùng dao cắt dọc theo chiều ngang của quả xoài với độ dày 2 mm. Tiếp tục thao tác đến khi lấy hết phần thịt quả và loại bỏ hạt.

Quá trình chần: lát xoài được chần trong nước nóng với tỉ lệ nguyên liệu: nước là 1:2 (w/v) tại nhiệt độ 90°C trong 2.5 phút. Sau đó được làm lạnh nhanh với nước lạnh ở 4°C. Quá trình chần được thực hiện đồng bộ trên hệ thống thiết bị chần chuyên dụng dung tích 100 lít có hệ thống gia nhiệt.

Sấy : Lát xoài sau chần được trải đều lên mặt khay inox có lỗ lưới <1cm², lưu ý hạn chế sự xếp chồng lên nhau của mẫu làm ảnh hưởng đến tốc độ thoát ẩm không đồng đều. Cài đặt nhiệt độ cho tác nhân sấy khoảng 55°C, tần số quạt 50Hz trong khoảng 12 giờ sấy, để hàm ẩm < 3%.

Quá trình nghiền: Sau sấy lát xoài có tính chất khô, cứng được nghiền mịn và rây qua rây < 0,5 mm.

Phối trộn: Bột xoài sau sấy được phối trộn với 25% đường, 15% tinh bột sắn, 0,02% acid citric và 0,004% E551 để điều vị cho sản phẩm.

Bao gói: Cân định lượng sản phẩm theo yêu cầu đơn vị đặt hàng. Sản phẩm bán lẻ thông thường từ 5g/túi (điều chỉnh) vào bao bì phù hợp. Hạn sử dụng 1 năm kể từ ngày sản xuất.

Hướng dẫn tập huấn và chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi

Hướng dẫn vận hành và chuẩn bị các nguyên vật liệu thực nghiệm => Phân loại, lựa chọn nguyên liệu phù hợp cho quá trình sản xuất bột xoài => Rửa, làm sạch tạp chất, và loại bỏ những phần không sử dụng của trái như vỏ, cuống, hạt và tạo định hình cho sản phẩm => Lát xoài được chần nhằm mục đích bất hoạt enzyme polyphenol oxydase => Sấy lát xoài nhằm tách bớt nước ra khỏi nguyên liệu => Nghiền lát xoài sấy thành kích thước hạt bột theo yêu cầu và phối trộn bột xoài với các phụ gia thực phẩm để sản phẩm có mùi vị phù hợp với thị hiếu của người tiêu dùng => Bao gói sản phẩm bột xoài.

3.10.2. Thực hiện sản xuất thử nghiệm trên mô hình sản xuất bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi tại doanh nghiệp

Điều chỉnh: Quá trình phối trộn 2 khi nâng quy mô đến 15kg và 25kg nguyên liệu đầu vào, phần trăm tinh bột sắn và giá trị đường làm cho sản phẩm bột bị nhạt mùi vị khi được pha loãng, giảm giá trị cảm quan. Hàm lượng pectin thấp dẫn đến trạng thái sau khi pha loãng của bột bị rời rạc và lắng vì có chứa nhiều xơ không tan. Vì vậy điều chỉnh lần lượt và cho kết quả ổn định tại tinh bột sắn 9% và 30% đường và pectin 0,2%.

3.10.3. Đánh giá chất lượng sản phẩm lô sản xuất thử nghiệm bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi tại doanh nghiệp

Đánh giá cảm quan thị hiếu người tiêu dùng sản phẩm bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi: tiến hành đánh giá cảm quan thị hiếu được thực hiện trên 100 người về bột xoài dựa trên tiêu chí: cấu trúc, màu sắc, mùi, vị, và độ yêu thích cho thấy điểm đánh giá trung bình cho trạng thái trúc của bột xoài $4,15 \pm 0,34$; màu sắc $3,31 \pm 0,32$; mùi $3,65 \pm 0,76$; vị $4,33 \pm 0,65$. Sản phẩm bột xoài có chất lượng vị tốt, thích hợp với tiêu chuẩn sản phẩm và có thể cần tăng cường hương thơm tự nhiên của sản phẩm để cải thiện mùi. Điểm đánh giá trung bình cho độ yêu thích của bột xoài $4,17 \pm 0,25$ nên sản phẩm nhận được đánh giá tích cực với điểm số trung bình khá cao.

Sản phẩm bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi được đánh giá theo TCCS 03:2024/QĐ-HTX-TP cho kết quả có hàm lượng kim loại nặng Chì, Cadimi, Asen, Thủy ngân (KPH) thấp hơn 0,05 mg/kg theo quy định hiện hành. Ngoài ra, chỉ tiêu vi sinh vật *E. Coli*, *Coliforms*, *Bacillus cereus* giả định, *Clostridium perfringens* không có trong mẫu, tổng số vi sinh vật hiếu khí có tồn tại $4,9 \times 10^2$ CFU/g, tuy nhiên vẫn nằm trong giới hạn cho phép. Các yếu tố dinh dưỡng của bột xoài cũng phù hợp với TCCS khi cung cấp 409 Kcal/100g, 76,3%

đường, 5,71% chất béo, 85,4 Carbohydrate và có ẩm độ phù hợp với tiêu chuẩn cho sản phẩm bột (<5%).

3.10.4. Xây dựng hồ sơ công bố sản phẩm tại doanh nghiệp và xác định đối tượng khách hàng cho sản phẩm bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi.

Thiết kế bao bì và vật liệu bao gói sản phẩm bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi phù hợp với quy định của Chính phủ ban hành Nghị định số 111/2021/NĐ-CP sửa đổi, bổ sung một số điều Nghị định số 43/2017/NĐ-CP ngày 14/4/2017 về nhãn hàng hóa.

Tiến hành xây dựng hồ sơ công bố sản phẩm tại doanh nghiệp và xác định đối tượng khách hàng cho sản phẩm bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi cho HTX Dịch vụ sản xuất nông nghiệp Thanh Phong đã ban hành và công bố áp dụng Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý theo quyết định số 03:2024/QĐ-HTX-TP ngày 26/04/2024.

Xác định phân khúc khách hàng và lên kế hoạch thương mại sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý theo báo cáo tại mục 3.8.4

3.11. Xây dựng mô hình công nghệ, tập huấn, chuyển giao quy trình chế biến bột xoài từ purée xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

3.11.1. Hướng dẫn vận hành và chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất bột xoài từ purée xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Quy trình bao gồm các bước sau:

Tiền xử lý : Đối với purée vừa xay nhuyễn, tiến hành đặt cách thủy vào bể điều nhiệt 100°C, sau khi nhiệt độ tâm hỗn hợp xoài đạt 90°C trong 150 giây thì kết thúc. Đối với purée đã đông, rã đông tại nhiệt độ phòng.

Phối trộn 1: Phối trộn 90% purée và 5% bột lòng trắng trứng; malto với sữa bột béo(1:1): 5%. Khuấy tạo bột tại mức công suất thứ 2 của máy đánh bông cầm tay trong 3 phút.

Đồng hoá: Bổ sung chất mang là hỗn hợp maltodextrin D12 và gum arabic tỷ lệ 15% (w/w-50:50). Sau đó, tiến hành đánh hỗn hợp bằng thiết bị đồng hóa 100 vòng/phút trong 2 phút để tạo ra hệ bột bền, tương đối ổn định

Sấy: Tiến hành sấy đối lưu không khí nóng: trải dịch lên khay sấy chiều cao dịch khoảng 0,3- 0,4 cm, sấy tại 55 °C, tần số quạt hỗ trợ 50 Hz, đến hàm lượng ẩm trong hỗn hợp thấp hơn 3%.

Quá trình nghiền: Sau sấy hỗn hợp dịch khô, cứng được nghiền mịn và rây qua rây < 0,5 mm.

Bao gói: Cân định lượng sản phẩm theo yêu cầu đơn vị đặt hàng. Sản phẩm bán lẻ thông thường từ 5g/túi (điều chỉnh) vào bao bì phù hợp. Hạn sử dụng 1 năm kể từ ngày sản xuất.

Hướng dẫn tập huấn và chuyển giao quy trình công nghệ sản xuất bột xoài từ purée xoài Tứ Quý

Hướng dẫn vận hành và chuẩn bị các nguyên vật liệu thực nghiệm => Bất hoạt enzyme trong hỗn hợp purée bằng cách đặt cách thủy vào bể điều nhiệt chuẩn bị hoàn nguyên lại kết

cấu ban đầu của purée, tạo thuận lợi cho quá trình chế biến => Phối trộn lòng trắng trứng để tạo bột xốp thuận lợi cho quá trình sấy => Đồng hóa hỗn hợp để phân tán đều các hạt => Sấy hỗn hợp bằng phương pháp sấy đối lưu không khí nóng => Nghiền lát xoài sấy thành kích thước hạt bột theo yêu cầu và phối trộn bột xoài với các phụ gia thực phẩm để sản phẩm có mùi vị phù hợp với thị hiếu của người tiêu dùng => Bao gói sản phẩm bột xoài.

3.11.2. Thực hiện sản xuất thử nghiệm trên mô hình sản xuất bột xoài từ purée xoài Tứ Quý tại doanh nghiệp

Điều chỉnh: Quá trình tiền xử lý tăng thêm 30 giây tại quy mô thử nghiệm lần 2 và thử nghiệm lần 3 để cho nhiệt cấp có thể truyền đến tâm hỗn hợp purée xoài. Quá trình phối trộn 1 bằng hỗn hợp gum và maltodextrin kéo dài thời gian sấy lớn hơn 30 giờ cho quy mô mẻ 5kg và 15kg (lần lượt là 31,4 giờ và 47,2 giờ). Điều này bắt cập khi nâng cao quy mô lớn hơn, khó đáp ứng được số lượng thành phẩm để thương mại. Vì vậy, điều chỉnh công thức phối trộn và áp dụng công nghệ sấy tạo bột rút ngắn thời gian sấy còn 7 giờ. Quá trình phối trộn 2 khi nâng quy mô đến 15kg và 25kg nguyên liệu đầu vào, phần trăm tinh bột sắn và giá trị đường làm cho sản phẩm bột bị nhạt mùi vị khi được pha loãng, giảm giá trị cảm quan. Vì vậy điều chỉnh lần lượt và cho kết quả ổn định tại tinh bột sắn 9% và 30% đường.

3.11.3. Đánh giá chất lượng sản phẩm lô sản xuất thử nghiệm tại doanh nghiệp

Đánh giá cảm quan thị hiếu người tiêu dùng sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý: tiến hành đánh giá cảm quan về bột xoài từ purée dựa trên tiêu chí: cấu trúc, màu sắc, mùi, vị, và độ yêu thích cho thấy điểm đánh giá trung bình cho cấu trúc của bột xoài là $4,68 \pm 0,22$; màu sắc $3,87 \pm 0,23$; mùi $3,54 \pm 0,55$; vị $4,23 \pm 0,48$; yêu thích $4,19 \pm 0,32$. Sản phẩm bột xoài nhận được một sự đánh giá tích cực với điểm số trung bình khá cao, chất lượng vị tốt và thích hợp với tiêu chuẩn sản phẩm. Sản phẩm có thể điều chỉnh tăng cường hương thơm tự nhiên của sản phẩm để cải thiện mùi; màu sắc và mùi có thể làm cho sản phẩm trở nên hoàn hảo hơn và đáp ứng đầy đủ sự mong đợi của người tiêu dùng.

Các sản phẩm bột xoài sản xuất thử nghiệm được đánh giá theo TCCS 03:2024/QĐ-HTX-TP: các chỉ tiêu kiểm nghiệm đạt với TCCS. Các giá trị về ngưỡng giới hạn hàm lượng kim loại nặng thấp hơn mức cho phép: Chì, Cadimi, Thủy ngân và Asen (KPH); Không phát hiện vi sinh vật đặc trưng *Salmonella*, *E. Coli*, *Coliforms*, *Bacillus cereus* giả định, *Clostridium perfringens*, tổng số bào tử nấm men, nấm mốc (LOD = 10), giới hạn tổng số vi sinh vật hiếu khí nhỏ hơn 10^4 CFU/g. Ngoài ra, sản phẩm cung cấp 426 Kcal/100g, với các thành phần dinh dưỡng theo quy định như: khoảng 19,8% protein; 49,3% đường tổng, 11,1% chất béo và khoảng 1,24 mg/100g vitamin C. Sản phẩm bột xoài có chất lượng tương tự như các sản phẩm đã thương mại trên thị trường đã đánh giá trong mục 3.1.2.2-

3.11.4. Xây dựng hồ sơ công bố sản phẩm tại doanh nghiệp và xác định đối tượng khách hàng cho sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý

Thiết kế bao bì và vật liệu bao gói sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý phù hợp với quy định của Chính phủ ban hành Nghị định số 111/2021/NĐ-CP sửa đổi, bổ sung một số điều Nghị định số 43/2017/NĐ-CP ngày 14/4/2017 về nhãn hàng hóa. Nhãn sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý thể hiện đầy đủ các nội dung quy định như tên hàng hóa; tên và địa chỉ của tổ chức, cá nhân chịu trách nhiệm về hàng hóa; xuất xứ hàng hóa; thông tin về sản phẩm. Đồng thời tiến hành xây dựng hồ sơ công bố sản phẩm tại doanh nghiệp và xác định đối tượng khách hàng cho sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý cho HTX Dịch vụ sản xuất nông nghiệp Thanh Phong đã ban hành và công bố áp dụng Tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý theo quyết định số 04:2024/QĐ-HTX-TP ngày 26/04/2024. Xác định phân khúc khách hàng và lên kế hoạch thương mại sản phẩm bột xoài từ purée xoài Tứ Quý theo báo cáo tại mục 3.8.4.

3.12. Dự đoán thời gian bảo quản các sản phẩm từ xoài Tứ Quý được sản xuất thực tế theo mô hình Q₁₀

3.12.1. Đánh giá sự suy giảm chất lượng theo nhiệt độ và dự toán thời gian bảo quản của sản phẩm xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý

Giá trị L^* của các mẫu nước đều có xu hướng giảm ở nhiệt độ 40 và 50 °C theo thời gian bảo quản. Giá trị L^* đạt 74.41 ± 0.26 trong thời gian đầu bảo quản, thấp nhất 60.27 ± 0.37 sau thời gian bảo quản 13 tuần nhiệt độ 40 °C; 58.72 ± 0.16 tuần thứ 5 ở nhiệt độ 50 °C. Độ ẩm 18.360 ± 0.42 (%), hoạt độ nước $a_w 0,542 \pm 0,002$ trong sản phẩm xoài sấy dẻo đã tăng nhanh sau 13 tuần bảo quản ở 40 °C lên $21,854 \pm 0,32$ (%) và $a_w 0,542 \pm 0,002$, ở 50 °C cũng tăng lên $20,651 \pm 0,24$ và $a_w 0,672 \pm 0,001$. Khi thời gian bảo quản càng dài thì tổng số vi sinh vật hiếu khí càng tăng, đặc biệt khi bảo quản ở nhiệt độ 40 °C tổng vi sinh vật hiếu khí có xu hướng tăng và tăng vượt mức cho phép ở tuần thứ 13 ($2,3 \times 10^4$ CFU/mL). Nhiệt độ bảo quản 50 °C tốc độ tăng trưởng của vi sinh vật hiếu khí tăng nhanh hơn và mức cho phép tuần thứ 5 ($9,7 \times 10^3$ CFU/mL). Chỉ tiêu nấm men, nấm mốc ở nhiệt độ bảo quản cũng có xu hướng tăng nhưng tốc độ phát triển chậm hơn vi sinh vật hiếu khí. Đánh giá của các chỉ tiêu như tổng số vi sinh vật hiếu khí, tổng số nấm men, nấm mốc, giá trị màu L^* , a^* , b^* , độ ẩm và hoạt độ nước của các mẫu xoài sấy dẻo trong quá trình bảo quản chỉ ra hạn sử dụng tối đa ở nhiệt độ 40 và 50 °C lần lượt 84 và 28 ngày nhằm đảm bảo về độ an toàn vi sinh đến sức khỏe con người. Dự đoán hạn sử dụng của sản phẩm ở nhiệt độ phòng (30 ± 2 °C) theo phương pháp gia tốc nhiệt Q10 (Khalloufi, 2000; Xiao et al., 2022).

$$\text{Giá trị của } Q_{10} = \frac{\theta_{st}}{\theta_{st+10}} = \frac{84}{28} = 3$$

θ_{st} : thời hạn sử dụng ở nhiệt độ T°C (40 °C)

θ_{st+10} : thời hạn sử dụng ở nhiệt độ (T + 10)°C (50 °C)

Hạn sử dụng của sản phẩm xoài sấy dẻo bảo quản ở nhiệt độ 30 ± 2 °C:

$$ts = t_o \times Q10^n = 28 \times 3^{\frac{50-30}{10}} = 252 \text{ (ngày)} \approx 8.4 \text{ (tháng)}$$

ts: hạn sử dụng ở điều kiện lưu trữ bình thường ở nhiệt độ 30 °C.

t0: hạn sử dụng ở điều kiện gia tốc nhiệt (50 °C).

n: nhiệt độ gia tốc nhiệt (50 °C) trừ đi nhiệt độ lưu trữ bình thường (30 °C) chia cho 10 °C.

Nghiên cứu cung cấp thông tin về hạn sử dụng của sản phẩm xoài sấy dẻo trong điều kiện lưu trữ nhiệt độ 30 °C nhằm duy trì chất lượng và an toàn thực phẩm là 252 ngày (tương đương 8,4 tháng).

3.12.2. Đánh giá sự suy giảm chất lượng theo nhiệt độ và dự toán thời gian bảo quản của sản phẩm nước uống từ xoài Tứ Quý

$$\text{Giá trị của } Q10 = \frac{\theta_{st}}{\theta_{st+10}} = \frac{63}{21} = 3$$

$$ts = t_o \times Q10^n = 21 \times 3^{\frac{50-30}{10}} = 189 \text{ (ngày)} \approx 6.3 \text{ (tháng)}$$

3.12.3. Đánh giá sự suy giảm chất lượng theo nhiệt độ và dự toán thời gian bảo quản của sản phẩm bột từ xoài Tứ Quý tươi

$$\text{Giá trị của } Q10 = \frac{\theta_{st}}{\theta_{st+10}} = \frac{112}{35} = 3.2$$

$$ts = t_o \times Q10^n = 35 \times 3.2^{\frac{50-30}{10}} = 358 \text{ (ngày)} \approx 11.9 \text{ (tháng)}$$

3.12.4. Đánh giá sự suy giảm chất lượng theo nhiệt độ và dự toán thời gian bảo quản của sản phẩm bột từ purée xoài Tứ Quý

$$\text{Giá trị của } Q10 = \frac{\theta_{st}}{\theta_{st+10}} = \frac{119}{35} = 3.4$$

$$ts = t_o \times Q10^n = 35 \times 3.4^{\frac{50-30}{10}} = 404 \text{ (ngày)} \approx 13.4 \text{ (tháng)}$$

3.13. Hội thảo khoa học và báo cáo tổng kết kết quả thực hiện đề tài

Trong Tuần lễ Văn hóa - Thể thao - Du lịch biển huyện Thạnh Phú với chủ đề “Du lịch biển Thạnh Phú liên kết và phát triển” từ 27/04/2023 đến 02/05/2023 đã tổ chức hội thảo: “Phát triển du lịch thông minh gắn với bảo tồn, phát huy giá trị di sản và khai thác tài nguyên bản địa tỉnh Bến Tre” tại Khu bảo tồn, tôn tạo và phát huy giá trị di tích lịch sử đường Hồ Chí Minh trên biển tại Bến Tre và khuôn viên Lăng Ông Nam Hải do UBND huyện Thạnh Phú; Trường ĐH Nguyễn Tất Thành; Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre; Sở Văn hoá, Thể thao và Du lịch tỉnh Bến Tre và Viễn Thông Bến Tre đồng tổ chức.

Đồng thời trong khuôn khổ, Trường ĐH Nguyễn Tất Thành tổ chức hội thảo chuyên đề “**Nghiên cứu hoàn thiện đa dạng hoá các sản phẩm từ xoài tứ quý Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre**” với các thành viên từ các hợp tác xã sản xuất, đơn vị quản lý nhà nước, giảng viên, nghiên cứu, doanh nghiệp về nghiên cứu khoa học, triển khai các đề tài nghiên cứu và phát triển công nghệ có nguồn gốc từ nguồn lợi tự nhiên, sản phẩm trái cây tại tỉnh Bến Tre. Hội thảo khoa học cung cấp nhiều thông tin hữu ích về xoài xoài và ứng dụng phục vụ

chuỗi giá trị gia tăng sản phẩm nông nghiệp địa phương; thành phần hóa học và ảnh hưởng của quá trình vô hoạt enzyme polyphenol oxydase của dịch xoài tứ quý nghiên cứu phục vụ chuỗi giá trị gia tăng sản phẩm nông nghiệp địa phương; phát triển sản phẩm xoài sấy, nước uống, bột xoài từ xoài tứ quý Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre phục vụ chuỗi giá trị gia tăng sản phẩm nông nghiệp địa phương; các phương pháp xử lý quả xoài trong con đường đi của sản phẩm sau thu hoạch xoài tứ quý và ứng dụng trong phát triển chuỗi; giá trị gia tăng sản phẩm nông nghiệp địa phương huyện thanh phú, tỉnh Bến Tre.

Các hoạt động trưng bày sản phẩm của HTX Dịch vụ sản xuất nông nghiệp Thạnh Phong tại Tuần lễ Văn hóa – Thể thao – Du lịch biển huyện Thạnh Phú, Bến Tre tổ chức ngày 27/4 - 02/05/2023; giới thiệu sản phẩm của đề tài tại Triển lãm Quốc tế Công nghiệp Thực phẩm Việt Nam 2023 – Vietnam Foodexpo 2023 tại Trung tâm Hội chợ và Triển lãm Sài Gòn (22/11 – 25/11/2023); tiếp đoàn giám sát của Hội đồng Nhân dân tỉnh Bến Tre về hoạt động nghiên cứu và chuyển giao công nghệ (22/03/2024).

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Trong thời gian qua, tập thể thành viên trong đề tài “Nghiên cứu hoàn thiện đa dạng hoá các sản phẩm từ xoài tứ quý Thanh Phú, tỉnh Bến Tre” đã thực hiện đầy đủ các nội dung khoa học công nghệ của đề tài yêu cầu và nhận được các sản phẩm đầy đủ về mặt số lượng, chất lượng theo yêu cầu đề ra như sau:

- Xây dựng được 05 quy trình công nghệ ở quy mô phòng thí nghiệm và quy mô sản xuất thử nghiệm pilot với đầy đủ các bước triển khai trong quy trình, các thông số kỹ thuật, bao gồm (1) Quy trình sơ chế, xử lý và đóng gói xoài Tứ Quý; (2) Quy trình chế biến xoài sấy dẻo từ xoài Tứ Quý; (3) Quy trình chế biến nước uống từ xoài Tứ Quý; (4) Quy trình chế biến bột xoài từ xoài Tứ Quý tươi và (5) Quy trình chế biến bột xoài từ purée xoài Tứ Quý.
- Triển khai tổ chức hướng dẫn, tập huấn và thử nghiệm sản xuất thành công tại HTX Dịch vụ sản xuất nông nghiệp Thanh Phong với các mô hình và hệ thống trang thiết bị phù hợp với quy mô sản xuất xoài sấy dẻo với 50 kg nguyên liệu/mẻ; nước uống xoài với 50 chai nước xoài/mẻ; bột xoài với 5 kg sản phẩm/mẻ.
- Các sản phẩm từ xoài Tứ Quý tỉnh Bến Tre có chất lượng tương đương với các sản phẩm ngoài nước và phù hợp với nhu cầu sử dụng của người tiêu dùng và các sản phẩm như xoài sấy dẻo (TCCS và viện dẫn phù hợp với QCVN 8-2:2011/BYT, Quyết định 46/2007/QĐ-BYT; Thông tư số 24/2019/TT-BYT); nước uống xoài (theo tiêu chuẩn chất lượng TCVN 7041:2009); bột xoài (theo tiêu chuẩn chất lượng TCCS và viện dẫn phù hợp với QCVN 8-2:2011/BYT; QCVN 8-3:2011/BYT; Quyết định 46/2007/QĐ-BYT).
- Công bố các kết quả nghiên cứu khoa học liên quan đến nội dung thực hiện của đề tài trên các Tạp chí Khoa học uy tín trong nước và quốc tế tổng cộng 02 bài báo khoa học thuộc danh mục SCOPUS hoặc ISI.
- Đề tài đã góp phần quan trọng nâng cao năng lực nghiên cứu khoa học cho các sinh viên và học viên thông qua việc tham gia công tác đào tạo thuộc chuyên ngành công nghệ hóa học, nông nghiệp và thực phẩm với 03 Đại học.

4.2. Kiến nghị

Do điều kiện thời gian và khả năng thực hiện vì thế đề tài vẫn chưa đi sâu nghiên cứu, khai thác được hết những yếu tố khác, chúng tôi đề xuất một vài ý kiến để mở rộng đề tài cũng như áp dụng này đến gần với thực tế hơn như tiếp tục nghiên cứu phát triển các quy trình công nghệ sản xuất các sản phẩm khác từ xoài Tứ Quý như nước xoài lên men, nước xoài probiotic, rượu vang xoài,....

Nhóm triển khai đề tài xin phép UBND tỉnh Bến Tre, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre và các đơn vị liên quan cho phép tiếp tục triển khai dự án sản xuất thử nghiệm phát triển đa dạng hóa các phụ phẩm từ Xoài Tứ Quý như vỏ, nhân hạt xoài,...trên địa bàn

tỉnh Bến Tre nhằm góp phần quan trọng trong việc nâng cao năng lực, tạo thêm việc làm và thu nhập cho doanh nghiệp và người dân tại vùng triển khai dự án; chuyển đổi thành công cơ cấu nông nghiệp nông thôn.