

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HOA LƯ
KHOA SƯ PHẠM TRUNG HỌC

BÁO CÁO KẾT QUẢ THỰC HIỆN
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN

KHẢO SÁT HÀM LƯỢNG PECTIN TRONG MỘT SỐ
NÔNG SẢN PHỔ BIẾN TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH NINH BÌNH

Chủ nhiệm đề tài: NGUYỄN THỊ THU HUYỀN

Lớp: D16 KHTN

Ngành: SƯ PHẠM KHOA HỌC TỰ NHIÊN

NINH BÌNH, 2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HOA LƯ
KHOA SƯ PHẠM TRUNG HỌC

BÁO CÁO KẾT QUẢ
THỰC HIỆN ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN

KHẢO SÁT HÀM LƯỢNG PECTIN TRONG MỘT SỐ
NÔNG SẢN PHỔ BIẾN TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH NINH BÌNH

Chủ nhiệm đề tài: NGUYỄN THỊ THU HUYỀN

Các thành viên: PHẠM HỒNG TIẾN

Lớp: D16 KHTN

Người hướng dẫn khoa học: TS. PHẠM THỊ NAM BÌNH

Xác nhận của GV hướng dẫn

(Họ, tên và chữ ký)

Chủ nhiệm đề tài

(Họ, tên và chữ ký)

TS. Phạm Thị Nam Bình

Nguyễn Thị Thu Huyền

NINH BÌNH, 2025

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN TÀI LIỆU VỀ PECTIN.....	4
1.1. Khái niệm Pectin	4
1.2. Cấu trúc hóa học của Pectin	4
1.3. Tính chất	6
1.4. Nguyên liệu cho chiết xuất pectin	10
1.5. Tình hình nghiên cứu.....	12
1.6.1. <i>Tình hình trên thế giới</i>	<i>12</i>
1.6.2. <i>Tình hình trong nước</i>	<i>14</i>
CHƯƠNG II. THỰC NGHIỆM CHIẾT XUẤT PECTIN.....	17
2.1. Nguyên vật liệu.....	17
2.2. Quy trình thu gom và bảo quản mẫu	17
2.2.1. <i>Thu gom mẫu.....</i>	<i>17</i>
2.2.2. <i>Xử lý và bảo quản mẫu</i>	<i>18</i>
2.3. Dụng cụ, thiết bị và hóa chất.....	18
2.4. Thực nghiệm	19
2.4.1. <i>Khảo sát hàm lượng pectin trong nguyên liệu.....</i>	<i>19</i>
2.4.2. <i>Thử nghiệm ứng dụng pectin trong chế biến thực phẩm.....</i>	<i>21</i>
2.5. Phương pháp đánh giá sản phẩm	22
2.5.1. <i>Phân tích cấu trúc và tính chất nhiệt.....</i>	<i>22</i>
2.5.2. <i>Đánh giá hàm lượng pectin trong nguyên liệu</i>	<i>23</i>
2.5.3. <i>Đánh giá khả năng ứng dụng của pectin trong chế biến syrup cam</i>	<i>23</i>
CHƯƠNG III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	24
3.1. Kết quả khảo sát hàm lượng pectin trong một số nông sản và phụ phẩm nông sản.....	24
3.2. Đặc trưng cấu trúc và độ bền nhiệt của pectin chiết xuất từ bưởi	27
3.3. Kết quả thử nghiệm pectin trong chế biến thực phẩm.....	29
KẾT LUẬN	33
TÀI LIỆU THAM KHẢO	34

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Công thức của Galacturonic acid	4
Hình 1.2. Công thức của pectin.....	4
Hình 1.3. Công thức của HMP (> 50% các nhóm carboxyl được metyl hóa).....	5
Hình 1.4. Công thức của LMP (< 50% các nhóm carboxyl được metyl hóa)	5
Hình 1.5. Công thức của pectin amidat(AM).....	5
Hình 1.6. Mô hình hộp trứng.....	7
Hình 1.7. Pectin trong công nghệ chế biến rau quả.	9
Hình 1.8. Pectin làm kẹo dẻo.	9
Hình 1.9. Pectin làm mứt	9
Hình 1.10. Pectin trong	9
Hình 1.11. Pectin trong sản xuất sữa chua uống và sữa trái cây.....	9
Hình 1.12. Một số loại thuốc sản xuất từ pectin	10
Hình 1.13. Một số loại hoa quả chứa pectin	10
Hình 1.14. Bốn sản phẩm có hàm lượng pectin cao nhất	11
Hình 1.15. Sản xuất pectin trên toàn thế giới.....	12
Hình 2.1. Sơ chế rau dền	19
Hình 2.2. Chiết xuất pectin	20
Hình 2.3. Kết tủa pectin bằng ethanol.....	20
Hình 2.4. Tinh chế pectin.....	21
Hình 2.5. Pha Pectin nồng độ.....	22
Hình 2. 6. Hỗn hợp dung dịch pectin sau khi thêm đường, nước ép cam tươi. ..	22
Hình 2.7. Thành phẩm syrup cam	22
Hình 3.1. Phổ IR của pectin từ củ buri.....	27
Hình 3.2. Phân tích nhiệt trọng lượng (TGA).....	28
Hình 3.3. Syrup cam sau 6 giờ	30
Hình 3.4. Syrup cam sau 12 giờ	30
Hình 3.5. Syrup cam sau 24 giờ	31
Hình 3.6. Syrup cam sau 36 giờ	31

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Hàm lượng pectin trong vỏ, bã của trái cây, rau củ.....	10
Bảng 2.1. Thời điểm lấy mẫu các loại nông sản.....	18
Bảng 3.1. Hàm lượng pectin trong bí xanh.....	24
Bảng 3.2. Hàm lượng pectin trong vỏ chuối.....	24
Bảng 3.3. Hàm lượng pectin trong vỏ giá đỗ.....	24
Bảng 3.4. Hàm lượng pectin trong rau đay.....	25
Bảng 3.5. Hàm lượng pectin trong vỏ bưởi.....	25
Bảng 3.6. Hàm lượng pectin trong cùi bưởi.....	25
Bảng 3.7. So sánh hàm lượng pectin (%) có trong các nguyên liệu khảo sát.....	26
Bảng 3.8. Ảnh hưởng của nồng độ pectin đến độ sánh và khả năng ổn định của syrup cam theo thời gian.	32

MỞ ĐẦU

1. Tổng quan về Pectin

Pectin là một hợp chất polysaccharide phức tạp, đóng vai trò cốt lõi trong lớp trung gian (middle lamella) và thành tế bào sơ cấp của thực vật, quyết định độ cứng và tính toàn vẹn của cấu trúc mô thực vật. Nhờ khả năng tạo gel, tạo độ nhót và làm chất ổn định tự nhiên, pectin đã trở thành một thành phần không thể thiếu trong nhiều ngành công nghiệp. Trong ngành thực phẩm, nó được ứng dụng rộng rãi làm chất làm dày trong mứt, thạch, sữa chua, và các loại bánh kẹo. Ngoài ra, pectin còn được biết đến với vai trò trong dược phẩm và mỹ phẩm, như một chất kết dính, chất nhũ hóa, hoặc thậm chí là tá dược trong các loại thuốc.

2. Tính cấp thiết của đề tài

Nhu cầu sử dụng pectin toàn cầu đang tăng trưởng nhanh chóng, thúc đẩy việc tìm kiếm các nguồn nguyên liệu mới bền vững và hiệu quả hơn. Hiện tại, nguồn nguyên liệu chính để sản xuất pectin công nghiệp vẫn là vỏ cam quýt và bã táo, vốn là phụ phẩm của ngành chế biến nước ép. Mặc dù đây là những nguồn dồi dào, nhưng sự phụ thuộc vào chúng có thể dẫn đến rủi ro về chuỗi cung ứng và biến động giá cả. Hơn nữa, việc sử dụng các phụ phẩm này đôi khi chưa tối ưu và có thể gây lãng phí. Trước thực trạng đó, việc tìm kiếm và khai thác các nguồn nguyên liệu thay thế, đặc biệt là từ các loại nông sản địa phương chưa được tận dụng triệt để, trở nên vô cùng cấp thiết. Điều này không chỉ giúp đa dạng hóa nguồn cung, giảm phụ thuộc vào các nguyên liệu truyền thống mà còn góp phần giải quyết vấn đề lãng phí nông sản sau thu hoạch. Việc tận dụng các phụ phẩm từ ngành nông nghiệp địa phương còn giúp tăng giá trị kinh tế cho nông sản, thúc đẩy kinh tế tuần hoàn và phát triển bền vững.

Ninh Bình là tỉnh có lợi thế về nông nghiệp với nguồn nông sản đa dạng và phong phú. Tuy nhiên, việc khai thác giá trị kinh tế của chúng vẫn còn hạn chế. Hầu hết các loại trái cây (bưởi, chuối...) và rau màu (rau đay, vỏ giá đỗ...) chỉ được sử dụng cho mục đích thực phẩm, trong khi các phụ phẩm như vỏ, cùi, lõi, hoặc phần thừa không được sử dụng lại bị bỏ đi. Những phần này, mặc dù bị xem

là phế thải, lại là nguồn nguyên liệu tiềm năng và dồi dào, chứa nhiều hợp chất quý, đặc biệt là pectin.

3. Mục tiêu, phạm vi và đối tượng nghiên cứu

Mặc dù tiềm năng là rất lớn, nhưng hiện tại, các nghiên cứu chuyên sâu về hàm lượng và chất lượng pectin từ các phụ phẩm nông nghiệp đặc trưng của Ninh Bình vẫn còn hạn chế. Việc thiếu dữ liệu khoa học đã cản trở khả năng khai thác và ứng dụng hiệu quả những nguồn tài nguyên này. Do đó, đề tài "Khảo sát hàm lượng pectin trong một số phụ phẩm nông nghiệp phổ biến trên địa bàn tỉnh Ninh Bình" được thực hiện với mục tiêu chính là đánh giá tiềm năng của những nguyên liệu này trong việc cung cấp nguồn pectin tự nhiên. Nghiên cứu sẽ tập trung vào việc định lượng hàm lượng pectin trong các mẫu nguyên liệu cụ thể như: các phụ phẩm (vỏ và cùi bưởi; vỏ giá đỗ; vỏ chuối) và một số nông sản (bí xanh; rau đay).

Kết quả nghiên cứu sẽ xây dựng một cơ sở dữ liệu khoa học vững chắc, là tiền đề cho việc định hướng khai thác và ứng dụng các nguồn nguyên liệu này trong tương lai.

Nội dung nghiên cứu sẽ đi sâu vào việc thu thập, phân tích và đánh giá hàm lượng pectin trong các loại phụ phẩm đã chọn. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp cái nhìn chi tiết về tiềm năng của từng loại, đóng góp một phần vào việc phát triển các quy trình chiết xuất và ứng dụng pectin, nâng cao giá trị của nông sản địa phương và vào sự phát triển bền vững của nền kinh tế nông nghiệp tỉnh nhà.

4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

4.1. Cách tiếp cận

Tiếp cận từ lý thuyết → ứng dụng vào thực tiễn.

Để thực hiện được mục tiêu đặt ra, cần thiết phải tiếp cận các lý thuyết liên quan đến kỹ thuật và công nghệ chiết xuất pectin, tìm kiếm các nguồn nguyên liệu phổ biến trong thực tế địa phương và sử dụng các kiến thức lý thuyết đã tiếp cận vào thực tiễn để giải quyết vấn đề nghiên cứu.

4.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết

Phương pháp thực nghiệm

Phương pháp điều tra

Phương pháp chuyên gia

CHƯƠNG I.

TỔNG QUAN TÀI LIỆU VỀ PECTIN

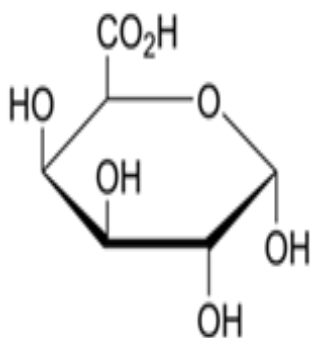
1.1. Khái niệm Pectin

Pectin là một carbohydrate phức tạp có trong tất cả các loại trái cây, rau quả và cần thiết cho sự phát triển của thực vật, nó chủ yếu có mặt trong thành tế bào của thực vật, đặc biệt là trong trái cây vì vậy nó còn có tên khác là pectin trái cây. Pectin có vai trò quan trọng trong việc liên kết các tế bào thực vật với nhau, giúp duy trì cấu trúc và độ cứng của trái cây.

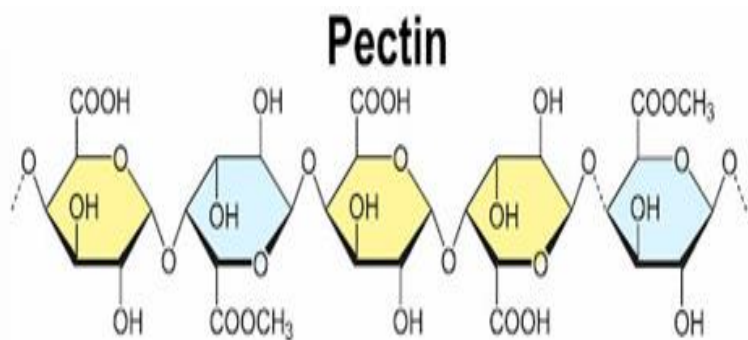
Pectin là một chất xơ hòa tan trong nước, có khả năng tạo gel trong điều kiện phù hợp (như khi có mặt của nước, đường,...), thường được sử dụng làm chất phụ gia trong thực phẩm. Trong ngành công nghiệp thực phẩm, pectin là chất làm đặc, chất tạo đông hoặc làm chất ổn định, đặc biệt trong các sản phẩm như mứt, thạch và kẹo... Định nghĩa chính xác về pectin thương mại được sử dụng trong ngành công nghiệp thực phẩm và dược phẩm đã thay đổi qua nhiều năm vì những hiểu biết rõ hơn về mặt cấu trúc cũng như ứng dụng của nó. Các loại pectin thương mại được đặc trưng bởi hàm lượng galacturonic acid cao và điều này đã trở thành một phần của định nghĩa pháp lý đối với pectin được sử dụng làm phụ gia thực phẩm hoặc cho mục đích dược phẩm. Yêu cầu điển hình là hàm lượng galacturonic acid tối thiểu cần đạt 65%.

1.2. Cấu trúc hóa học của Pectin

Pectin chủ yếu được cấu tạo từ các chuỗi galacturonic acid, liên kết với nhau thông qua liên kết glycosid.

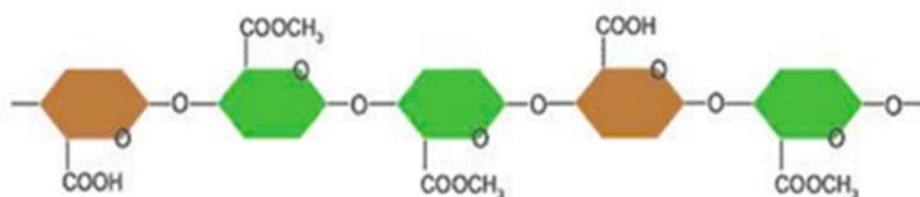


Hình 1.1. Công thức của Galacturonic acid

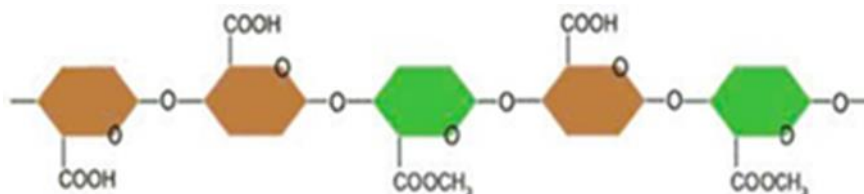


Hình 1.2. Công thức của pectin

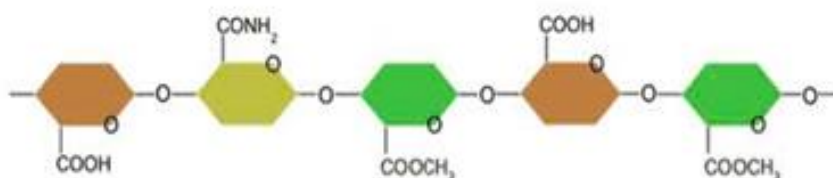
Pectin có thể được phân loại theo mức độ ester hóa (DE) của chúng. Mức độ methyl hóa (DM) được định nghĩa là tỷ lệ phần trăm các nhóm carbonyl được ester hóa với methanol. Nếu > 50% các nhóm carboxyl được methyl hóa, các pectin được gọi là pectin methoxyl cao (HMP) và < 50% các nhóm carboxyl được gọi là pectin methoxyl thấp (LMP). Pectin LM cũng có thể được xử lý thêm để sản xuất pectin amidat (AM) bằng cách khử ester của pectin LM trong môi trường amoniac. Các đơn vị galacturonic acid không ester hóa có thể là acid tự do (nhóm cacboxyl) hoặc muối của natri, kali hoặc canxi. Muối của pectin ester hóa một phần được gọi là pectinat, nếu mức độ ester hóa dưới 5%, muối được gọi là pectat, dạng acid không hòa tan, acid pectic.



Hình 1.3. Công thức của HMP (> 50% các nhóm carboxyl được methyl hóa)



Hình 1.4. Công thức của LMP (< 50% các nhóm carboxyl được methyl hóa)



Hình 1.5. Công thức của pectin amidat(AM)

1.3. Tính chất

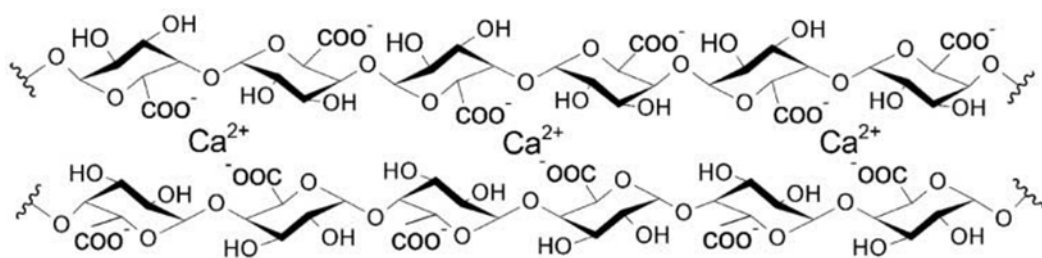
Pectin ban đầu được bán dưới dạng chiết xuất dạng lỏng, nhưng hiện nay thường được sử dụng dưới dạng bột khô, để bảo quản và xử lý hơn dạng lỏng [1].

Pectin được sản xuất thương mại là một loại bột màu trắng đến nâu nhạt; là một chất keo hút nước và dễ tan trong nước, dung dịch pectin có độ nhớt cao, có khả năng tạo gel. Ngoài khả năng tan trong nước, nó còn tan được trong formamide, trong glycerin nóng. Độ hòa tan tăng khi mức độ methyl ester hóa tăng, nếu phân tử càng lớn thì độ tan giảm. Pectin không tan trong ethanol, isopropanol, aceton nên có thể dùng các dung môi này để kết tủa. Pectin bị kết tủa bởi các muối đa hoá trị như đồng sunfat, chì nitrat hoặc acetat, sắt chlorid.

Tính chất quen thuộc nhất của pectin là khả năng tạo gel. Pectin có khả năng tạo gel trong điều kiện phù hợp (đường, pH khoảng 2,8 - 3,5, và ion calcium). Đây là đặc tính quan trọng trong ngành thực phẩm, đặc biệt để làm mứt, thạch và kẹo. Bên cạnh đó với khả năng tương tác với ion kim loại, pectin có thể tạo phức với các ion kim loại như Ca^{2+} , Mg^{2+} , giúp tạo cấu trúc gel ổn định. Pectin được chiết xuất từ các nguồn gốc khác nhau thì có khả năng tạo gel khác nhau.

HMP cần có nồng độ chất rắn cao (> 55%) trước khi chúng có thể tạo gel, với sucrose chủ yếu được sử dụng cho pectin thương mại [2]. Điều này hạn chế việc sử dụng pectin HM cho các sản phẩm có đường.

LMP có thể tạo gel khi có sự hiện diện của các cation hóa trị hai, thường là calcium. Trong các hệ thống này, quá trình tạo gel là do sự sắp xếp của các vùng liên kết giữa các phân tử giữa các vùng tròn đồng nhất của các chuỗi khác nhau. Sự sắp xếp của vùng liên kết thường được quy cho quá trình liên kết được gọi là “hộp trứng” [11]. LMP với sự phân bố theo khối của các nhóm carboxyl tự do rất nhạy cảm với mức calcium thấp. Chúng không yêu cầu độ pH thấp, nhưng tạo gel ở phạm vi pH từ 2-6. Mặc dù không yêu cầu nồng độ chất rắn cao, nhưng hàm lượng calcium cao dẫn đến hậu vị đắng [2].



Hình 1.6. Mô hình hộp trứng

Pectin là một hợp chất tự nhiên có nguồn gốc từ thực vật, đặc biệt phổ biến trong thành tế bào của trái cây và rau củ. Với vai trò là một loại polysaccharide phức tạp, pectin đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau nhờ vào tính chất đặc biệt như khả năng tạo gel, ổn định và an toàn đối với sức khỏe con người. Trong đời sống, pectin được biết đến nhiều nhất với vai trò là một chất phụ gia thực phẩm, góp phần cải thiện cấu trúc và chất lượng của các sản phẩm như mứt, thạch và đồ uống. Bên cạnh đó, pectin còn được sử dụng trong dược phẩm để hỗ trợ điều trị các vấn đề về tiêu hóa và trong ngành mỹ phẩm để ổn định và tăng cường hiệu quả của các sản phẩm chăm sóc da. Sự phát triển của công nghệ hiện đại đã mở ra nhiều hướng nghiên cứu mới về pectin, không chỉ trong sản xuất mà còn trong các lĩnh vực như y sinh, bảo vệ môi trường và công nghệ thực phẩm. Với nguồn nguyên liệu dồi dào từ tự nhiên và đặc tính thân thiện với môi trường, pectin ngày càng khẳng định vai trò quan trọng trong việc nâng cao chất lượng cuộc sống và phát triển bền vững.

- Ứng dụng của pectin trong công nghệ chế biến rau quả

Pectin là chất tạo đông tốt nhất được sử dụng để tạo ra cấu trúc gel cho sản phẩm, chủ yếu là những thực phẩm có nguồn gốc từ rau quả. Nó có khả năng giữ mùi tự nhiên trong kẹo đông hay các sản phẩm khác, không gây mùi vị lạ.

- Ứng dụng của pectin trong công nghiệp bánh kẹo

Trong công nghiệp sản xuất bánh kẹo pectin tạo cấu trúc đàn hồi, tăng mùi vị trái cây tự nhiên và tạo bề mặt bóng láng cho sản phẩm, là chất tạo gel tốt, tan nhanh, ổn định vì vậy pectin được ứng dụng nhiều trong công nghiệp bánh kẹo như làm mứt hoa quả, kẹo dẻo, lớp mặt của bánh kem, bánh ngọt.

- Ứng dụng của pectin trong sản xuất nước ngọt

Pectin có nhiều ứng dụng trong sản xuất nước ngọt, đặc biệt là các loại nước ép trái cây và các đồ uống từ trái cây nhờ khả năng ổn định, tạo độ sệt.

Ngoài ra còn làm tăng mùi vị trái cây tự nhiên làm cho đồ uống trở nên ngon hơn, mùi vị hấp dẫn hơn các sản phẩm nước ngọt có ga khác.

Pectin được sử dụng rộng rãi trong các loại nước ngọt từ cao cấp đến phổ thông giúp nâng cao trải nghiệm của người tiêu dùng đồng thời đáp ứng các xu hướng tiêu dùng như thực phẩm tự nhiên và lành mạnh.

- Ứng dụng của pectin trong công nghiệp chế biến sữa, sữa chua

Pectin được thêm vào các loại sữa, sữa chua để ngăn chặn hiện tượng kết tủa của protein, giúp sản phẩm ổn định hơn và thay thế một phần đường để cải thiện độ sánh và cảm giác ngon miệng mà không làm tăng calo

Trong chế biến sữa chua, pectin làm tăng độ đặc và mịn, ngăn ngừa tách nước

- Ứng dụng của pectin trong công nghệ dược phẩm

Pectin có một số ứng dụng quan trọng trong công nghệ dược phẩm nhờ vào tính chất tự nhiên, khả năng tạo gel và cung cấp chất xơ. Dung dịch pectin 5% còn được sử dụng như thuốc sát trùng (không gây xót, cảm máu tốt).

- Chất bổ sung chất xơ

Pectin là nguồn chất xơ giúp cải thiện hệ tiêu hoá bằng cách tăng cường nhu động ruột, làm mềm phân và hỗ trợ điều trị táo bón.

Ngoài ra cũng có tác dụng hấp thụ nước và làm đặc phân trong trường hợp tiêu chảy, giúp giảm bớt tình trạng mất nước và kiểm soát triệu chứng tiêu chảy.

- Hỗ trợ giảm cholesterol

Pectin có khả năng liên kết với cholesterol trong đường tiêu hoá và giúp loại bỏ chúng ra khỏi cơ thể và cải thiện sức khoẻ tim mạch.

- Chế phẩm gel và siro

Thuốc siro và chế phẩm gel sử dụng pectin để giữ cho các thành phần hoạt chất trong thuốc ổn định và dễ dàng tiêu hoá.

Ngoài ra, pectin có thể được dùng trong các sản phẩm thuốc bôi ngoài da như kem dưỡng hoặc thuốc mỡ giúp tạo cấu trúc mịn màng và dễ dàng thẩm thấu vào da.

- Hỗ trợ chức năng miễn dịch, chức năng tiêu hoá, bảo vệ tế bào.

Một số hình ảnh về ứng dụng của pectin



Hình 1.7. Pectin trong công nghệ chế biến rau quả.



Hình 1.8. Pectin làm kẹo dẻo.



Hình 1.9. Pectin làm mứt



Hình 1.10. Pectin trong sản xuất nước ngọt



Hình 1.11. Pectin trong sản xuất sữa chua uống và sữa trái cây



Hình 1.12. Một số loại thuốc sản xuất từ pectin

1.4. Nguyên liệu cho chiết xuất pectin

Pectin chứa nhiều trong củ, quả và một số loại thực vật với hàm lượng khác nhau : Táo, chuối, cam, bưởi,...



Hình 1.13. Một số loại hoa quả chứa pectin

Theo 1 số bài báo được công bố, pectin có thể có trong nhiều loại vỏ, cùi, bã của trái cây, rau củ.

Loại chất thải	Hàm lượng pectin (khối lượng khô,%)
Vỏ cam ^[5]	16,7 – 24,8
Vỏ bưởi ^[5]	21,6 - 28
Bã táo ^[6]	33,5
Bã củ cải đường ^[4]	15 - 32

Bảng 1.1. Hàm lượng pectin trong vỏ, bã của trái cây, rau củ

Trong quá trình phát triển và chín của rau quả, hàm lượng pectin luôn biến đổi, thường cao nhất khi chín và sau đó lượng pectin giảm dần.

Đối với sản xuất thương mại, vào những năm 1930, Hermann Herbsthreich đã tiết lộ mục đích và cách sử dụng có thể có của bã táo, một sản phẩm phụ cho đến nay bị loại bỏ trong quá trình sản xuất nước ép trái cây [2]. Hàm lượng chất pectin thay đổi tùy thuộc vào nguồn gốc thực vật của vật chất thực vật. Có bốn sản phẩm phụ của ngành nông nghiệp và thực phẩm có hàm lượng chất pectin cao là bã từ táo, bã củ cải đường, trái cây họ cam quýt và vỏ hướng dương [3].



Hình 1.14. Bốn sản phẩm có hàm lượng pectin cao nhất

Hai nguồn nguyên liệu bã táo và vỏ cam quýt tạo ra các loại pectin có tính chất khác nhau. Pectin táo thường tạo ra gel đặc hơn, nhớt hơn, phù hợp với một số loại nhân bánh và các loại tương tự. Màu nhạt hơn của pectin cam quýt được chấp nhận hơn trong thạch bánh kẹo, nhưng trong một số loại mứt truyền thống, màu sắc do pectin táo dạng lỏng mang lại là một đặc tính tích cực. Ngoài ra, Pectin còn được ứng dụng trong sản xuất thuốc viên, siro ho và các sản phẩm bọc thuốc nhằm cải thiện khả năng giải phóng dược chất. Chất lượng của pectin phụ thuộc hoàn toàn vào chất lượng của trái cây được chế biến. Nếu thị trường nước ép yêu cầu phải chế biến trái cây rất chín hoặc trái cây có pectin chất lượng kém như một

số loại quýt, thì chất lượng pectin thu được từ các nguồn này sẽ không thể tốt như mong đợi.

Bã củ cải đường đã được sử dụng để bổ sung cho nguyên liệu bã táo ở các nhà máy sản xuất pectin ở Anh và Đức. Pectin từ củ cải đường không có chất lượng cao về mặt tạo gel. Điều này là do sự khác biệt về mức độ axetyl hóa liên kết với các gốc galacturonic acid, hàm lượng rhamnose và sự hiện diện của ferulic acid. Các chuỗi bên đường trung tính mang ester phenolic (ferulic acid) gắn với các gốc arabinose cũng như các gốc galactose.

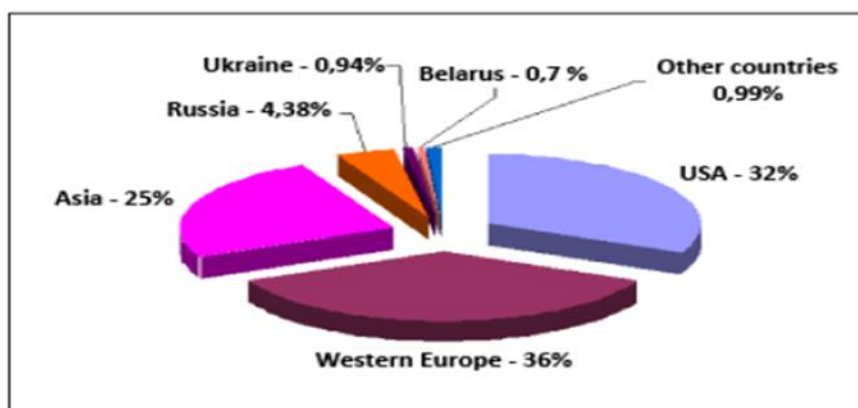
Một vật liệu chứa pectin khác là đầu giữ hạt của hoa hướng dương. Đây là nguồn phụ phẩm của quá trình sản xuất dầu ăn. Hiệu suất chiết từ phụ phẩm này đạt khoảng 11,6% (M.T. Iglesias, 2004). Tuy nhiên, nguyên liệu đầu giữ hạt thường bị nhiễm nấm mốc, gây ra hậu quả nghiêm trọng cho pectin.

1.5. Tình hình nghiên cứu

1.6.1. Tình hình trên thế giới

Trên thế giới, việc chiết xuất và ứng dụng pectin đã được nghiên cứu rộng rãi, nhằm tìm ra các phương pháp và nguyên liệu để nâng cao hiệu suất, chất lượng sản phẩm và giảm chi phí sản xuất. Nhiều quốc gia đặc biệt là các nước phát triển đã tập trung vào việc cải tiến công nghệ chiết xuất như sử dụng enzyme, sóng siêu âm, hoặc dung môi xanh để tăng cường tính thân thiện với môi trường.

Hiện nay, nhu cầu pectin toàn cầu đã tăng đáng kể, nhưng sản lượng vẫn còn hạn chế. Trên toàn thế giới, khoảng 40.000 tấn pectin được sản xuất hàng năm và được thể hiện trong (Hình 1.15).



Hình 1.15. Sản xuất pectin trên toàn thế giới

Các nghiên cứu ban đầu tập trung vào phương pháp chiết truyền thống, Munehiro Hoshino (2009) đã chiết xuất và định tính pectin từ phế phẩm trái cây bằng hơi nước ở áp suất cao. Hàm lượng pectin là 75% ở nhiệt độ 120- 140°C và áp suất 4-30Mpa [7].

Homa Bagherian (2011) đã so sánh sự khác nhau giữa phương pháp chiết xuất dưới tác động của nhiệt với phương pháp dùng vi sóng và Ultrasound trong chiết xuất pectin bưởi. Hàm lượng pectin thu được cao nhất là 27,81% trong 6 phút ở công suất 900W khi dùng vi sóng và hàm lượng pectin cao nhất là 17,92% trong 25 phút ở 70°C bằng Ultrasound [8].

Norazelina Sahmohd Ismail (2012) đã nghiên cứu chiết xuất pectin bằng hai loại dung môi ammonium oxalate/ oxalic acid 0,25% và pH= 4,6 ở 85°C; HCl 0,03M, pH= 1,5 ở 85°C và nước cất 75°C. Kết quả cho thấy hàm lượng pectin (14,96% - 20,4% khối lượng vỏ khô); độ ẩm (11,13 ÷ 11,33%), chỉ số methoxyl (2,98- 4,34%). Pectin chiết bằng dung môi ammonium oxalate cho hàm lượng cao nhất và pectin từ vỏ thanh long thuộc nhóm LMP [9].

J.Prakash Maran (2014) đã chiết xuất pectin từ vỏ dưa bằng phương pháp vi sóng. Hiệu suất thu được là 25,79% ở điều kiện công suất 477W; thời gian 180 giây; pH= 1,52; tỉ lệ nguyên liệu/ dung môi là 1 : 20,3 g/ml [10].

Trong nghiên cứu về chiết xuất pectin từ *Trachystemon orientalis L.* bằng phương pháp siêu âm, Keskin và cộng sự (2019) đã sử dụng phổ hồng ngoại (ATR-FT-IR) để xác định các nhóm chức đặc trưng của pectin. Phổ xuất hiện các dải hấp thụ tại 3400 cm⁻¹ (liên kết -OH), 1740 cm⁻¹ (C=O của nhóm este metyl) và 1630 cm⁻¹ (C=O của acid carboxylic), chứng minh cấu trúc đặc trưng của pectin. Phân tích TGA được sử dụng nhằm đánh giá độ bền nhiệt và độ tinh khiết của mẫu, cho thấy hai giai đoạn mất khối lượng tương ứng với sự bay hơi nước và phân hủy mạch polysaccharide chính. Tác giả kết luận rằng pectin chiết bằng siêu âm có độ ổn định nhiệt tốt và độ tinh khiết cao hơn so với phương pháp truyền thống [11].

Pokhrel (2024) và cộng sự đã chiết xuất pectin từ vỏ chanh (*Citrus limon*) đã sử dụng FT-IR để xác định sự hiện diện của các nhóm chức cơ bản trong cấu

trúc pectin, bao gồm các đỉnh tại 1740 cm^{-1} ($\text{C}=\text{O}$ este metyl) và 1630 cm^{-1} ($\text{C}=\text{O}$ acid carboxylic). Phổ này chứng tỏ pectin thu được thuộc loại HMP – high-methoxyl pectin. TGA được sử dụng nhằm phân tích khả năng chịu nhiệt và độ tinh khiết của mẫu, với đường cong mất khối lượng diễn ra ở hai giai đoạn (dưới $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ là bay hơi ẩm, $280\text{--}320\text{ }^{\circ}\text{C}$ là phân hủy mạch chính). Tác giả kết luận rằng pectin có độ bền nhiệt tốt và phù hợp cho các ứng dụng thực phẩm – dược phẩm [12].

Các nghiên cứu này đã mở ra hướng đi mới, giúp tối ưu hóa việc khai thác nguồn tài nguyên tự nhiên và đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về các sản phẩm pectin chất lượng cao trên thị trường toàn cầu.

1.6.2. Tình hình trong nước

Pectin, 1 loại polisaccharide tự nhiên có nhiều ứng dụng quan trọng trong công nghệ thực phẩm, y học và dược phẩm, đã thu hút sự chú ý đặc biệt từ các nhà nghiên cứu trên thế giới. Trong bối cảnh nhu cầu pectin ngày càng gia tăng, việc chiết xuất và tối ưu hóa nguồn nguyên liệu để sản xuất pectin trở thành một lĩnh vực nghiên cứu tiềm năng. Tại Việt Nam, với nguồn tài nguyên phong phú từ các loại nông sản như cam, quýt, chanh, bưởi,..., nghiên cứu chiết xuất pectin đang dần được chú trọng. Các nhà khoa học trong nước đã bước đầu nghiên cứu và ứng dụng những phương pháp chiết xuất hiện đại như siêu âm, vi sóng, để cải thiện hiệu suất thu hồi và chất lượng pectin.

Bùi Anh Võ và Nguyễn Đức Lượng (2010) đã chiết xuất pectin từ vỏ cà phê và nghiên cứu cho thấy ba yếu tố: nhiệt độ; thời gian; độ pH đều ảnh hưởng đến hàm lượng pectin thu được. Yếu tố nhiệt độ ảnh hưởng dương nhiều nhất; cần tăng nhiệt độ có thể thu được lượng pectin nhiều hơn. Thời gian ảnh hưởng dương ít hơn, cần tăng nhẹ thời gian lên trên một giờ. Yếu tố pH có ảnh hưởng âm do đó cần giảm độ pH xuống dưới 1 để thu được lượng pectin nhiều hơn. Điều kiện tối ưu để chiết xuất pectin là kích thước vỏ cà phê nghiền nhỏ qua rây $0,7 \times 0,7\text{ mm}$; dung môi được chọn là H_2SO_4 với tỉ lệ dung môi/ vỏ là 19/1; nhiệt độ chiết xuất là 100°C ; ở pH= 1; thời gian chiết xuất một giờ. Hiệu suất pectin thu được trong

điều kiện tối ưu là 12,22%; tương ứng với lượng pectin thô là 16,25% so với nguyên liệu [13].

Trình Liên Vy (2012) đã nghiên cứu pectin và xây dựng quy trình sản xuất bột thạch từ lá Sương Sâm. Hiệu suất chiết xuất pectin đạt 15,87% ở điều kiện nhiệt độ 90°C; pH= 3; thời gian là 60 phút; tỉ lệ nguyên liệu: dung môi là 1:20 g/ml; nồng độ citric acid là 5%. Độ tinh khiết của sản phẩm pectin đạt 76,5% [14].

Nguyễn Thị Hà và cộng sự (2017) đã chiết xuất được pectin trong vỏ bưởi với hiệu suất tương đối cao (26.36%) so với tổng lượng pectin có trong vỏ bưởi (khoảng 30%) ở điều kiện tối ưu (pH = 2, tỉ lệ dung môi và nguyên liệu 30 mL/g) [15].

ThS. Đỗ Thị Thu Hiền và các cộng sự (2020- 2021) (Viện cơ điện nông nghiệp và công nghệ) đã khảo sát một số chỉ tiêu cơ lí và thành phần hóa học chính trong vỏ cam, chanh và chanh leo. Vỏ quả chiếm từ 47%- 55% khối lượng quả với hàm lượng pectin từ 1,9%- 2,5% [16].

Nguyễn Thị Hồng và cộng sự (2022) đã nghiên cứu ảnh hưởng của các điều kiện chiết đến hiệu suất pectin thô từ vỏ chanh dây (*Passiflora edulis Sims.*). Kết quả cho thấy hiệu suất chiết đạt cao nhất ở 95 °C trong 80 phút với tỉ lệ nguyên liệu : dung môi = 1 : 30 g/ml và pH = 2.5. Pectin thu được có khả năng tạo gel tốt, được ứng dụng trong chế biến mứt hoa quả [17].

Nguyễn Thị Quỳnh Mai và cộng sự (2024) đã tối ưu hóa quá trình chiết pectin từ vỏ chuối xanh (*Musa sp.*) bằng mô hình Box-Behnken. Các yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất gồm nhiệt độ, pH và thời gian chiết. Hiệu suất tối ưu đạt 17,8 % ở điều kiện pH = 1.6, ở 90 °C trong 70 phút, sản phẩm có chỉ số methoxyl trung bình, thuộc nhóm LMP [18].

Trần Phương Chiến và cộng sự (2024) đã chiết xuất pectin từ thân cây thanh long (*Hylocereus undatus*) thu tại Bình Thuận, Việt Nam, bằng dung dịch acid citric pH 3, ở 70 °C trong 180 phút. Kết quả cho thấy hiệu suất đạt khoảng 19,52 %, pectin có khả năng tạo gel ổn định và tiềm năng ứng dụng cao trong sản xuất chất làm đông tự nhiên [19].

Phạm Thị Nam Bình và cộng sự (2025) đã chiết xuất pectin từ vỏ bưởi bằng dung dịch acid citric nóng dưới điều kiện áp suất thấp, với điều kiện tối ưu: nhiệt độ 80 °C, thời gian 1,5 giờ, nguyên liệu : dung dịch 1 : 20 g/ml, nồng độ acid 8%. Hiệu suất thu pectin đạt cao nhất (19,21%), độ tinh khiết đạt 74,39%, chỉ số DE 54,41% được xác định bởi phổ IR và TGA cho thấy pectin thu được là loại HMP [20].

Tuy nhiên so với thế giới, nghiên cứu trong nước vẫn còn hạn chế về quy mô và công nghệ, đòi hỏi sự đầu tư nhiều hơn để tận dụng tiềm năng sẵn có và đáp ứng nhu cầu thị trường nội địa cũng như xuất khẩu.

Các công trình trước đây cho thấy phụ phẩm từ bưởi là nguồn nguyên liệu giàu pectin, trong khi vỏ đu đủ xanh, vỏ chuối, bí xanh và rau đay - những nông sản và phụ phẩm sẵn có ở Ninh Bình vẫn chưa được nghiên cứu, dù có tiềm năng đáng kể. Việc tận dụng các phụ phẩm này không chỉ góp phần giảm thiểu chất thải nông nghiệp mà còn mở ra hướng phát triển các nguồn nguyên liệu bền vững.

Xuất phát từ thực tiễn đó, đề tài “Khảo sát hàm lượng pectin trong một số nông sản phổ biến trên địa bàn tỉnh Ninh Bình” được thực hiện nhằm đánh giá, so sánh hàm lượng pectin trong vỏ và cùi bưởi, vỏ đu đủ xanh, vỏ chuối, bí xanh và rau đay. Các kết quả nghiên cứu sẽ góp phần xây dựng cơ sở dữ liệu khoa học về tiềm năng của các nguồn nguyên liệu địa phương, từ đó định hướng cho ứng dụng trong sản xuất pectin tự nhiên, thúc đẩy kinh tế tuần hoàn và phát triển bền vững trong lĩnh vực nông nghiệp và công nghiệp sinh học.

CHƯƠNG II.

THỰC NGHIỆM CHIẾT XUẤT PECTIN

2.1. Nguyên vật liệu

Các nguyên liệu giàu pectin được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm vỏ bưởi, cùi bưởi, rau đay và vỏ đỗ, bí xanh, vỏ chuối. Vỏ bưởi và cùi bưởi được lấy từ giống bưởi hồng da xanh (được thu gom tại chợ đầu mối Ninh Bình); vỏ đỗ và vỏ chuối được thu gom tại chợ đầu mối Ninh Bình; rau đay, bí xanh được thu gom tại vườn thuộc phường Tây Hoa Lư (tỉnh Ninh Bình).

Các nguyên liệu dùng trong thử nghiệm ứng dụng pectin: đường, cam,....

2.2. Quy trình thu gom và bảo quản mẫu

2.2.1. Thu gom mẫu.

Các nguyên liệu khảo sát gồm rau đay, vỏ giá đỗ, cùi bưởi, vỏ bưởi và vỏ chuối được thu gom theo nguyên tắc đảm bảo tính đại diện và đồng nhất của mẫu.

Cụ thể:

- Thời điểm thu gom: Tất cả các mẫu được thu thập trong cùng một vụ thu hoạch (đúng mùa sinh trưởng đặc trưng của từng loại nguyên liệu), nhằm đảm bảo sự tương đồng về điều kiện sinh lý, môi trường và giai đoạn phát triển của nguyên liệu, qua đó giảm thiểu sai số do yếu tố mùa vụ.
- Nguồn gốc và điều kiện thu mẫu: Mỗi loại nguyên liệu được lấy từ cùng một khu vực địa lý, có điều kiện đất đai, khí hậu và canh tác tương đồng. Các mẫu được chọn ngẫu nhiên nhưng có kiểm soát (chọn theo khối lượng trung bình của lô nguyên liệu) để đảm bảo tính đại diện.

Việc thu và xử lý mẫu theo cùng một thời điểm và phương pháp giúp loại trừ các sai lệch do yếu tố thời gian, môi trường hoặc quy trình, đảm bảo rằng sự khác biệt về hàm lượng pectin phản ánh đúng đặc trưng sinh học của từng loại nguyên liệu, chứ không phải do sai số kỹ thuật.

Loại nông sản	Thời điểm lấy mẫu
Rau đay	Tháng 7 -8
Giá đỗ	Thu gom ngay sau khi ủ xong giá.
Chuối	Tháng 7-8
Bưởi	Tháng 7-8
Bí xanh	Tháng 7-8

Bảng 2.1. Thời điểm lấy mẫu các loại nông sản

2.2.2. Xử lý và bảo quản mẫu

Tất cả các loại mẫu được xử lý theo cùng một quy trình. Cụ thể là: phân loại, rửa, cắt nhỏ, sấy, nghiền, bảo quản trong điều kiện kín, khô, tối và nhiệt độ ổn định. Việc này nhằm đảm bảo tính so sánh và độ tin cậy của kết quả phân tích hàm lượng pectin giữa các mẫu.

Nguyên liệu sau khi thu gom được rửa sạch dưới vòi nước nhằm loại bỏ bụi bẩn và tạp chất. Mẫu được cắt thành các đoạn nhỏ (2–3 cm), sấy khô ở 60°C cho đến khi đạt độ ẩm ổn định, sau đó nghiền nhỏ và bảo quản trong túi zipper kín, để ở nơi khô ráo, thoáng mát.

Ghi chép và hồ sơ mẫu: Mỗi mẫu kèm phiếu ghi thông tin: loại nguyên liệu, ngày/giờ thu, người thu, điều kiện môi trường (nhiệt độ, ánh sáng), và thời điểm sấy/nghiền. Việc ghi chép chi tiết giúp đảm bảo tính truy xuất và độ tin cậy của kết quả phân tích.

2.3 Dụng cụ, thiết bị và hóa chất

Các hóa chất chính được sử dụng trong quá trình nghiên cứu bao gồm:

- Citric acid.
- Ethanol
- Nước cất hai lần.

Các dụng cụ và thiết bị phục vụ thí nghiệm gồm:

- Cân phân tích, máy khuấy từ gia nhiệt, tủ sấy, máy bơm hút chân không, máy xay
- Phễu, cốc thủy tinh, đĩa thủy tinh, ống đông, bình tam giác, giấy lọc và vải lọc.

2.4. Thực nghiệm

2.4.1. Khảo sát hàm lượng pectin trong nguyên liệu

Trên cơ sở tổng hợp các nghiên cứu trước đây, đề tài lựa chọn phương pháp chiết xuất pectin bằng dung dịch acid ở điều kiện nhiệt độ cao làm hướng thực nghiệm chính, nhằm đảm bảo tính khả thi và phù hợp với điều kiện phòng thí nghiệm hiện có. Quá trình khảo sát hàm lượng pectin trong nguyên liệu được tiến hành như sau:

- Bước 1: Chuẩn bị 75g nguyên liệu khô và dung dịch chiết bằng cách hòa tan 244 g citric acid trong 1400 g nước cất.

- Bước 2: Ngâm chiết nguyên liệu trong dung dịch đã chuẩn bị, tiến hành đun và khuấy ở 90°C trong thời gian 120 phút.

- Bước 3: Lọc loại bỏ bã để thu dịch chiết.

- Bước 4: Cô đặc dịch chiết đến thể tích bằng khoảng 1/3 so với ban đầu.

- Bước 5: Làm nguội và tiến hành kết tủa pectin bằng cách bổ sung ethanol theo tỷ lệ 1:2 (dịch chiết: ethanol), khuấy đều và để yên trong 120 phút.

Bước 6: lọc bỏ dịch lọc, thu gel pectin và rửa gel pectin nhiều lần bằng ethanol cho đến khi nước rửa có pH trung tính.

Bước 7: sấy gel pectin cho đến khô ở 45°C

Bước 8: Cân pectin khô và tính hàm lượng pectin.



Hình 2.1. Sơ chế rau đay



Hình 2.2. Chiết xuất pectin



Hình 2.3. Kết tủa pectin bằng ethanol



Hình 2.4. Tinh chế pectin

2.4.2. Thử nghiệm ứng dụng pectin trong chế biến thực phẩm.

Quy trình thử nghiệm ứng dụng pectin từ cùi bưởi trong chế biến syrup cam:

- Bước 1: Chuẩn bị dung dịch pectin: Pha lần lượt 1g, 2g, 4g pectin khô vào 99g, 98g, 96g nước cất để thu dung dịch pectin có nồng độ 1%, 2%, 4%.
- Bước 2: Các dung dịch được khuấy đều đến khi pectin tan hoàn toàn.
- Bước 3: Sau đó, trộn 300g đường vào dung dịch pectin, đun trên bếp với nhiệt 80°- 85° cho đến khi đường tan hoàn toàn.
- Bước 4: Khi dung dịch đạt trạng thái đồng nhất thêm 200g nước ép cam tươi, khuấy và để sôi khoảng 5 phút.
- Bước 5: Rót vào lọ thủy tinh đã tiệt trùng và ghi nhãn theo từng nồng độ pectin và được bảo quản ở điều kiện thường để theo dõi trong 6 giờ, 12 giờ, 24 giờ, 36 giờ.



Hình 2.5. Pha Pectin nồng độ 1%, 2%, 4%.



Hình 2.6. Hỗn hợp dung dịch pectin sau khi thêm đường, nước ép cam tươi.



Hình 2.7. Thành phẩm syrup cam

2.5. Phương pháp đánh giá sản phẩm

2.5.1. Phân tích cấu trúc và tính chất nhiệt

Phổ hồng ngoại (FTIR): Sử dụng máy quang phổ FTIR để xác định các nhóm chức hóa học, tương tác liên phân tử và xác nhận sự hình thành của vi nang.

Phân tích nhiệt trọng lượng (TGA): Sử dụng máy TGA để đánh giá độ bền nhiệt của curcumin, pectin và các vi nang. Mẫu được nung trong môi trường khí nitơ với tốc độ gia nhiệt xác định ($10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$) từ nhiệt độ phòng đến 600°C . Dữ

liệu về sự mất khối lượng theo nhiệt độ sẽ được ghi lại để xác định nhiệt độ phân hủy và sự ổn định của vật liệu.

2.5.2. Đánh giá hàm lượng pectin trong nguyên liệu

Hàm lượng pectin trong nguyên liệu được đánh giá theo công thức sau:

$$\text{Hàm lượng pectin(\%)} = \frac{m_{\text{pectin khô}}}{m_{\text{nguyên liệu khô}}} \times 100\%$$

Trong đó, $m_{\text{pectin khô}}$ là khối lượng pectin thu được (g)

$m_{\text{nguyên liệu khô}}$ là khối lượng nguyên liệu ban đầu (g).

2.5.3. Đánh giá khả năng ứng dụng của pectin trong chế biến syrup cam

Các mẫu syrup được quan sát tại các mốc thời gian 6 giờ, 12 giờ, 24 giờ và 36 giờ sau khi nấu. Tiêu chí đánh giá bao gồm mức độ đồng nhất của dung dịch, hiện tượng lắng hoặc tách lớp, độ trong và độ sánh cảm quan. Việc quan sát được tiến hành trong điều kiện ánh sáng tự nhiên, ở cùng nhiệt độ môi trường nhằm đảm bảo tính khách quan và độ chính xác của kết quả.

CHƯƠNG III.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả khảo sát hàm lượng pectin trong một số nông sản và phụ phẩm nông sản.

Bảng 3.1 kết quả thực nghiệm thu được khi tiến hành chiết xuất pectin từ bí xanh.

	Khối lượng khô ban đầu (g)	Khối lượng pectin thu được (g)	Hàm lượng pectin (%)	Hàm lượng pectin trung bình (%)
Lần 1	75	Rất ít	Rất ít	Rất ít
Lần 2	75	Rất ít	Rất ít	
Lần 3	75	Rất ít	Rất ít	

Bảng 3.1. Hàm lượng pectin trong bí xanh

Bảng 3.2 kết quả thực nghiệm thu được khi tiến hành chiết xuất pectin từ vỏ chuối.

	Khối lượng khô ban đầu (g)	Khối lượng pectin thu được (g)	Hàm lượng pectin (%)	Hàm lượng pectin trung bình (%)
Lần 1	75	4,86	6,48	6.62
Lần 2	75	5,35	7,13	
Lần 3	75	4,69	6.25	

Bảng 3.2. Hàm lượng pectin trong vỏ chuối

Bảng 3.3 kết quả thực nghiệm thu được khi tiến hành chiết xuất pectin từ vỏ giá đỗ.

	Khối lượng khô ban đầu (g)	Khối lượng pectin thu được (g)	Hàm lượng pectin (%)	Hàm lượng pectin trung bình (%)
Lần 1	75	7,51	10,02	9,93
Lần 2	75	7,40	9,87	
Lần 3	75	7,43	9,91	

Bảng 3.3. Hàm lượng pectin trong vỏ giá đỗ

Bảng 3.4 kết quả thực nghiệm thu được khi tiến hành chiết xuất pectin từ rau đay.

	Khối lượng khô ban đầu (g)	Khối lượng pectin thu được (g)	Hàm lượng pectin (%)	Hàm lượng pectin trung bình (%)
Lần 1	75	8,27	11,03	10,62
Lần 2	75	7,84	10,46	
Lần 3	75	7,78	10,38	

Bảng 3.4. Hàm lượng pectin trong rau đay

Bảng 3.5 kết quả thực nghiệm thu được khi tiến hành chiết xuất pectin từ vỏ bưởi.

	Khối lượng khô ban đầu (g)	Khối lượng pectin thu được (g)	Hàm lượng pectin (%)	Hàm lượng pectin trung bình (%)
Lần 1	75	12,33	16,44	16,28
Lần 2	75	12,09	16,13	
Lần 3	75	12,20	16,27	

Bảng 3.5. Hàm lượng pectin trong vỏ bưởi

Bảng 3.6 kết quả thực nghiệm thu được khi tiến hành chiết xuất pectin từ cùi bưởi.

	Khối lượng khô ban đầu (g)	Khối lượng pectin thu được (g)	Hàm lượng pectin (%)	Hàm lượng pectin trung bình (%)
Lần 1	75	19,47	25,96	25,14
Lần 2	75	18,50	24,67	
Lần 3	75	18,59	24,78	

Bảng 3.6. Hàm lượng pectin trong cùi bưởi

Nguyên liệu	Khối lượng pectin thu được trung bình (g)	Hàm lượng pectin trung bình (%)
Cùi bưởi	18,85	25,14
Vỏ bưởi	12,21	16,28
Rau đay	7,96	10,62
Vỏ giá đỗ	7,45	9,93
Vỏ chuối	4,97	6,62
Bí xanh	Rất nhỏ	Rất nhỏ

Bảng 3.7. So sánh hàm lượng pectin (%) có trong các nguyên liệu khảo sát

Kết quả khảo sát hàm lượng pectin có trong một số nông sản và phụ phẩm nông sản cho thấy hàm lượng pectin thu được có sự khác biệt đáng kể. Trong đó, cùi bưởi và vỏ bưởi có chứa hàm lượng pectin cao nhất lần lượt là 25,14% và 16,28%; sau đó đến rau đay (10,62%); vỏ giá đỗ (9,93%), vỏ chuối (6,62%) và bí xanh (rất nhỏ). Đáng chú ý, mẫu bí xanh thu được hàm lượng pectin rất nhỏ trong điều kiện chiết xuất của thí nghiệm, cho thấy nguyên liệu này không thích hợp cho quá trình thu hồi pectin theo phương pháp này. Điều này có thể cho thấy sự khác biệt về mặt cấu trúc hóa học giữa pectin từ rau đay, vỏ giá đỗ, vỏ chuối, bí xanh so với pectin từ vỏ và cùi bưởi. Pectin từ rau đay, vỏ chuối và giá đỗ khó kết tụ thành đám có kích thước lớn như pectin từ cùi và vỏ bưởi.

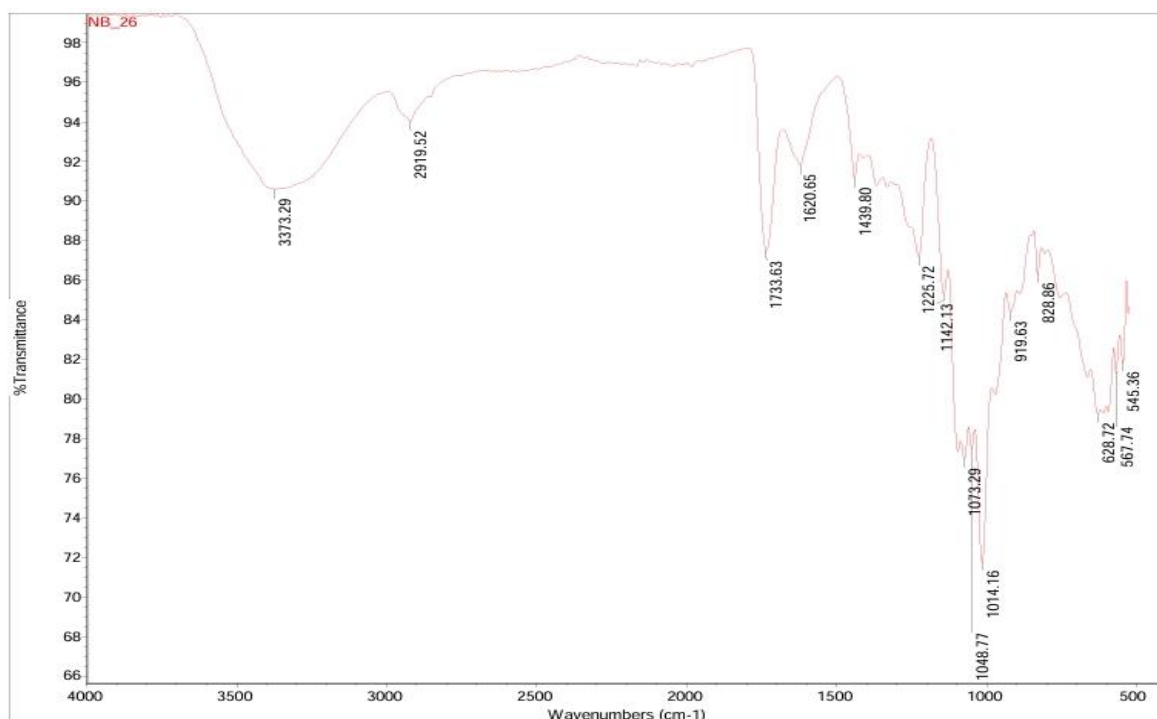
Kết quả thực nghiệm của đề tài cho thấy cùi bưởi và vỏ bưởi là hai nguồn nguyên liệu có hàm lượng pectin cao nhất, lần lượt đạt 25,14% và 16,28%, phù hợp với xu hướng chung của các nghiên cứu trước đây. Cụ thể, Phạm Thị Nam Bình và cộng sự (2025) khi chiết xuất pectin từ vỏ bưởi bằng dung dịch acid citric cũng thu được hiệu suất pectin 19,21%, độ tinh khiết 74,39%, xác định là pectin loại HMP thông qua phổ IR và TGA. So sánh cho thấy kết quả của đề tài nằm trong khoảng giá trị tương đương, chứng tỏ quy trình chiết xuất đạt hiệu quả tốt. Đối với vỏ chuối, Nguyễn Thị Quỳnh Mai và cộng sự (2024) chiết xuất pectin từ vỏ chuối xanh với hiệu suất 17,8%, cao hơn đáng kể so với kết quả của đề tài (6,62%). Sự chênh lệch này có thể do mẫu chuối trong nghiên cứu hiện tại là chuối chín. Ngoài ra, sự khác biệt về giống chuối, pH dung dịch và thời gian chiết cũng góp phần ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi.

Nhìn chung, các kết quả chiết xuất của đề tài phù hợp với xu hướng và phạm vi giá trị mà các công trình trước đây đã công bố, đồng thời khẳng định nguồn nguyên liệu bưởi là tiềm năng nhất để thu nhận pectin tự nhiên.

3.2. Đặc trưng cấu trúc và độ bền nhiệt của pectin chiết xuất từ bưởi

Dựa trên các nghiên cứu trước đó, phổ hồng ngoại (IR) và phân tích nhiệt trọng lượng (TGA) đã được chứng minh là những phương pháp hiệu quả để xác định đặc trưng cấu trúc và đánh giá độ bền nhiệt của pectin. Vì vậy, trong nghiên cứu này, nhóm tiến hành sử dụng hai phương pháp trên để kiểm chứng sự hiện diện của pectin trong mẫu chiết có hàm lượng pectin cao nhất (cùi bưởi với 25,14%) , đồng thời so sánh đặc tính phổ và tính ổn định nhiệt với các kết quả công bố trước đó. Mẫu Pectin bưởi được lấy để phân tích đặc trưng cấu trúc và độ bền nhiệt. Kết quả thu được như sau:

* Phổ IR

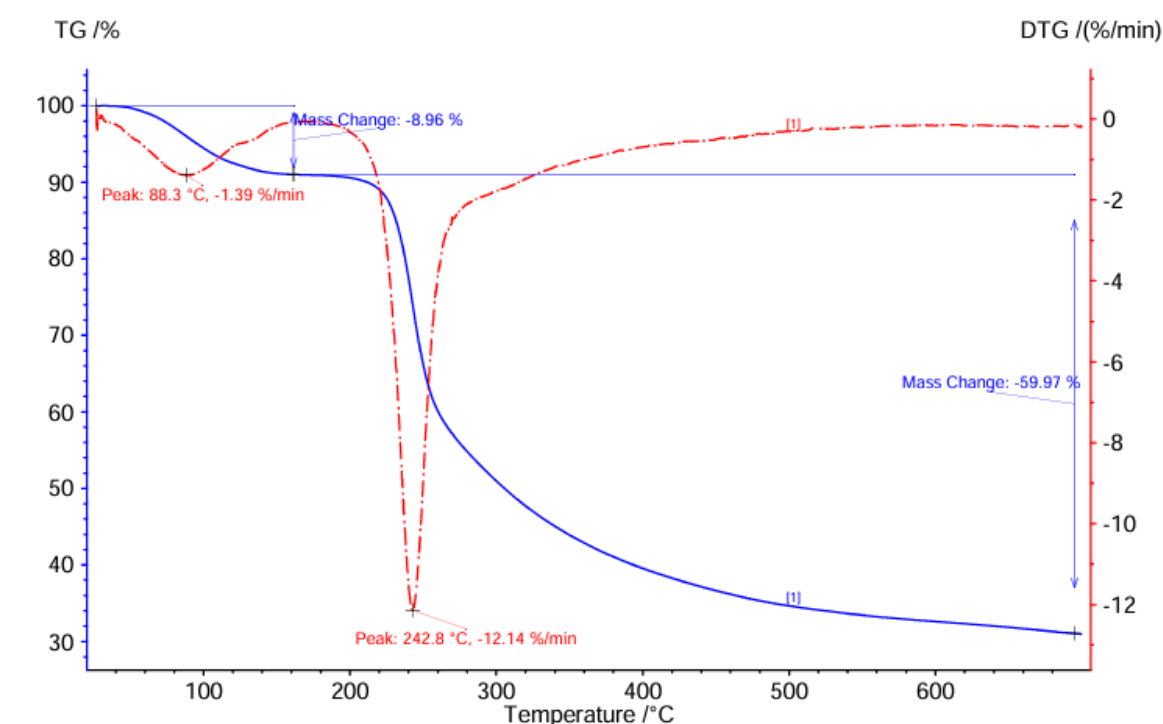


Hình 3.1. Phổ IR của pectin từ cùi bưởi

Phổ IR của pectin (Hình 3.1) cho thấy các đỉnh hấp thụ đặc trưng của pectin. Dải rộng tại 3373,29 cm⁻¹ đặc trưng cho dao động kéo giãn của liên kết O–H. Đỉnh tại 2919,52 cm⁻¹ biểu thị dao động C–H của nhóm –CH₂. Đỉnh hấp thụ mạnh tại 1733,63 cm⁻¹ tương ứng với dao động kéo giãn C=O của nhóm este methyl (–

COOCH₃), trong khi đỉnh ở 1620,65 cm⁻¹ đặc trưng cho C=O của nhóm carboxyl không este hóa (–COOH). Các đỉnh tại 1439,80 cm⁻¹, 1225,72 cm⁻¹ và 1014,16 cm⁻¹ lần lượt đặc trưng cho dao động biến dạng C–H và dao động kéo giãn C–O–C, C–O–H trong cấu trúc polysaccharide. Kết quả phân tích phổ IR cho thấy mẫu pectin buổi có đặc trưng cấu trúc polygalacturonic acid, là loại pectin có mức độ este hóa trung bình đến cao, phù hợp với phổ IR của pectin tự nhiên. Các kết quả phân tích cấu trúc và tính chất của sản phẩm pectin thu được phù hợp với các tài liệu đã công bố về vật liệu này.

*** Phân tích nhiệt trọng lượng (TGA)**



Hình 3.2. Phân tích nhiệt trọng lượng (TGA)

Phổ TGA/DTG (Hình 24) cho thấy quá trình phân hủy nhiệt của mẫu diễn ra qua ba giai đoạn chính. Giai đoạn đầu tiên (từ 30–120 °C) xuất hiện đỉnh nhỏ tại 88.3 °C với mức mất khối lượng 8.96 %, tương ứng với sự bay hơi của nước tự do và nước liên kết yếu trong cấu trúc mẫu. Đây là đặc trưng phổ biến của các polysaccharide tự nhiên và pectin thô. Giai đoạn thứ hai (từ 200–300 °C) thể hiện đỉnh phân hủy rõ rệt tại 242.8 °C, với tốc độ phân hủy cực đại –12.14 %/phút, đi kèm với mức mất khối lượng 59.97 %. Giai đoạn này được quy cho sự phân hủy khung polysaccharide pectin, chủ yếu là quá trình phá vỡ liên kết glycosidic và

phân hủy mạch chính chứa nhóm ester và carboxyl. Diễn biến này phù hợp với các nghiên cứu trước đó, trong đó pectin hoặc các vật liệu giàu cellulose có đỉnh phân hủy chính nằm trong khoảng 220–260 °C. Sau 300 °C, đường TGA trở nên ổn định dần, cho thấy mẫu còn lại chủ yếu là cặn vô cơ hoặc carbon hóa, chiếm khoảng 30 % khối lượng ban đầu. Phổ TGA/DTG của mẫu có độ bền nhiệt trung bình, với hai giai đoạn mất khối lượng đặc trưng cho nước liên kết và sự phân hủy khung polysaccharide, tương tự xu hướng được ghi nhận trong các nghiên cứu về pectin từ bưởi hoặc các nguồn thực vật khác. Các đặc điểm này phù hợp với xu hướng chung được báo cáo trong nghiên cứu về pectin tự nhiên của các nghiên cứu trước đây.

3.3. Kết quả thử nghiệm pectin trong chế biến thực phẩm.

Để đánh giá khả năng ứng dụng thực tế của pectin chiết xuất từ cùi bưởi, đề tài tiến hành thử nghiệm chế biến syrup cam- một sản phẩm phổ biến trong ngành thực phẩm cần có độ sánh, độ trong và tính ổn định cao trong quá trình bảo quản. Nghiên cứu tập trung khảo sát ảnh hưởng của nồng độ pectin đến khả năng ổn định phân lớp của syrup cam, qua đó khẳng định tiềm năng ứng dụng của pectin tự nhiên thu được trong thực tiễn sản xuất.

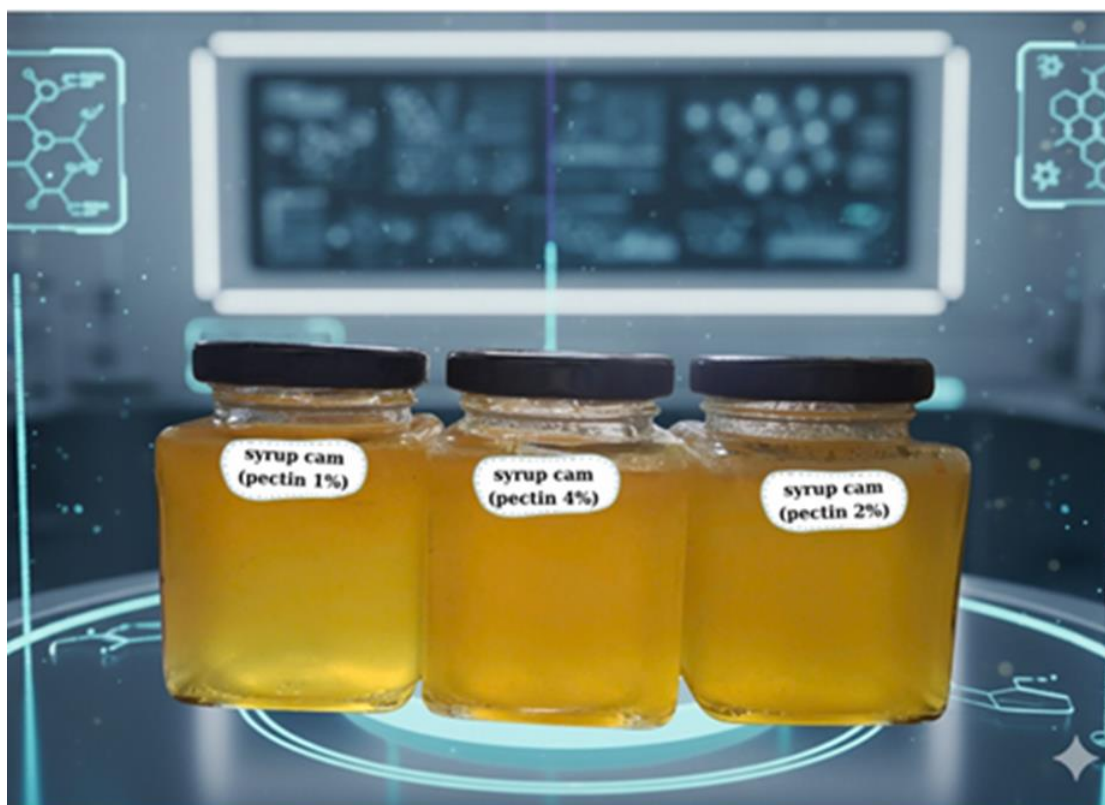
Mẫu Pectin bưởi được lấy để thử nghiệm pha chế sirup cam. Kết quả thu được như sau:



Hình 3.3. Syrup cam sau 6 giờ



Hình 3.4. Syrup cam sau 12 giờ



Hình 3.5. Syrup cam sau 24 giờ



Hình 3.6. Syrup cam sau 36 giờ

Nồng độ pectin (%) Thời gian (giờ)	1	2	4
6	Dung dịch hơi sánh, đồng nhất.	Dung dịch đồng nhất, độ sánh vừa.	Dung dịch có độ sánh cao nhất
12	Xuất hiện phân lớp nhẹ	Giữ trạng thái ổn định.	Không có sự thay đổi.
24	Phân lớp rõ rệt, các tép cam nổi lên trên.	Bắt đầu xuất hiện lắng nhẹ.	Giữ được độ sánh đồng đều màu.
36	Phân lớp hoàn toàn.	Lắng rõ hơn nhưng chưa tách hoàn toàn.	Không bị lắng, phân lớp. Rất ổn định.

Bảng 3.8. Ảnh hưởng của nồng độ pectin đến độ sánh và khả năng ổn định của syrup cam theo thời gian.

Kết quả này khẳng định pectin chiết xuất từ củi bưởi có khả năng tạo gel và ổn định cấu trúc syrup hiệu quả, đặc biệt khi sử dụng ở nồng độ từ 2% trở lên cấu trúc của syrup được giữ ổn định, giữ được độ sánh. Điều này mở ra tiềm năng ứng dụng pectin tự nhiên trong công nghệ chế biến thực phẩm, thay thế cho pectin thương mại, đồng thời góp phần tận dụng phụ phẩm nông nghiệp địa phương theo hướng bền vững và thân thiện với môi trường.

KẾT LUẬN

Mục tiêu của đề tài là khảo sát hàm lượng và chiết xuất pectin từ một số nông sản phổ biến trên địa bàn tỉnh Ninh Bình. Kết quả nghiên cứu cho thấy đề tài đã hoàn thành đầy đủ mục tiêu và nhiệm vụ đã đặt ra.

Cụ thể, đề tài đã chiết xuất thành công pectin từ sáu loại nguyên liệu gồm cùi bưởi, vỏ bưởi, rau đay, vỏ giá đỗ, vỏ chuối chín và bí xanh. Quá trình chiết xuất được thực hiện bằng phương pháp sử dụng dung dịch acid ở điều kiện nhiệt độ cao. Kết quả cho thấy hàm lượng pectin phụ thuộc rõ rệt vào đặc điểm và cấu trúc của nguyên liệu. Trong đó, cùi bưởi và vỏ bưởi cho hiệu suất cao nhất (lần lượt 25,14% và 16,28%), khẳng định đây là nguồn nguyên liệu tiềm năng cho sản xuất pectin tự nhiên. Ngược lại, bí xanh cho hàm lượng rất ít (không đáng kể), còn rau đay, vỏ giá đỗ, vỏ chuối chín và bí xanh cho hàm lượng thấp, tuy nhiên vẫn có ý nghĩa thực tiễn trong việc tận dụng phụ phẩm nông nghiệp địa phương, góp phần giảm thiểu chất thải và nâng cao giá trị kinh tế.

Bên cạnh mục tiêu đã đăng ký, đề tài còn thực hiện mở rộng nghiên cứu khi ứng dụng pectin chiết xuất từ cùi bưởi trong chế biến syrup cam. Kết quả thực nghiệm cho thấy nồng độ 4% pectin giúp syrup duy trì độ sánh cao, đồng nhất và không phân lớp sau 36 giờ, chứng tỏ tính ổn định và khả năng tạo gel tốt của pectin thu được.

Như vậy, đề tài không chỉ hoàn thành mục tiêu khảo sát và chiết xuất pectin, mà còn mở rộng hướng nghiên cứu ứng dụng pectin tự nhiên trong chế biến thực phẩm, góp phần khai thác hiệu quả nguồn phụ phẩm nông nghiệp tại địa phương và định hướng phát triển sản phẩm sinh học thân thiện với môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] International Pectin Producers Association (2007), “Archived information from the website of the International Pectin Producers Association”, *Archived* February 11, 2022, Accessed June 13, 2007.
- [2] Thibault J.F., Rinaudo M. (1986), “Chain association of pectic molecules during calcium-induced gelation”, *Tạp chí Biopolymers*, Tập 25, tr. 456–468.
- [3] Ridley B.L. (2001), “Pectins: Structure, biosynthesis, and oligogalacturonide-related signaling”, *Tạp chí Phytochemistry*, Tập 57, số (6), tr. 929–967.
- [4] Hutnan M., Drtil M., Mrafkova L. (2000), “Anaerobic biodegradation of sugar beet pulp”, *Tạp chí Biodegradation*, Tập 11, số (4), tr. 203–211.
- [5] Kaya M., Sousa A.G., Crépeau M.J., Sørensen S.O., Ralet M.C. (2014), “Characterization of citrus pectin samples extracted under different conditions: Influence of acid type and pH of extraction”, *Tạp chí Annals of Botany*, Tập 114, số (6), tr. 1319–1326.
- [6] Morales-Contreras B.E., Wicker L., Rosas-Flores W., Contreras Esquivel J.C., Gallegos-Infante J.A., Reyes-Jaquez D., Morales-Castro J. (2019), “Apple pomace from variety ‘Blanca de Asturias’ as sustainable source of pectin: Composition, rheological, and thermal properties”, *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 117, Art. 108641.
- [7] Munehiro Hoshino (2009), “separation and characterization of pectin from juice processing residue extracted by sub-critical”, *Separation and Purification Technology*, Volume 62, Issue 3: Pages 513-516.
- [8] Homa Bagherian et al (2011), “Comparisons between conventional. microwave- and ultrasound- assisted methods for extraction of pectin from grapefruit”, *Chemical Engineering and Processing*, 11-12, 1237-1243.
- [9] Norazelina Sah Mohd Ismail (2012), “Extraction and Characterization of Pectin from Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) using Various Extraction Conditions”, *Sains Malaysiana*, 41(1): 41-45.
- [10] J. Prakash Maran et al (2014), “Microwave assisted extraction of pectin from waste *Citrullus lanatus* fruit rinds”, *Carbohydrate Polymers*, 101, 786-791.

- [11] Keskin, S. và cộng sự (2019), *Ultrasound-assisted extraction of pectin from Trachystemon orientalis L. Journal of Medicinal Herbs and Ethnomedicine*, 5(1), 1–7.
- [12] Pokhrel, S. và cộng sự (2024), “Extraction and characterization of pectin from lemon peels”, *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 14(2), 1557–1566.
- [13] Bùi Anh Võ, Nguyễn Đức Lượng (2010), “Nghiên cứu thu nhận pectin từ vỏ cà phê”, *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, Tập 13, Số K2, tr. 47–56.
- [14] Trình Liên Vy (2012), *Nghiên cứu pectin và xây dựng quy trình sản xuất bột thạch từ lá sương sâm*, Luận văn Thạc sĩ, Đại học Đà Nẵng, Đà Nẵng.
- [15] Nguyễn Thị Hà (2017), “Nghiên cứu ứng dụng pectin từ vỏ bưởi làm chất trợ keo tụ sinh học trong xử lý nước thải”, *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 33, số (1S), tr. 157–162.
- [16] Đỗ Thị Thu Hiền (2021), “Nghiên cứu công nghệ sản xuất pectin từ vỏ quả cam, chanh, chanh leo tươi”, *Hà Nội: Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ Sau thu hoạch*.
- [17] Nguyễn Thị Hồng và cộng sự (2022), “Ảnh hưởng của các điều kiện chiết đến hiệu suất pectin thô từ vỏ chanh dây (*Passiflora edulis Sims.*) và ứng dụng của dịch chiết trong khả năng tạo mứt”, *Can Tho University Journal of Science*, Tập 58, Số chuyên đề: Khoa học Tự nhiên, tr. 55–63.
- [18] Nguyễn Thị Quỳnh Mai và cộng sự (2024), “Study on Optimization of Pectin Extraction from Unripe Banana Peel (*Musa sp.*)”, *HUIT Journal of Science and Technology*, Tập 24, Số 5, tr. 55–67.
- [19] Trần Phương Chiến và cộng sự (2024), “Characteristics of pectin extracted from dragon fruit stems in Binh Thuan, Vietnam and gel formation method”, *Journal of Materials Science and Technology*, Vol. 14, No. 2, tr. 90–98.
- [20] Phạm Thị Nam Bình và cộng sự (2025), “Chiết xuất pectin từ vỏ bưởi dưới điều kiện áp suất thấp”, *Tạp chí Khoa học & Công nghệ – Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội*, Tập 61, số (3), tr. 167–171.