

KỶ YẾU HỘI THẢO KHOA HỌC TRẺ LẦN 3 NĂM 2021

TRI THỨC TRẺ THỜI ĐẠI 4.0

YSC2021 | 06/08/2021

LĨNH VỰC
HÓA - SINH - THỰC PHẨM - MÔI TRƯỜNG



**BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

**HỘI THẢO KHOA HỌC TRẺ LẦN 3
NĂM 2021 (YSC 2021)**

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

HỘI THẢO KHOA HỌC TRẺ LẦN 3 NĂM 2021 TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

BAN TỔ CHỨC

- TS. Phan Hồng Hải	Hiệu trưởng	Trưởng ban
- GS.TS. Lê Văn Tán	Phó Hiệu trưởng	Phó Trưởng ban
- PGS. TS. Đàm Sao Mai	Phó Hiệu trưởng	Phó Trưởng ban
- PGS. TS. Trịnh Ngọc Nam	Trưởng phòng Quản lý khoa học và Hợp tác quốc tế	Phó Trưởng ban
- TS. Lê Ngọc Sơn	Trưởng phòng Quản lý Sau đại học	Thành viên
- Ths. Bùi Đình Tiền	Phó trưởng phòng Quản lý khoa học và Hợp tác quốc tế	Thành viên
- TS. Phạm Hùng Hiệp	Giám đốc Nghiên cứu, Trung tâm EDLAB ASIA	Thành viên
- TS. Nguyễn Thị Thu Hiền	Trưởng tiểu ban Kinh tế	Thành viên
- PGS.TS Huỳnh Trung Hiếu	Trưởng tiểu ban Kỹ thuật - Công nghệ thông tin	Thành viên
- TS. Ngô Ngọc Hưng	Trưởng tiểu ban Khoa học Xã hội và Nhân văn	Thành viên
- ThS. Nguyễn Thị Thương	Giám đốc Trung tâm Thông tin - Truyền thông	Thành viên
- ThS. Lê Bá Long	Phó Bí thư Đoàn Thanh niên Trường	Thành viên
- TS. Võ Trung Âu	Chuyên viên Phòng Quản lý khoa học và Hợp tác quốc tế	Thành viên
- CN. Hồ Văn Thái	Chuyên viên Phòng Quản lý khoa học và Hợp tác quốc tế	Thành viên
- ThS. Huỳnh Công Lược	Giảng viên Viện KHCN&QLMT	Thành viên
- ThS. Hoàng Phương Trâm	Chuyên viên Phòng Quản lý khoa học và Hợp tác quốc tế	Thành viên
- Ngô Đình Luật	Chủ tịch Hội Sinh viên Trường	Thành viên

BAN CHUYÊN MÔN THẨM DUYỆT BÀI BÁO

Tiểu ban Hóa – Sinh – Thực phẩm – Môi trường

- GS.TS. Lê Văn Tán	Phó Hiệu trưởng	Trưởng ban
- PGS.TS. Đàm Sao Mai	Phó Hiệu trưởng	Thành viên
- PGS.TS. Nguyễn Văn Cường	Trưởng khoa Công nghệ Hóa học	Thành viên
- PGS.TS Lê Hùng Anh	Viện trưởng Viện Khoa học Công nghệ và QL Môi trường	Thành viên
- TS. Nguyễn Bá Thanh	Viện trưởng Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm	Thành viên
- PGS.TS. Trịnh Ngọc Nam	Trưởng phòng Quản lý khoa học và Hợp tác quốc tế	Thư ký

BAN THƯ KÝ

- PGS.TS. Trần Nguyễn Minh Ân	Khoa Công nghệ Hóa học	Trưởng ban
- ThS. Lê Bá Long	Đoàn Thanh niên Trường	Phó Trưởng ban
- ThS. Phạm Nguyễn Hoàng Nam	Khoa Công nghệ Thông tin	Thành viên
- ThS. Nguyễn Anh Tuấn	Khoa Công nghệ Điện	Thành viên
- ThS. Thái Duy Tùng	Khoa Tài chính – Ngân hàng	Thành viên
- ThS. Lê Thanh Hòa	Khoa Lý luận chính trị	Thành viên
- TS. Võ Trung Âu	Phòng Quản lý khoa học và Hợp tác quốc tế	Thành viên
- CN. Hồ Văn Thái	Phòng Quản lý khoa học và Hợp tác quốc tế	Thành viên

DANH MỤC BÀI BÁO

YSC3F.101 - NGHIÊN CỨU SẢN XUẤT PHÂN BÓN NPK NHẢ CHẬM TRÊN HỆ POLIMER TỰ NHIÊN	8
NGUYỄN THỊ HỒNG CÚC, LÊ DUY KHÁNH, NGÔ NHỰT LINH, PHẠM THÀNH TÂM	8
YSC3F.102 - ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG DUNG DỊCH BÒ HÒN HỖ TRỢ CHO QUÁ TRÌNH TUYỂN NỔI NHẪM PHÂN TÁCH PVC TỪ HỖN HỢP NHỰA THẢI	14
PHẠM HỒNG NHUNG, NGUYỄN THỊ THANH TRÚC	14
YSC3F.103 - NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP TÁCH CÁC THÀNH PHẦN CỦA VỎ HỘP SỮA THẢI BỎ ĐỂ TÁI CHẾ BẰNG DUNG DỊCH AMONI HYDROXIT (NH₄OH)	27
ĐẶNG NGUYỄN TƯỜNG LÂM, QUÁCH DUY PHƯƠNG, NGUYỄN THỊ THANH TRÚC	27
YSC3F.104 - ỨNG DỤNG GIS TRONG CÔNG TÁC QUẢN LÝ HỆ THỐNG THU GOM CHẤT THẢI RẮN Ở THÀNH PHỐ PLEIKU, TỈNH GIA LAI	35
HUỲNH CÔNG LỰC, NGUYỄN THỊ LINH NHI, TRẦN BÙI NGỌC PHƯƠNG, TRỊNH THỊ ÁNH TUYẾT, PHAN TRẦN XUÂN NHI, NGUYỄN TRẦN HÀ VY	35
YSC3F.105 - NGHIÊN CỨU MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC RỪNG Ở TRẠNG THÁI RỪNG III_{A3} TẠI VƯỜN QUỐC GIA KON KA KINH, TỈNH GIA LAI	42
ĐẶNG LÊ THANH LIÊN, NGUYỄN HOÀNG BẢO KHOA, NGUYỄN THỊ LAN THƯƠNG, NGUYỄN MINH KỶ	42
YSC3F.106 - VAI TRÒ CỦA CITRUS FIBER ĐẾN CÁC TÍNH CHẤT CẤU TRÚC CỦA MAYONNAISE CHAY, ÍT BÉO ĐƯỢC CHẾ BIẾN TỪ DỊCH ĐẬU VÁN VÀ DẦU DỪA	51
PHẠM THỊ THANH HƯƠNG, LÂM NGỌC MINH ANH, NGÔ TRUNG CHÁNH, NGUYỄN THỊ MINH NGUYỆT	51
YSC3F.107 - KHẢO SÁT CÔNG THỨC PHỐI TRỘN VÀ CẤU TRÚC CỦA SẢN PHẨM THỊT CHAY VEG PATTIES TỪ NGUYÊN LIỆU CHÍNH LÀ ĐẬU ĐỎ VÀ BÃ ĐẬU NÀNH	62
NGUYỄN HOÀNG TRUNG HUY, TRƯƠNG HỒNG NHI, LÊ THỊ THẢO MY, NGUYỄN THỊ MINH NGUYỆT	62
YSC3F.108 - VAI TRÒ CỦA CITRUS FIBER ĐẾN CẤU TRÚC CỦA BÁNH BISCUITS KHÔNG GLUTEN, KHÔNG ĐƯỜNG, KHÔNG BƠ TỪ ĐẬU VÁN, BÍ ĐỎ VÀ CHUỐI SỨ	73
PHAN NHƯ PHƯƠNG, NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH, NGUYỄN THỊ MINH NGUYỆT.....	73
YSC3F.109 - CONTROLLED SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF Pt-BASED CATALYTIC NANOMATERIALS BY MODIFIED POLYOL METHODS FOR USE IN LOW TEMPERATURE FUEL CELLS	83
NGUYEN VIET LONG, NGUYEN THI NHAT HANG, NGUYEN QUANG THANH NAM, YONG YANG, MASAYUKI NOGAMI	83
YSC3F.110 - CONTROLLED SYNTHESIS OF COPPER NANOPARTICLES BY MODIFIED AND MEDIATED POLYOL METHODS FOR POTENTIAL BIOMEDICAL APPLICATIONS .	96
NGUYEN VIET LONG, NGUYEN THI NHAT HANG, NGUYEN QUANG THANH NAM, LE HONG PHUC, YONG YANG, MASAYUKI NOGAMI	96
YSC3F.111 - NGHIÊN CỨU TÁI SỬ DỤNG VỎ HỘP SỮA KẾT HỢP LÁ CÂY TẠO RA SẢN PHẨM ĐĨA THÂN THIỆN MÔI TRƯỜNG	103
NGUYỄN THỊ TRÀ MY, NGUYỄN VĂN NHỊN, LÊ HÙNG ANH	103

YSC3F.112 - TỔNG HỢP VÀ MÔ PHỎNG HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA DẪN XUẤT 4-METHYL COUMARIN.....	114
LÊ THỊ THANH TRÚC, NGUYỄN NGỌC HÂN, BÙI HOÀNG LINH CHI, NGUYỄN VĂN THỜI, TRẦN NGUYỄN MINH ÂN	114
YSC3F.113 - ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ THIẾT BỊ CHỪNG CÁT TẠO NƯỚC UỐNG HỘ GIA ĐÌNH TỪ NƯỚC NHIỄM MẶN DỪNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI.....	125
HỒ TIẾN QUANG, NGUYỄN THỊ KIM XUYẾN, LÊ HÙNG ANH.....	125
YSC3F.114 - NGHIÊN CỨU QUY TRÌNH SẢN XUẤT ỚNG HÚT LÀM TỪ CỎ SẬY GÓP PHẦN GIẢM THIỂU RÁC THẢI NHỰA	136
NGUYỄN THỊ NGỌC TRANG, LÊ NGỌC QUÝ, LÊ HÙNG ANH.....	136
YSC3F.115 - ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG NƯỚC ĐẾN KHẢ NĂNG KHÁNG OXY HÓA VÀ KHÁNG KHUẨN CỦA CÁC HỢP CHẤT TRÍCH LY TỪ VỎ CHÔM CHÔM RONG RIÊNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐUN HOÀN LƯU VÀ PHƯƠNG PHÁP VI SÓNG.....	149
VŨ THỊ THÚY HỒNG, NGUYỄN NGỌC VÂN ANH, NGUYỄN VĂN CƯỜNG	149
YSC3F.116 - NHỮNG NGUY CƠ VÀ RỦI RO CỦA PHỤ GIA TRONG CHẾ BIẾN NHỰA – MỘT ĐÁNH GIÁ TỔNG QUAN	156
NGUYỄN THỊ NGỌC TRÂN, NGUYỄN THỊ LAN BÌNH, NGUYỄN THỊ THANH TRÚC	156

LĨNH VỰC
HÓA – SINH – THỰC PHẨM – MÔI TRƯỜNG

ID: YSC3F.101

NGHIÊN CỨU SẢN XUẤT PHÂN BÓN NPK NHẢ CHẬM TRÊN HỆ POLIMER TỰ NHIÊN

NGUYỄN THỊ HỒNG CÚC¹, LÊ DUY KHÁNH¹, NGÔ NHỰT LINH¹, PHẠM THÀNH TÂM¹

¹*Khoa Công nghệ Hóa học, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh*

*nthcuc040399@gmail.com, duykhanhle1309@gmail.com, ngonhutlinh199917@gmail.com,
phamthanhtam@iuh.edu.vn

Tóm tắt. Đề tài “Nghiên cứu sản xuất phân bón NPK nhả chậm trên hệ Polimer tự nhiên” với mục đích khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tạo hạt của phân bón nhằm tìm ra điều kiện sản xuất tối ưu nhất, sản xuất phân bón NPK nhả chậm trên hệ polimer tự nhiên, và lần đầu tiên, than bùn được sử dụng như một loại phụ gia thay vì sử dụng làm phân bón vi sinh như trước đây. Quá trình khảo sát đã đạt được thành công khá đáng kể khi tạo ra phân bón NPK 8-8-8 với khả năng nhả chậm chất dinh dưỡng là N = 0.47%, P = 0.09%, K = 0.26% sau 4 giờ phân hủy. Với việc ra đời của loại phân này không những mang lại ý nghĩa trong việc tăng hiệu suất sử dụng phân bón mà còn có ý nghĩa trong việc hạn chế tác động của việc thất thoát phân bón đến môi trường.

Từ khóa. NPK nhả chậm, polymer tự nhiên, than bùn, tinh bột biến tính

A RESEARCH ON PRODUCTION OF NPK SLOW RELEASED FERTILIZERS ON THE NATURAL POLIMER PLATFORM

Abstract. The topic “A research on production of NPK slow released fertilizers on the natural polimer platform” with the aim of investigating the factors affecting the granulation ability of fertilizers to find the most optimal production conditions, producing slow-release NPK fertilizers on natural polimer platform, and for the first time, peat was used as an additive instead of being used as a microbial fertilizer as before. The survey process has achieved considerable success when creating NPK 8-8-8 fertilizer with slow release of nutrients of N = 0.47%, P = 0.09%, K = 0.26% after 4 hours of decomposition. With the introduction of this fertilizer, it not only makes sense in increasing the efficiency of fertilizer use but also in limiting the impact of fertilizer loss on the environment.

Keywords. Slow-released NPK fertilizer, natural polymer, peat coal, modified starch

1. TỔNG QUAN VỀ PHÂN BÓN

Ngành công nghiệp sản xuất phân bón ra đời vào cuối thế kỉ 18, nhưng chỉ phát triển mạnh vào những năm 60 của thế kỉ 20. Trong giai đoạn từ 1961 đến 2011, khi dân số tăng từ 3 tỉ người lên gần 7 tỉ người thì sản lượng ngũ cốc tăng từ 0,9 tỉ tấn lên trên 2,5 tỉ tấn và sản lượng tiêu thụ phân bón cũng tăng từ 30 triệu tấn dinh dưỡng N – P₂O₅ – K₂O lên 176 triệu tấn. Qua đó cho thấy, sự tăng dân số và sản lượng ngũ cốc là tương đương nhau trong khi sản lượng tiêu thụ phân bón có tỉ lệ tăng gấp đôi so với dân số và sản lượng ngũ cốc [1]. Theo tổ chức Lương thực và nông nghiệp Liên hiệp quốc (FAO) phân bón làm tăng năng suất cây trồng từ 34 – 45% và đóng góp khoảng 20 – 35% tổng sản lượng cây trồng. Cứ ba người trên hành tinh này thì có một người sống nhờ tăng năng suất cây trồng [2]. Với diện tích đất trồng trọt 1,6 tỉ ha và chỉ có thể bổ sung thêm 70 triệu ha vào năm 2050 để sản xuất lương thực cho dân số có thể đạt 13,4 tỉ người vào năm 2050 thì đòi hỏi một lượng dinh dưỡng rất lớn từ phân bón và phân bón tiếp tục đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an ninh lương thực thế giới [1].

Phân bón là các chất hữu cơ hoặc vô cơ chứa các nguyên tố dinh dưỡng cần thiết cho cây trồng, được bón vào đất hoặc hòa vào nước để phun xử lí hạt giống, rễ và cây con [2]. Phân bón có vai trò quan trọng trong việc thâm canh tăng năng suất, bảo vệ cây trồng và nâng cao độ phì nhiêu của đất. Các nguyên tố dinh

dưỡng cần thiết cho cây được chia làm 3 nhóm sau: đa lượng: Đạm (N), Lân (P_2O_5), Kali (K_2O); trung lượng: Canxi (Ca), Magie (Mg), Lưu Huỳnh (S), Silic (Si)...; vi lượng: Bo (B), Sắt (Fe), Đồng (Cu), Mangan (Mn), Kẽm (Zn)...

Phân bón NPK là một loại phân hỗn hợp gồm ba thành phần dinh dưỡng chủ yếu là đạm (N), lân (P_2O_5), kali (K) phối liệu theo tỉ lệ để đạt được hàm lượng dinh dưỡng theo mong muốn, kí hiệu là NPK [3].

Phân bón nhả chậm và nhả có kiểm soát là loại phân bón có chứa dinh dưỡng cho cây ở một dạng hoặc là a) làm chậm tính cố sẵn cho cây hấp thu và sử dụng sau khi đưa vào hoặc là b) dạng cố sẵn cho cây trong thời gian dài hơn nhiều so với “phân bón cố sẵn dinh dưỡng” như amoni nitrat hay Urea, amoni photphat, kali clorua. Không có sự khác biệt chính thức nào giữa phân bón nhả chậm và nhả chậm có kiểm soát nên thường gọi chung là phân nhả chậm. Tuy nhiên các sản phẩm N bị phân hủy bởi vi khuẩn như UF (Urea – Formaldehit), trong thương mại thường được gọi là phân nhả chậm và các sản phẩm dạng viên hoặc bọc được gọi là phân bón nhả có kiểm soát [3].

Trong số phân bón chưa được cây trồng sử dụng, một phần còn lại trong đất, một phần bị rửa trôi theo nước mặt do mưa, theo các công trình thủy lợi ra các ao, hồ, sông, suối gây ô nhiễm nguồn nước mặt. Một phần rửa trôi theo chiều dọc xuống tầng nước ngầm và một phần bị bay hơi do tác động của nhiệt độ hay quá trình phân nitrat hóa gây ô nhiễm không khí. Sự thất thoát nito ra ngoài không khí là nguyên nhân chính làm giàu lượng nito trong bầu khí quyển. Tại nhiều khu vực trên thế giới, nito và photpho xảy ra tình trạng tích tụ thành một lượng lớn cho phép gây ảnh hưởng lớn đến môi trường, sức khỏe và hệ sinh thái [4].

Một trong những công nghệ sản xuất phân bón NPK đó là Công nghệ sản xuất NPK bằng phương pháp phối trộn các thành phần rời: là phương pháp phối trộn vật lý mà không tiến hành các phản ứng hóa học. Quy trình phối trộn đòi hỏi phải sử dụng nguyên liệu thích hợp với tỷ lệ thích hợp để đảm bảo thành phần dinh dưỡng [5].

Phân bón NPK nhả chậm được sản xuất theo phương pháp phối trộn các thành phần rời với thiết bị tạo hạt dạng chảo quay, nguyên liệu đầu vào gồm DAP, KCl và Urea được nghiền, sau đó trộn với hỗn hợp phụ gia than bùn, đất hiếm, cao lanh theo tỉ lệ đã tính toán. Nhập liệu được cho vào thiết bị cùng với dung dịch keo dạng phun sương có vai trò là chất kết dính, đồng thời là chất tạo màng. Sau khi mầm hạt hình thành, dưới tác động của lực ly tâm và trọng lực, hạt lớn dần và văng ra khỏi đĩa khi đã đạt được kích thước tiêu chuẩn 2 – 4 mm.

Các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tạo hạt khi sử dụng thiết bị chảo: tính chất của phụ gia, số vòng quay, góc nghiêng của đĩa tạo hạt, lượng keo đưa vào [6].

Đối với phụ gia, tùy vào mục đích mà người ta có thể sử dụng các loại phụ gia sao cho phù hợp với tiêu chí của thị trường, ví dụ: phụ gia cao lanh có tác dụng làm tăng khả năng kết dính giữa các vật liệu...

Số vòng quay và góc nghiêng là 2 thông số quan trọng nhất, quyết định tốc độ tạo hạt và hiệu suất tạo hạt... ví dụ: tốc độ vòng quay càng nhanh, tốc độ tạo hạt càng lớn nhưng hạt đạt chuẩn lại giảm, cân bằng giữa 2 yếu tố này là điều kiện cần thiết để sản xuất hàng loạt.

Lượng keo đưa vào: ảnh hưởng đến tốc độ tạo hạt, khi lượng nước ít, hạt dễ vỡ, các nguyên liệu khó kết dính lại với nhau, khi lượng nước quá nhiều sẽ dẫn đến nguyên liệu bị vón cục, mất mát nguyên liệu, do đó đòi hỏi việc cân bằng giữa nhập liệu và lượng nước cho vào khi sản xuất qui mô lớn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ THỰC NGHIỆM

2.1. Vật liệu sử dụng trong quá trình nghiên cứu

Than bùn đã qua sơ chế, loại than bùn này có màu nâu đen, độ ẩm 3,26%, than đã được sơ chế và hoạt hóa. Kali cacbonat: K_2CO_3 , dạng rắn, màu trắng, hòa tan tốt trong nước, K_2CO_3 sử dụng phải có độ tinh khiết cao 99% được cung cấp bởi công ty hóa chất Hóa Nam.

Cao lanh: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ với thành phần chính là Al_2O_3 18 – 20%, SiO_2 45 – 70%, xuất xứ từ Trung Quốc, được mua ở chợ Kim Biên.

Đất hiếm: thành phần đất hiếm bao gồm các nguyên tố siêu vi lượng thuộc họ lactan (15 nguyên tố), cho đất hiếm làm phụ gia nhằm cung cấp các vi lượng, tăng hiệu quả sử dụng phân bón. Đất hiếm sử dụng có tại phòng F0.3, Khoa Công nghệ Hóa học, Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh.

DAP là loại phân bón phức hợp được dùng trong nông nghiệp, có xuất xứ từ Công ty DAP Đình Vũ, với thành phần 18%N (Nitrogen – đạm), 46% P_2O_5 , độ ẩm < 2%.

Phân bón KCl: KCl sử dụng là KCl công nghiệp, xuất xứ từ Trung Quốc, mua ở chợ Kim Biên. Thành phần gồm $K_2O > 60\%$, Cl 45 – 47%, Na 0,6%, Mg 0,12%, độ ẩm $< 0,5\%$.

Urea: có màu trắng hoặc ngà vàng. Urea sử dụng mua từ các đại lý phân bón có xuất xứ từ Công ty Đạm Cà Mau, thành phần gồm đạm 46,3%, biuret 0,99%, độ ẩm 0,5%.

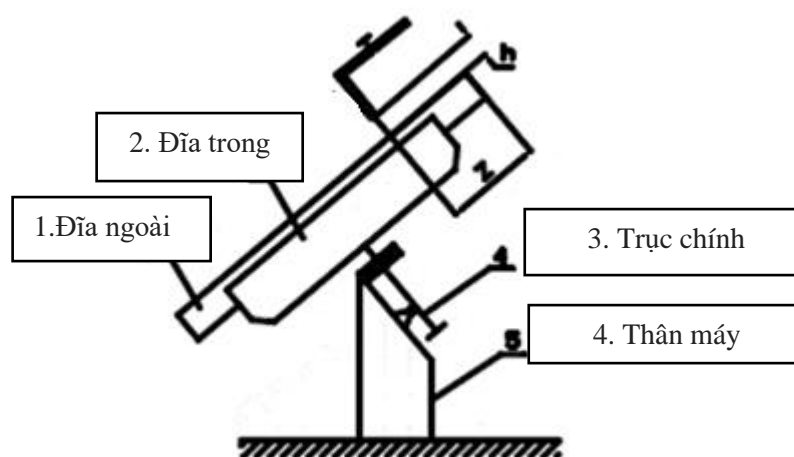
Tinh bột ngô biến tính và tinh bột sắn biến tính: có màu trắng, hàm lượng tinh bột của tinh bột ngô biến tính là $> 85\%$, độ ẩm $< 13\%$. Hàm lượng tinh bột của bột sắn biến tính $> 85\%$, độ ẩm $< 13\%$. Tinh bột ngô biến tính là loại Acetylated Distarch Adipate E1422, sản xuất bởi tập đoàn Cargrill, mua ở các đại lý phân phối bởi tập đoàn VMC group hoặc đặt mua online, thành phần gồm tạp chất $< 0,5\%$, hàm lượng tro 0,2%, hàm lượng $SO_2 < 30ppm$. Tinh bột sắn biến tính là loại Acetylated Distarch Phosphate 1414, xuất xứ từ Thái Lan, đặt hàng online. Thành phần gồm tạp chất $< 0,5\%$, hàm lượng tro 0,2%, hàm lượng $SO_2 < 30ppm$.

2.2. Thiết bị sử dụng trong quá trình nghiên cứu

Máy đo pH BP3001: khoảng đo 0.00 - 14.00 pH, độ phân giải 0.01 pH.

Bút đo nồng độ dinh dưỡng TDS-01: đo nồng độ của tất cả các chất vô cơ và hữu cơ chứa trong chất lỏng dạng lơ lửng của các ion, thương hiệu Total Meter. Sử dụng để đo các ion giải phóng ra trong quá trình phân hủy mẫu phân bón.

Mô hình chảo tạo hạt phân bón gồm bốn phần chính: phần chảo tạo hạt, phần thân máy, nguồn điện và bộ điều khiển. Chảo tạo hạt được cấu tạo từ hai vành đồng tâm, vành ngoài có đường kính 50cm, bề dày vành 5cm. Vành trong có đường kính 34,5cm, bề dày 6,3cm.



Hình 1: Cấu tạo của chảo tạo hạt

Nguyên liệu sau nghiền, phối trộn theo tỷ lệ đã tính toán được cho vào chảo tạo hạt, nguyên liệu được cung cấp liên tục bằng thủ công. Trong chảo tạo hạt, nguyên liệu tiếp xúc với dung dịch keo là dung dịch tinh bột ngô biến tính, dưới tác dụng của trọng lực và lực ly tâm khi chảo quay, mầm hạt sẽ được hình thành và lớn dần cho đến khi hạt đạt đến kích thước cần thiết 2-4mm.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Sản xuất phân bón nhả chậm trên nền tinh bột ngô biến tính và tinh bột sắn biến tính ở các nồng độ 2,4,6%. Hồ hóa tinh bột: lấy 20,40,60g tinh bột ngô biến tính pha trong 1000ml nước, duy trì nhiệt độ $70^{\circ}C$, thu được dung dịch tinh bột ngô biến tính 2%, 4%, 6%. Tiến hành tạo hạt phân bón ở góc nghiêng 45° , tốc độ vòng quay 33 vòng/phút.

Hồ hóa tinh bột: lấy 20,40,60g tinh bột sắn biến tính pha trong 1000ml nước nóng thu được dung dịch tinh bột sắn biến tính 2%, 4%, 6%. Tiến hành tạo hạt phân bón ở góc nghiêng 45° , tốc độ vòng quay 33 vòng/phút.

Lấy 5g mẫu phân bón ứng với mỗi nồng độ, hòa tan trong 50ml nước. Đo độ hòa tan bằng bút TDS-01 sau 2 giờ, 4 giờ, 6 giờ, 8 giờ, 10 giờ, 12 giờ, 24 giờ. Dựng đồ thị cột, so sánh độ hòa tan mẫu ở các nồng độ đã

khảo sát.

Khảo sát ảnh hưởng của tốc độ vòng quay và góc nghiêng đến khả năng tạo hạt.

Khảo sát lần lượt ở các vòng quay 31.5, 33.5, 35, 37, 39, 41.5 ở các góc nghiêng 45, 47, 49, 51, 53. Mỗi lần tạo hạt với thời gian tương đương là 30 phút. Sau đó sản phẩm đạt tiêu chuẩn (hạt từ 2 – 4 mm) đem đi sấy và cân khối lượng. Từ đó tìm ra được góc nghiêng và vòng quay tối ưu.

Nghiên cứu tạo phân NPK tỷ lệ 8-8-8, loại phân này có 8% N, 8% P₂O₅ và 8% K₂O.

Qua tính toán ta tính được lượng phối liệu cần để sản xuất 1kg phân bón:

$$m_{DAP} = 174 \pm 3g, m_{ure} = 106 \pm 4g, m_{KCl} = 133 \pm 4g, m_{phụ\ gia} = 587 \pm 5g.$$

Phụ gia gồm than bùn, đất hiếm và cao lanh được trộn đều với nhau, sau đó cho vào hỗn hợp đã nghiền mịn gồm các nguyên liệu DAP, Urea và KCl. Hỗn hợp được trộn đều 10 phút sau đó cho từ từ nguyên liệu vào thiết bị tạo hạt, hồ tinh bột được cung cấp thông qua bình xịt phun sương, hỗn hợp hình thành hạt nhờ dung dịch tạo sự kết dính của dung dịch hồ tinh bột với các thành phần nhập liệu, khi đạt đến kích thước cần thiết sẽ rơi xuống đáy thiết bị, đáy thiết bị có sàng phân loại, hạt có kích thước 2 – 4mm mang đi sấy khô ở 60°C và đóng gói, bảo quản. Hạt không đạt mang đi nghiền và tái sử dụng.

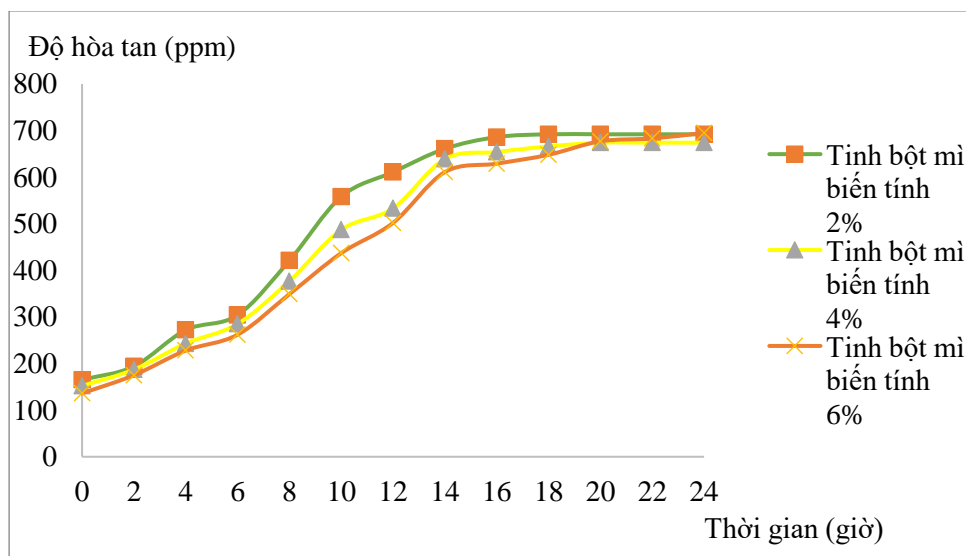
Khảo sát khả năng nhả chậm của phân bón NPK có bọc màng

Lấy 5g thành phẩm là phân bón NPK có bọc màng tinh bột ngô biến tính hoà tan vào 200ml nước ở nhiệt độ phòng, sau 4 giờ lấy phần dung dịch đi kiểm tra thành phần dinh dưỡng theo các tiêu chuẩn: N tổng số – TCVN 8557 -2010, P₂O₅ hữu hiệu TCVN 8559-2010, K₂O hữu hiệu TCVN 8560-2018. Từ khả năng nhả chậm của sản phẩm, ta có thể tính toán được thời gian mà hạt phân giải phóng hết chất dinh dưỡng.

3. KẾT QUẢ

Kết quả khảo sát độ hòa tan của phân bón sử dụng tinh bột ngô biến tính và tinh bột sắn biến tính làm màng bọc ở các nồng độ 2%, 4%, 6%.

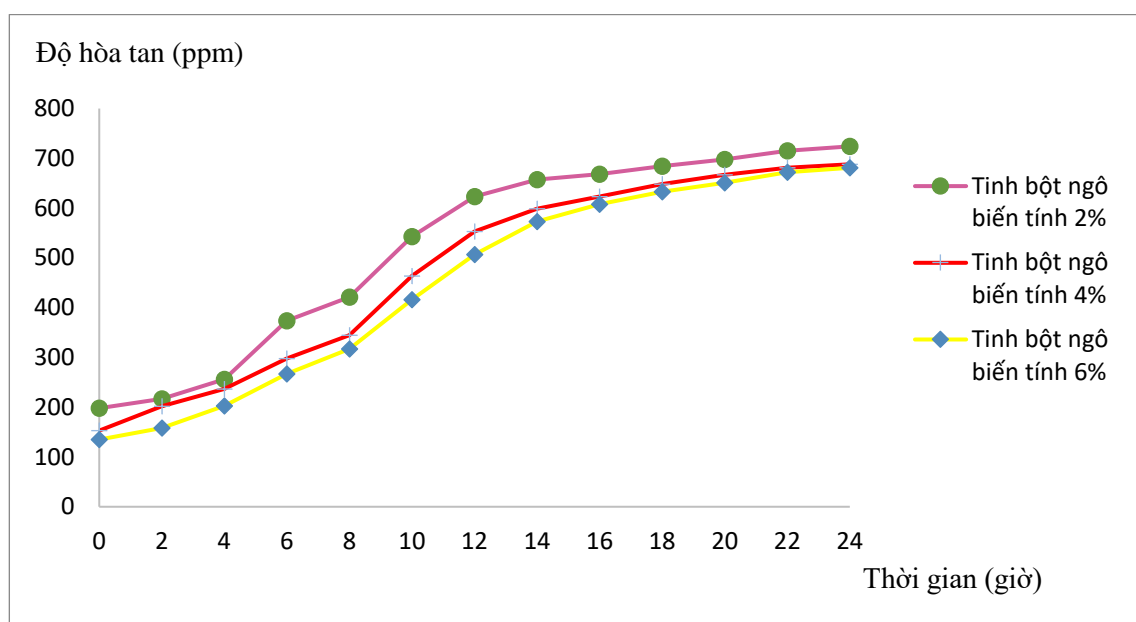
Kết quả khảo sát độ hòa tan của phân bón NPK trên nền tinh bột mì.



Hình 2: Đồ thị thể hiện độ hòa tan của phân NPK bọc bằng tinh bột mì

Kết quả cho thấy độ hòa tan của phân bón bọc màng tinh bột mì biến tính 2% cao nhất, sau đó đến 4%, cuối cùng là 6%. Độ hòa tan của phân bón các màng bọc 2%, 4%, 6% sau 22 giờ không tăng nữa hầu như đã tan hòa toàn, đến 24 giờ độ tan của 3 nồng độ gần như bằng nhau. Do hàm lượng amylozo trong tinh bột mì biến tính thấp ảnh hưởng đến khả năng kết dính của màng nên cho khả năng nhả chậm kém và không hiệu quả. Cùng với độ nhớt của tinh bột mì biến tính ở 3 nồng độ cho thấy ở 2% có độ nhớt thấp do đó được sử dụng làm làm chất màng bọc do dung dịch dễ phun sương.

Kết quả khảo sát độ hòa tan của phân bón NPK nhả chậm trên nền tinh bột ngô.



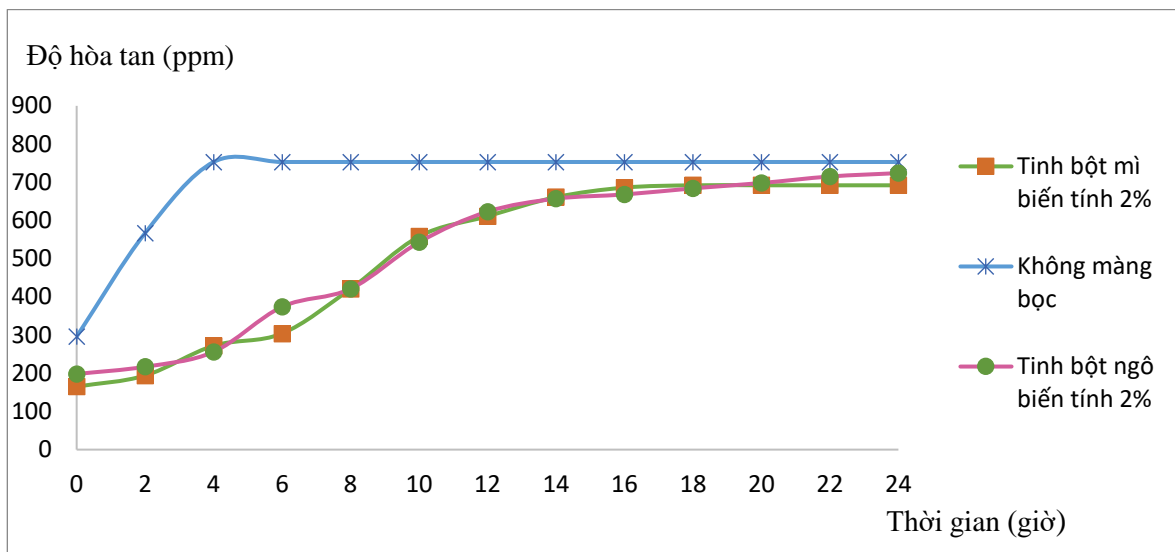
Hình 3: Đồ thị thể hiện độ hòa tan của phân NPK bọc bằng tinh bột ngô

Kết quả ở bảng cho thấy phân bón bọc bằng màng tinh bột ngô biến tính ở nồng độ 2% có khoảng hòa tan cao hơn ở nồng độ 4% và 6% so với khoảng hòa tan ở nồng độ 2% của tinh bột mì biến tính ở nồng độ 4%, 6%. Đến 24 giờ độ hòa của nồng độ 4% và 6% gần bằng nhau. Cùng với độ nhớt ở nồng độ 2% nhỏ cho khả năng phun sương tốt cho quá trình tạo sản phẩm.

Bảng 1: Độ nhớt theo nồng độ của dung dịch tinh bột ngô biến tính và tinh bột mì biến tính

Độ nhớt (E°)	Chất
1,012	Tinh bột mì biến tính 2%
1,374	Tinh bột mì biến tính 4%
12,745	Tinh bột mì biến tính 6%
1,004	Tinh bột ngô biến tính 2%
1,333	Tinh bột ngô biến tính 4%
11,765	Tinh bột ngô biến tính 6%

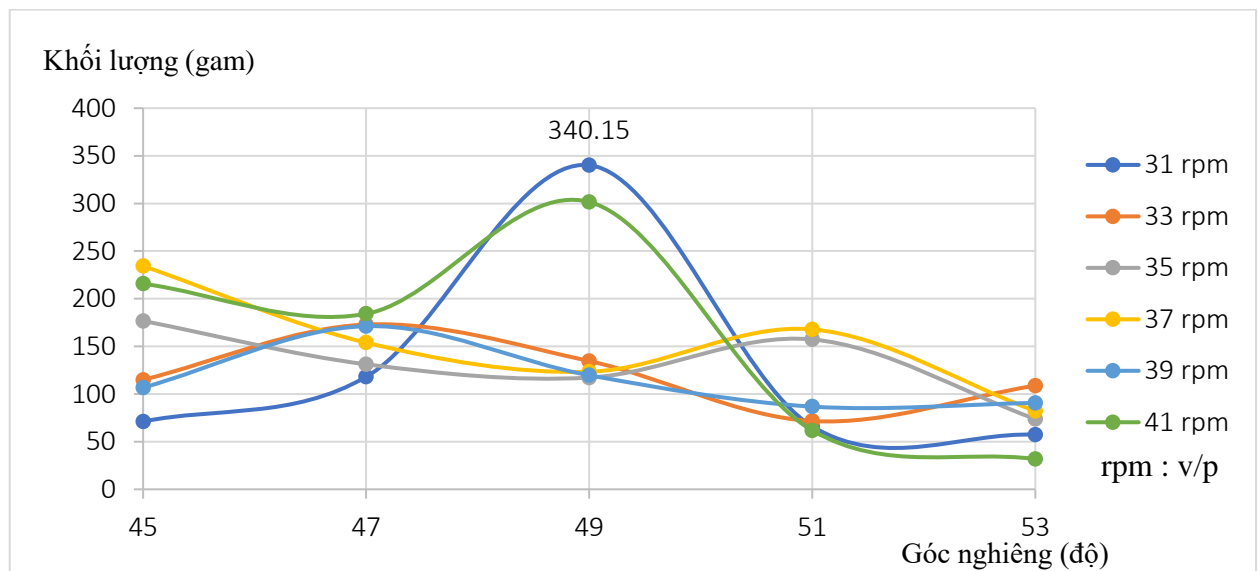
So sánh độ hòa tan của phân NPK bọc bằng tinh bột ngô và tinh bột mì 2%



Hình 4: Đồ thị thể hiện độ hòa tan của phân NPK bọc bằng hệ polymer tự nhiên 2%

Kết quả cho thấy phân bón không sử dụng màng bọc (phân bón tự tổng hợp, dung dịch keo thay bằng nước) có độ hòa tan cao nhất so với phân bón sử dụng màng bọc tinh bột biến tính. Độ hòa tan của phân bón không màng bọc sau 4 giờ không tăng tiếp do phân bón đã tan hoàn toàn. Tinh bột ngô 2% có ưu điểm hơn với tinh bột mì 2% do sau 18 giờ tinh bột mì biến tính 2% không tan nữa còn tinh bột ngô biến tính vẫn tiếp tục tăng độ hòa tan. Khoảng độ hòa tan của loại tinh bột biến tính không lớn. Cùng với độ nhớt của tinh bột ngô biến tính thấp hơn độ nhớt tinh bột mì biến tính do đó chọn tinh bột ngô biến tính 2% làm màng bọc cho hệ polymer tự nhiên. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của góc nghiêng và tốc độ vòng quay đến khả năng tạo hạt của phân bón NPK.

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của góc nghiêng và số vòng quay đến khả năng tạo hạt của phân bón NPK



Hình 5: Đồ thị biểu diễn khối lượng hạt tạo thành tại các góc nghiêng và tốc độ vòng quay khác nhau

Kết quả từ hình 5 cho thấy với góc nghiêng 49° cho khối lượng hạt đạt chuẩn cao, ở các góc nghiêng khác cho khối lượng hạt đạt chuẩn thấp. Khi độ nghiêng lớn thì hiệu suất tạo hạt càng thấp do cos góc nghiêng càng lớn thì càng nhỏ mà trọng lượng hạt tỉ lệ thuận với cos góc nghiêng. Đồng thời góc nghiêng thấp cho hạt có kích thước lớn do cos góc nghiêng càng nhỏ thì càng lớn làm cho hạt tạo ra có trọng lượng lớn do

đó hạt tạo ra có kích thước lớn hơn kích thước tiêu chuẩn ảnh hưởng tới hiệu tạo hạt. Do đó 49° là độ nghiêng thích hợp nhất để tạo hạt phân bón.

Chọn góc nghiêng 49° và tốc độ quay của chảo tạo hạt là 31 vòng/phút cùng với lượng keo 2,3% và thời gian tạo hạt là 30 phút làm thông số cho mô hình chảo tạo hạt để tạo sản phẩm NPK 8-8-8.

Dựa vào kết quả hình 4: sau 4 giờ, mẫu phân bón không có màng bọc gần như giải phóng hoàn toàn chất dinh dưỡng. Vì vậy, ta phân hủy mẫu phân bón có màng bọc sau 4 giờ để đo hàm lượng dinh dưỡng đã giải phóng. Từ kết quả này ta thấy được sự khác biệt giữa phân bón có màng bọc và phân bón không màng bọc. Kết quả khảo sát khả năng nhả chậm của mẫu phân bón NPK 8-8-8 sử dụng màng bọc tinh bột ngô biến tính 2% sau 4 giờ phân hủy mẫu.

Bảng 2: Kết quả đo hàm lượng dinh dưỡng sau 4 giờ phân hủy mẫu

Chỉ tiêu thử nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
N _{tổng số}	%(w/w)	0,47	TCVN 8577-2010
P ₂ O ₅ hữu hiệu	%(w/w)	0,09	TCVN 8550-2010
K ₂ O hữu hiệu	%(w/w)	0,21	TCVN 8560-2010

Kết quả cho thấy khi phân bón không màng bọc gần như giải phóng hoàn toàn chất dinh dưỡng thì phân bón có màng bọc tinh bột ngô biến tính 2% sau 4 giờ phân hủy mẫu ở 25°C , thành phần dinh dưỡng đã giải phóng của N, P₂O₅, K₂O trong phân bón NPK 8-8-8 lần lượt là 5,878 %, 1,125%, 2,625% so với 100% của tổng 8-8-8.

4. KẾT LUẬN

Từ các nghiên cứu khảo sát, ta đạt được các kết quả sau:

Điều kiện tạo hạt tốt nhất đối với thiết bị chảo tạo hạt: số vòng quay 31 vòng/phút, độ nghiêng 49° , thời gian tạo hạt 30 phút/1kg, lượng keo bằng 2,3% so với lượng nguyên liệu nhập liệu.

Polimer tự nhiên tối ưu nhất để làm màng bọc cho phân bón: tinh bột ngô biến tính với nồng độ 2%.

Sản phẩm phân bón NPK nhả chậm cho kết quả khả quan về khả năng nhả chậm chất dinh dưỡng.

LỜI CẢM ƠN

Chúng em xin gửi lời cảm ơn đến Khoa Công nghệ Hoá học, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện cơ sở vật chất thuận lợi. Cảm ơn thầy Phạm Thành Tâm đã luôn theo sát, hướng dẫn tận tình để chúng em hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Quốc Phong, Sản xuất và tiêu thụ phân bón thế giới, online: <http://iasvn.org/chuyen-muc/Sản xuất và tiêu thụ phân bón thế giới>, 2012
- [2] Hiệp hội Phân bón Việt Nam, Tuyển tập phân bón Việt Nam, tập 1, NXB Đại học Nông nghiệp, 2006
- [3] M.Trenkel, Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers. An option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture, Paris: IFA, 2010
- [4] Avi Shaviv, Advances in controlled-release fertilizers, Advances in Agronomy, vol 71, pp. 1-49, 2001
- [5] GFC, Tổng hợp công nghệ sản xuất phân bón, <https://gfc.vn/tong-hop-cac-cong-nghe-san-xuat-phan-bon.html>
- [6] Huỳnh Minh Hoàng, Thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm máy vo viên phân vi sinh 1 tầng chảo đường kính 2,5m, Khóa luận tốt nghiệp, Trường Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh, 2009

ID: YSC3F.102

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG DUNG DỊCH BỒ HÒN HỖ TRỢ CHO QUÁ TRÌNH TUYỂN NỔI NHẪM PHÂN TÁCH PVC TỪ HỖN HỢP NHỰA THẢI PHẠM HỒNG NHUNG¹, NGUYỄN THỊ THANH TRÚC^{1*}

¹*Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh*
phamhongnung1903@gmail.com, *nguyenthithanhtruc_vmt@iuh.edu.vn

Tóm tắt. Tuyển nổi là một phương pháp phân tách nhựa hiệu quả nhằm tăng cường chất lượng và hiệu suất của tái chế nhựa. Nghiên cứu đã thành công trong việc tách PVC khỏi hỗn hợp các chất thải nhựa khác bao gồm PET và ABS bằng quá trình tuyển nổi bằng việc sử dụng dung dịch tạo bọt tự nhiên từ bồ hòn. Kết quả được ghi nhận khả năng phân tách PVC với độ thu hồi đạt 93,3% và độ tinh khiết đạt 100%. Các điều kiện tối ưu bao gồm: V bồ hòn 0,6 ml (trên 1000 ml nước), pH 5-6, thời gian tuyển nổi 2 phút, nhiệt độ tối ưu ở khoảng 30-40 °C. Như vậy, việc sử dụng dung môi có nguồn gốc tự nhiên đáp ứng được yêu cầu phân tách PVC từ hỗn hợp nhựa thải thay thế cho các dung dịch tạo bọt công nghiệp đắt đỏ.

Từ khóa. Tái chế, bồ hòn, chất tạo bọt, tuyển nổi, chất thải nhựa

EFFECTIVENESS EVALUATION OF USING SAPINDALES SOLUTION FOR FROTH FLOTATION TO PVC SEPARATION FROM PLASTIC WASTES

Abstract. Flotation is an effective plastic separation method to enhance the quality and efficiency of plastic recycling. Research has succeeded in separating PVC from a mixture of other plastic wastes including PET and ABS by flotation using a natural foaming solution from the sapindales. The results were recorded PVC separating ability with recovery of 93.3% and purity reaching 100%. The optimal conditions include: Vsolvent 0.6 mL (over 1000 ml of water), pH 5-6, flotation time 2 min, optimal temperature at 30-40 °C. Thus, the use of solvents of natural origin meets the requirement of separating PVC from the waste resin mixture instead of expensive industrial foaming solutions.

Key word. Recycling, sapindales, foaming solvents, froth flotation, plastic waste

1. TỔNG QUAN

1.1. Nhựa và chất thải nhựa

Nhựa (hay còn gọi là chất dẻo hoặc polymer) là các hợp chất cao phân tử và chứa các đơn vị tái lặp trong suốt chiều dài mạch, được dùng làm vật liệu để sản xuất nhiều loại vật dụng trong đời sống hằng ngày cho đến những sản phẩm công nghiệp [1]. Đặc tính của nhựa là vật liệu bền, được ứng dụng để làm vật liệu trong sản xuất hầu hết các loại vật dụng trong đời sống hằng ngày cũng như sản phẩm công nghiệp. Với khả năng lặp lại nhiều lần quá trình chảy mềm dưới tác dụng nhiệt và trở nên đóng rắn khi được làm nguội, mà nhựa nhiệt dẻo có khả năng tái sinh nhiều lần, chính vì vậy mà những phế phẩm phát sinh trong quá trình sản xuất hoặc tiêu dùng đều có khả năng tái chế được với giá thành rất rẻ.

Nhựa là vật liệu rẻ tiền, nhẹ và bền có thể dễ dàng đúc thành nhiều loại sản phẩm được sử dụng trong nhiều ứng dụng. Kết quả là sản lượng nhựa đã tăng lên rõ rệt trong 60 năm qua [2].

Tổng lượng tiêu thụ nhựa trên thế giới có mức trung bình tốc độ tăng trưởng 5-6% và đạt 297,5 triệu tấn vào năm 2015 [3].

Lượng MSW trung bình được tạo ra ở EU là 520 kg/người/năm và dự kiến sẽ tăng lên 680 kg/người/năm vào năm 2020. Năm 2017, Việt Nam đã nhập khẩu 4,9 triệu tấn hạt nhựa, tổng kim ngạch nhập khẩu hạt nhựa và sản phẩm nhựa lên tới gần 12,7 tỷ USD, kim ngạch xuất khẩu 2,5 tỷ USD, doanh thu gần 15 tỷ USD. Theo Quy hoạch tổng thể ngành hóa dầu và các dự án, sản lượng sản xuất hạt nhựa nguyên sinh trong nước dự kiến đạt 2,6 triệu tấn, đáp ứng 26%, số còn lại 7,4 triệu tấn cần phải nhập khẩu từ nước ngoài [4].

Bảng 1. Mô tả đặc tính của nhựa PVC, PET, ABS

Tên nhựa	Tên hóa học và năm sản xuất	Tính chất vật lý	Tính chất hóa học	Ứng dụng
PVC	polyvinyl chloride 1983	Chống hơi, có tính giòn có dạng bột màu trắng hay vàng cách điện tốt Tỷ trọng: từ 1,25 - 1,46 g/cm ³ [5]	Không kết tinh được Tan trong axeton Trơ về mặt hóa học Nhiệt độ làm mềm hoặc nấu chảy 150 – 200 [5][4]	Bao bọc dây cáp điện Làm ống thoát nước, áo mưa, màng nhựa gia dụng, màng bao các loại thực phẩm
PET	Polyethylene terephthalate 1941	Độ bền cao, có khả năng chịu lực sự mài mòn có độ cứng cao. Trơ với môi trường thực phẩm, trong suốt Tỷ trọng: từ 1.37- 1.45 [4, 5]	Độ hòa tan rất bé trong dung môi hữu cơ và hoàn toàn không thấm nước Nhiệt độ làm mềm hoặc nấu chảy 220 – 260 [4, 5]	Sản xuất sợi thủ công trong các ngành công nghiệp dệt may Chai nhựa, khay đựng thức ăn ...[4]
ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene 1960	Độ cứng cao Dễ tạo màu sáng hoặc phát quang Cách điện tốt Tỷ trọng: từ 1.04 - 1.10 [4, 5]	Khả năng kháng dung dịch axit hydrochloric kiềm và axit phosphoric Nhiệt độ làm mềm hoặc nấu chảy 190 – 220 [4, 5]	Nhạc cụ Bảng điều khiển ô tô Thiết bị y tế Bàn phím

Tác động chất thải nhựa đối với sức khỏe con người và môi trường:

Một trong những nguyên nhân gây phát thải nhựa là do bản thân nó được sử dụng quá mức. Vì nhựa rẻ hơn, nên nó là một trong những mặt hàng phổ biến và được sử dụng quá mức trên thế giới hiện nay. Đô thị hóa nhanh chóng và sự gia tăng dân số làm tăng nhu cầu về nhựa giá rẻ. Nó được sử dụng theo những cách khác nhau từ vật liệu đóng gói đến chai và hộp nhựa, ống hút đến túi đựng bằng nhựa... Và cũng vì chúng quá rẻ nên chúng ta có tâm lý dùng một lần. Khi thải bỏ, nó không dễ bị phân hủy và gây ô nhiễm đất hoặc không khí gần đó khi đốt ngoài trời [6].

Trong quá trình sản xuất, con người đã sử dụng một số hóa chất độc để tạo ra sản phẩm nhựa nhân tạo. Do đó, việc sử dụng và tiếp xúc với nhựa có liên quan đến một số mối lo ngại về sức khỏe ảnh hưởng đến con người trên khắp thế giới.

Con người đang uống vi nhựa thông qua nước đóng chai. WHO đã công bố nghiên cứu gây sốc vào năm 2018 cho thấy sự hiện diện của vi nhựa trong 90% nước đóng chai, thử nghiệm cho thấy chỉ 17 trong số 259 nước không có nhựa. Họ hấp thụ nhựa qua quần áo của mình, 70% trong số đó là vải tổng hợp và gây ảnh hưởng xấu cho da, thậm chí hít phải nhựa do hoạt động đốt rác ngoài trời.

Hầu hết rác thải và ô nhiễm ảnh hưởng đến các đại dương trên thế giới cũng bắt nguồn từ nhựa. Điều này đã gây ra những hậu quả khủng khiếp đối với nhiều loài sinh vật biển, có thể dẫn đến hậu quả cho những loài ăn cá và sinh vật biển để lấy chất dinh dưỡng bao gồm cả con người [5].

Trước những tác hại ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường và con người, một số chiến dịch truyền thông hướng đến giảm thiểu việc sử dụng các vật từ nhựa khi không cần thiết để hạn chế tác hại của chất thải nhựa. Chính phủ có chủ trương tăng thuế nguyên liệu đầu vào với các sản phẩm nhựa dùng một lần, nhựa khó phân hủy và ưu tiên sử dụng phế thải để người dân cảm thấy nhựa không hề rẻ, từ đó sử dụng một cách hợp lý.

Việc tăng phí môi trường yêu cầu các nhà sản xuất thể hiện trách nhiệm, tăng cường kiểm tra các hoạt động tái chế, kiểm soát việc sử dụng nhựa từ khâu sản xuất tới phân phối và tiêu dùng, khuyến khích người dân sử dụng vật liệu tái chế.

Bên cạnh đó việc tuyên truyền, giáo dục nâng cao nhận thức và trách nhiệm cộng đồng về tác hại sản phẩm nhựa và vô cùng cần thiết để giảm lượng và chất của nhựa gây ra. Ngoài ra, việc phân tách nhựa từ hỗn hợp cũng góp vai trò đáng kể trong quá trình xử lý chất thải nhựa, vừa giảm thiểu kinh phí nguyên vật liệu và tạo ra những sản phẩm tái chế thân thiện với môi trường.

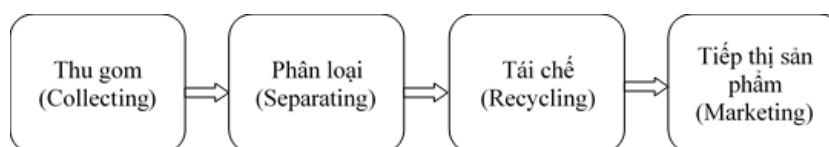
Một số chất thải nhựa sử dụng trong đời sống.

Hoạt động sinh hoạt thường ngày chúng ta rất dễ bắt gặp các loại nhựa: HDPE, PVC, LDPE, PET, PP, PS, PC, ABS, PMMA... Trong giới hạn nghiên cứu của đề tài, đề tài nghiên cứu 3 loại nhựa được sử dụng PVC, PET, ABS là những loại nhựa có khả năng tái chế cao.[7]

1.2. Tái chế chất thải nhựa

Tái chế là hoạt động thu hồi lại từ chất thải các thành phần có thể sử dụng để chế biến thành những sản phẩm mới sử dụng lại cho các hoạt động sinh hoạt và sản xuất. Các phương pháp tái chế chất thải nhựa hiện nay bao gồm tái chế vật liệu, thu hồi nhiệt... Trong đó, tái chế vật liệu là các hoạt động thu gom vật liệu có thể tái chế từ dòng rác, xử lý trung gian và sử dụng vật liệu này để sản xuất các sản phẩm mới hoặc sản phẩm khác, còn thu hồi nhiệt bao gồm các hoạt động khôi phục năng lượng từ rác thải [3, 8].

Tái chế nhiệt là phương pháp sử dụng nhựa làm nhiên liệu chính để thu hồi năng lượng. Nhựa có hiệu suất tỏa nhiệt cao do nhựa có nguồn gốc từ dầu. Giá trị năng lượng của nhựa tương đương hoặc lớn hơn so với than. Nhựa có thể được đốt và cung cấp năng lượng dưới dạng nhiệt. Một trong những ứng dụng chủ yếu của quá trình tái chế nhựa là thu hồi nhiệt để sản xuất hơi nước nóng cho mục đích sưởi ấm hay chạy các máy phát điện. Các giải pháp đang được nghiên cứu ứng dụng là xây dựng cơ sở chế biến trung gian để cung cấp nhiên liệu cho nhà máy điện. Nhờ chế biến trung gian, chất thải nhựa có thể trở thành nhiên liệu chuyển hoá hoặc dầu tái sinh, có thể được sử dụng rộng rãi, không cần có hệ thống thu gom phân loại phức tạp, vì chất thải giấy, chất thải sinh hoạt và các chất thải khác không phải nhựa có thể trộn lẫn cùng nhiên liệu có nguồn gốc từ chất thải[3, 8]. Do công nghệ tái chế chưa đảm bảo và đầu vào quá trình tái chế là nhựa hỗn hợp nhiều loại khác nhau. Điều này làm chất lượng sản phẩm nhựa tái chế suy giảm từ đó làm giảm giá trị thị trường. Mặt khác, quá trình tái chế nhựa hiện nay không đảm bảo được các yêu cầu về môi trường. Như vậy, để đảm bảo chất lượng nhựa tái chế cũng như giá trị thị trường của các sản phẩm này, các nhựa khác nhau cần được phân tách riêng biệt để áp dụng các phương pháp tái chế phù hợp. Trong tái chế nhựa, phân tách (phân loại) là một phần quan trọng sau thu gom, và trước tái chế và tiếp thị sản phẩm (Hình 1).



Hình 1: Quy trình tái chế chất thải nhựa

1.3. Ứng dụng phân tách nhựa bằng tuyển nổi

Tuyển nổi là một quá trình tách chọn lọc các khoáng sản từ hỗn hợp bùn quặng bằng cách sử dụng các chất hoạt động bề mặt hoặc các chất thấm ướt. Quá trình được sử dụng chủ yếu để tách các loại quặng sunfua, cacbonat và các oxit. Quặng photphat, apatit và than cũng được tách bằng công nghệ tuyển nổi. Phương pháp tuyển nổi có từ những năm 1970 và bắt đầu từ S. Izumi. Hệ thống tuyển nổi bao gồm ba giai đoạn rắn, lỏng và khí. Nguyên tắc tuyển nổi bọt khí tổng hợp lên các hạt kỵ nước. Công nghệ tuyển nổi có thể hoạt động trong môi trường lỏng với bọt khí bám vào các hạt nhựa, nếu hạt kỵ nước sẽ di chuyển lên trên bề mặt và ngược lại, hạt ưa nước sẽ đi xuống dưới. Công nghệ này có thể áp dụng dựa vào tính ưa nước và kỵ nước của nhựa để phân tách chúng khỏi hỗn hợp nhựa.

Các bộ thu, điều kiện vận hành tuyển nổi (khuấy trộn hoặc là tốc độ dòng khí) và điều hòa có thể sử dụng để tăng hoặc giảm tính chất bề mặt nhựa (tính ưa nước hoặc kỵ nước). Thông thường, công nghệ tuyển nổi nhựa được thực hiện trong điều kiện kiềm. Sau quá trình nổi, các polymer kỵ nước sẽ nổi trên bề mặt tuyển nổi trong khi các polyme ưa nước ở dưới đáy của bộ thu. Tuy nhiên, công nghệ này muốn đạt hiệu quả cao cần có quá trình xử lý bề mặt [6]. Xử lý bề mặt là một cách khả thi để có đủ sức chống lại sự tấn công của môi trường, bao gồm các chất oxy hóa, mà không làm hỏng tính chất cơ học cần thiết của chất nền. Một số phương pháp xử lý bề mặt làm ướt qua hấp phụ như: oxy hóa, kiểm soát căng thẳng bề mặt chất lỏng... Nhiều kỹ thuật chỉnh sửa bề mặt cũng đã được sử dụng để tạo ra các bề mặt ưa nước tạo điều kiện thuận lợi cho việc phân tách nhựa bằng kỹ thuật tuyển nổi bọt kết hợp với xử lý plasma, thuốc thử hóa học, điều chỉnh ozon, xử lý sôi và xử lý ngọn lửa, sử dụng lò vi sóng, xử lý nhiệt nhẹ. Khó khăn trong tuyển nổi bọt khí là phải xác định chất xử lý bề mặt cùng với các điều kiện như nồng độ thuốc thử, pH, thời gian phân phối và kích thước hạt [3, 9].

Do đó, đề tài “Đánh giá hiệu quả sử dụng dung dịch bồ hòn hỗ trợ cho quá trình tuyển nổi nhằm phân tách PVC từ hỗn hợp nhựa thải” được thực hiện nhằm nghiên cứu đề xuất quy trình phân tách PVC hiệu quả từ hỗn hợp nhựa với PET, ABS và PVC.

1.4. Ưu điểm và đặc tính của bồ hòn

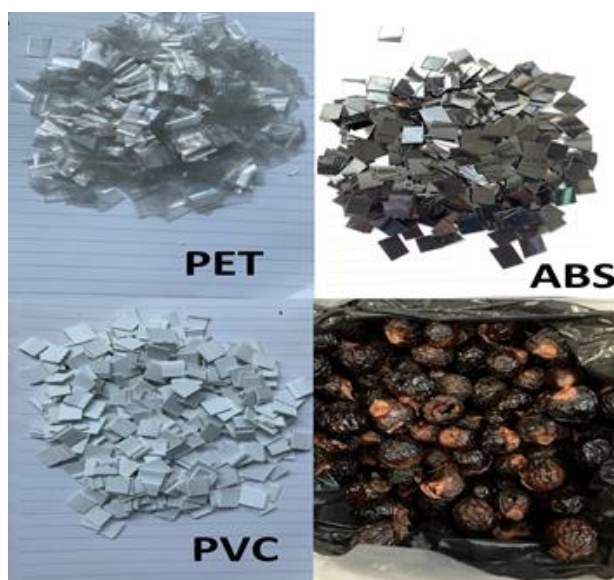
Một số nghiên cứu trước đây sử dụng một số chất hóa học như Tannic acid, Methylcellulose, Calcium lignosulfonate... để thực hiện tách hỗn hợp nhựa tuy nhiên giá thành của những chất hóa học này tương đối cao đồng thời nó còn gây ô nhiễm môi trường. Quả bồ hòn là nguyên liệu có khả năng tạo bọt, từ xa xưa khi mà chưa có các loại xà phòng, nước rửa bát hay sữa tắm công nghiệp, bồ hòn được ứng dụng để làm sạch các vật dụng, quần áo trong nhà. Đồng thời đây là nguyên liệu tự nhiên, có sẵn và rẻ tại Việt Nam, có thể thay thế cho một số chất tạo bọt, do vậy làm giảm chi phí xử lý trong việc phân tách nhựa.

Cây bồ hòn thường ra hoa vào mùa hè và cho thu hoạch quả vào tháng 10-11 hàng năm. Thịt quả chứa 18% saponin gọi là sapindus saponin $C_{41}H_{61}O_{13}$ – Sapindus saponin là một thứ bột vô định hình, màu trắng, có năng suất quay cực α_D+13° . Thủy phân cho d. arabinosa và một sapogenin có tinh thể, độ chảy $319^\circ C$, vào loại tritecpen. Hạt chứa 9-10% dầu béo [10].

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và hóa chất

2.1.1. Vật liệu



Hình 2: Các mẫu nhựa PET, ABS, PVC được thu gom, phân loại và cắt theo kích thước nhất định và quả bồ hòn

Các mẫu nhựa PVC, PET, và ABS được thu thập tại các cửa hàng phế liệu. Sau khi thu gom, các mẫu được làm sạch bằng nước, để khô ở nhiệt độ phòng và cắt thành các mảnh nhựa có kích thước 1cm×1cm. Để dễ dàng phân loại khi thực hiện thí nghiệm các mẫu nhựa được sử dụng cho nghiên cứu nên có màu sắc khác nhau (Hình 2).

Sử dụng 10-20 quả bỏ hòn khô với 1 lít nước đun sôi khoảng 30-45 phút sau đó để nguội bóp nát quả bỏ hòn vớt xác bỏ hòn. Nước còn lại chính là sản phẩm.

Bỏ hòn sau khi chuẩn bị bỏ hạt rửa sạch sử dụng để làm dung dịch tạo bọt (Hình 2).

Dưới đây là Hình 2. Thể hiện các mẫu nhựa thải và bỏ hòn sau khi được thu gom, phân loại và xử lý bằng kích thước.

2.1.2. Hóa chất và thiết bị

Hóa chất

NaOH dùng điều chỉnh pH

HCl dùng điều chỉnh pH

Thiết bị

Cân

Erlen

Cốc đong

Pipet

Thiết bị tuyển nổi:

Hệ thống tuyển nổi được thiết kế có trụ bình thủy tinh (cao 320 mm, đường kính 80 mm). Tốc độ dòng chảy được điều khiển bằng máy bơm không khí (Hailea – Trung Quốc) để cung cấp bong bóng khí. Không khí được cung cấp vào bình thông qua một tấm khuếch tán nằm ở dưới đáy của bình. Máy khuấy tự động trên cao được sử dụng để trộn các mẫu khi cung cấp không khí.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thí nghiệm điều chế dung dịch tạo bọt từ bỏ hòn

Thuyết minh quy trình: Bỏ hòn sau khi chuẩn bị rửa sạch bỏ hạt, sử dụng 10 quả bỏ hòn thêm 500ml nước đun sôi ở nhiệt độ 30°C trong 45 phút, sau đó mang hỗn hợp để nguội, dùng tay bóp nát xác bỏ hòn lọc hỗn hợp qua giấy lọc dung dịch còn lại được sử dụng làm dung dịch tạo bọt. Quy trình điều chế dung dịch tạo bọt từ bỏ hòn được thể hiện như Hình 3.

Đánh giá khả năng hỗ trợ bọt trong tuyển nổi của bỏ hòn được thực hiện bằng việc xác định khả năng tạo bọt và độ bền bọt, thời gian tan và xác định kích thước bọt được thực hiện như sau:

Xác định khả năng tạo bọt (FC) và độ bền bọt (FS): Thực hiện thí nghiệm với các tỉ lệ dung dịch bỏ hòn lần lượt 0,1; 0,2; và 0,3 (ml) và 500 (ml) nước vào cột tuyển nổi thực hiện sục khí ở điều kiện pH 5 – 6, đo lượng nước trước khi sục. Thực hiện sục khí trong 2 phút, tốc độ sục khí 2,5 l/min đo mực nước sau khi sục 2 phút. Ngưng sục để bọt tan trong 30 phút đo lại mực nước sau khi bọt tan 30 phút. Sau khi thực hiện thí nghiệm xác định khả năng tạo bọt và độ bền bọt. Được tính theo công thức sau:

$$FC (\%) = \frac{\text{Thể tích sau khi sục 2 phút} - \text{Thể tích trước khi sục}}{\text{Thể tích trước khi sục}} \times 100$$

$$FS (\%) = \frac{\text{Thể tích bọt để sau 30 phút}}{\text{Thể tích sau khi sục 2 phút}} \times 100$$

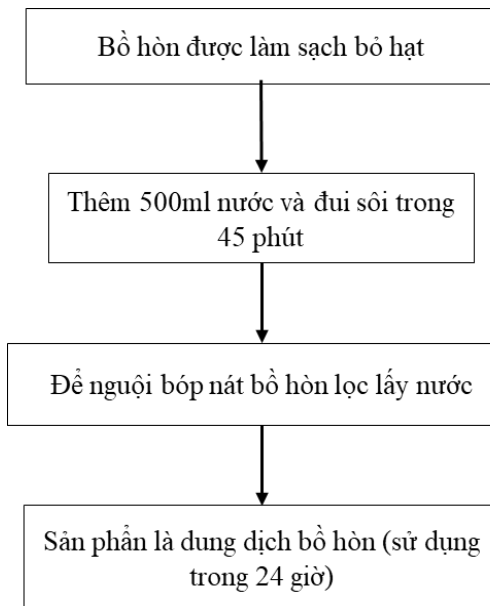
Trong đó:

FC (%): Khả năng tạo bọt

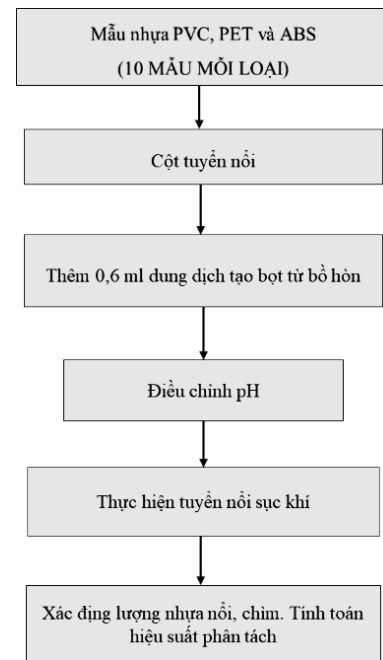
FS (%): Độ bền bọt

Xác định thời gian tan của bột khí: Thí nghiệm khảo sát thực hiện như trên. Sau khi tắt sục khí bắt đầu tính thời gian cho đến khi bột khí tan hoàn toàn trong cột tuyển nổi, ghi lại giá trị. Thực hiện thí nghiệm 3 lần để lấy kết quả trung bình.

Xác định đường kính trung bình của bột khí: Thí nghiệm thực hiện như trên. Trong thời gian sục khí 2 phút lấy ngẫu nhiên 5 bong bóng với kích thước khác nhau thực hiện đo kích thước tính trung bình kích thước 5 bong bóng này để xác định được đường kính trung bình của bột khí. Để xác định chính xác đường kính mỗi thí nghiệm cần được lặp lại 3 lần.



Hình 3: Quy trình điều chế dung dịch tạo bọt từ vỏ hòn



Hình 4: Quy trình tách PVC khỏi hỗn hợp nhựa bằng dung dịch vỏ hòn và tuyển nổi

2.2.2 Thí nghiệm tách PVC khỏi hỗn hợp nhựa sử dụng dung dịch vỏ hòn và tuyển nổi

Thuyết minh quy trình: các mẫu nhựa được sử dụng gồm PVC, PET, ABS. Hòa tan 1 lít nước và lần lượt 0,2; 0,4 và 0,6 (ml) dung dịch vỏ hòn

vào cột tuyển nổi khuấy đều, cho 10 mẫu nhựa mỗi loại vào cột tuyển nổi thực hiện tuyển nổi bằng thiết bị tuyển nổi để ở nhiệt độ phòng, với pH 5 – 6 trong thời gian 2

phút, cố định tốc độ sục khí ở 2.5 l/min. Điều chỉnh pH bằng cách thêm HCl hoặc NaOH trong quá trình thực hiện. Quy trình tách PVC khỏi hỗn hợp nhựa bằng dung dịch vỏ hòn và tuyển nổi được thực hiện như Hình 4.

Các điều kiện đánh giá tuyển nổi khi sử dụng các dung môi tạo bọt khác nhau bao gồm:

- pH (3-4, 5-6 và 7-8)
- Thể tích dung dịch tạo bọt (0,2; 0,4; 0,6 ml)
- Thời gian tuyển nổi (2, 5, 10 phút)

Mỗi thí nghiệm được thực hiện 3 lần, kết quả là giá trị trung bình của 3 lần thực nghiệm tại mỗi điều kiện đánh giá.

Phương pháp đánh giá hiệu suất phân loại: thể hiện độ tinh khiết (TK) và thu hồi (TH) của PVC, PET và ABS trong quá trình tuyển nổi. Được tính theo công thức như sau:

$$TH_{Pi\ nổi} = \frac{Pi_{nổi}}{\sum Pi} \times 100\% \quad (1)$$

$$TH_{Pi\ chìm} = \frac{Pi_{chìm}}{\sum Pi} \times 100\% \quad (2)$$

$$TK_{Pi\ nổi} = \frac{Pi_{nổi}}{\sum Pi_{nổi}} \times 100\% \quad (3)$$

$$TK_{Pi\ chìm} = \frac{Pi_{chìm}}{\sum Pi} \times 100\% \quad (4)$$

Trong đó:

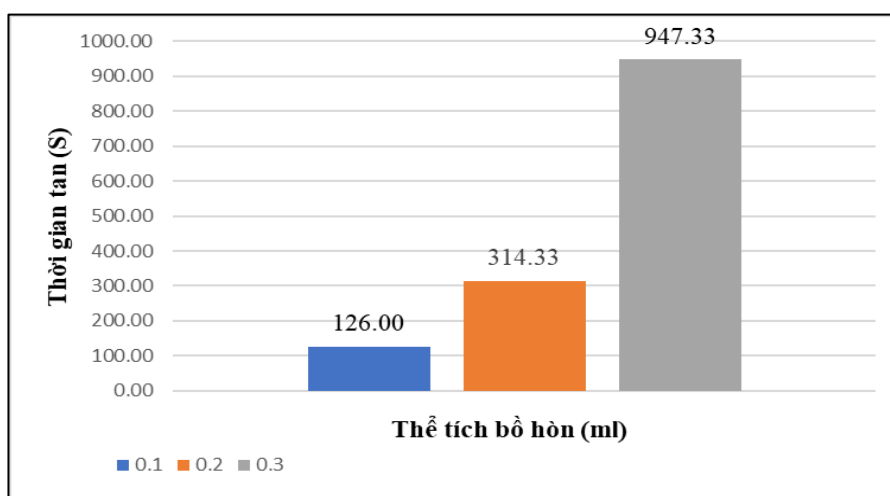
- $TH_{nổi}$, $TK_{nổi}$: Độ thu hồi và độ tinh khiết mẫu nhựa nổi trên bề mặt cột hệ thống tuyển nổi.
- $TH_{chìm}$, $TK_{chìm}$: Độ thu hồi và độ tinh khiết mẫu nhựa chìm dưới đáy cột hệ thống tuyển nổi.
- Pi : là các thành phần nhựa thải PVC, PET và ABS.

3 KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1 Khảo sát khả năng tạo bọt của dung dịch bọt hòa

3.1.1 Khảo sát thời gian tan của bọt khí

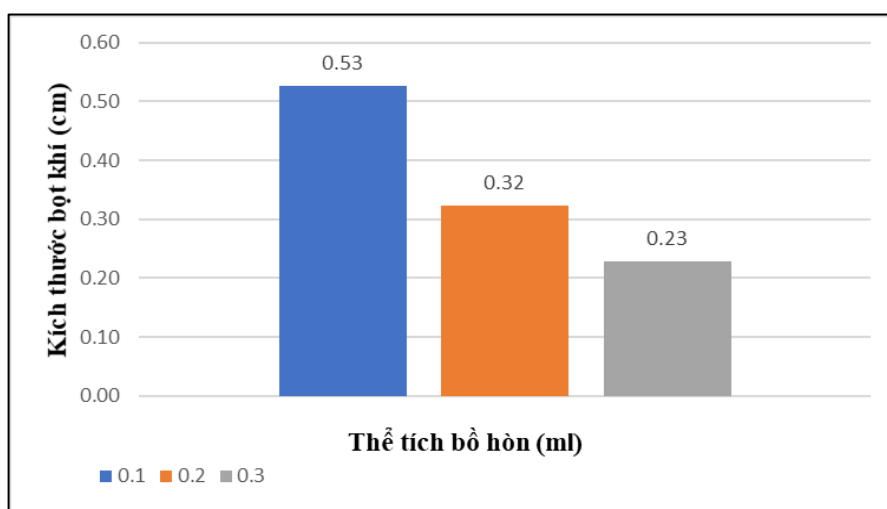
Kết quả cho thấy với các tỉ lệ 0,1; 0,2 và 0,3 ml dung dịch bọt hòa khi tham gia thí nghiệm thu được thời gian tan lần lượt là 126 và 947 s. Vậy khi tăng tỉ lệ dung dịch thì thời gian tan của bọt khí cũng tăng theo. Như vậy với tỉ lệ 0,3 ml dung dịch bọt hòa cho ra thời gian tan bọt lâu nhất, điều kiện này sẽ giúp việc tách nhựa đạt hiệu quả cao. Hình 5 bên dưới là kết quả thời gian tan của bọt khí với tỉ lệ khác nhau.



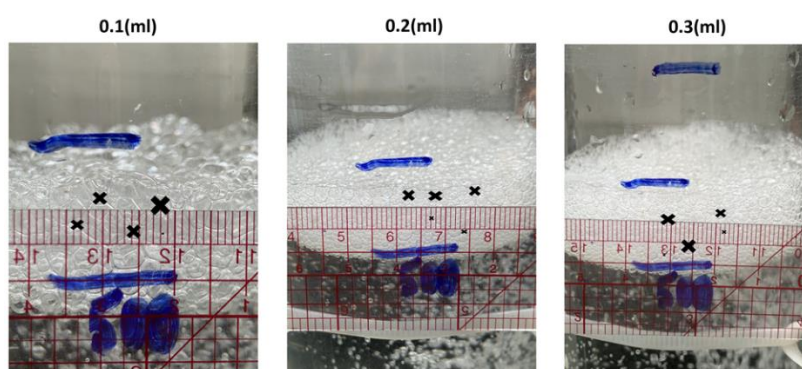
Hình 5: Thời gian tan của bọt khí ở tỉ lệ khác nhau

3.1.2 Khảo sát kích thước bọt khí

Hình 6 bên dưới thể hiện kết quả kích thước bọt khí với thể tích dung dịch bọt hòa, thí nghiệm được khảo sát theo tỉ lệ dung dịch bọt hòa là 0,1; 0,2 và 0,3 với 500 ml nước trong điều kiện pH 5-6 và thời gian sục là 2 phút. Kết quả kích thước bọt khí ở các điều kiện thí nghiệm tỉ lệ dung dịch bọt hòa ở 0,1; 0,2 và 0,3 ml là 0,53; 0,32 và 0,23 cm. Như vậy tỉ lệ dung dịch bọt hòa ảnh hưởng đến kích thước bọt khí khi tăng tỉ lệ bọt khí ta thấy kích thước bọt khí nhỏ và đều hơn. Như vậy với tỉ lệ 0,3 ml dung dịch bọt hòa cho ra kết quả tối ưu nhất. Hình 6 bên dưới là kết quả kích thước bọt với tỉ lệ khác nhau.

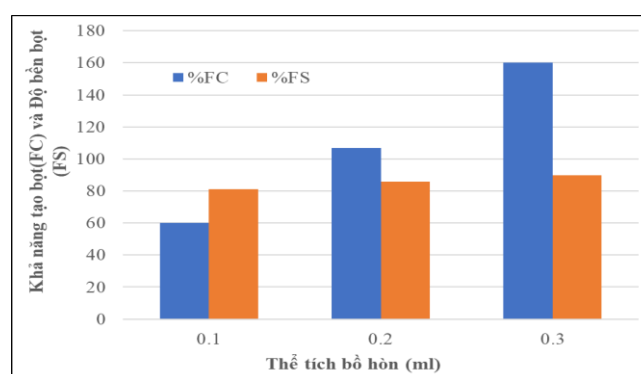


Hình 6: Kích thước bọt khí với lượng dung dịch bột huyền khác nhau



Hình 7: Kết quả quá trình tuyển nổi và đo kích thước bọt khí với các tỉ lệ dung dịch bột huyền khác nhau

3.1.3 Khảo sát khả năng tạo bọt và khả năng bền bọt



Hình 8: Khả năng tạo bọt và độ bền bọt với tỉ lệ dung dịch khác nhau

Tỉ lệ dung dịch ảnh hưởng đến khả năng tạo bọt và độ bền bọt được thể hiện trong Hình 8. Thí nghiệm được khảo sát theo tỉ lệ dung dịch bột huyền là 0,1; 0,2 và 0,3 với 500 ml nước trong điều kiện pH 5-6 và thời gian sục là 2 phút. Kết quả thí nghiệm cho thấy với 0,1; 0,2 và 0,3 ml dung dịch bột huyền cho kết quả khả năng tạo bọt (FC%) lần lượt là 60, 107 và 160 %, khả năng bền bọt (FS%) lần lượt là 81; 86 và 90 %. Như vậy

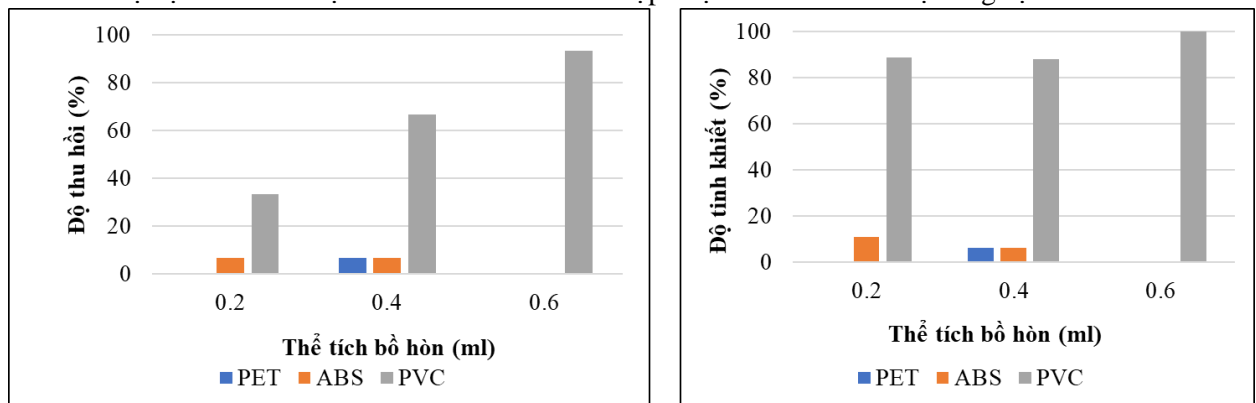
khi tăng tỉ lệ dung dịch khả năng tạo bọt và độ bền bọt cũng tăng. Kết quả thí nghiệm cho thấy với 0,3 ml dung dịch bọt hờn cho ra khả năng tạo bọt và độ bền bọt đạt hiệu quả tối ưu nhất. Hình 8 bên dưới là kết quả khả năng tạo bọt và độ bền bọt với tỉ lệ khác nhau. Như vậy với các khảo sát thời gian tan, kích thước bọt, khả năng tạo bọt và khả năng bền bọt đều cho ra kết quả với tỉ lệ dung dịch 0,3 ml cho ra hiệu quả cao nhất. Như vậy thí nghiệm sẽ lấy tỉ lệ 0,3 ml dung dịch để thực hiện tách các hỗn hợp nhựa.

3.2 Kết quả tách PVC khỏi hỗn hợp nhựa bằng tuyển nổi

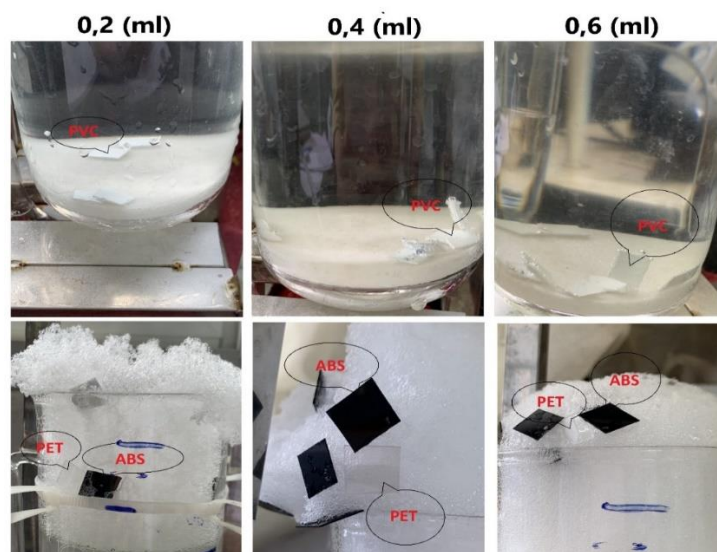
3.2.1 Khảo sát tỉ lệ dung dịch tối ưu

Ảnh hưởng của tỉ lệ dung dịch lên hiệu quả tách PVC được thể hiện trong Hình 9 bên dưới. Thí nghiệm được thực hiện khảo sát theo tỉ lệ dung dịch 0,2; 0,4 và 0,6 (ml) với 1 lít nước trong điều kiện nổi bao gồm điều kiện pH 5 -6, nhiệt độ 30 – 40 °C, tốc độ sục khí 2,5 l/min và thời gian sục 2 phút.

Kết quả cho thấy hiệu suất phân tách PVC từ hỗn hợp nhựa (PET, ABS, PVC) khi sử dụng 0,6 ml dung dịch bọt hờn đạt độ thu hồi là 93,3% và độ tinh khiết đạt 100% đây là hiệu suất cao nhất tương ứng với thể tích bọt hờn là tối ưu nhất. Sau đó khi xem kết quả thí nghiệm với tỉ lệ 0,4 và 0,2 ml ta thấy độ tinh khiết thu được gần bằng nhau đạt 87,9% và 88,9% nhưng độ thu hồi lại giảm đáng kể đạt 66,7% và 33,3%. Việc tăng tỉ lệ dung dịch giúp bọt khí trong quá trình tuyển nổi định hơn. Do đó tỉ lệ dung dịch ảnh hưởng đến quá trình tuyển nổi. Vậy với tỉ lệ 0,6 ml thu được hiệu quả tối ưu nhất trong quá trình tuyển nổi. Hình 9 bên dưới là tỉ lệ độ thu hồi và độ tinh khiết của PVC/hỗn hợp nhựa khi khảo sát tỉ lệ dung dịch khác nhau.



Hình 9: Hiệu suất phân tách PVC (chìm) khỏi hỗn hợp nhựa khi khảo sát tỉ lệ dung dịch khác nhau



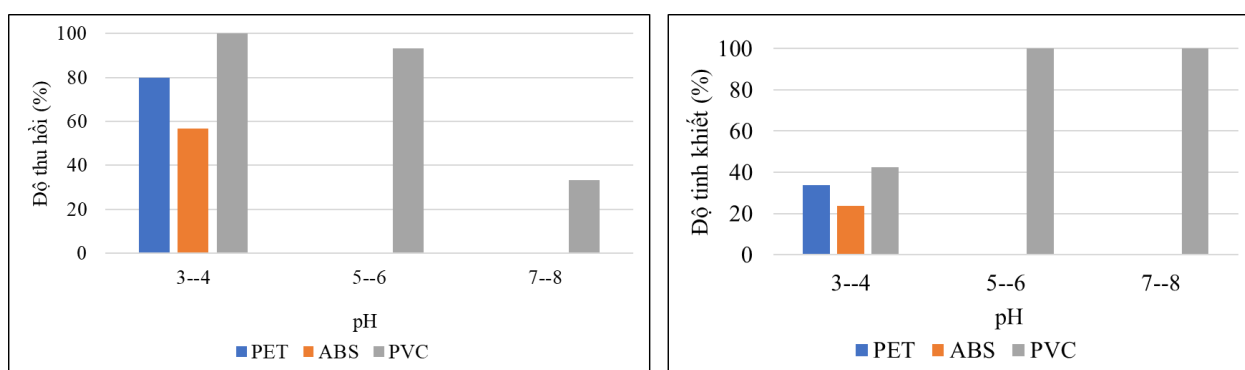
Hình 10: Kết quả quá trình tuyển nổi của PVC/hỗn hợp nhựa với các tỉ lệ dung dịch bọt hờn khác nhau

3.2.2 Khảo sát pH tối ưu

Hiệu suất phân tách PVC khỏi hỗn hợp nhựa được thể hiện trong Hình 11 (bên dưới). Thí nghiệm được thực hiện khảo sát theo tỉ lệ dung dịch tối ưu với tỉ lệ dung dịch 0,6 ml với 1 lít nước, trong điều kiện pH 5-6, nhiệt độ 30-40°C, tốc độ sục khí 2,5 l/min và thời gian sục 2 phút. Thí nghiệm được khảo sát qua các khoảng pH khác nhau: 3-4; 5-6 và 7-8.

Sự phân tách PVC từ hỗn hợp nhựa có hiệu quả cao khi pH ở trạng thái axit và hiệu quả thấp ở trạng thái bazơ vậy nên thay đổi pH nhằm tăng cao cho việc thu hồi PVC.

Tại pH = 5-6 tỷ lệ độ thu hồi và độ tinh khiết của PVC lần lượt là 93,3% và 100%, ở khoảng pH 3-4 cho tỉ lệ thu hồi đạt 100% nhưng độ tinh khiết chỉ đạt 42,5%, và tại pH 7-8 tỉ lệ độ thu hồi giảm mạnh đạt 33,3% và độ tinh khiết đạt 100%. Như vậy việc thay đổi pH làm tỉ lệ phân tách nhựa diễn ra không đồng đều, Việc tăng pH về trạng thái bazơ chưa mang lại hiệu quả cho quá trình tách nhựa. Do đó với khoảng pH 5-6 cho ra hiệu quả tách PVC tối ưu nhất. Hình 11 là kết quả tỉ lệ độ thu hồi và tinh khiết của PVC/hỗn hợp nhựa trong quá trình khảo sát pH.

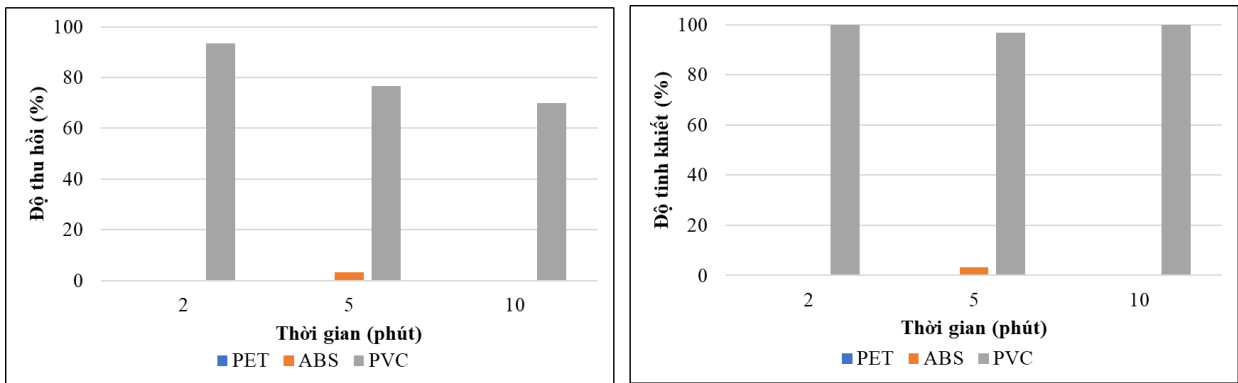


Hình 11: Hiệu suất phân tách PVC (chìm) khỏi hỗn hợp nhựa trong quá trình khảo sát pH

3.2.3 Khảo sát thời gian sục tối ưu

Ảnh hưởng của tỉ lệ dung dịch lên hiệu quả tách PVC được thể hiện trong Hình 12 (bên dưới). Thí nghiệm được thực hiện khảo sát theo tỉ lệ dung dịch tối ưu với tỉ lệ dung dịch 0,6 ml với 1 lít nước và thời gian sục 2 phút. Thí nghiệm được khảo sát qua các khoảng thời gian sục khác nhau 2, 5 và 10 phút.

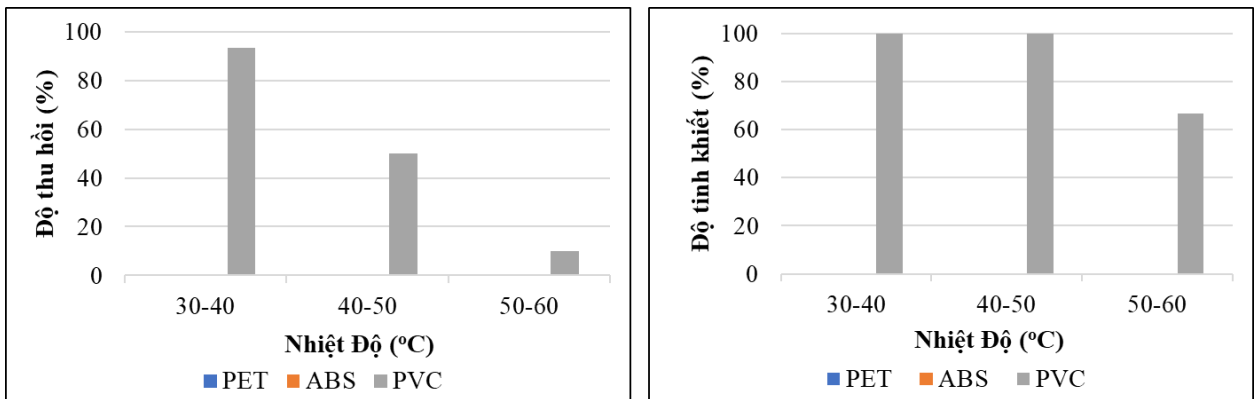
Kết quả cho thấy tỉ lệ tuyển nổi của PVC/hỗn hợp nhựa (PET, ABS, PVC) tại thời gian 2 phút có độ thu hồi là 93,3% và độ tinh khiết là 100%. Đây là thời gian ổn định nhất khi thực hiện thí nghiệm, sau khi tăng thời gian sục tỉ lệ độ thu hồi giảm dần, cụ thể ở thời gian 5 và 10 phút tỉ lệ độ thu hồi ghi nhận là 76,7% và 70% và tỉ lệ độ tinh khiết không có dao động nhiều, cụ thể đạt cao với 96,7% và 100%. Như vậy có thể thấy khi tăng thời gian sục độ thu hồi có xu hướng giảm dần do mức độ tương tác với bọt càng nhiều nên làm cho PVC nổi cùng với các nhựa khác. Do đó ở thời gian 2 phút ghi nhận được thời gian sục tối ưu nhất. Hình 12 là kết quả độ thu hồi và tinh khiết của PVC/ hỗn hợp nhựa khi khảo sát thời gian khác nhau.



Hình 12: Hiệu suất phân tách PVC (chìm) khỏi hỗn hợp nhựa khi khảo sát thời gian khác nhau

3.2.4 Khảo sát nhiệt độ tối ưu

Hình 13 thể hiện hiệu suất phân tách PVC (chìm) khỏi hỗn hợp nhựa khi khảo sát nhiệt độ khác nhau. Thí nghiệm được thực hiện khảo sát theo tỉ lệ dung dịch tối ưu với tỉ lệ dung dịch 0,6 ml với 1 lít nước và thời gian sục 2 phút. Thí nghiệm được khảo sát qua các khoảng nhiệt độ khác nhau 30-40, 40-50 và 50-60°C. Kết quả khảo sát cho thấy tỉ lệ tuyển nổi của PVC/hỗn hợp nhựa (PET, ABS, PVC) tại khoảng nhiệt độ 30-40°C có độ thu hồi đạt 93,3% và độ tinh khiết đạt 100%, đây là nhiệt độ ổn định nhất được ghi nhận. Sau khi tăng nhiệt độ nước để khảo sát kết quả tách nhựa được ghi nhận khi thử với khoảng nhiệt độ 40-50°C và 50-60°C lần lượt là 50% và 10% đối với độ thu hồi và 100% và 66,7% đối với độ tinh khiết. Như vậy ta có thể thấy khi tăng nhiệt độ nước chưa thu được kết quả cho quá trình tách nhựa. Do đó với khoảng nhiệt độ 30-40°C ghi nhận được kết quả tách PVC/hỗn hợp nhựa (PET, ABS, PVC) tối ưu nhất.



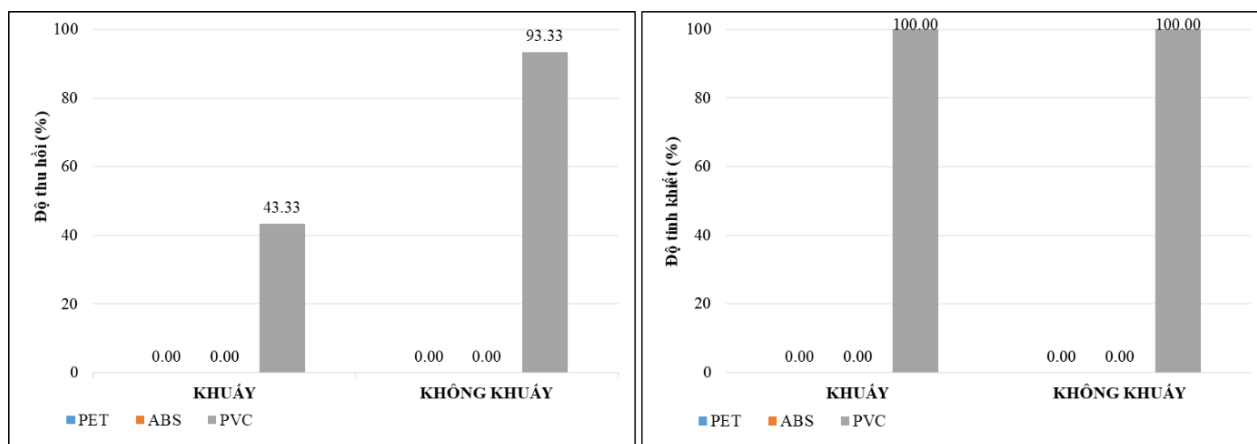
Hình 13: Hiệu suất phân tách PVC (chìm) khỏi hỗn hợp nhựa khi khảo sát nhiệt độ khác nhau

3.2.5 Khảo sát điều kiện khuấy/không khuấy

Hình 14 cho thấy ảnh hưởng của điều kiện khuấy và không khuấy trong quá trình tuyển nổi được thực hiện dựa trên hiệu suất phân tách PVC từ hỗn hợp nhựa (PET, ABS, PVC) với 0,6 ml dung dịch bô hòa, 1000 ml nước trong điều kiện pH 5-6 và thời gian sục 2 phút.

Kết quả cho thấy hiệu suất phân tách PVC từ hỗn hợp nhựa (PET, ABS, PVC) khi không thực hiện khuấy đạt độ thu hồi là 93,3% và độ tinh khiết đạt 100%. Tuy nhiên kết quả khi thực hiện khuấy độ tinh khiết không có hiện tượng giảm đạt 100% nhưng độ thu hồi lại giảm đáng kể đạt 43,3%. Khi xuất hiện tốc độ khuấy làm giảm tương tác giữa các bọt khí và bề mặt nhựa, làm giảm sự tiếp xúc để các mặt nhựa nên hiệu quả tách nhựa chưa được ghi nhận. Vậy nên ở trạng thái không khuấy được chọn là tốc độ trộn tối ưu để

tách PVC từ hỗn hợp. Hình 14 là kết quả độ thu hồi và độ tinh khiết của PVC từ hỗn hợp nhựa khi khảo sát điều kiện khuấy và không khuấy.



Hình 14: Hiệu suất phân tách PVC (chìm) khỏi hỗn hợp nhựa khi khảo sát điều kiện khuấy và không khuấy

4 KẾT LUẬN

Đề tài đã phân tách PVC khỏi hỗn hợp nhựa nhờ quá trình tuyển nổi bọt khí với sự hỗ trợ của dung dịch tạo bọt tự nhiên từ bồ hòn. Kết quả cho thấy tỉ lệ tách PVC đạt 93,3% độ thu hồi và 100% độ tinh khiết khi khảo sát ở các điều kiện tỉ lệ dung dịch bồ hòn 0,6 ml với 1000 ml nước ở khoảng pH 5 – 6 với thời gian tuyển nổi là 2 phút. Nghiên cứu đã đóng góp thêm một phương pháp mới trong việc tách PVC/ hỗn hợp nhựa, góp thêm thông tin cho các nghiên cứu cùng lĩnh vực, đồng thời nghiên cứu cũng cho ra một phương pháp mới cho quá trình tái chế, phân loại nhựa. Thành công lớn nhất của nghiên cứu là tách được PVC/hỗn hợp nâng cao giá thành của sản phẩm tái chế, mặt khác nghiên cứu sử dụng dung môi tạo bọt từ bồ hòn không gây ảnh hưởng đến môi trường cũng như sức khỏe con người.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Văn Phạm Đan Thuý, Trương Hà Phương Ân, Nguyễn Thanh Việt, Tái chế nhựa polyethylene terephthalate (pet) và ứng dụng nhựa đã qua tái chế, *Tạp chí trường Đại học Cần Thơ*, 2015.
- [2] J. Hopewell, R. Dvorak, and E. Kosior, Plastics recycling: Challenges and opportunities, *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, vol. 364, no. 1526, pp. 2115–2126, 2009
- [3] C. Wang, H. Wang, J. Fu, and Y. Liu, Flotation separation of waste plastics for recycling — A review, vol. 41, pp. 28–38, 2015.
- [4] Vũ Dương Khang, Nghiên cứu ảnh hưởng của một số hoạt động sản xuất tái sinh nhựa và đề xuất biện pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường, *Khoá luận tốt nghiệp*, Đại học dân lập Hải Phòng, 2013
- [5] Lê Thị Thu Trang, Khảo sát thực trạng môi trường và công nghệ tái chế nhựa thải tại phường Tràng Minh - Kiến An - Hải phòng, *Khoá luận tốt nghiệp*, Đại học dân lập Hải Phòng, 2012
- [6] Lê Thị Thanh Thảo, Hồ Thị Kim Ngân, Nghiên cứu phương pháp tách polyvinyl chloride từ hỗn hợp chất thải nhựa kết hợp phương pháp xử lý bề mặt bằng nano CaO từ vỏ trứng gà với tuyển nổi bọt khí, *Khoá luận tốt nghiệp*, Đại học Công Nghiệp TP. Hồ Chí Minh, 2019
- [7] N. Singh, D. Hui, R. Singh, I. P. S. Ahuja, L. Feo, and F. Fraternali, Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications, *Compos. Part B Eng.*, vol. 115, pp. 409–422, 2017
- [8] B. Ruj, V. Pandey, P. Jash, and V. K. Srivastava, Sorting of plastic waste for effective recycling, vol. 4, no. 4, pp.

564–571, 2015.

[9] S. P. Gundupalli, S. Hait, and A. Thakur, A review on automated sorting of source-separated municipal solid waste for recycling,” *Waste Manag.*, vol. 60, no. February, pp. 56–74, 2017

[10] Tra cứu dược liệu. (2020) Bò hòn. [Online]. Available: <http://tracuuduoclieu.vn/bo-hon.html>

ID: YSC3F.103

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP TÁCH CÁC THÀNH PHẦN CỦA VỎ HỘP SỮA THẢI BỎ ĐỂ TÁI CHẾ BẰNG DUNG DỊCH AMONI HYDROXIT (NH₄OH)

ĐẶNG NGUYỄN TUỜNG LÂM¹, QUÁCH DUY PHƯƠNG¹, NGUYỄN THỊ THANH TRÚC^{1*}

¹*Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh
lamdang1006iuh@gmail.com, phuongquach.1999@gmail.com, *nguyenthithanhtruc_vmt@iuh.edu.vn*

Tóm tắt. Ở Việt Nam có khoảng 1,8 triệu tấn chất thải nhựa được tạo ra, tăng 16-18% mỗi năm. Chỉ tính riêng các vỏ hộp sữa, mỗi năm Việt Nam thải ra môi trường đến 10-15 tỉ vỏ hộp, năm 2019. Nghiên cứu đề xuất tách nhôm và nhựa từ vỏ hộp sữa thải bỏ bằng phương pháp thủy luyện sử dụng dung dịch NH₄OH. Điều kiện tối ưu được xác định: tỉ lệ mẫu/dung dịch 1:25 (g/ml); nồng độ dung dịch NH₄OH 5 M; thời gian ngâm mẫu 30 phút ở nhiệt độ 70°C. Ở điều kiện này, độ thu hồi nhôm, nhựa và giấy đạt đến 98,82% đồng nghĩa với việc tách hoàn toàn nhôm, nhựa và giấy. Phương pháp này thực hiện khá đơn giản, có thể thu hồi được lượng nhôm nhất định, nâng cao giá trị của sản phẩm thải, thu hồi tài nguyên hại chế ô nhiễm môi trường

Từ khóa. Vỏ hộp sữa, tái chế, phân tách, nhôm, nhựa, thủy luyện

AN OPTIMUM SEPARATION OF COMPONENTS OF WASTE MILK BOX FOR RECYCLING USING AMMONIA SOLUTION

Abstract. In Vietnam, there are about 1.8 million tons of plastic waste generated, an increase of 16-18% per year. The study proposes to separate aluminum and plastic from discarded milk cartons by hydrolysis method using NH₄OH solution. Determined optimal conditions: sample /solution ratio 1:25 (g/mL); concentration of NH₄OH 5 M; soaking time 30 min at 70 °C. Under these conditions, aluminum, plastic and scrap paper recovery ratio up to 98.82% means complete separation of aluminum, plastic and scrap paper. This method is quite simple, can recover a certain amount of aluminum, improve the value of waste products, recover harmful resources to prevent environmental pollution.

Key words. Milk cartons, recycling, separation, aluminum, plastic, hydrology

1 MỞ ĐẦU

1.1 Vỏ hộp sữa

Không chỉ rác thải nhựa, Việt Nam hiện đang phải đối mặt với vấn đề quản lý và tái chế rác thải nói chung, đặc biệt là rác thải bao bì đã làm gia tăng gánh nặng về môi trường, ảnh hưởng tới sức khỏe của cộng đồng ngày càng lớn. Các loại bao bì sử dụng một lần được tìm thấy phổ biến nhất ở Việt Nam gồm chai, nắp chai nhựa, bao bì giấy, túi nilông, vỏ hộp sữa, vỏ hộp các loại đồ uống... Số lượng rác thải bao bì gia tăng nhanh chóng đã gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ sinh thái, môi trường sống và sức khỏe của con người, đe dọa sự phát triển bền vững quốc gia [1].

Riêng về vỏ hộp sữa giấy, mỗi năm Việt Nam có khoảng 15 tỉ vỏ hộp sữa giấy đã qua sử dụng (tương đương 150.000 tấn) được thải bỏ, trong khi 100% vỏ hộp sữa giấy có thể tái chế thành nguồn nguyên liệu và các sản phẩm có ích. Có nhiều lý do mà chúng không được thu gom, phân loại, đó là quá cồng kềnh, quá hôi, quá dơ, khó thu gom, không có đơn vị thu mua hoặc ít đơn vị có công nghệ để tái chế, và quan trọng nhất là giá của vỏ hộp sữa giấy quá rẻ, không đủ bù cho chi phí thu gom và vận chuyển...[2].

Nhiều năm trở lại đây, sữa là một loại thức uống không thể thiếu đối với cuộc sống con người. Với lượng dinh dưỡng cao nên sữa là một môi trường lý tưởng để vi khuẩn phát triển ở điều kiện thường nếu như không được bảo quản đúng cách. Thời xưa, sữa được sử dụng ngay khi được lấy ra từ động vật, cho đến khi các chai thủy tinh được phát minh ra, nhưng khi được chứa trong các chai thủy tinh, dưới tác dụng của ánh sáng, lượng dinh dưỡng trong sữa bị suy giảm đáng kể, cùng với sự bất tiện trong khâu vận chuyển, tái chế,... thúc đẩy sự hình thành của vỏ hộp sữa giấy để thay thế chai thủy tinh [3].

Quy trình sản xuất vỏ hộp sữa như sau:

Lớp giấy được làm từ dăm gỗ, được phủ lớp phủ chống thấm bằng Polyetylen. Sau đó được cắt với kích thước và tạo hình phù hợp với nhu cầu, niêm phong các khoảng trống. Tiếp theo là làm đầy và niêm phong phần trên cùng. Sau cùng vỏ hộp sữa được in bì và đóng dấu ngày tháng trước khi xuất xưởng [4].

Vỏ hộp sữa thường được cấu tạo bởi 6 lớp:

Lớp thứ 1: Lớp nhựa có nhiệm vụ ngăn độ ẩm từ bên ngoài xâm nhập vào, tránh tình trạng ẩm mốc ảnh hưởng đến chất lượng bao bì.

Lớp thứ 2: Là lớp giấy in ấn thông tin sản phẩm

Lớp thứ 3: Là lớp bì giúp tạo hình dạng, độ cứng nhất định cho bao bì, hộp giấy

Lớp thứ 4: Là lớp nilon có nhiệm vụ kết nối lớp thứ 3 và lớp thứ 5

Lớp thứ 5: Là lớp nhôm, có tác dụng làm rào chắn chống lại các tác nhân có hại từ bên ngoài như không khí, ánh sáng...

Lớp thứ 6: Lớp này cũng được sản xuất từ polyetylen, có nhiệm vụ kết nối giữa lớp thứ 5 với lớp thứ 7

Ưu điểm: Đảm bảo các được mùi vị, màu sắc, khoáng chất có trong sữa còn nguyên vẹn đến tay người dùng, tránh được tác động của ánh sáng và oxy trong không khí, bền hơn hộp giấy thông thường, gọn nhẹ dễ vận chuyển, có khả năng tái chế tốt.

Nhược điểm: chi phí khá cao, chỉ được áp dụng trong môi trường vô khuẩn. Vỏ hộp sữa khó tái chế hơn cả nhựa, tùy cấu tạo của vỏ hộp sữa làm từ bì carton và bên trong được tráng lớp mỏng làm bằng poly ethylene (một loại nhựa nhiệt dẻo) hoặc plastic (nhựa). Vì vậy, vỏ hộp sữa cần được tách 2 lớp ra, nếu không sẽ không thể nào phân hủy được [5].

1.2 Tái chế và phân tách các thành phần của vỏ hộp sữa

Hiện nay, tái chế được xem như là phương pháp xử lý vỏ hộp sữa tối ưu thay vào việc đốt và chôn lấp. Đốt là phương pháp xử lý chủ yếu đối với những loại rác thải vỏ hộp sữa này. Tuy nhiên việc đốt rác thải nhựa sẽ hình thành các chất ô nhiễm như furan do thành phần clo có trong nhựa gây ra. Các chất độc này ảnh hưởng đến tuyến nội tiết và có thể dẫn đến ung thư. Bên cạnh đó, quá trình này không thu hồi được hàm lượng nhôm và nhựa có trong loại chất thải này, gây lãng phí tài nguyên.

Một số sản phẩm tái chế: Tetrapark sản xuất tấm lợp bằng vỏ hộp sữa. Sau khi được cắt đồng nhất kích thước sẽ được đưa vào máy thủy lực chuyên dụng để tách nhôm nhựa và giấy, bột giấy sau đó được sử dụng để tái chế thành các thùng carton, giấy tái chế. Nhôm nhựa sau khi rửa sạch sẽ được sấy khô tại lồng sấy đến khi độ ẩm còn 8%, sau khi sấy khô nguyên liệu sẽ được băm nhỏ, ép nhiệt ở 1500°C, ép với lực 80 tấn/m² trong thời gian 8 phút thành các tấm dày 6 mm. Sau đó được chuyển qua ép tạo sóng để định hình sản phẩm. Những tấm mái lợp hoàn chỉnh nặng 14 – 15 kg [6].

Bên cạnh đó, việc tách và thu hồi nhôm từ vỏ hộp sữa cũng được thực hiện với nhiều nghiên cứu chuyên sâu. Hai công nghệ được sử dụng rộng rãi là hỏa luyện và thủy luyện. Trong đó, hỏa luyện là quá trình hoàn nguyên kim loại ở nhiệt độ cao. Phản ứng hoàn nguyên chủ yếu là nhờ các chất có áp lực hóa học mạnh để tách kim loại ra khỏi hợp chất của nó trong quặng, từ đó thu được kim loại. Hỏa nhiệt là phản ứng hoàn nguyên tỏa ra nhiều nhiệt trong môi trường có chất khử mạnh. Phương pháp này chủ yếu sử dụng lò đốt. Lò đốt được vận hành và điều khiển một cách tự động. Phương pháp hỏa luyện này có tỷ lệ thu hồi thấp và gây ô nhiễm không khí do chứa nhiều hợp chất hữu cơ. Thủy luyện là quá trình thu hồi kim loại sạch bằng các phản ứng hoàn nguyên ở nhiệt độ thấp trong dung môi hóa chất nhỏ hơn 100°C [7]. Phương pháp này thực hiện khá đơn giản, có thể thu hồi được lượng nhôm nhất định, nâng cao giá trị của sản phẩm thải, thu hồi tài nguyên hại chế ô nhiễm môi trường.

Nghiên cứu nhằm điều tra tính khả thi của benzen-ruợu etylic – công nghệ nước để thu hồi nhôm không bị oxy hóa mà không có gắn các polyme từ chất thải nhiều lớp. Tính chất phân tách của các tấm nhôm-nhựa trong Tetra Pak sau tiêu dùng với dung môi hữu cơ hỗn hợp [8]. Minghui Xie và cộng sự, 2016 đã đánh giá vòng đời của việc tái chế Al-PE (một lá nhiều lớp được làm từ polyetylen và lá nhôm) phế thải bao bì hỗn hợp [9]. Rimšaitė và cộng sự, 2019 nghiên cứu khả năng thu hồi nhôm từ chất thải bao bì kết hợp [10]

Do đó, đề tài “Nghiên cứu phương pháp tách các thành phần của vỏ hộp sữa thải bỏ để tái chế bằng dung dịch Amoni Hydroxit (NH₄OH)” đề xuất biện pháp tách và thu hồi thành phần nhôm và nhựa có trong vỏ hộp sữa thải nhằm nâng cao giá trị sử dụng của sản phẩm thải, thu hồi tài nguyên và hạn chế ô nhiễm môi trường.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu

2.1.1 Vỏ hộp sữa

Vỏ hộp sữa được thu gom từ các trường tiểu học khu vực phường 4, quận Gò Vấp, Thành phố Hồ Chí Minh. Được vận chuyển về phòng thí nghiệm X9.03 thuộc trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh. Vỏ hộp sữa sau khi thu về được rửa bằng nước sạch nhằm loại bỏ cặn sữa, bụi bẩn và phơi khô, tiếp theo được cắt ở tỷ lệ 1×1, 1×2, 1×3 (cm) để phục vụ cho quá trình nghiên cứu.



Hình 1: Hộp sữa sử dụng cho nghiên cứu (trái) và mẫu sau khi cắt nhỏ (1x1cm, phải)

2.1.2 Hóa chất và thiết bị

Hóa chất được sử dụng trong thí nghiệm này là NH_4OH (Ammonia solution, CAS 1337-21-6, Xilong, Trung Quốc) 29ung để làm dung môi thủy luyện phân tách các thành phần vỏ hộp sữa. Máy khuấy từ gia nhiệt STUART CB162 (Anh) được sử dụng để khuấy trộn và điều khiển nhiệt độ.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Phân tách các thành phần vỏ hộp sữa bằng phương pháp sử dụng dung dịch NH_4OH

Thu gom các vỏ hộp sữa từ các trường tiểu học, cắt vỏ hộp sữa đó ra từng mẫu có kích thước nhỏ (1x1 cm). Pha dung dịch NH_4OH có nồng độ là 5 M. Sau đó ngâm 2g mẫu đã được cắt nhỏ vào dung dịch NH_4OH vừa được pha loãng. Tỷ lệ lượng mẫu/dung dịch (g/ml) là 1:25. Thời gian ngâm là 30 phút. Nhiệt độ dung dịch 70°C. Tiến hành phân tích hàm lượng Al và nhựa có trong dung dịch ngâm.

2.2.2 Phương pháp xác định khối lượng giấy không hòa tan

Lọc mẫu giấy bằng cách dùng 1 miếng giấy lọc để trên miệng phễu sau đó cho dung dịch đã sấy vào để lọc các phần rắn ra khỏi phần dung dịch. Tiếp đó đem sấy hỗn hợp với giấy lọc ở nhiệt độ là 90°C. Sấy đến khi khối lượng không đổi. Trước khi cân, cần cho mẫu hỗn hợp thu được vào bình hút ẩm khoảng 20 phút để đưa về nhiệt độ phòng. Khối lượng của mẫu giấy được xác định bằng công thức (1):

$$m = m_2 + m_1 \quad (1)$$

Trong đó:

m_1 : khối lượng giấy lọc sau sấy (gam)

m_2 : khối lượng giấy tách được sau khi sấy (gam)

m: tổng khối lượng giấy thu được sau sấy (gam)

2.2.3 Đánh giá thu hồi nhôm (Al) hòa tan bằng phương pháp chuẩn độ

Để xác định hàm lượng ion Al^{3+} có trong dung dịch mẫu, sử dụng phương pháp chuẩn độ bằng Axit Clohydric (HCl) với chỉ thị Phenolphthalein. Lấy 5 ml dung dịch mẫu vào erlen. Thêm vào dung dịch mẫu 50 ml nước cất. Nhỏ vào dung dịch 3 – 8 giọt phenolphthalein, dung dịch chuyển dần sang màu hồng. Dung dịch HCl 1 M được cho vào cột buret làm dung dịch chuẩn. Tiến hành chuẩn độ cho đến khi dung dịch trong bình erlen mất màu thì dừng lại. Nạp lại dung dịch HCl 1 M vào cột buret đến mức số 0, tiếp tục thêm một lượng dung dịch Kali Florua (KF) 10% vào dung dịch mẫu cho đến khi dung dịch vừa mất màu dần chuyển lại sang màu hồng nhạt. Ghi chú lại thể tích dung dịch KF 10% được thêm vào. Lại chuẩn độ bằng dung dịch HCl 1 M đến khi dung dịch mẫu mất màu. Ghi lại thể tích HCl (lần 2). Tiếp tục thêm lượng KF bằng lần đầu. Dung dịch không đổi màu thì lượng HCl (lần 2) chính bằng hàm lượng Al^{3+} có trong dung dịch mẫu. Sử dụng kết quả áp dụng công thức chuẩn độ để tính toán lượng nhôm có trong dung dịch mẫu.

2.2.4 Thu hồi nhựa và nhôm nhựa không tan trong dung dịch NH_4OH

Thu hồi nhôm nhựa và nhựa không tan trong dung dịch bằng phương pháp thủ công sau đó xác định khối lượng bằng thiết bị cân phân tích.

2.2.5 Phương pháp xác định hiệu suất phân tách các thành phần của vỏ hộp sữa tính theo thành phần khối lượng

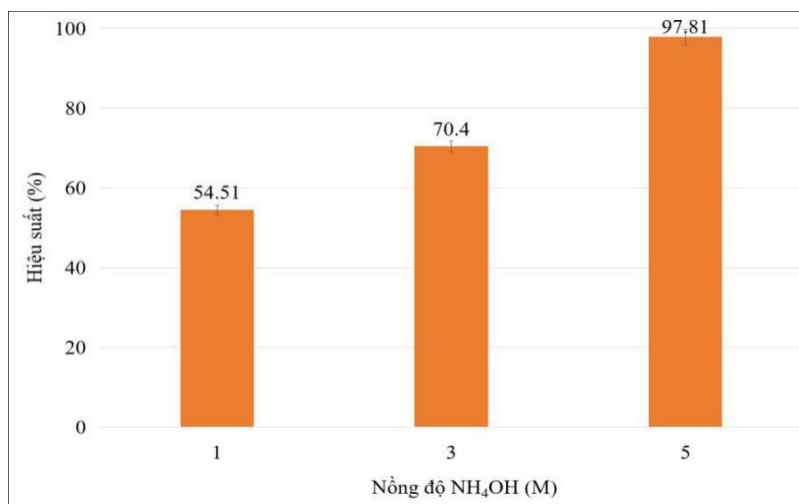
Hiệu suất phân tách vỏ hộp sữa được xác định theo công thức (2):

$$H = \frac{m_{\text{giấy}} + m_{\text{nhôm}} + m_{\text{nhôm và nhựa}} + m_{\text{nhựa}}}{m_{\text{vỏ hộp sữa}}} \times 100\% \quad (2)$$

Trong đó: m (g) là khối lượng các thành phần tương ứng là giấy, nhôm, nhôm và nhựa, nhựa và lượng vỏ hộp sữa lấy ban đầu.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Xác định hiệu suất tách nhôm nhựa và giấy ở các nồng độ dung dịch NH_4OH



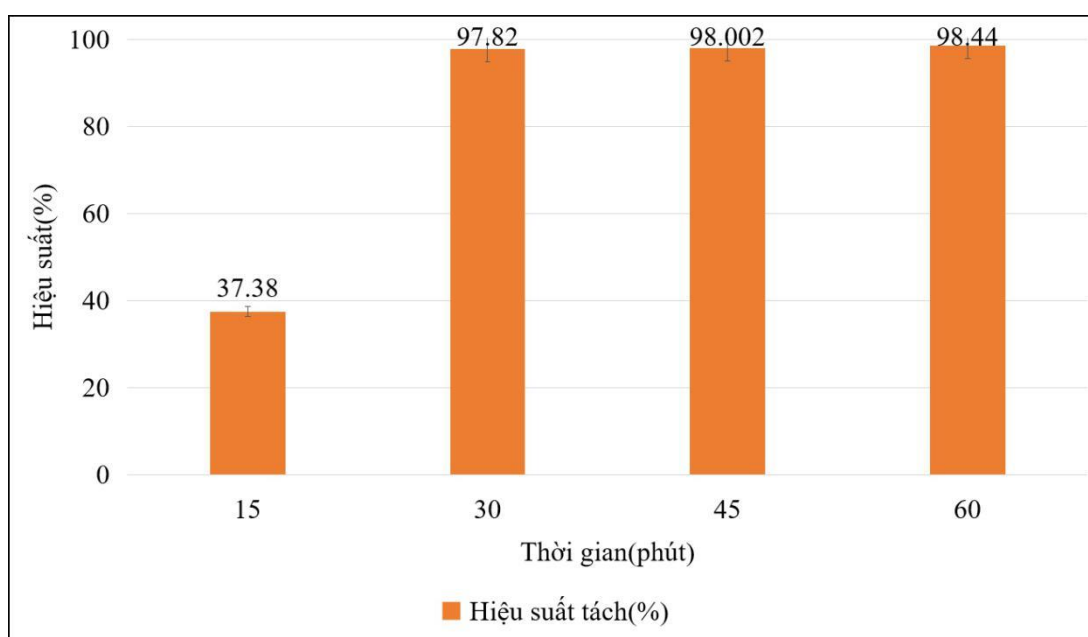
Hình 2: Tổng hiệu suất thu hồi nhôm nhựa và giấy trong vỏ hộp sữa

Độ thu hồi nhôm nhựa rất thấp khi khảo sát ở 2 nồng độ 1 M (54,5%) với (hỗn hợp nhôm nhựa là 30,4%, giấy là 34,3%) và 3 M (70,4%) với (hỗn hợp nhôm nhựa là 21,6%, giấy là 48,8%), nhiệt độ khi khuấy là 70°C, tỷ lệ 1:25 (với 2 g mẫu vào 50 ml dung dịch). Tuy nhiên đến nồng độ 5 M nhôm hầu như tách ra khỏi lớp giấy với hiệu suất là 97,8%. Ở điều kiện này, hỗn hợp nhôm nhựa là 34,1% tương ứng là 0,68g (kể cả lượng nhôm sau khi chuẩn độ tính toán được), giấy là 63,7% tương ứng là 1,3g, tính theo thành phần khối lượng (Hình 2). Nhận thấy rằng nhôm hòa tan vào dung dịch với một lượng rất nhỏ (sau khi thực hiện

chuẩn độ dung dịch), còn nhựa thì không tan. Tỷ lệ các thành phần của vỏ hộp sữa sau thí nghiệm phân tách và đối chiếu với dữ liệu của Tetra Pak có sự tương đồng. Như vậy, nồng độ NH_4OH ở mức là 5 M xem là tối ưu được dùng cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.2 Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất tách vỏ hộp sữa

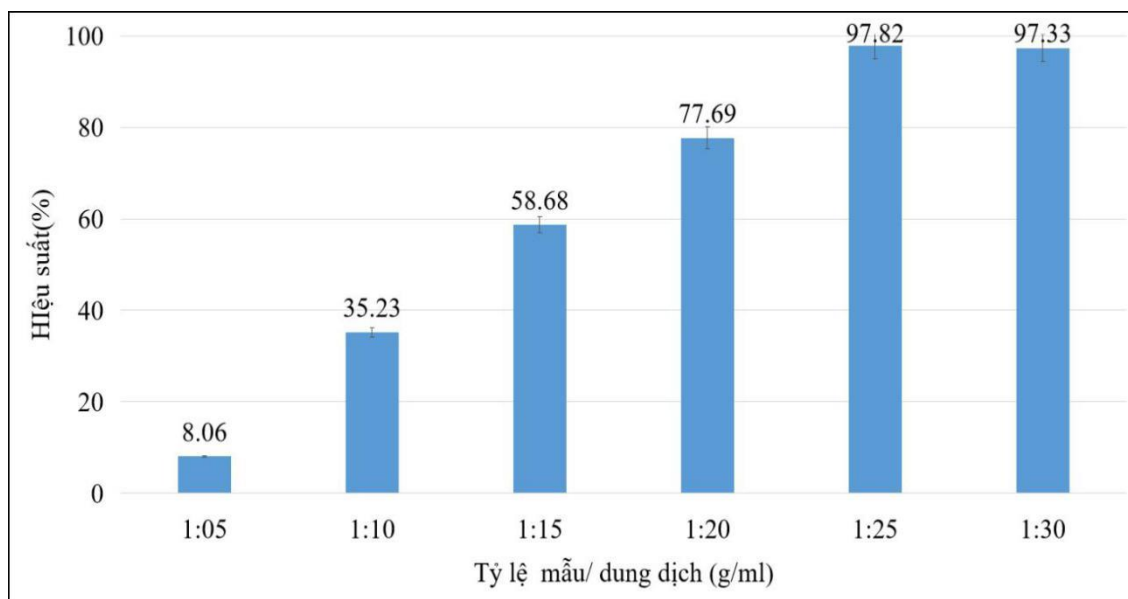
Cho 2 g mẫu vào 50 ml dung dịch. Dùng NH_4OH với nồng độ là 5 M ở nhiệt độ 70°C , tỷ lệ là 1:25, và thay đổi thời gian từ 30 phút thành 15; 45 và 60 phút để chọn ra mức thời gian tối ưu nhất. Hiệu suất tách các thành phần vỏ hộp sữa sau khi thí nghiệm 15 phút chỉ đạt 37.4 %. Tuy nhiên, hiệu suất tăng đáng kể và đạt 97.8 % khi thay đổi thời gian lên 30 phút (Hình 3). Tuy nhiên, thời gian càng tăng thì hiệu suất phân tách không thay đổi đáng kể và đạt 98 % sau 45 phút và 98.4 % sau 60 phút thí nghiệm. Như vậy, việc tăng thời gian thì không ảnh hưởng nhiều đến hiệu suất tách. Do đó, lấy thời gian là 30 phút là mức thời gian tối ưu để tiến hành cho thí nghiệm tiếp theo.



Hình 3: Biểu đồ thể hiện bằng thời gian tách nhôm nhựa và giấy ra khỏi vỏ hộp sữa

3.3 Ảnh hưởng của tỷ lệ mẫu và dung dịch đến hiệu suất tách

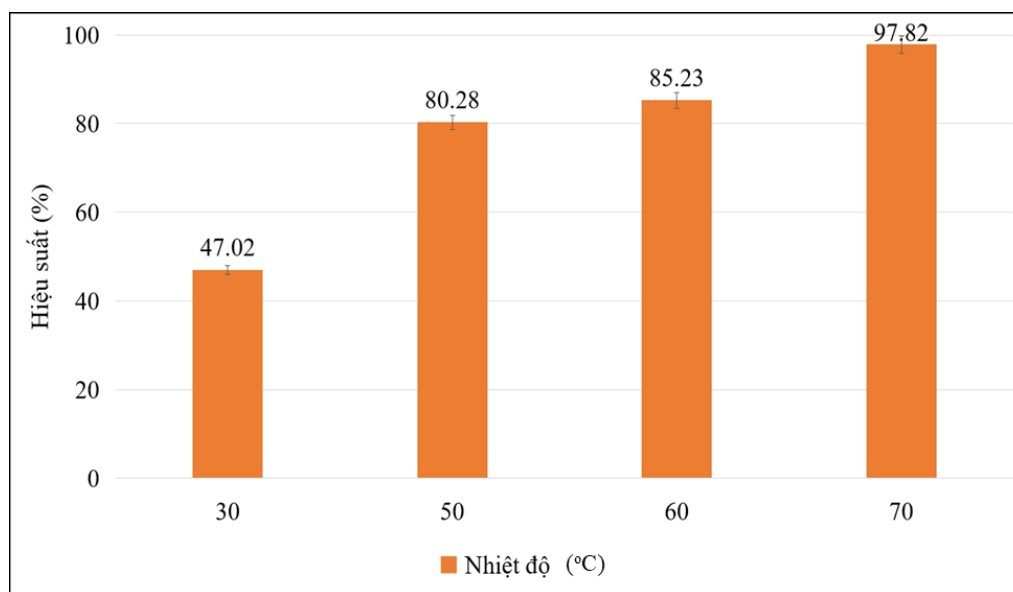
Với từng tỷ lệ mẫu và dung dịch khác nhau (1:05, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25 và 1:30 (g/ml)), thí nghiệm được thực hiện với điều kiện được xác định ở thí nghiệm trên với nhiệt độ là 70°C và thời gian là 30 phút, tính theo thành phần khối lượng, nồng độ là 5 M, xác định được hiệu suất tách của vỏ hộp sữa. Khi tăng tỷ lệ dung dịch thì hiệu suất tách các thành phần vỏ hộp sữa cũng tăng dần, lần lượt là 8,06% ở 1:5; đạt 35,24% ở 1:10, đạt 58,7% ở 1:15 và đạt 77,7% ở 1:20. Ở tỷ lệ 1:25 (g/ml) hiệu suất phân tách đạt cao nhất với 97,82%, trong đó, hỗn hợp nhôm nhựa là 34,1% tương ứng là 0,68g (kể cả lượng nhôm sau khi chuẩn độ tính toán được), giấy là 63,7% tương ứng là 1,27g), tính theo thành phần khối lượng. Khi tăng tỷ lệ lên 1:30 thì mức chênh lệch về hiệu suất tách so với tỷ lệ 1:25 là không đáng kể (đạt 97,3%). Do vậy, với tỷ lệ 1:25 được dùng cho các thí nghiệm tiếp theo như là một mức tỷ lệ tối ưu. Kết quả cụ thể được thể hiện qua Hình 4.



Hình 4: Hiệu suất thu hồi ba thành phần nhựa/nhôm-nhựa/giấy theo từng tỷ lệ mẫu/dung dịch (g/ml)

3.4 Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất tách

Cho 2 g mẫu vào 50 ml dung dịch (tỷ lệ 1:25) với thời gian là 30 phút, lần lượt thay đổi các nhiệt độ là 30°C, 50°C, 60°C, 70°C (Hình 5). Hiệu suất thay đổi lần lượt theo từng mức nhiệt độ sau: 47,02%; 80,28%; 85,23%; 97,82%, tính theo thành phần khối lượng. Như vậy, ở nhiệt độ 70°C thì hiệu suất tách vỏ hộp sữa là hiệu quả nhất với 97,8%, được dùng như là điều kiện nhiệt độ tối ưu cho các thí nghiệm tiếp theo.

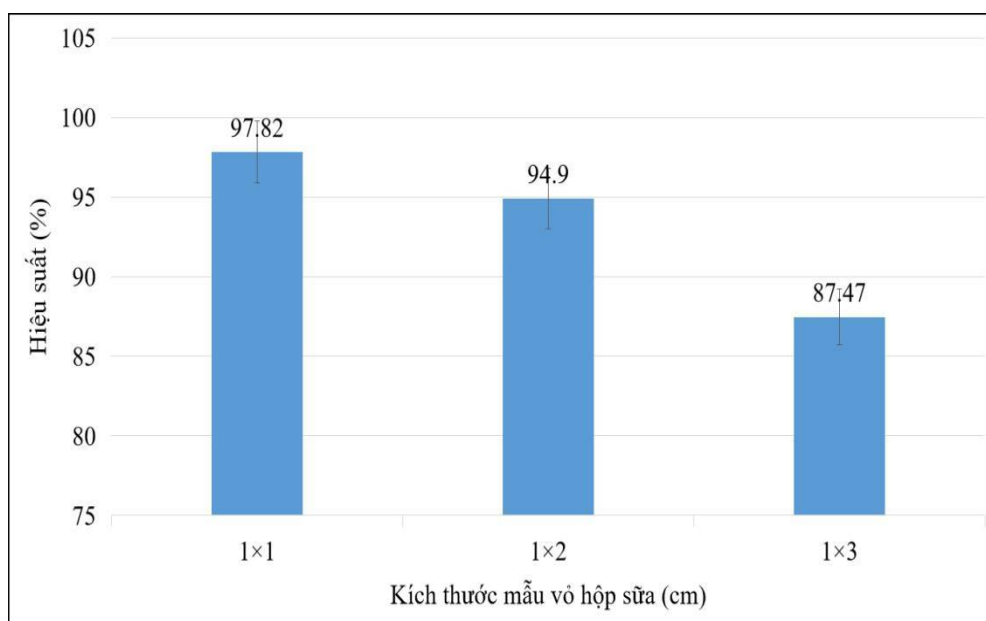


Hình 5: Biểu đồ thể hiện nhiệt độ tách nhôm nhựa và giấy

3.5 Ảnh hưởng của kích thước mẫu vỏ hộp sữa đến hiệu suất tách

Ở các thí nghiệm trên đã tìm ra được các điều kiện tối ưu là nồng độ 5 M, nhiệt độ là 70°C, tỷ lệ là 1:25, thời gian là 30 phút. Các kích thước vỏ hộp sữa được đánh giá như là một điều kiện ảnh hưởng đến hiệu suất tách, thể hiện qua 3 kích thước 1×1, 1×2, 1×3 cm. Với các kích thước khác nhau, hiệu suất phân tách cũng thay đổi lần lượt là 97,8%; 94,9%; 87,5% tương ứng với 3 kích thước 1×1, 1×2, 1×3 cm, tính theo khối lượng thành phần (Hình 6). Vậy, ở điều kiện này, sử dụng kích thước 1×1 cm đạt hiệu suất phân tách

là 97,8% được xem là điều kiện tối ưu. Hình 7 mô tả các thành phần vỏ hộp sữa sau khi tách bao gồm: phần hỗn hợp nhôm nhựa, phần giấy và nhựa.



Hình 6: Biểu đồ thể hiện hiệu suất tách của kích thước mẫu



Hình 7: Các thành phần vỏ hộp sữa sau khi tách bao gồm: phần hỗn hợp nhôm - nhựa (trái), phần giấy (giữa) và nhựa (phải)

4. KẾT LUẬN

Đề tài nghiên cứu đã đạt được mục tiêu đề ra trong việc nghiên cứu phương pháp mới có thể tách được nhôm nhựa và giấy ra khỏi vỏ hộp sữa. Kết quả thu được của đề tài thí nghiệm này là độ thu hồi nhôm nhựa và giấy đạt 97,82% ở những điều kiện tối ưu như thời gian là 30°C, tỷ lệ mẫu và dung dịch là 1:25 g/ml, nồng độ của dung dịch NH_4OH là 5 M và cuối cùng là kích thước mẫu (1×1 cm). Đây là nghiên cứu đầu tiên tiến hành ở Việt Nam đối với việc thu hồi nhôm (Al) và tách nhựa vỏ hộp sữa thải bỏ nhằm tăng cường chất lượng tái chế và thu hồi tài nguyên.

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành đề tài này, chúng em xin chân thành cảm ơn cô Nguyễn Thị Thanh Trúc thuộc Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường. Cô đã trực tiếp hướng dẫn chúng em trong suốt quá trình nghiên cứu. Ngoài ra chúng em xin cảm ơn chân thành đến các quý thầy cô phản biện đã góp ý kiến quý báu để hoàn thiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Doãn Hòa. (2019) Thải gần 2 triệu tấn nhựa mỗi năm, Việt Nam bị thế giới gọi tên, Báo tuổi trẻ. [Online]. Available: <https://tuoitre.vn/thai-gan-2-trieu-tan-nhua-moi-nam-viet-nam-bi-the-gioi-goi-ten-20190611080315724.htm>
- [2] Tuyết Chinh. (2019) Thu gom, tái chế vỏ hộp sữa: Để không còn lãng phí “tài nguyên”, Báo tài nguyên và môi trường. [Online]. Available: <https://baotainguyenmoitruong.vn/thu-gom-tai-che-vo-hop-sua-de-khong-con-lang-phi-tai-nguyen-294397.html>
- [3] Civic Deluxe. (2018) History of the Milk Container. WordPress.com. [Online]. Available: <https://civicedeluxe.wordpress.com/2018/09/18/history-of-the-milk-container/>
- [4] Angela Woodward. (2018) How milk carton is made - material, manufacture, making, used, processing, dimensions, product, machine. [Online]. Available: <http://www.madehow.com/Volume-4/Milk-Carton.html>
- [5] IFOOD Việt Nam (2021) Những điều cần biết về bao bì Tetrapak. [Online]. Available: <https://ifoodvietnam.com/nhung-dieu-can-biet-ve-bao-bi-tetrapak/>
- [6] Công ty giấy Đồng Tiến. (2018) Tấm lợp sinh thái - Tấm lợp sinh thái, Công ty Giấy Đồng Tiến. [Online]. Available: <https://dongtienpaper.com/tam-lop-sinh-thai/ecological-roofing-sheets-20.html>
- [7] Moore, John Jeremy; Boyce, E. A. Chemical Metallurgy. Chapter 2 - Metallurgical Thermodynamics, Elsevier Ltd., 1990.
- [8] S. F. Zhang, L. L. Zhang, K. Luo, Z. X. Sun, and X. X. Mei, Separation properties of aluminium-plastic laminates in post-consumer Tetra Pak with mixed organic solvent, Waste Manag, vol. 32, no. 4, pp. 317–322, 2014.
- [9] Minghui Xie, Weinan Bai, Lu Bai, Xiaoming Sun, Qingzhi Lu, Dahai Yan, Qi Qiao, Life cycle assessment of the recycling of Al-PE (a laminated foil made from polyethylene and aluminum foil) composite packaging waste, J. Clean. Prod, vol. 112, pp. 4430–4434, 2016
- [10] A. Rimšaitė, T. Mumladze, and G. Denafas, Feasibilities of Aluminium Recovery from Combined Packaging Waste, Int. J. Agric. Environ. Sci, vol. 6, no. 6, pp. 103–111, 2019

ID: YSC3F.104

ỨNG DỤNG GIS TRONG CÔNG TÁC QUẢN LÝ HỆ THỐNG THU GOM CHẤT THẢI RẮN Ở THÀNH PHỐ PLEIKU, TỈNH GIA LAI

HUYỄN CÔNG LỰC¹, NGUYỄN THỊ LINH NHI¹, TRẦN BÙI NGỌC PHƯƠNG¹,
TRỊNH THỊ ÁNH TUYẾT¹, PHAN TRẦN XUÂN NHI¹, NGUYỄN TRẦN HÀ VY¹

¹*Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh*

huynhcongluc@iuh.edu.vn

Tóm tắt. Bài nghiên cứu trình bày một cách tiếp cận tương đối mới trong thực tiễn công tác quản lý hệ thống thu gom chất thải rắn ở thành phố Pleiku, đó là vạch lại tuyến thu gom và chọn ra tuyến thu gom tối ưu về đoạn đường và thời gian. Việc ứng dụng kỹ thuật phân tích không gian trong hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã đánh giá được hiện trạng của hệ thống thu gom – vận chuyển chất thải rắn trên địa bàn thành phố. Nghiên cứu đã xây dựng được các bản đồ hiện trạng khối lượng chất thải rắn, vạch ra 5 tuyến đường thu gom và bố trí lại 414 thùng rác sao cho hợp lý để quá trình thu gom chất thải rắn đạt hiệu quả tối ưu nhất, thúc đẩy thành phố Pleiku ngày càng phát triển.

Từ khóa. Thành phố Pleiku, hệ thống thông tin địa lý, hệ thống thu gom, chất thải rắn

APPLICATION OF GIS IN THE MANAGEMENT OF SOLID WASTE COLLECTION SYSTEM IN PLEIKU CITY, GIA LAI PROVINCE

Abstract. The paper presents a relatively new approach to solid waste collection system management practices in Pleiku city, which is, redrawing the collection route and selecting the optimal collection route for the road section and time. The application of spatial analysis techniques in the geographic information system (GIS) has assessed the current state of the solid waste collection and transportation system in the city. The study has established the solid waste volume status map, outlined 5 collection routes and redeployed 414 garbage cans. The waste collection process is most effective, which promotes Pleiku city increasingly developing.

Keywords. Pleiku city, geographic information system, collection system, solid waste

1 MỞ ĐẦU

Thành phố Pleiku đang trong giai đoạn công nghiệp hóa – hiện đại hóa, là trung tâm kinh tế, chính trị, văn hóa, xã hội của tỉnh Gia Lai với quy mô dân số 504.984 [1]. Do có mật độ dân số đông, tập trung nhiều hoạt động kinh doanh, sản xuất nên lượng chất thải rắn (CTR) phát sinh trở thành mối quan tâm cho các cơ quan quản lý cũng như cộng đồng ở địa phương này. Lượng chất thải rắn này nếu không được quản lý tốt sẽ ảnh hưởng xấu đến sức khỏe cộng đồng và môi trường. Công tác giữ gìn vệ sinh môi trường trên địa bàn thành phố Pleiku còn nhiều vấn đề bất cập, cần quan tâm giải quyết, đặc biệt là hệ thống trung chuyển CTR hiện nay. Các xe thu gom thực hiện thu gom CTR tại hộ gia đình và trung chuyển tại các điểm hẹn trên đường, các xe này nối đuôi nhau chờ đợi rất lâu tại điểm hẹn gây cản trở giao thông, rơi vãi nước rỉ, bốc mùi hôi... ảnh hưởng không tốt đến môi trường xung quanh. Do đó, việc nghiên cứu đánh giá các hoạt động của hệ thống thu gom và trung chuyển hiện tại, nhằm tìm ra cách khắc phục là việc làm cấp bách và rất cần thiết.

Trong những năm gần đây, ứng dụng GIS trong việc quản lý và xử lý các vấn đề kinh tế, xã hội và môi trường ngày càng phổ biến [2]. Có nhiều công trình nghiên cứu cho thấy vai trò quan trọng của GIS trong việc quản lý và qui hoạch các vấn đề liên quan đến CTR đô thị. Trong số đó, Nguyễn Tiên Hoàng và các cộng sự đã nghiên cứu hai vấn đề: xây dựng cơ sở dữ liệu GIS về hệ thống thu gom CTR và ứng dụng GIS thử nghiệm sắp xếp lại hệ thống thùng rác hiện tại ở thành phố Huế [3]. Đây là căn cứ quan trọng để thành phố Huế tiến hành điều chỉnh quy hoạch mạng lưới thu gom CTR hợp lý. Một nghiên cứu điển hình khác

của Bruce Gordon Wilson và Julie K Vincent cũng sử dụng thiết bị GPS thu thập dữ liệu và đánh giá hiệu quả hoạt động của trạm trung chuyển [4].

Trong nghiên cứu này tác giả đã ứng dụng kỹ thuật phân tích không gian trong GIS để vạch ra các tuyến thu gom CTR hiệu quả và bố trí lại các thùng rác cho phù hợp với thành phố Pleiku. Kết quả nghiên cứu là cơ sở góp phần hỗ trợ cho các nhà quản lý đưa ra quyết định đối với việc lựa chọn hệ thống thu gom chất thải rắn tại thành phố Pleiku phù hợp với định hướng phát triển bền vững, mang lại giá trị hài hòa về các mặt kinh tế, xã hội và môi trường.

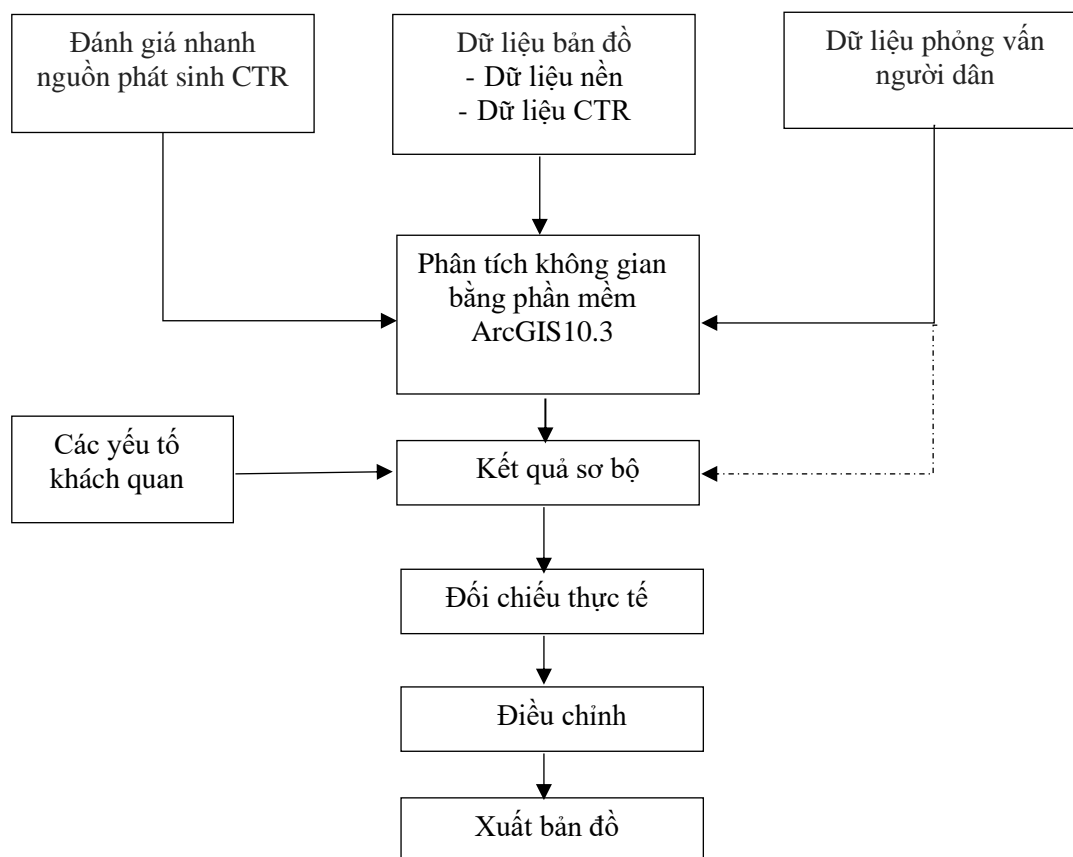
2 DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Dữ liệu

Cơ sở dữ liệu GIS về hệ thống thu gom chất thải rắn tại thành phố Pleiku gồm các thành phần: dữ liệu hành chính 12 xã/phường, hệ thống giao thông, điểm chợ, trạm trung chuyển, hệ thống thùng rác, điểm hẹn tập kết rác, bãi chôn lấp rác. Mỗi thành phần được tích hợp hai loại dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính. Dữ liệu được thu thập bằng các phương pháp quan sát, điều tra, đo đạc và được thu thập từ Phòng Tài nguyên và Môi trường thành phố Pleiku và Công ty cổ phần môi trường đô thị tỉnh Gia Lai trong năm 2020. Đề tài sử dụng phần mềm ArcGIS 10.3 để quản lý và phân tích dữ liệu.

2.2 Xây dựng bản đồ hệ thống thu gom chất thải rắn

Các bản đồ địa lý thông thường và bản đồ GIS đều được xây dựng theo một quy trình nhất định. Nghiên cứu đã sử dụng phần mềm ArcGIS để biên tập nội dung bản đồ. Quy trình xây dựng bản đồ hệ thống thu gom chất thải rắn tại thành phố Pleiku được trình bày trong Sơ đồ 1. Nghiên cứu tập trung ứng dụng bài toán phân tích không gian (*Network Analyst trong GIS*) kết hợp các phương pháp đánh giá nhanh nguồn phát sinh chất thải rắn và tham khảo ý kiến cộng đồng (về khối lượng CTR, hoạt động thu gom, lộ trình) để đưa ra quyết định.



Sơ đồ 1: Quy trình xây dựng bản đồ hệ thống thu gom chất thải rắn

3 KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1 Đánh giá hiện trạng mạng lưới thu gom trên địa bàn thành phố

3.1.1 Đánh giá và xây dựng bản đồ khối lượng chất thải rắn trên các phường

Bản đồ khối lượng chất thải rắn phát sinh ra mỗi ngày trên các phường (Hình 1) dựa vào số liệu thống kê về tình hình chất thải rắn trên địa bàn thành phố Pleiku năm 2020 [5].



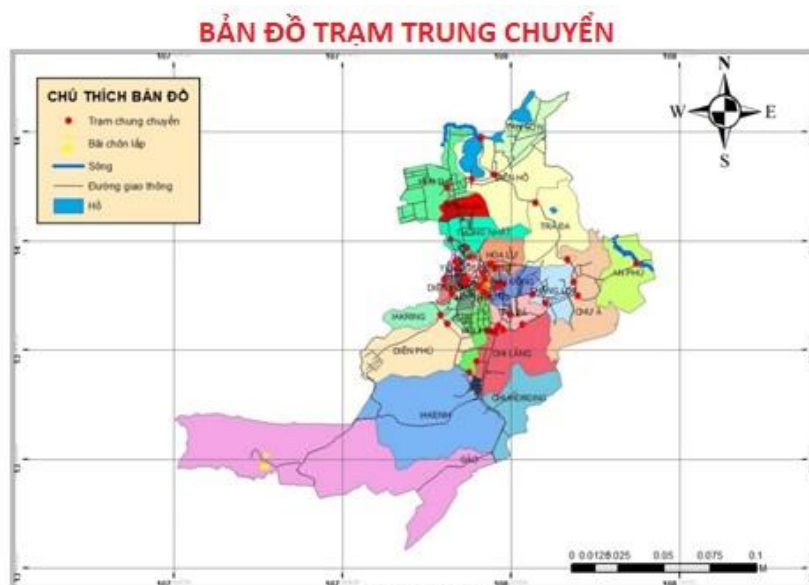
Hình 1: Khối lượng chất thải rắn phát sinh ra mỗi ngày trên các phường

Lượng phát sinh rác mức độ thấp rơi vào các xã Gào, Iakenh, Chuhrong, Tân Sơn và phường Diên Phú vì dân số tương đối ít. Đặc biệt 4 xã này không sử dụng dịch vụ thu gom vì người dân ở đây đa số đều tự xử lý rác, phương pháp chủ yếu xử lý rác ở đây là phương pháp đốt.

Lượng rác phát sinh mức độ trung bình ở các phường Đông Đa, Tây Sơn, Hội Thương, Hội Phú, An Phú, Hoa Lạc, Trà Đa, Yên Thế, Thống Nhất, Iakring, Chi Lăng, Trà Bá, Chư Á, Phù Đổng.

Lượng rác phát sinh mức độ cao là xã Biển Hồ 9,7 tấn/ngày, phường Diên Hồng 19,3 tấn/ngày. Lượng rác thải phát sinh rất cao ở phường Yên Đổ 22,8 tấn/ngày.

3.1.2 Bản đồ các trạm trung chuyển trên địa bàn thành phố

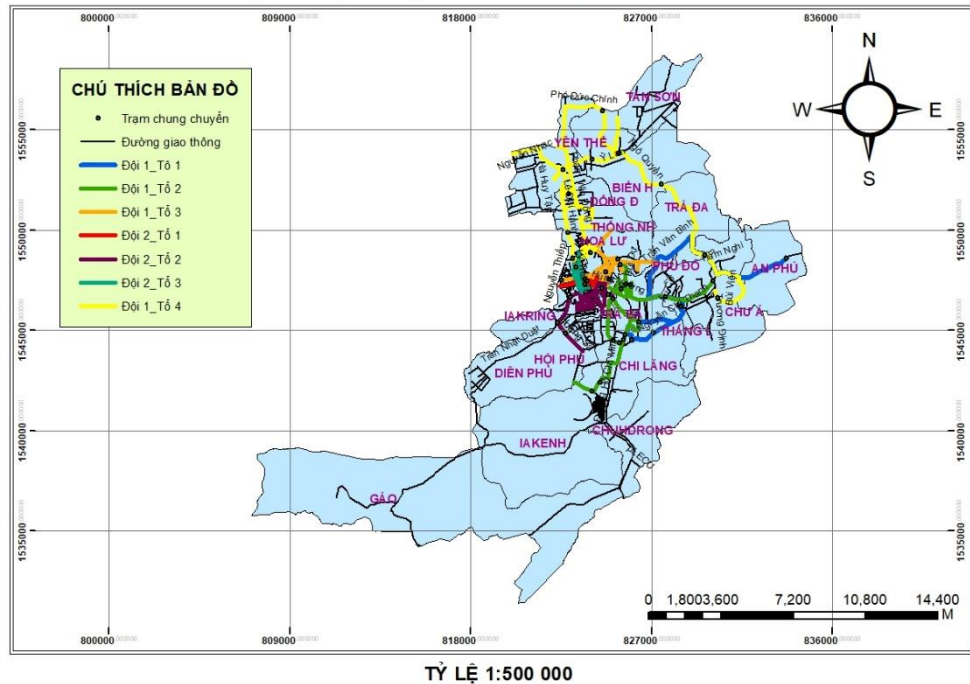


Hình 2: Bản đồ các trạm trung chuyển

Có 43 trạm trung chuyển được bố trí trên toàn thành phố được thành lập để phục vụ quá trình thu gom CTR trên địa bàn. Các trạm trung chuyển chủ yếu tập trung vào các con đường lớn để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình thu gom, có thể thu gom hết mà không ảnh hưởng đến giao thông qua lại của người dân. Tất cả rác đều được xe đẩy tay chở về trạm trung chuyển sau đó được bốc lên xe cuốn ép rác chở về bãi rác nên các trạm trung chuyển phải bố trí sao cho xe có thể chở được hết rác mà không làm cản trở giao thông qua lại của người dân. Các trạm trung chuyển thường nằm ở góc đường, nơi ít xe qua lại, thưa dân và có thể chứa được lượng rác lớn để không làm ảnh hưởng đến người dân.

3.1.3 Bản đồ hiện trạng mạng lưới thu gom chất thải rắn

BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG MẠNG LƯỚI THU GOM CHẤT THẢI RẮN



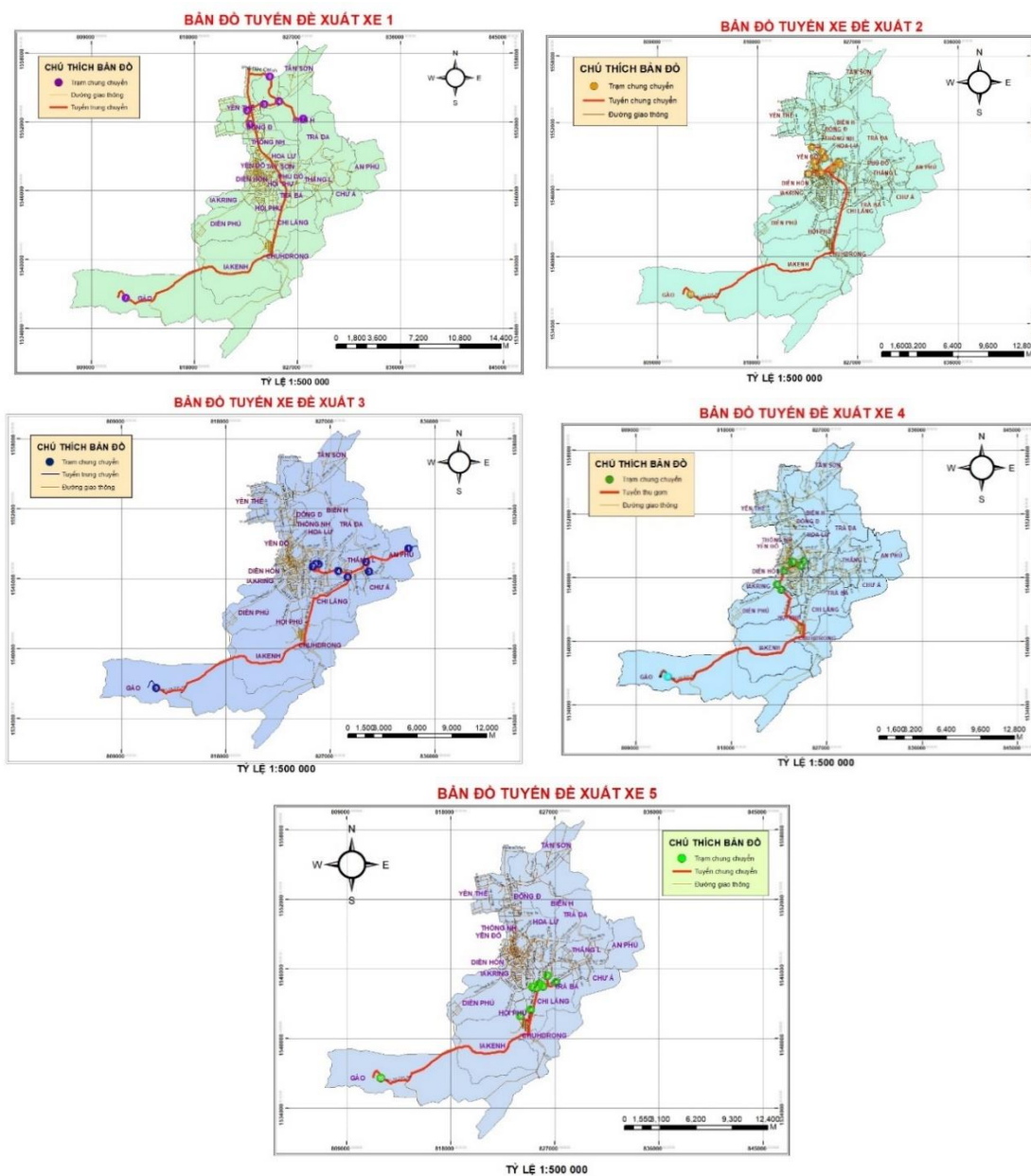
Hình 3: Bản đồ hiện trạng mạng lưới thu gom CTRSH

Toàn thành phố hiện nay bố trí 11 xe thu gom phân bố đều ở các xã, phường, riêng chỉ có 4 xã (Gào, Iakenh, Chuhdrong và Tân Sơn) không sử dụng dịch vụ thu gom [6].

Vì xe chiếm diện tích tương đối lớn nên các tuyến thu gom được bố trí chủ yếu tập trung ở những con đường chính để thuận lợi cho quá trình lưu thông.

Xe được bố trí thu gom chạy qua cùng một trạm trung chuyển nhiều lần và chạy trùng lặp giữa các tuyến đường nên dẫn đến tình trạng tiêu tốn nhiên liệu, tiêu tốn thời gian dẫn đến tăng chi phí thu gom vận chuyển.

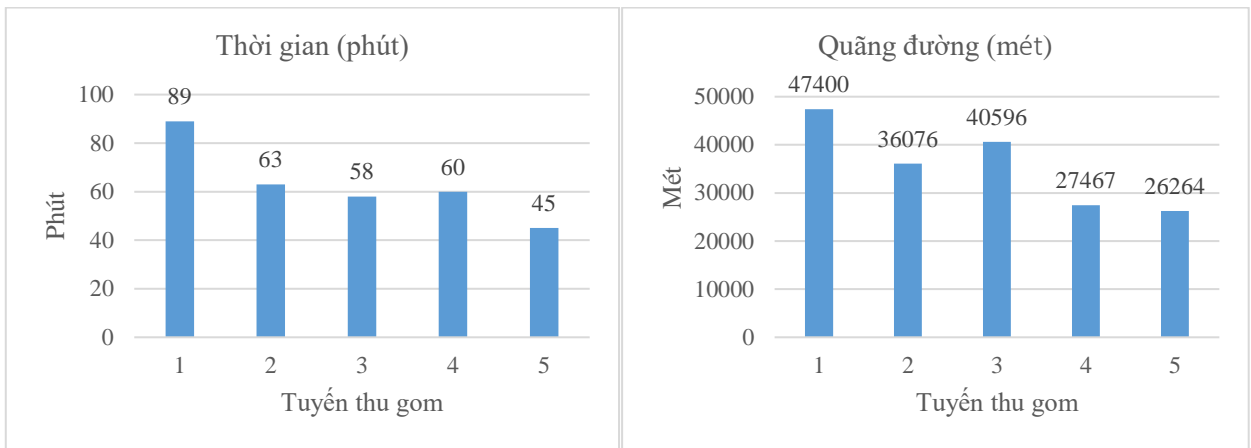
3.2 Xây dựng bản đồ vạch tuyến thu gom đề xuất



Hình 4: Tuyến thu gom tối ưu về đoạn đường và thời gian của năm xe đề xuất

Dựa vào dữ liệu hiện trạng chất thải rắn, các tiêu chuẩn lựa chọn tuyến đường sau đó sử dụng chức năng phân tích mạng lưới trong GIS đã xây dựng được tuyến đường đi cho năm xe thu gom đảm bảo sao cho các xe này có thể thu gom hết được lượng rác thải phát sinh mỗi ngày mà còn có đường đi tối ưu nhất và thời gian ngắn nhất.

Tuyến số một sẽ bố trí cho xe đi thu gom ở bốn phường đó là Yên Thế, Đống Đa, Biên Hòa, Trà Đa. Tuyến số hai sẽ bố trí cho xe thu gom ở bốn phường đó là Thông Nhất, Hoa Lư, Yên Đỗ, Tây Sơn. Tuyến số ba sẽ bố trí cho xe thu gom ở bốn phường An Phú, Chư Á, Thăng Lợi, Phù Đồng. Tuyến số bốn sẽ bố trí cho xe thu gom ở bốn phường Diên Hồng, Hội Thương, Iakring, Diên Phú. Tuyến số năm sẽ bố trí cho xe thu gom ở ba phường Trà Bá, Chi Lăng, Hội Phú.



Hình 5: Biểu đồ thời gian và quãng đường của năm xe thu gom được đề xuất

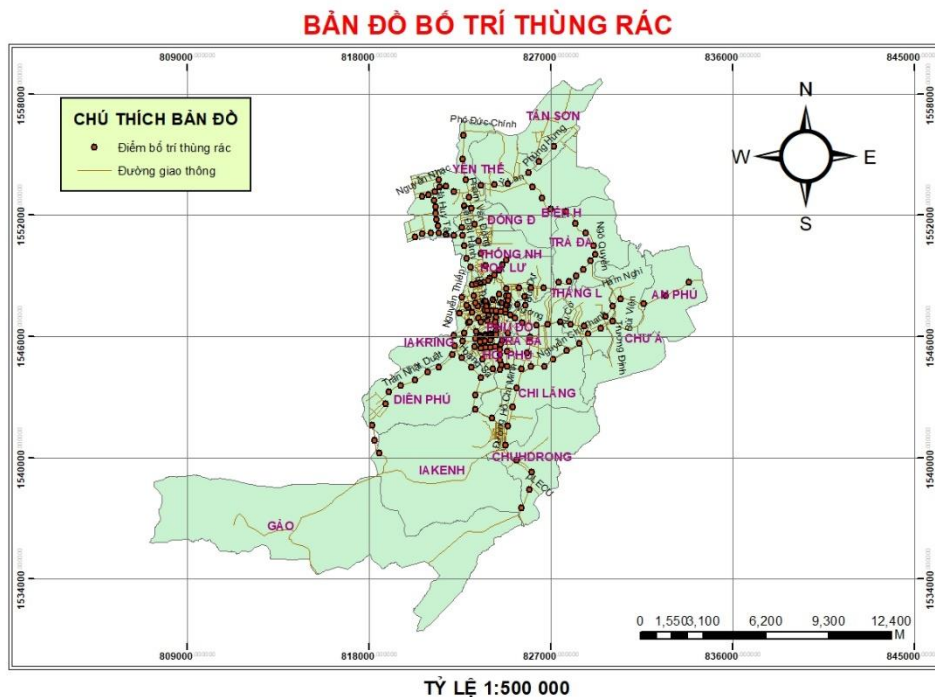
Thời gian xe chạy từ điểm bắt đầu tuyến thu gom đến điểm cuối của tuyến dao động từ 45 đến 89 phút tùy thuộc vào số lượng rác của mỗi xe và đoạn đường xe chạy.

Một chuyến thu gom có thể kéo dài từ 26 km đến 47 km.

Xe ba có quãng đường dài hơn xe hai nhưng thời gian đi lại ngắn hơn xe hai vì xe ba có ít trạm trung chuyển hơn xe hai và các trạm trung chuyển của xe ba được bố trí gần nhau nên thời gian xe ba dừng lại để lấy rác ít hơn xe hai, thời gian xe hai lấy rác các trạm thì xe ba sẽ chạy được quãng đường dài hơn.

Xe bốn và xe năm có quãng đường đi tương đối gần nhau mà thời gian xe bốn lại lớn hơn xe năm là do xe bốn lấy rác tại các trạm trung chuyển có số lượng rác lớn hơn nên thời gian bốc rác lên xe lâu hơn xe năm.

3.3 Bản đồ bố trí thùng rác



Hình 6: Bố trí thùng rác công cộng đề xuất

Thực hiện chức năng *Create point from lines* trong ArcGIS để bố trí lại thùng rác. Vì số thùng rác của thành phố hiện có là 414 thùng nên sẽ không bố trí hai bên đường mà chỉ bố trí một bên đường. Với số lượng hiện tại nên sẽ đề xuất một bên đường để thuận tiện cho việc bố trí lần sau. Với 414 cái thùng rác hiện có nên

được bố trí nằm khắp các tuyến đường chính với khoảng 150 mét đặt một thùng và người dân trong vòng bán kính 75 mét có thể đi bỏ rác vào thùng.

3.4 Đánh giá tuyến thu gom đề xuất mới

Từ kết quả đề xuất bản đồ tuyến thu gom đã cho thấy tổng thời gian thu gom chất thải rắn và khoảng cách di chuyển được cải tiến tốt hơn so với tuyến thu gom thực tế đang được áp dụng tại thành phố Pleiku.

Việc ứng dụng GIS trong công tác quản lý chất thải rắn tại thành phố Pleiku là hết sức cần thiết vì GIS hỗ trợ công tác quản lý dễ dàng hơn, có thể nhìn được tổng thể hệ thống thu gom và xem, chỉnh sửa được thông tin chi tiết từng điểm thu gom hay các tuyến vận chuyển. GIS còn hỗ trợ cho công tác quản lý tuyến đường thu gom, tính toán được đoạn đường di chuyển của các xe chở rác, tọa độ các điểm thu gom, trạm trung chuyển mà không cần phải đến thực địa.

4 KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu đánh giá và xây dựng bản đồ quản lý hệ thống thu gom chất thải rắn trên địa bàn thành phố Pleiku đưa đến những kết luận như sau:

Đánh giá được hiện trạng của hệ thống thu gom – vận chuyển CTR của các phường trong thành phố. Đồng thời qua đó ta thấy được ưu, khuyết điểm của công tác quản lý hệ thống thu gom, vận chuyển CTR của các phường trong thành phố, nghiên cứu đã lập được một số bản đồ để có cái nhìn tổng quát về tình trạng phát sinh chất thải, vạch ra các tuyến đường thu gom thích hợp và bố trí lại thùng rác sao cho hợp lý để quá trình thu gom chất thải đạt hiệu quả tối ưu nhất, thúc đẩy thành phố Pleiku ngày càng phát triển.

Xây dựng được bộ cơ sở dữ liệu không gian cho hệ thống thu gom – vận chuyển CTR tại các phường trên địa bàn thành phố Pleiku để qua đó hỗ trợ cho công tác quản lý hệ thống thu gom – vận chuyển được tốt hơn và đề xuất các biện pháp phân loại rác tại nguồn, phân loại và hình thức lưu trữ rác thải, các biện pháp hoàn thiện công tác quản lý. Để từ đó khắc phục các vấn đề khó khăn và yếu kém trong quá trình thu gom – vận chuyển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Cục thống kê tỉnh Gia Lai (2019). Niên giám thống kê tỉnh Gia Lai năm 2019
- [2] Trần Vĩnh Phước, Lưu Đình Hiệp, Phan Thị Bích Liên, Trần Vĩnh Trung, Phan Hiền Vũ, Nguyễn Văn Xanh. GIS đại cương phần thực hành. Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2003
- [3] Nguyễn Tiến Hoàng, Lê Bảo Tuấn, Lê Văn Thăng, Ứng dụng GIS sắp xếp lại hệ thống thu gom chất thải rắn tại thành phố Huế, *Tạp chí khoa học, Đại học Huế*, số 59, 2010
- [4] B.G. Wilson, J.K Vincent, Estimating waste transfer station delays using GPS. *Waste Management*, 2007 doi:10.1016/j.wasman.2007.09.020
- [5] Công ty Cổ phần công trình đô thị Gia Lai. Báo cáo tổng hợp công tác quản lý môi trường đô thị tỉnh Gia Lai. Pleiku, 2020
- [6] UBND Thành phố Pleiku, Báo cáo công tác quản lý chất thải rắn sinh hoạt trên địa bàn thành phố Pleiku, Số 282/CV-QLĐT, 2019

ID: YSC3F.105

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC RỪNG Ở TRẠNG THÁI RỪNG IIIA₃ TẠI VƯỜN QUỐC GIA KON KA KINH, TỈNH GIA LAI

ĐẶNG LÊ THANH LIÊN¹, NGUYỄN HOÀNG BẢO KHOA¹, NGUYỄN THỊ LAN THƯƠNG¹,
NGUYỄN MINH KỶ^{1*}

¹Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

* ngminhky@yahoo.com

Tóm tắt. Vườn Quốc gia Kon Ka Kinh là một trong những khu vực bảo tồn đa dạng sinh học của Việt Nam, nơi chứa đựng nhiều giá trị khoa học. Nghiên cứu nhằm mục đích đánh giá đặc điểm cấu trúc rừng ở trạng thái rừng IIIA₃ tại Vườn Quốc gia Kon Ka Kinh, tỉnh Gia Lai. Trong đó, tiến hành thực hiện lập 6 ô tiêu chuẩn (OTC) điển hình đại diện cho tình hình sinh trưởng của trạng thái rừng IIIA₃ tại tiểu khu 432, diện tích mỗi OTC tương ứng 2.000 m² (40 m x 50 m) và 5 ô dạng bản 25 m² (5 m x 5 m). Các thông số đo đạc gồm đặc điểm tổ thành; mật độ; độ hỗn giao; phân bố trữ lượng theo cấp đường kính (M/D_{1,3}); phân bố số cây theo cấp chiều cao (N%/H_{vn}), theo cấp đường kính (N%/D_{1,3}) của tầng cây gỗ lớn và một số đặc điểm tầng cây tái sinh. Tại khu vực nghiên cứu, tổ thành loài cây gỗ lớn xuất hiện 28 loài thực vật, trong đó có 4/28 loài tham gia vào công thức tổ thành. Trữ lượng bình quân là 239,3 m³/ha, phân bố trữ lượng theo cấp kính là không đồng đều cấp. Phân bố phần trăm (%) số cây theo cấp đường kính (N%/D_{1,3}) và theo cấp chiều cao (N%/H_{vn}) có dạng phân bố giảm phù hợp với đặc trưng của trạng thái rừng IIIA₃. Lớp cây tái sinh với 4 loài tham gia vào công thức tổ thành như Ngát (*Gironniera subaequalis* Planch) chiếm 5,8%, Thông nạng (*Dacrycarpus imbricatus* (Blume) de Laub.) chiếm 5,6%, Vôi thuộc (*Schima wallichii* Choisy) chiếm 5,6% và Dẻ xanh (*Lithocarpus pseudosundaicus* A. Camus.) chiếm 5,5%. Mật độ cây tái sinh dày 13.053 cây/ha, chất lượng cây tái sinh tại khu vực nghiên cứu chủ yếu là trạng thái đang sinh trưởng tốt và có nguồn gốc từ hạt, tập trung ở cấp chiều cao H < 1 m. Kết quả của nghiên cứu cho thấy rừng tại khu vực điều tra đang trong quá trình phục hồi và phát triển tốt. Đây là cơ sở quan trọng trong xây dựng chính sách quản lý nhằm bảo vệ và phát triển bền vững tài nguyên rừng.

Từ khóa. Vườn Quốc gia Kon Ka Kinh, phát triển bền vững, tài nguyên rừng, cấu trúc rừng, đa dạng sinh học.

STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF FOREST STATE IIIA₃ IN KON KA KINH NATIONAL PARK, GIA LAI PROVINCE

Abstract. Kon Ka Kinh National Park is one of the biodiversity conservation areas of Vietnam, which contains many important scientific values. This study aims to assess the structural characteristics of forest state IIIA₃ in Kon Ka Kinh National Park, Gia Lai province. The survey was conducted at six the standard plots representing the growth of forest status IIIA₃ in sub-area 432, the total area of each the standard plots corresponds to 2,000 m² (40 m x 50 m) and five sub-plots in each plots 25 m² (5 m x 5 m). Measured parameters include component characteristics; density; mixture; the possible reserve distribution according to diameters (M/D_{1,3}); distribution of plants according to height levels (N%/H_{vn}), diameter class (N%/D_{1,3}) of the largely plant layer, and other characteristics of regeneration tree layers. There were 28 largely wooden species in the studied area which 4/28 species are involved in the composition formula. The average volume was 239.3 m³/ha, and the distribution of volume according to the diameter category was different. The percentage distribution (%) of trees by diameter class (N%/D_{1,3}) and by height level (N%/H_{vn}) had a reduced distribution consistent with the characteristics of forest status IIIA₃. Regenerating trees include four species participate in the composition formula, such as *Gironniera subaequalis* Planch (5.8%), *Dacrycarpus imbricatus* (Blume) de Laub. (5.6%), *Schima wallichii* Choisy (5.6%) and *Lithocarpus pseudosundaicus* A. Camus. (5.5%). The density of regenerated trees was equal to 13,053 trees/ha, the quality of regenerated trees in the study area with a healthy status, and sources from seeds and concentrated at the height H < 1 m. The researching results showed that the forest situation is recovering and developing process. This is an important basis for making management policies aim to protect and develop sustainable forest resources.

Keywords. Kon Ka Kinh National Park, sustainable development, forest resources, forest structure, biodiversity.

1. GIỚI THIỆU

Tài nguyên rừng tự nhiên có vai trò chủ yếu trong công tác phòng hộ, bảo vệ môi trường sinh thái và bảo tồn giá trị đa dạng sinh học [1, 19, 21]. Mức độ đa dạng sinh học vốn được xem là yếu tố quan trọng và góp phần nâng cao giá trị bảo tồn các hệ sinh thái [18]. Nhìn chung, hoạt động đánh giá biến động tài nguyên rừng có vai trò trọng tâm trong việc bảo tồn và phát triển bền vững giá trị đa dạng sinh học [13]. Có thể thấy việc trồng rừng tại phân khu phục hồi sinh thái rừng đặc dụng giúp phủ xanh đất trống, chống lún chiêm và tái lấn chiếm đất rừng; đồng thời bảo tồn nguồn gen, làm tăng tính đa dạng và phong phú thành phần các loài cây. Chính vì lẽ đó đến nay, hiện có nhiều công trình nghiên cứu đặc điểm cấu trúc lâm phần, sự đa dạng sinh học để đề xuất giải pháp thích hợp [2, 5, 9, 10, 11, 17, 24].

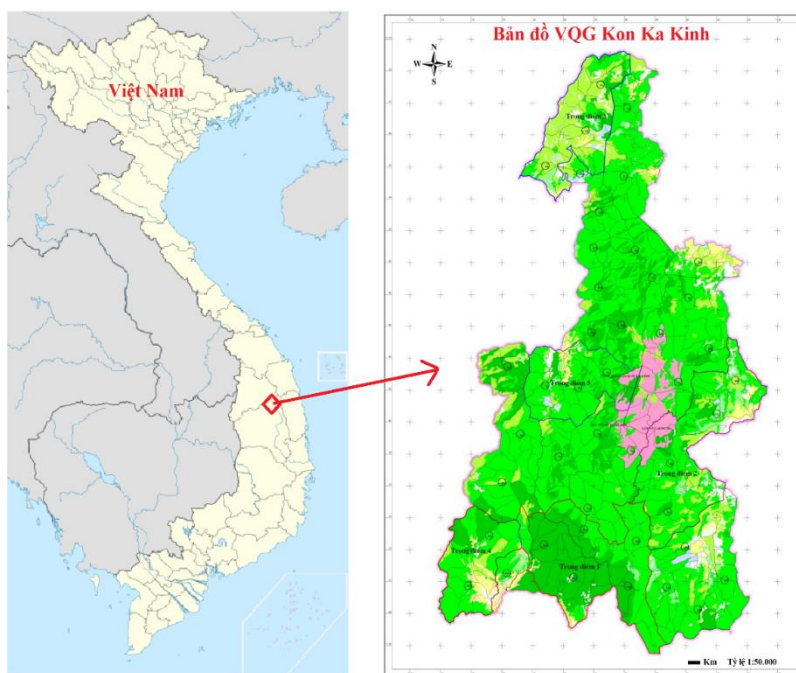
Trong khi, Vườn Quốc gia (VQG) Kon Ka Kinh là một trong những VQG được đưa vào danh sách các khu rừng đặc dụng nhằm bảo tồn rừng á nhiệt đới núi cao với các loài hạt trần. Vườn chính thức thành lập trên cơ sở chuyển đổi và nâng cấp từ Khu bảo tồn thiên nhiên Kon Ka Kinh với diện tích 41.780 ha. Do đặc điểm đa dạng về địa hình, khí hậu và một số yếu tố khác, VQG Kon Ka Kinh có hệ thực vật rừng rất phong phú; nơi hội tụ các luồng thực vật khác nhau, nhiều loài đặc hữu và một số loài quý hiếm thuộc Sách đỏ Việt Nam và Thế giới. Theo thống kê, hệ động thực vật rừng gồm 652 loài thực vật có mạch, 42 loài thú, 160 loài chim, 51 loài bò sát và 209 loài [14]. Tuy nhiên, nguồn tài nguyên rừng VQG Kon Ka Kinh đang đứng trước những thách thức suy giảm về số lượng và chất lượng. Để duy trì và bảo vệ tính đa dạng của VQG như hiện nay, công tác lâm nghiệp cần tiếp tục áp dụng các biện pháp kỹ thuật lâm sinh tác động hợp lý, đảm bảo tính ổn định, tăng cường và phát huy các chức năng của rừng. Vì vậy, nghiên cứu đặc điểm cấu trúc rừng là cơ sở quan trọng giúp các nhà quản lý chủ động trong việc xác lập các kế hoạch và lựa chọn biện pháp kỹ thuật tác động chính xác vào rừng, góp phần quản lý, bảo vệ và phát triển rừng bền vững. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định một số đặc điểm cấu trúc rừng ở trạng thái rừng IIIA₃ – trường hợp điển hình tại VQG Kon Ka Kinh, tỉnh Gia Lai.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Đối tượng: Nghiên cứu tập trung xác định một số đặc điểm cấu trúc rừng ở trạng thái rừng IIIA₃ tại tiểu khu 432 về đặc điểm tổ thành; mật độ; độ hỗn giao; phân bố trữ lượng theo cấp đường kính ($M/D_{1,3}$); phân bố số cây theo cấp chiều cao ($N\%/H_{vn}$), theo cấp đường kính ($N\%/D_{1,3}$) của tầng cây gỗ lớn và một số đặc điểm tầng cây tái sinh như tổ thành, mật độ, phân bố cây tái sinh theo chất lượng, nguồn gốc và chiều cao.

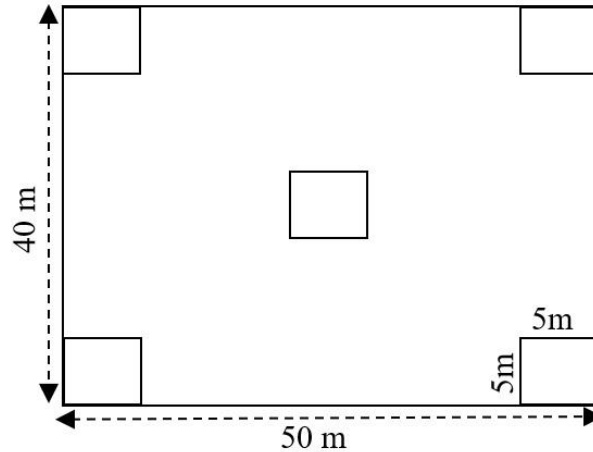
- Phạm vi: VQG Kon Ka Kinh nằm ở tọa độ địa lý từ 14°09'22" đến 14°29'52" vĩ độ Bắc và từ 108°15'26" đến 108°27'25" kinh độ Đông (Hình 1), tọa lạc về phía Đông Bắc tỉnh Gia Lai, cách Thành phố Pleiku 50 km theo hướng Đông Bắc. VQG phân bố trên phạm vi ranh giới các huyện Kbang, Mang Yang và Đăk Đoa.



Hình 1: Bản đồ khu vực nghiên cứu (VQG Kon Ka Kinh, 2019).

2.2. Phương pháp thu thập số liệu

Căn cứ các nghiên cứu trước đây [5, 8, 9, 10, 17], nghiên cứu thực hiện lập 6 ô tiêu chuẩn (OTC) điển hình đại diện cho tình hình sinh trưởng của trạng thái rừng IIIA₃ tại tiểu khu 432 thuộc VQG Kon Ka Kinh. Tọa độ địa lý VN2000 vị trí các điểm lấy mẫu (OTC) lần lượt: X1 = 476560, Y1 = 1573904; X2 = 477462, Y2 = 1553510; X3 = 476723, Y3 = 1573280; X4 = 475236, Y4 = 1573328; X5 = 475667, Y5 = 1572877; X6 = 475130, Y6 = 1572694. Diện tích mỗi OTC tương ứng 2.000 m² (40 m x 50 m) và 5 ô dạng bản 25 m² (5 m x 5 m) trên 6 OTC (Hình 2).



Hình 2: Ô tiêu chuẩn điều tra thực địa.

Trong mỗi OTC, các nhân tố điều tra của tầng cây gỗ lớn và cây tái sinh được đo đếm theo quy trình điều tra rừng [4]. Cụ thể, tiến hành điều tra thành phần loài cây gỗ lớn (đường kính ngang ngực $D_{1,3} \geq 6,0$ cm) được thống kê theo loài. Danh lục tên loài, chi và họ được xác định theo các tài liệu Phạm Hoàng Hộ (1999) [16], Trần Hợp và Nguyễn Bội Quỳnh (2003) [20]. Chỉ tiêu $D_{1,3}$ (cm) của cây được xác định thông qua đo đường kính ngang ngực thân cây theo hai chiều Đông Tây và Nam Bắc bằng thước kẹp kính với độ chính xác 0,1 cm; chỉ tiêu chiều cao vút ngọn H_{vn} (m) của cây được đo đạc bằng thước Blume - Leiss với độ chính xác 0,5 m.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

2.3.1. Phương pháp tính toán đặc trưng mẫu

Đối với chỉ tiêu nhân tố cấu trúc, ở mỗi OTC các nhân tố cấu trúc được tính toán bao gồm: mật độ (N), đường kính bình quân ($D_{1,3}$), chiều cao bình quân (H_{vn}) và trữ lượng (M). Xác định phân bố % số cây theo cấp đường kính ($N\%/D_{1,3}$), phân bố % số cây theo cấp chiều cao ($N\%/H_{vn}$), phân bố trữ lượng theo cấp đường kính ($M/D_{1,3}$). Đồng thời, biểu diễn phân bố của các nhân tố được lập và tần suất ($N\%$) tương ứng.

2.3.2. Tổ thành loài cây

Nhằm xác định tổ thành loài cây, nghiên cứu sử dụng phương pháp xác định mức độ quan trọng loài cây gỗ trong các ô đo đếm (Important Value - IV%) theo công thức (1) của [6]:

$$IV\% = (Ni\% + Gi\%)/2 \quad (1)$$

Trong đó, IV% là tỷ lệ tổ thành loài i; $Ni\%$ là phần trăm số cây của loài i trong quần xã; $Gi\%$ là phần trăm tiết diện ngang của loài i trong quần xã. Những loài cây có giá trị $IV\% > 5\%$ được xem là loài có ý nghĩa về mặt sinh thái [7]. Đối với nhóm dưới 10 loài cây có tổng $IV\% > 50\%$ tổng cá thể tầng cây cao được xem là nhóm loài ưu thế hay ưu hợp thực vật [19].

2.3.3. Độ hỗn giao

Để tính toán độ hỗn giao (K), nghiên cứu áp dụng công thức (2):

$$K = X/N \quad (2)$$

Trong đó, K là độ hỗn giao; X là tổng số loài; N là tổng số cây. Với, $0 < K < 1$: Rừng hỗn loài có loài hỗn giao; $0 < K < 0,5$: Rừng hỗn loài có độ hỗn giao thấp; và $0,5 < K < 1$: Rừng hỗn loài có độ hỗn giao cao.

2.3.4. Xác định mật độ

Tính toán và xác định mật độ (N/ha), nghiên cứu sử dụng công thức (3):

$$N/ha = n/S \times 10.000 \quad (\text{cây/ha}) \quad (3)$$

Trong đó, n: Tổng số cá thể trong các ô tiêu chuẩn (cây); S: Diện tích của ô tiêu chuẩn (m²).

2.3.5. Phân bố cây tái sinh theo cấp chất lượng và nguồn gốc

- Chất lượng: Cây tái sinh phân theo cấp chất lượng khỏe và yếu.
- Nguồn gốc: Cây tái sinh phân theo cấp tái sinh nguồn gốc hạt và tái sinh chồi.

2.3.6. Phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao

Đối với cây có $D_{1,3} < 6,0$ cm được phân chia theo Cấp I: $H < 1$ m, Cấp II: $1 \leq H < 2$, Cấp III: $2 \leq H < 3$ m, Cấp IV: $H \geq 3$ m.

2.3.7. Phương pháp thống kê

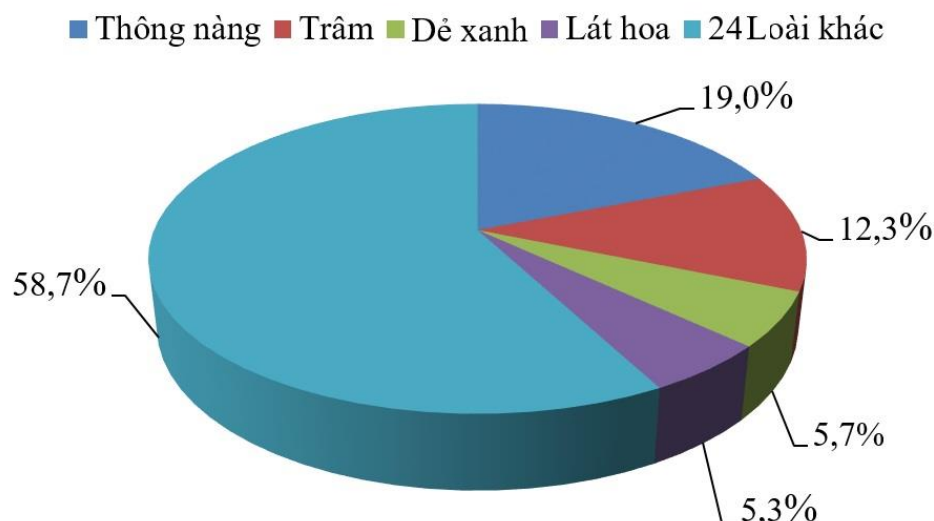
Số liệu nghiên cứu được thống kê và xử lý số liệu bằng các phần mềm Excel 2010 và Statgraphic V.15.1 (StatPoint Technologies, Inc., Virginia, USA)

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm cấu trúc tầng cây gỗ lớn Vườn Quốc gia Kon Ka Kinh

3.1.1. Tổ thành thực vật

Tổ thành thực vật là nhân tố quan trọng trong cấu trúc lâm phần và có vai trò ảnh hưởng đến đặc điểm sinh thái rừng. Hình 3 thể hiện tổ thành thực vật thân gỗ của khu vực nghiên cứu ở VQG Kon Ka Kinh. Kết quả điều tra tại 6 OTC cho thấy 28 loài với 989 cá thể được đo đếm. Trong đó, bao gồm 4/28 loài tham gia vào tổ thành loài thực vật, có ý nghĩa lớn về mặt sinh thái và là thành phần chính hình thành nên tán rừng.



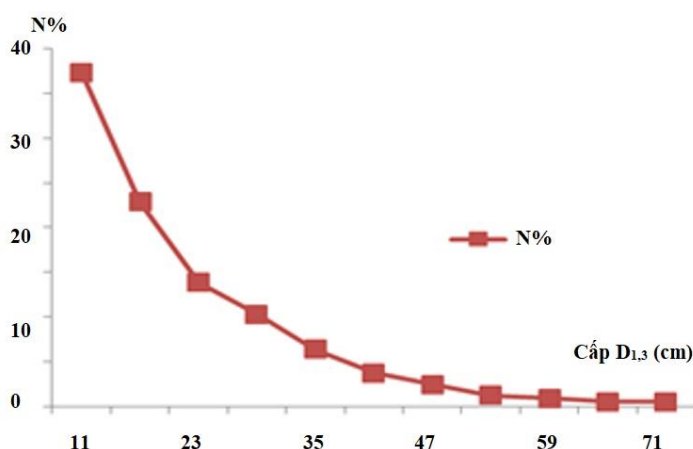
Hình 3: Tổ thành thực vật thân gỗ (Tn: Thông nài, Tr: Trâm, Dx: Dẻ xanh, Lh: Lát hoa, Lk: Loài khác). Kết quả tính toán tổ thành thực vật thân gỗ theo chỉ số quan trọng cho từng trạng thái rừng có công thức: $IV\% = 0,190 Tn + 0,123 Tr + 0,057 Dx + 0,053 Lh + 0,587 Lk$. Có thể thấy, tổ thành thực vật biểu thị tỷ trọng của loài hay nhóm loài cây chiếm trong lâm phần và là chỉ tiêu quan trọng đánh giá mức độ đa dạng sinh học, tính bền vững, ổn định hệ sinh thái [17]. Những loài cây gỗ lớn có giá trị tham gia vào mật độ rất cao, điển hình là sự hiện diện của loài Lát hoa (*Chukrasia tabularis* A.Juss.) (gỗ nhóm I). Ngoài các loài có tỷ lệ cao, nhóm các loài khác (Lk) chiếm một tỷ lệ lớn trong công thức tổ thành loài (58,7%) nhưng chỉ số IV% của từng loài tương đối nhỏ. Tuy vậy, các loài này là thành phần không thể thiếu trong cấu trúc của rừng cũng như tạo nên sự đa dạng và phong phú của các loài trong khu vực nghiên cứu. Tại khu vực nghiên cứu xuất hiện loài cây gỗ có giá trị kinh tế cao như Sơn huyết (*Melanorrhoea usitata* Wall) (gỗ nhóm I), Sến mật (*Shorea cochinchinensis* Pierre) (gỗ nhóm II), v.v.. Do đó, nhu cầu bức thiết cần nâng cao hơn nữa công tác bảo vệ rừng và giữ gìn các loài cây gỗ có giá trị. Cụ thể, thúc đẩy vai trò cộng đồng dân cư sinh sống và có các hoạt động sinh kế gắn liền với các nguồn tài nguyên rừng [12]. Đồng thời tác động các biện pháp kỹ thuật lâm sinh để tạo điều kiện và không gian cho các loài có giá trị kinh tế, quý hiếm sinh trưởng và phát triển.

3.1.2. Độ hỗn giao của rừng

Kết quả tính toán độ hỗn giao với giá trị $K = 0,028$ ($0 < K < 0,5$) cho thấy rừng tại khu vực VQG Kon Ka Kinh có độ hỗn giao thấp. Về lâu dài cần có các biện pháp kỹ thuật lâm sinh phù hợp như làm giàu rừng bằng một số loài cây bản địa và các loài cây lâm sản ngoài gỗ. Qua đó có thể cải thiện sự đa dạng hệ cây gỗ và các sản phẩm phụ (quả, vỏ cây) có giá trị kinh tế. Ngoài ra, các biện pháp lâm nghiệp cộng đồng cũng góp phần giảm thiểu các tác động tiêu cực của con người đến rừng, đảm bảo tính ổn định và bền vững, tạo điều kiện để rừng phát triển theo hướng tự nhiên.

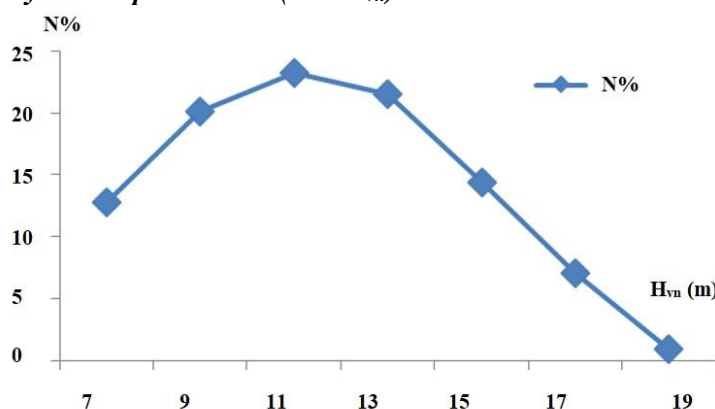
3.1.3. Phân bố % số cây theo cấp đường kính ($N\%/D_{1,3}$)

Nhìn chung, kết quả về đường kính cây tỷ lệ nghịch với số lượng cây (Hình 4). Sự phân bố % số cây theo cấp đường kính theo dạng phân bố giảm, có đỉnh lệch trái. Hệ số biến động chỉ tiêu đường kính lớn ($CV = 56,5\%$) chứng tỏ trạng thái rừng tại khu vực VQG Kon Ka Kinh có sự phân hóa lớn về đường kính, lớp cây kế cận đang vươn lên và phát triển mạnh mẽ. Như vậy, số lượng cây tập trung nhiều ở cấp đường kính nhỏ cho thấy phù hợp với đặc trưng của trạng thái rừng IIIA₃ ở VQG Kon Ka Kinh.



Hình 4: Phân bố % số cây theo cấp đường kính ($N\%/D_{1,3}$).

3.1.4. Phân bố % số cây theo cấp chiều cao ($N\%/H_{vn}$)

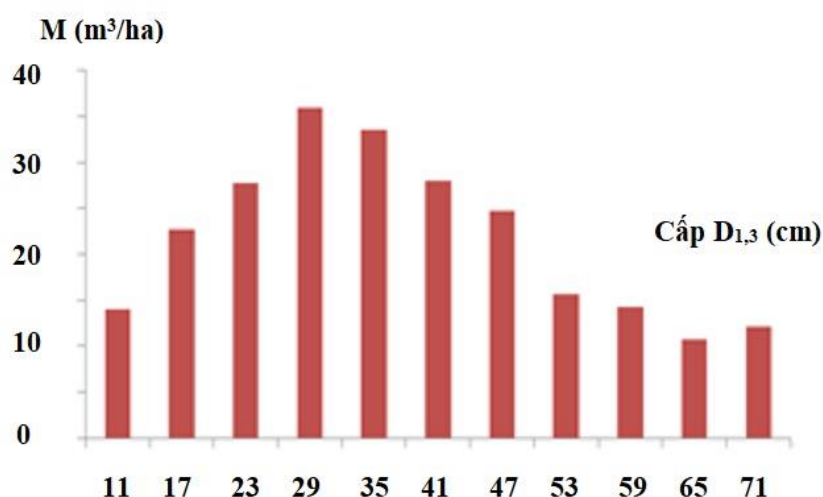


Hình 5: Phân bố % số cây theo cấp chiều cao ($N\%/H_{vn}$).

Phân bố % số cây theo cấp chiều cao có dạng lệch trái, chiều cao trung bình và hệ số biến động (CV) khá lớn lần lượt là 12,01 m và 24,5%. Hình 5 cho thấy số cây tập trung tại cấp chiều cao 10-12 m chiếm tỷ lệ cao nhất (23,3%), tương ứng số lượng 230 cây. Biên độ biến động về chiều cao lớn chỉ ra rừng tại khu vực VQG Kon Ka Kinh đang biến động mạnh và lớp cây kế cận phát triển rất tốt. Nhìn chung, rừng đang trong quá trình phục hồi mạnh mẽ, và có khả năng duy trì trạng thái tốt, đảm bảo độ che phủ cho tương lai.

3.1.5. Phân bố trữ lượng theo cấp đường kính ($M/D_{1,3}$)

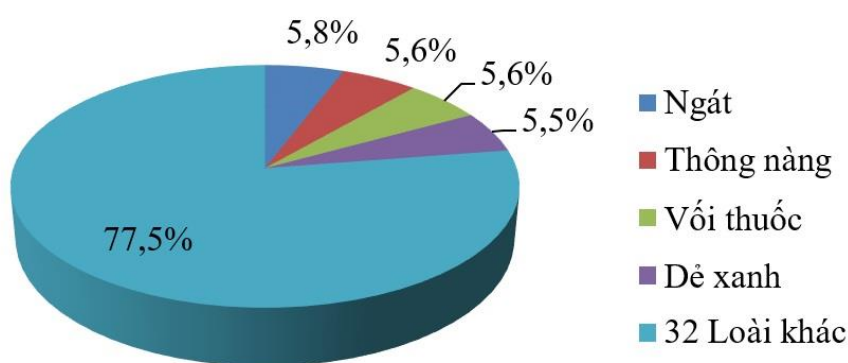
Thống kê trữ lượng bình quân tại khu vực VQG Kon Ka Kinh có kết quả 239,3 m³/ha. So sánh số liệu nghiên cứu tại VQG Ba Bê (Bắc Kạn) về tổng trữ lượng dao động trong khoảng 72,5 - 251,4 m³/ha [5]. Điều này cho thấy trữ lượng cây đứng dao động trong khoảng giá trị phân loại nhóm rừng giàu của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn năm 2009 [3]. Phân bố trữ lượng theo cấp kính chỉ ra sự không đồng đều giữa các cấp. Sự biến động không đồng đều của trữ lượng theo cấp kính thể hiện lâm phần có lớp cây kế cận khá mạnh mẽ và đã chịu tác động lớn của môi trường. Trữ lượng tập trung chủ yếu ở các cấp đường kính từ 20-50 cm và chiếm tỷ lệ 62,7% tổng trữ lượng của lâm phần (Hình 6). Ngược lại, ở cấp đường kính lớn với trữ lượng chiếm tỷ lệ thấp nhưng có giá trị kinh tế gỗ cao và giữ vai trò quan trọng trong việc duy trì hệ sinh thái cũng như tái sinh rừng.



Hình 6: Phân bố trữ lượng theo cấp đường kính ($M/D_{1,3}$).

3.2. Đặc điểm cấu trúc tầng cây tái sinh Vườn Quốc gia Kon Ka Kinh

3.2.1. Tổ thành loài cây tái sinh



Hình 7: Tổ thành loài cây tái sinh dưới tán rừng.

Hình 7 cho thấy tại khu vực nghiên cứu xuất hiện 4/36 loài chiếm ưu thế như Ngát, Thông nàng, Vối thuốc và Dẻ xanh. So sánh với công thức tổ thành loài của tầng cây gỗ lớn chỉ ra tầng cây tái sinh dưới tán rừng có sự kế thừa nguồn gốc tại chỗ từ tầng cây gỗ lớn như Thông nàng, Trâm hay Dẻ xanh. Một số loài như Ngát, Vối thuốc không ưu thế tầng cây gỗ nhưng chiếm tỷ lệ cao trong phần tái sinh. Sự kế thừa này không hoàn toàn vì có sự xuất hiện thêm một số loài mới khác với tầng cây mẹ và ngược lại. Mật độ cây tái sinh rất dày, 13.053 cây/ha (Bảng 1) khẳng định rừng đang trong quá trình phát triển và phục hồi tốt. Như vậy, sự phân bố cây gỗ tái sinh có ý nghĩa quan trọng trong quá trình đánh giá phục hồi tài nguyên rừng và đề ra biện pháp điều chỉnh thích hợp.

3.2.2. Phân bố cây tái sinh theo chất lượng

Bảng 1: Phân bố cây tái sinh theo chất lượng dưới tán rừng.

Chất lượng	N (750 m ²)	N/ha	N%
Khỏe	899	11.987	91,8
Yếu	80	1.066	8,2
Tổng	979	13.053	100,0

N: Số lượng cây tái sinh (cây); N/ha: Mật độ cây tái sinh (cây/ha); N%: Tỷ lệ cây tái sinh (%)

Bảng 1 cho thấy số lượng cây tái sinh có chất lượng khỏe chiếm đa số với mật độ 11.987 cây/ha (chiếm 91,8% tổng số cây tái sinh), số lượng cây tái sinh có phẩm chất yếu rất ít với mật độ 1.066 cây/ha (chiếm 8,2% tổng số cây tái sinh). Qua đó thể hiện chất lượng cây tái sinh tốt, thực trạng tái sinh tại khu vực nghiên cứu ở VQG Kon Ka Kinh diễn ra rất mạnh mẽ. Đặc điểm này còn mang ý nghĩa quan trọng trong việc duy trì sự phát triển bền vững các thảm thực vật. Kết quả thống kê mật độ cây tái sinh dày (13.053 cây/ha) do đó cần các biện pháp tác động tích cực vào rừng sớm để cây rừng có thể sinh trưởng và phát triển tốt. Có thể thấy sự cần thiết tiến trình chăm sóc và nuôi dưỡng để tạo tầng cây cao có phẩm chất tốt trong tương lai.

3.2.3. Phân bố cây tái sinh theo nguồn gốc

Bảng 2: Phân bố cây tái sinh theo nguồn gốc dưới tán rừng.

Nguồn gốc	N (750 m ²)	N/ha	N%
Hạt	821	10.947	83,9
Chồi	158	2.106	16,1
Tổng	979	13.053	100,0

N: Số lượng cây tái sinh (cây); N/ha: Mật độ cây tái sinh (cây/ha); N%: Tỷ lệ cây tái sinh (%)

Kết quả nghiên cứu cho thấy các cây tái sinh tự nhiên chủ yếu có nguồn gốc tái sinh từ hạt và chất lượng tốt (Bảng 2). Về khí hậu, VQG Kon Ka Kinh thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, có 2 mùa rõ rệt; mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 11 và mùa khô bắt đầu từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau. Nhiệt độ trung bình năm dao động trong khoảng 21- 25°C [15]. Điều này tạo điều kiện sinh trưởng và phát triển của cây tái sinh tự nhiên trong khu vực VQG Kon Ka Kinh tương đối thuận lợi. Có thể thấy rằng, nguồn gốc cây tái sinh là nhân tố quyết định đặc điểm và tính chất diễn biến trạng thái rừng ở tương lai [22]. Số lượng cây hạt nhiều hơn cây chồi thể hiện rừng ít bị tác động bởi con người. Như vậy, chính các tác động có nguồn gốc tự nhiên lên rừng dẫn đến số lượng tái sinh hạt nhiều hơn tái sinh chồi.

3.2.4. Phân bố cây tái sinh theo chiều cao

Bảng 3: Phân bố cây tái sinh theo chiều cao dưới tán rừng.

Cấp chiều cao	N (750 m ²)	N/ha	N%
< 1 m	751	10.013	76,7
1 ≤ H < 2 m	156	2.080	15,9
2 ≤ H < 3 m	33	440	3,4
≥ 3 m	39	520	4,0
Tổng	979	13.053	100,0

N: Số lượng cây tái sinh (cây); N/ha: Mật độ cây tái sinh (cây/ha); N%: Tỷ lệ cây tái sinh (%)

Sự phân bố cây gỗ tái sinh theo chiều cao không những phản ánh sinh trưởng và phát triển lớp cây tái sinh, mà còn phản ánh khả năng phục hồi giá trị đa dạng tài nguyên rừng [8]. Bảng 3 trình bày phân bố cây tái sinh theo chiều cao dưới tán rừng ở VQG Kon Ka Kinh. Tỷ lệ (%) các loài ưu thế có cấp chiều cao tái sinh được thể hiện lần lượt thứ tự: $2 \leq H < 3$ m (3,4%); ≥ 3 m (4,0%); $1 \leq H < 2$ m (15,9%); < 1 m (76,7%). Như vậy, kết quả cây tái sinh tập trung chủ yếu ở cấp chiều cao $H < 1$ m (chiếm tỷ lệ 76,7%) đã thể hiện thực trạng tái sinh tại khu vực nghiên cứu đang diễn ra mạnh mẽ. Sự phân bố cây tái sinh theo chiều cao đảm bảo tính liên tục và khả năng tham gia vào tầng tán chính của rừng trong tương lai. Do đó, cần quan tâm các biện pháp tác động điều tiết cấu trúc tầng tán của lâm phần hợp lý theo hướng bền vững sinh thái.

4. KẾT LUẬN

Tại khu vực nghiên cứu ở VQG Kon Ka Kinh, xuất hiện 28 loài thực vật với 989 cá thể, trong đó có 4/28 loài chiếm ưu thế. Trữ lượng bình quân tại khu vực nghiên cứu là 239,3 m³/ha. Phân bố trữ lượng theo cấp kính là không đồng đều cấp. Độ hỗn giao của rừng thấp với giá trị $K = 0,028$. Phân bố % số cây theo cấp đường kính ($N\%/D_{1,3}$) và theo cấp chiều cao ($N\%/H_{vm}$) có dạng phân bố giảm phù hợp với đặc trưng của trạng thái rừng IIIA₃. Về cây tái sinh thống kê được 4/36 loài chiếm ưu thế bao gồm Ngát, Thông nạng, Vối thuốc và Dẻ xanh. Mật độ cây tái sinh dày 13.053 cây/ha, chất lượng cây tái sinh tại khu vực nghiên cứu ở trạng thái khỏe chiếm phần lớn với 91,8% tổng số cây tái sinh và có nguồn gốc chủ yếu từ hạt, tập trung ở cấp chiều cao $H < 1$ m. Kết quả nghiên cứu ở VQG Kon Ka Kinh cho thấy rừng đang trong quá trình phát triển và phục hồi tốt. Tuy nhiên, để đảm bảo chất lượng rừng cho tương lai cần tiến hành công tác chăm sóc, nuôi dưỡng rừng thích hợp; xây dựng chính sách quản lý bảo vệ và phát triển tài nguyên rừng bền vững./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S.M. Akira, Kenneth P.L., Lena G., Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems: a research agenda for applied forest Ecology, *Journal of Applied Ecology*, vol. 54, pp. 12–27, 2017.
- [2] F.J. Bohn, Huth A., The importance of forest structure to biodiversity–productivity relationships, *R. Soc. Open Sci.*, vol. 4, pp. 160521, 2017.
- [3] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, *Thông tư số 34/2009/TT-BNNPTNT ngày 10 tháng 6 năm 2009 - Quy định tiêu chí xác định và phân loại rừng*, Hà Nội, 2009.
- [4] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, *Thông tư số 33/2018/TT-BNNPTNT ngày 16 tháng 11 năm 2018 - Quy định về điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến rừng*, Hà Nội, 2018.
- [5] Cao Thị Thu Hiền, Nguyễn Đăng Cường, Bùi Mạnh Hưng, Nguyễn Văn Bích, Một số đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài cây gỗ của rừng lá rộng thường xanh tại Vườn Quốc gia Ba Bể, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, số 3, tr. 35-45, 2019.
- [6] J.T. Curtis, McIntosh R.P., An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin, *Ecology*, vol. 32, pp. 476-496, 1951.
- [7] M. Daniel, *Methodology and results of studies on the composition and structure of a terrace forest in Amazonia*, Georg-August-Universität Göttingen., Göttingen, 1982.
- [8] Hoàng Văn Hải, Nguyễn Thế Hưng, Đỗ Thị Hà, Đặc điểm tái sinh của các loài cây gỗ trong thảm thực vật trên núi đá vôi ở Thành phố Cẩm Phả (Quảng Ninh), *Tạp chí Khoa học & Công nghệ*, số 161(1), tr. 133 -138, 2017.
- [9] Hoàng Văn Tuấn, Bùi Mạnh Hưng, Cấu trúc chất lượng và đa dạng sinh học rừng tự nhiên tại Vườn Quốc gia Ba Bể - Bắc Kạn, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Bộ Nông nghiệp và PTNT*, số 15, tr. 108–115, 2018.
- [10] Lại Thanh Hải, Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc lâm phần có phân bố xoan như *Choerospondias axillaris* (Roxb.) Burt et Hill, *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 3, tr. 4455-4460, 2016.
- [11] W.L. Mason, Connolly T., Pommerening A., Edwards C., Spatial structure of semi-natural and plantation stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in northern Scotland, *Forestry*, vol. 80, tr. 567–586, 2007.
- [12] Nguyễn Minh Kỳ, Đánh giá nhận thức của cộng đồng về vấn đề tài nguyên và môi trường tại Khu Dự trữ Sinh quyển Đồng Nai, *Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển nông thôn, Bộ Nông nghiệp và PTNT*, số 15, tr. 19-24, 2016.

- [13] Nguyễn Minh Kỳ, Nguyễn Thị Lan Thương, Bùi Kim Phú, Trần Lê Hải Đăng, Ứng dụng viễn thám đánh giá biến động tài nguyên rừng: Trường hợp điển hình ở huyện Chưprông, tỉnh Gia Lai, *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học An Giang*, số 22(1), tr. 67 – 80, 2019.
- [14] Nguyễn Thị Oanh, Trương Văn Tuấn, Suy giảm tài nguyên rừng ở Vườn Quốc gia Kon Ka Kinh (tỉnh Gia Lai): Nguyên nhân và giải pháp, *Tạp chí Khoa học ĐHSP TP.HCM*, số 12(78), tr. 189-196, 2015.
- [15]. Cục thống kê Gia Lai, *Niên giám thống kê tỉnh Gia Lai năm 2019*, Gia Lai, 2020.
- [16] Phạm Hoàng Hộ, *Cây cỏ Việt Nam*, NXB Trẻ, TP. Hồ Chí Minh, 1999.
- [17] Phạm Quý Vân, Cao Thị Thu Hiền, Một số đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài tầng cây cao của rừng tự nhiên trạng thái IIIA tại huyện An Lão, tỉnh Bình Định, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, số 1, tr. 69-78, 2018.
- [18] N.S. Sodhi, Brook B., *Biodiversity crisis in Southeast Asia*, Charles Darwin University Press, 2009.
- [19] Thái Văn Trưng, *Thảm thực vật rừng Việt Nam*, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 1978.
- [20] Trần Hợp, Nguyễn Bội Quỳnh, *Cây gỗ kinh tế ở Việt Nam*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 2003.
- [21] B. Vira, Wildburger C., Mansourian S. *Forests, Trees and Landscapes for Food Security and Nutrition- A Global Assessment*, IUFRO Publishing House, 2015.
- [22] Vũ Quang Nam, Đào Ngọc Chương, Một số đặc điểm tái sinh tự nhiên của các trạng thái thảm thực vật ở khu vực gò đồi huyện Yên Mô, tỉnh Ninh Bình, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, số 3, tr. 36-45, 2017.
- [23] Vườn Quốc gia Kon Ka Kinh, *Bản đồ hiện trạng và giải pháp quản lý, bảo tồn đa dạng sinh học tại Vườn Quốc gia Kon Ka Kinh*, Gia Lai, 2019.
- [24] L. Zhang, Hui G., Hu Y., Zhao Z. Spatial structural characteristics of forests dominated by *Pinus tabulaeformis* Carr., *PLoS ONE*, vol. 13(4), pp. 0194710, 2018.

ID: YSC3F.106

VAI TRÒ CỦA CITRUS FIBER ĐẾN CÁC TÍNH CHẤT CẤU TRÚC CỦA MAYONNAISE CHAY, ÍT BÉO ĐƯỢC CHẾ BIẾN TỪ DỊCH ĐẬU VÁN VÀ DẦU DỪA

PHẠM THỊ THANH HƯƠNG¹, LÂM NGỌC MINH ANH¹, NGÔ TRUNG CHÁNH¹, NGUYỄN THỊ MINH NGUYỆT^{1*}

¹*Viện Công Nghệ Sinh học và Thực Phẩm, Đại học Công Nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh, Số 12, Nguyễn Văn Bảo, Phường 4, Quận Gò Vấp, Thành phố Hồ Chí Minh*

*: *nguyenthiminhnguyet@iuh.edu.vn*

Tóm tắt. Trong nghiên cứu này, dịch aquafaba từ đậu ván được sử dụng để thay thế trứng / sữa trong sản phẩm mayonnaise chay, ít béo nhằm đáp ứng xu hướng dinh dưỡng và sức khỏe trong cộng đồng ăn thuần chay trong những năm gần đây. Mục tiêu của nghiên cứu là xác định vai trò của Citrus fiber (CF) đến các tính chất cấu trúc của mayonnaise chay, ít béo từ dịch aquafaba thu nhận từ đậu ván và dầu dừa. Tổng cộng có 6 công thức (CT) gồm: 1 CT không sử dụng CF (đối chứng) và 5 CT ứng với hàm lượng CF 100 M40 và CF 300 FG lần lượt được khảo sát ở các mức 3 và 4% và phối trộn với tỷ lệ 2: 2% (% Klg). Công thức mayonnaise cơ bản (theo % Klg) bao gồm: xanthan gum 0,3%, đường 9,5%, giấm 4,5%, dầu dừa 4%, muối 1,7%, bột mù tạt 0,2%, acid citric 0,1%, chất bảo quản tự nhiên chiết xuất từ hương thảo (R10) 0,035%, chất màu tự nhiên beta-carotene 0,0032% và dịch aquafaba từ đậu ván được bổ sung đủ 100%. Các tính chất đặc trưng của mayonnaise như khả năng giữ nước, tạo nhũ và độ bền nhũ đã được đối sánh qua 6 CT. Kết quả cho thấy CF có vai trò đặc biệt trong việc hình thành cấu trúc của mayonnaise và ở hàm lượng CF 300 ở mức 3 % được ghi nhận là thích hợp nhất. Mô hình Q10 cũng đã được sử dụng để dự đoán hạn sử dụng thông qua đánh giá chỉ số peroxide (PV) của sản phẩm cuối cùng (sử dụng 3% CF 300) giữa mẫu có và không có sử dụng R10. Nghiên cứu có ý nghĩa trong việc phát triển sản phẩm mayonnaise hay các loại sốt salad ít béo từ thực vật an toàn, thân thiện với môi trường nhằm đáp ứng xu hướng tiêu dùng thực phẩm chay đang gia tăng đồng thời góp phần phát triển hệ thống thực phẩm bền vững.

Từ khóa. Aquafaba, mayonnaise không trứng, mayonnaise ít béo, citrus fiber.

ROLE OF CITRUS FIBER IN THE TEXTURAL PROPERTIES OF VEGAN AND LOW-FAT MAYONNAISE MADE FROM LABLAB PURPUREUS AQUAFABA AND COCONUT OIL

Abstract. In this study, the aquafaba derived from Lablab purpureus bean was used to replace eggs / milk in low-fat, vegetarian mayonnaise in response to nutritional and health trends in the vegan community in recent years. The objective of the study was to determine the role of Citrus fiber (CF) on the structural properties of vegetarian mayonnaise with low-fat obtained from pea aquafaba water and coconut oil. A total of 6 formulas (CTs) including: 1 CT without CF (control formula) and 5 CTs with CF content of 100 M40 and CF 300 FG, respectively, were investigated at 3 and 4 and mixed with a ratio of 2: 2% (by wt.). Basic mayonnaise recipe (in % wt.) includes: xanthan gum 0,3%, sugar 9,5%, vinegar 4,5%, coconut oil 4%, salt 1,7%, mustard powder 0,2%, citric acid 0,1%, natural preservative extracted from rosemary (R10) 0,035%, natural colorant beta-carotene 0,0032% and pea aquafaba water were fully supplemented with 100%. The specific properties of mayonnaise such as water holding capacity, emulsifying capacity and emulsifying stability were compared through 6 CTs. The results showed that CF has a special role in forming the structure of low-fat mayonnaise and the content CF 300 of 3% was found to be the most suitable. The Q10 model was also used to predict shelf life by evaluating the peroxide value (PV) of the final product (using 3% CF 300) between samples with and without using R10. The research is significant in developing safe and environmentally friendly low-fat mayonnaise or salad dressings from plants to meet the growing trend of vegetarian food consumption and contribute to the development of sustainable food system.

Keywords. Aquafaba, eggless mayonnaise, low-fat mayonnaise, citrus fiber.

1. GIỚI THIỆU

Mayonnaise là một loại gia vị bán rắn, có tính axit, được đánh giá cao trong việc tạo ra kết cấu và hương vị cho các thực phẩm khác như salad và bánh mì sandwich. Trong công thức truyền thống, nó chứa 70% – 80% dầu thực vật, lòng đỏ trứng, muối, đường, giấm và gia vị, điển hình là mù tạt [1]. Mayonnaise là một hệ keo được hình thành bởi những giọt dầu nhũ hóa có dạng hình cầu trong một pha nước đồng nhất. Tính ổn định của giọt dầu được thể hiện chủ yếu nhờ hoạt động nhũ hóa của các vi hạt hình thành từ các thành phần phosphoprotein và lipoprotein tỷ trọng thấp có trong lòng đỏ trứng [2]. Tuy nhiên, trứng có nhiều khả năng gây nhiễm khuẩn *Salmonella sp.*, giá thành, cũng như do có hàm lượng cholesterol cao nên lòng đỏ trứng có thể gây ra các chứng bệnh về tim mạch, xơ vữa động mạch.

Dầu đóng vai trò quan trọng đối trong việc ổn định các đặc tính của mayonnaise như độ nhớt, kết cấu, độ bôi trơn, hình thức, hương vị và thời hạn sử dụng [3]. Do đó, dầu được sử dụng với tỷ lệ rất cao trong sản xuất mayonnaise để đảm bảo chất lượng và độ ổn định của sản phẩm. Mayonnaise có liên quan đến các vấn đề về sức khỏe do có hàm lượng cholesterol và chất béo cao [3]. Dầu dừa nguyên chất (VCO) nổi tiếng với các đặc tính độc đáo và đã được chứng minh một số lợi ích sức khỏe như hoạt động kháng khuẩn chống lại *Clostridium difficile* và các hợp chất hoạt động là axit lauric, axit capric và axit caprylic [4], đặc tính chống viêm, giảm đau và hạ sốt đã được xác định trong nghiên cứu trên chuột [5]. Hoạt tính kháng khuẩn và khả năng chống oxy hóa của VCO có thể làm tăng giá trị cho các sản phẩm thực phẩm và nó có khả năng cao trong việc kéo dài thời hạn sử dụng của một số sản phẩm thực phẩm nhất định. Nhu cầu về VCO ngày càng tăng do các ứng dụng tiềm năng trong thực phẩm chức năng như bánh mì, sữa, dầu mỡ và nước sốt [6]. VCO có tiềm năng được sử dụng trong sản xuất mayonnaise như một thành phần chức năng [7].

Thuật ngữ Aquafaba - một chất lỏng nhớt được chiết xuất từ bất kỳ loại đậu đóng hộp hoặc chất lỏng chiết được từ quá trình nấu đậu khô. Các thuộc tính chức năng của aquafaba khác nhau tùy thuộc vào thành phần hạt đậu, nhiệt độ, áp suất, thời gian nấu và kiểu gen [8]. Các tính chất chức năng từ aquafaba bao gồm: chất béo liên kết, khả năng giữ nước, độ hòa tan, cũng như khả năng tạo gel, tạo bọt và nhũ hóa [9]. Do đó, nó có thể được sử dụng như một nguyên liệu thay thế trứng và đã được đặc biệt quan tâm trong những năm gần đây như nghiên cứu các tính chất cấu trúc của aquafaba từ đậu gà [10], dùng aquafaba từ đậu ngự để chế biến bánh cupcake không trứng [11]. Tuy nhiên chưa có công bố sử dụng aquafaba vào sản xuất mayonnaise không trứng.

Citrus fiber (CF) chủ yếu được cấu tạo từ cacbohydrat, chiếm khoảng 80% tổng thành phần. Các polysaccharid phổ biến nhất trong citrus fiber là pectin (42,25%) và cellulose (15,95%). Do tính axit và tích điện (ví dụ axit galacturonic) của các thành phần pectin, chúng được ứng dụng vì độ nhớt hoặc đặc tính tạo keo biểu kiến [12]. Do đó, pectin trong citrus fiber có thể là một yếu tố góp phần hình thành các đặc tính chức năng của nó. Hemicellulose cũng chiếm một phần đáng kể trong citrus fiber (khoảng 10,06%). Hemicellulose có độ nhớt biểu kiến cao khi nó hydrat hóa và có khả năng giữ nước cao do cấu trúc phân nhánh, vô định hình và không kết tinh. Mặc dù thành phần hóa học khác với pectin, nhưng hemicellulose cũng có thể góp phần vào độ nhớt và khả năng giữ nước của citrus fiber. Chất xơ trong cam quýt bao gồm các thành phần xơ không hòa tan và/ hoặc hòa tan của các loại trái cây họ cam quýt như cam, chanh và bưởi [13].

Citrus fiber thể hiện các đặc tính lưu biến nổi bật như giúp ổn định độ nhớt khi nhiệt độ tăng [13], tăng khả năng giữ nước và trương nở, khả năng hấp thụ chất béo [14]. Do đó, nó thường được sử dụng như một chất phụ gia chức năng để cải thiện kết cấu hoặc đặc tính dinh dưỡng của thực phẩm. Nó cũng được sử dụng rộng rãi để giảm hàm lượng chất béo có thể hấp thụ trong xúc xích và các sản phẩm thịt khác, đồng thời cải thiện độ ổn định của thực phẩm như một chất nhũ hóa [15].

Ngày nay, con người đang dần chuyển sang xu hướng ăn thuần chay, thay thế dần protein động vật sang protein thực vật, giảm lượng tiêu thụ trứng. Việc cải tiến lại công thức của mayonnaise tập trung vào việc giảm lượng hoặc thay đổi loại chất béo nhằm đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng về một sản phẩm ít chất béo với lượng lipid đang là thách thức của ngành công nghiệp thực phẩm, hướng đến phát triển các sản phẩm lành mạnh hơn, "không có nguồn gốc động vật" và "tự nhiên". Hơn nữa, mayonnaise không trứng cũng có thể tiết kiệm chi phí hơn theo quan điểm của nhà sản xuất vì quá trình thanh trùng sẽ không cần thiết trong quá trình sản xuất. Mayonnaise chay, ít béo được xem là phương pháp hiệu quả chuyển từ nguồn protein động vật sang nguồn protein thực vật. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm sản xuất ra một loại sốt mayonnaise lành mạnh có hàm lượng cholesterol và chất béo thấp, chứa các chất có hoạt tính sinh học

với các nội dung nghiên cứu bao gồm: 1) Xác định tỷ lệ đậu nước để thu nhận dịch đậu có các tính chất bột cao; 2) Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất cấu trúc của mayonnaise; 3) Khảo sát hạn sử dụng của sản phẩm mayonnaise cuối cùng khi có và không có sử dụng chất bảo quản tự nhiên R10.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Nguyên vật liệu

- Đậu ván thu mua từ cửa hàng nông sản huyện Đức Trọng, Lâm Đồng, Việt Nam.
- Chiết xuất từ hương thảo Fortium R10 Dry là sản phẩm của công ty Kemin Industries, Inc., USA.
- Chất màu beta-carotene 1% CWS/M của là sản phẩm của công ty DSM Nutritional Products Ltd., USA.
- Citrus fiber (với tên thương mại là Citri-Fi[®]) sử dụng gồm 2 loại: CF 100 M40 và CF 300 FG do công ty Fiberstar, Inc. (Florida, USA) cung cấp.

Chuẩn bị dịch aquafaba từ đậu ván

Xử lý đậu ván: Đậu ván được phân loại nhằm loại bỏ các hạt lép, các hạt bị hư có chất lượng không tốt. Sau đó đem đậu xay thô (hạt vỡ thành 3 hoặc 4 mảnh, không xay mịn quá sẽ bị hồ hóa tinh bột khi nấu) bằng máy xay. Định lượng các tỷ lệ đậu: nước = 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7 (w/w), ngâm đậu với nước trong thời gian 8 giờ, vớt ra để ráo.

Nấu đậu: Cho đậu nước theo tỷ lệ vào nồi inox, và đun bằng bếp điện từ ở công suất 2000W đun cho đến khi nước sôi, sau đó hạ xuống 400W đun trong 45 phút. Đậy kín nắp để nguội trên bếp trong 15 phút để đậu trích hết các chất hoàn toàn, lọc nóng bằng rây và vải lọc thu phần chất lỏng nhớt cho vào các túi zip, để nguội ở nhiệt độ phòng và sau đó bảo quản ở -18°C. Phần đậu đã luộc chín được xử lý để dùng trong một nghiên cứu khác.

Chuẩn bị mẫu mayonnaise

Công thức mayonnaise chay, ít béo có các thành phần theo tỷ lệ (% w.) như sau: dịch đậu ván 80 – 90%, xanthan gum 0,3%, đường 9,5%, giấm 4,5% (có nồng độ acid acetic 1,5%), dầu dừa 4%, muối 1,7%, mù tạt 0,2%, acid citric 0,1%, chất bảo quản R10 0,035%, màu carotene tự nhiên 0,0032%. Citrus fiber được sử dụng gồm 2 loại CF100 M40 và CF300 FG với các tỷ lệ thay đổi theo các công thức thí nghiệm như mô tả ở bảng 1.

Bảng 2 Công thức phối trộn mayonnaise

Thành phần	ĐC	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
CF 100 M40	-	-	-	3%	4%	2%
CF 300 FG	-	3%	4%	-	-	2%
Xanthan gum				0,3%		
Đường				9,5%		
Giấm				4,5%		
Dầu dừa				4%		
Muối				1,7%		
Mù tạt				0,2%		
Acid citric				0,1%		
Chất bảo quản				0,035%		
Màu tự nhiên				0,0032%		
Dịch đậu				Bổ sung đủ 100%		

Mayonnaise chay ít béo được chế biến bằng cách thay thế hoàn toàn lòng đỏ trứng bằng dịch đậu ván đã chuẩn bị trước đó. Các mẫu mayonnaise được chuẩn bị bằng máy đánh trứng Bluestone BLB- 5251 (600W). Mayonnaise được chế biến theo quy trình 2 bước. Bước đầu tiên, ½ lượng đường trộn đều với xanthan gum sau đó cho vào 50ml phần dịch đậu đã rã đông → đun sôi, dùng máy đánh trứng đánh 50 giây. Bước thứ 2, hỗn hợp dịch đậu (0 – 10°C) và phần đường còn lại đánh trong 1 phút. Sau đó cho CF vào, đánh tiếp 1 phút. Cho tiếp hỗn hợp xanthan gum đã được xử lý ở bước 1 vào, đánh trong 2 phút. Bổ sung tiếp muối, mù tạt, acid citric, chất bảo quản R10, màu tự nhiên betacarotene vào trộn đều 30 giây. Lượng dầu còn lại

được thêm vào từ từ, đánh trong 2 phút. Cuối cùng cho giấm vào, đánh 30 giây. Với công thức và trình tự chế biến trên sản phẩm mayonnaise từ dịch đậu ván được tạo ra. Các mẫu mayonnaise được chuyển vào chai thủy tinh 1L có nắp và bảo quản trong tủ lạnh cho đến khi phân tích.

Xác định khả năng tạo bọt (FC) và độ bền bọt (FS)

Khả năng tạo bọt (FC) và độ bền bọt (FS): Được đo theo phương pháp của Moito và cộng sự (2004). Dịch đậu, sau khi đánh thì bọt được chuyển nhanh tay và nhẹ nhàng vào ống đong dung tích 250 ml. Ghi nhận thể tích bọt. Tổng thời gian kể từ khi bắt đầu chuyển bọt vào ống đong đến khi ghi kết quả không quá 2 phút. Tiếp tục để yên trong thời gian 30 phút, ghi nhận kết quả thể tích bọt và thể tích serum tách ra thời điểm này.

Công thức xác định FC và FS [16], [17]:

$$FC (\%) = \frac{\text{Thể tích bọt sau khi đánh} - \text{Thể tích dịch trước khi đánh}}{\text{Thể tích dịch trước khi đánh}} \times 100 \quad (1)$$

$$FS (\%) = \frac{\text{Thể tích bọt để sau 30 phút}}{\text{Thể tích bọt ngay sau khi đánh}} \times 100 \quad (2)$$

Phương pháp xác định protein hòa tan

Xác định hàm lượng protein hòa tan theo phương pháp Bradford (1976) [18]. Nguyên tắc của phương pháp này dựa trên sự thay đổi bước sóng hấp thụ cực đại của thuốc nhuộm Coomassie Brilliant Blue khi tạo phức hợp với protein. Trong dung dịch mang tính acid khi chưa kết nối với protein thì thuốc nhuộm ở dạng màu đỏ và khi kết hợp với protein thì thuốc nhuộm chuyển sang dạng màu xanh dương và hấp thụ cực đại ở bước sóng 595nm. Tiến hành đo mẫu bằng máy đo quang (Máy quang phổ UV-VIS, model: UVS-2800, hãng sản xuất: LABOMES – Mỹ), ở bước sóng 595nm. Phương trình đường chuẩn thu được có dạng $y=0,003x + 0,0024$ ($R^2 = 0,9984$), trong đó: y (Abs): Độ hấp thụ ở bước sóng 595nm; x (Conc): $\mu\text{g/L}$. Hút 1ml mẫu dịch đậu định mức thành 100ml bằng nước cất. Tiến hành cho tất cả các tỉ lệ khảo sát đậu: nước (1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7 w/w) để tiến hành đo xác định saponin.

Phương pháp xác định hàm lượng saponin

Hàm lượng saponin được đo theo phương pháp của Gao Shanlin (2001) [19]. Nguyên tắc của phương pháp này dựa trên sự thay đổi bước sóng hấp thụ cực đại của dung dịch vanillin acid acetic với thuốc thử acid perchloric (HClO_4) khi tạo phức hợp với saponin. Tiến hành đo mẫu bằng máy đo quang (Máy quang phổ UV-VIS, model: UVS-2800, hãng sản xuất: LABOMES – Mỹ), ở bước sóng 550nm. Phương trình đường chuẩn có dạng $y=0,0167x + 0,0017$ ($R^2 = 0,9960$), trong đó: y (Abs): Độ hấp thụ ở bước sóng 550nm; x (Conc): $\mu\text{g/L}$.

Phương pháp đo khả năng giữ nước (Water Holding Capacity, WHC)

Phương pháp đo khả năng giữ nước (Water Holding Capacity, WHC): Thực hiện theo phương pháp của Yao Lu và cộng sự (2020), có hiệu chỉnh. Các nhũ tương chứa trong ống ly tâm 10 ml và cân (W_0). Các mẫu được ly tâm ở 6.000 vòng/phút và 25°C trong 30 phút. Nước thoát ra được loại bỏ, và khối lượng của các gel còn lại (với ống ly tâm) được cân và ghi lại là W. WHC (%) của gel nhũ tương được tính theo công thức dưới [20]:

$$WHC (\%) = \frac{(W_0 - W)}{W_0} \times 100 \quad (3)$$

Phương pháp đo độ nhớt của Mayonnaise (Viscosity, η)

Do CF ảnh hưởng đáng kể độ nhớt nên sử dụng 2 nhớt kế khác nhau. Mẫu đối chứng được đo bằng nhớt kế Brookfield DV-E Viscometer với đầu dò 63. Các mẫu mayonnaise CT1, CT2, CT3, CT4, CT5 được đo bằng nhớt kế Brookfield DV – III Ultra, sử dụng đầu dò 03. Các mẫu mayonnaise được chuẩn bị trong becher 250 ml và đo ở nhiệt độ phòng $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Phương pháp đo khả năng tạo nhũ (Emulsifying Capacity)

Thực hiện theo phương pháp của Rahmati và cộng sự (2018), có hiệu chỉnh. Cho mayonnaise vào ống nghiệm và đo chiều cao của từng ống, sau đó thực hiện ly tâm hệ nhũ 3000 vòng/phút trong 2 phút. Khả năng tạo nhũ được tính bằng công thức [21]:

$$EC = \frac{\text{Chiều cao hệ nhũ trong sau ly tâm}}{\text{Chiều cao hỗn hợp ban đầu}} \times 100 \quad (4)$$

Phương pháp đo độ bền nhũ (Emulsifying Stability)

Thực hiện theo phương pháp của Rahmati và cộng sự (2018), có hiệu chỉnh. Độ ổn định của nhũ tương (ES) đối với nhiệt độ cao, được xác định trong các nhũ tương được gia nhiệt ở 80°C trong 30 phút, và ly tâm ở 3000 vòng/phút trong 2 phút. ES được tính theo công thức sau [21]:

$$ES = \frac{\text{Chiều cao nhũ tương cuối cùng}}{\text{Chiều cao hỗn hợp ban đầu}} \times 100 \quad (5)$$

Phương pháp khảo sát ảnh hưởng của nguyên liệu đến hạn sử dụng

Xác định hạn sử dụng theo phương pháp Q10: Q10 là tốc độ tăng của phản ứng khi nhiệt độ tăng thêm 10°C (18 °F). Labuza đã phát triển phương trình (6) cho tần suất thử nghiệm:

$$f_2 = f_1 \times Q10^{\Delta/10} \quad (6)$$

Trong đó f_1 là thời gian giữa các lần thử nghiệm ở nhiệt độ cao hơn, f_2 ở nhiệt độ thấp hơn và "delta" là sự khác biệt về độ C giữa hai phép thử [22].

Các mẫu mayonnaise sử dụng 3% CF 300, có và không có sử dụng R10 được lưu trong ống nghiệm thủy tinh có nắp, duy trì mẫu bảo quản trong tủ Memmert (HCP 105 Humidity Chamber, Mỹ) ở nhiệt độ 40°C và độ ẩm 90%RH và tủ Shel Lab (FDA - S/N 04151404, Mỹ) để duy trì mẫu bảo quản ở nhiệt độ 50°C với 90 %RH. Định kỳ sau mỗi ngày (24 giờ) mẫu được lấy để đánh giá mức độ chất béo bị oxy hóa thông qua xác định chỉ số peroxide (PV).

- Phương pháp AOAC (2000) xác định chỉ số peroxyde: cân 5,00±0,05 g mẫu cho vào erlen có nút thủy tinh 250 ml. Thêm 30 ml CH₃COOH-CHCl₃ và lắc đều để hòa tan. Thêm 0,5 ml dung dịch KI bão hòa, để yên và thỉnh thoảng lắc trong 1 phút, và thêm 30 ml H₂O. Chuẩn độ từ từ bằng Na₂S₂O₃ 0,1M và lắc mạnh cho đến khi chuẩn độ màu vàng. Thêm 0,5 ml hồ tinh bột 1%, lắc mạnh giải phóng hết I₂ ra khỏi lớp CHCl₃, cho đến khi màu xanh biến mất. Nếu sử dụng <0,5 ml Na₂S₂O₃ 0,1M, lặp lại phép xác định bằng Na₂S₂O₃ 0,01M.

Tiến hành xác định mẫu trắng (phải ≤0,1 mL Na₂S₂O₃ 0,1M). Trừ phần chuẩn độ phần mẫu thử.

Giá trị peroxyde (peroxyde tương đương mili / kg dầu hoặc chất béo) = S x M x 1000 / g mẫu (7)

Trong đó S = ml Na₂S₂O₃ (mẫu trắng đã hiệu chỉnh) và M = nồng độ mol của dung dịch Na₂S₂O₃.

Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên lặp lại 3 lần. Phương pháp phân tích phương sai (ANOVA), sự khác biệt giữa các nghiệm thức LSD bằng phần mềm xử lý số liệu Statgraphics Centurion XV.I (Statpoint Technologies Inc., Warrenton, Virginia, USA), khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Tính chất và thành phần của nguyên liệu

Hạt đậu ván có kích thước trung bình: chiều dài (10,50±0,90) mm, chiều ngang (7,62±0,46) mm, chiều dày (5,42±0,79) mm. Khối lượng trung bình 100 hạt đậu ván là (28,2±2,48) g, thể tích (24,8±3,11) ml, khối lượng riêng (1,14±0,05) g/ml. Thành phần dinh dưỡng của đậu ván xác định được như sau: hàm lượng (theo % wt.) độ ẩm 9,77±0,11%, protein tổng 24,61±17,43; chất béo: 15,58±0,72 và tro toàn phần 3,33±0,20.

Khảo sát tỷ lệ đậu: nước

Bảng 2 Ảnh hưởng của tỷ lệ đậu: nước đến khả năng tạo bọt và độ bền bọt

Tỷ lệ đậu:nước (w/w)	FC (%)	FS (%)	Protein hòa tan (ppb)	Hàm lượng Saponin (ppm)
1:3	354,67 ^b ±6,11	96,80 ^a ±2,03	14,77 ^a ±0,91	0,80 ^c ±0,06
1:4	336,00 ^{bc} ±14,42	85,22 ^b ±2,30	14,55 ^{ab} ±0,52	0,95 ^b ±0,10
1:5	403,33 ^a ±13,01	93,12 ^a ±0,32	9,47 ^c ±0,28	1,13 ^a ±0,02
1:6	326,67 ^c ±20,13	84,07 ^b ±3,33	12,70 ^b ±1,78	0,45 ^d ±0,09
1:7	182,67 ^d ±16,17	65,47 ^c ±2,66	9,51 ^c ±1,46	0,35 ^d ±0,05

1 Bảng thể hiện giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn, các chữ cái a, b, c, d khác nhau biểu thị sự khác biệt theo cột với mức ý nghĩa thống kê P -value $< 0,05$

Kết quả cho thấy khả năng tạo bọt (FC) của tỷ lệ 1:5 đạt giá trị cao nhất (403,33%) và có sự khác biệt. Bên cạnh đó độ bền bọt (FS) đạt giá trị cao nhất (96,80% và 93,12%) tại tỷ lệ 1:3 và 1:5 nhưng không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa hai tỷ lệ này. Kết quả này có thể lý giải là do có liên quan đến độ nhớt, hàm lượng protein hòa tan, saponin của dịch đậu và khả năng giữ nước cho protein. Protein trong dịch đậu có đặc tính giữ nước tốt, khả năng tạo bọt sẽ cao hơn, bọt bền và không bị tách nước, từ đó giúp tăng độ ổn định bọt. Ngoài ra theo tác giả Damodaran (2005), có hai quá trình vĩ mô góp phần gây mất ổn định bọt: thoát nước lỏng và làm chín Ostwald hoặc mất cân bằng khí, vì protein được hấp phụ vào màng ranh giới không khí-chất lỏng, các đặc tính hóa lý và nhớt của màng protein có thể làm giảm tốc độ thoát chất lỏng và giảm mất cân đối khí, và do đó ổn định bọt [23].

Protein lòng trắng trứng là chất tạo bọt tốt vì chúng chứa 40 loại protein khác nhau trong đó điển hình là Ovalbumin và Conalbumin. Những protein này không được tìm thấy trong protein đậu. Do đó khả năng tạo bọt và độ bền bọt của đậu vẫn chịu ảnh hưởng bởi hàm lượng protein hòa tan trong dịch đậu. Độ hòa tan protein bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường như pH, nhiệt độ, cường độ ion và cả phương pháp nấu [24]. Để protein có đặc tính tạo bọt vượt trội, thì phải có hàm lượng cao protein hòa tan trong pha lỏng cũng như khả năng nhanh chóng tạo thành màng bao quanh các bong bóng khí [25]. Do đó phương pháp nấu đậu để trích ly protein hòa tan cũng rất quan trọng. Vì vậy, việc xay thô đậu trước khi nấu, sẽ làm phá vỡ sơ bộ thành tế bào của hạt đậu, giảm kích thước hạt đậu, việc trích ly protein hòa tan và saponin có trong hạt đậu sẽ dễ dàng và hiệu quả hơn.

Khi hạt đậu được ngâm và nấu trong nước ở nhiệt độ cao, các hợp chất dinh dưỡng không bền vững sẽ bị biến chất, các hợp chất bền với nhiệt sẽ còn tồn đọng trong dịch đậu sau khi nấu, bao gồm: Saponin, phenolic và oligosacarit [26]. Cấu trúc hóa học saponin được gọi là triterpene glycoside và bao gồm các aglycones không phân cực kết hợp với một hoặc nhiều chuỗi đường [27]. Do sự hiện diện của một aglycone hòa tan lipid và chuỗi đường hòa tan trong nước, do đó saponin có tính chất lưỡng tính, là chất hoạt động bề mặt không ion có tính chất tạo bọt và tạo nhũ cho aquafaba [28]. Saponin hình thành các mixen trong dung dịch nước, kích thước và cấu trúc của chúng phụ thuộc vào loại saponin [29]. Trong quá trình tạo nhũ hoặc tạo bọt, saponin hấp thụ vào giao diện dầu/nước hoặc không khí/nước, giảm năng lượng bề mặt và tạo ra các giọt bong bóng nhỏ hơn, phân tán rộng hơn. Sau khi hình thành bong bóng, các chất hoạt động bề mặt tạo ra một lớp phủ bong bóng, do đó giúp các hạt phân tán đều trong dung dịch, ổn định cấu trúc [30]. Theo Mitra và Dungan (1997), saponin bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ, nồng độ muối, môi trường nước nấu và ngâm đậu. Hàm lượng saponin hay nói cách khác là kích thước của các mixen saponin tăng mạnh theo nhiệt độ nhất định nhưng nó ít phụ thuộc vào nồng độ muối và pH, giảm đáng kể khi tăng nồng độ muối [30]. Do đó việc nấu nước đậu ở nhiệt độ cao trong thời gian dài; với pH của nước bình thường không cần hiệu chỉnh (pH 6,55) sẽ giúp cho việc trích ly saponin hiệu quả nhất.

Tuy nhiên, theo kết quả từ bảng 2 chúng tôi nhận thấy tỷ lệ 1:5 có FC, FS, hàm lượng saponin (1,13 ppm) cao nhất nhưng lại có hàm lượng protein hòa tan thấp nhất (9,47 ppm). Như vậy có thể nói khả năng tạo bọt của dịch đậu chủ yếu nhờ vào hàm lượng saponin, không phải do protein như bọt của trứng. Vì vậy trong nghiên cứu này, với tỉ lệ đậu:nước là 1:5 đã trích ly hiệu quả hàm lượng saponin cao nhất, FC và FS tốt nhất so với các tỉ lệ đậu:nước còn lại, vì vậy chọn tỉ lệ đậu:nước 1:5 là thích hợp để cải thiện tính chất tạo bọt cũng như có lợi ích về mặt kinh tế trong sản xuất công nghiệp. Nồng độ chất khô hòa tan ở tỷ lệ đậu:nước = 1:5 xác định được là $(3,0 \pm 0,0)^{\circ}Bx$.

Ảnh hưởng của biện pháp xử lý đồng hóa đến độ nhớt, khả năng giữ nước- béo của dịch đậu

Trong khảo sát này chỉ sử dụng công thức ứng hàm lượng 2% CF 300 FG để xác định được thiết bị đánh mayonnaise thích hợp. Kết quả khảo sát như trình bày ở bảng 3.

Bảng 3 Ảnh hưởng của biện pháp xử lý đồng hóa đến độ nhớt và khả năng giữ nước – béo của dịch đậu

Tên phương pháp (PP)	η (cP)	WHC (%)
PP 1: Dùng Máy đánh trứng	1152,00 ^a ±13,06	36,70 ^b ±0,46
PP 2: Máy xay sinh tố	1072,00 ^b ±23,55	40,68 ^a ±2,43
PP 3: Máy đồng hóa	1099,25 ^b ±42,91	42,37 ^a ±2,22

2 Bảng thể hiện giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn, các chữ cái a, b, c, d khác nhau biểu thị sự khác biệt theo cột với mức ý nghĩa thống kê P-value <0,05

Theo Wu và cộng sự (2009), khả năng giữ nước (WHC) đề cập đến khả năng cố định độ ẩm của các mẫu thử nghiệm thông qua lực mao dẫn, phần lớn phụ thuộc vào kích thước lỗ [20]. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự khác biệt về WHC giữa 3 phương pháp. WHC thấp nhất (36,70^b±0,46) tương ứng với PP1, trong khi giá trị WHC nhận được từ PP2 và PP3 không có sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê. Đáng ghi nhận là với cùng hàm lượng CF 300 FG 2% thì PP1 cho giá trị độ nhớt cao nhất (1152,00^a±13,06). Từ hai kết quả trên cho thấy PP1 là phương pháp đánh mayonnaise hiệu quả nên được chọn để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.

Xác định độ nhớt (Viscosity), khả năng nhũ hóa (Emulsifying Capacity) và độ bền nhũ (Emulsifying Stability)

Kết quả trình bày ở bảng 4 cho thấy, độ nhớt cao nhất ở CT2 và thấp nhất ở mẫu ĐC. Sự khác biệt về hàm lượng của hai loại CF 300 FG và CF 100 M40 trong mỗi công thức dẫn đến độ nhớt của các công thức khác nhau. Khi sử dụng CF 300 FG cho CT1, CT2, CT5 giá trị độ nhớt xác định được cao khác biệt so với mẫu khi sử dụng CF 100 M40 ở CT3 và CT4. Mẫu ĐC có độ nhớt thấp nhất do không sử dụng CF.

Bảng 4 Giá trị độ nhớt, khả năng nhũ hóa và độ bền nhũ của mayonnaise ở các công thức thí nghiệm

Công thức	Độ nhớt (cP)	ES (%)	EC (%)
ĐC	261,67 ^d ±29,02	73,22 ^c ±0,65	71,68 ^d ±1,11
CT1	2866,67 ^b ±12,22	100,00 ^a ±0,00	100,00 ^a ±0,00
CT2	4952,00 ^a ±62,48	100,00 ^a ±0,00	100,00 ^a ±0,00
CT3	1813,33 ^c ±96,44	98,33 ^a ±0,72	97,08 ^b ±1,90
CT4	1848,00 ^c ±115,38	95,61 ^b ±1,86	93,28 ^c ±0,75
CT5	2937,67 ^b ±37,53	92,95 ^b ±1,86	95,69 ^b ±0,71

3 Bảng thể hiện giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn, các chữ cái a, b, c, d khác nhau biểu thị sự khác biệt theo cột với mức ý nghĩa thống kê P-value <0,05

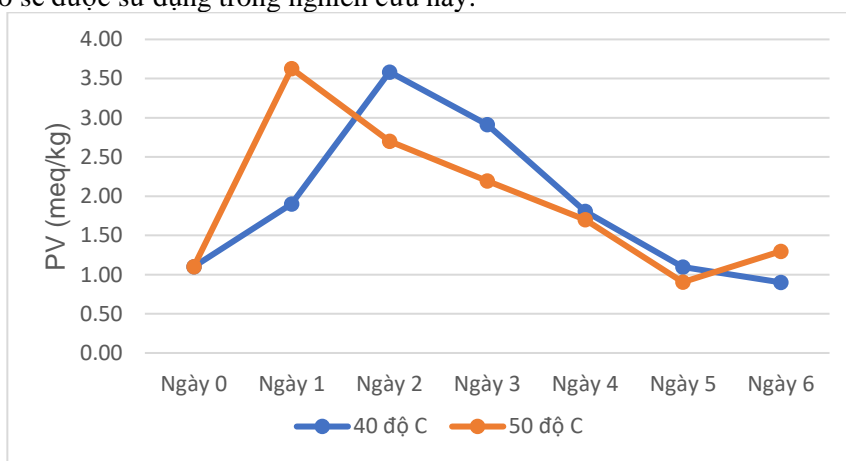
Rahmati và cộng sự (2018) cho rằng xanthan gum có thể làm tăng độ nhớt của mayonnaise [31]. CF 300 FG (đồng sản xuất với 15% xanthan gum) nên việc bổ sung xanthan gum giúp tăng độ nhớt của mayonnaise so với dòng CF 100 M40 (100% Citrus Fiber). Kết quả này cũng phù hợp với công bố của Mozafari và cộng sự (2017) rằng độ nhớt của mayonnaise được tăng lên khi tăng hàm lượng xanthan gum [31].

Khả năng tạo nhũ tương được định nghĩa là khả năng của nhũ tương giữ lại hệ thống của nó sau khi chịu tác động của lực ly tâm [21]. Trong nghiên cứu trước đây của Wallecan và cộng sự (2015) đã thừa nhận rằng CF có khả năng nhũ hóa cao và tạo tính chất rất ổn định [32]. Kết quả ở khảo sát này cho thấy mẫu ĐC cho kết quả ES, EC thấp nhất và có sự khác biệt nhất so với mẫu khi có sử dụng CF, điều này cho thấy CF ảnh hưởng rất lớn và giúp làm tăng khả năng tạo nhũ tương cho mayonnaise. Khi sử dụng CF 300 FG 3% và 4% thì mayonnaise có ES và EC cực đại (100%). Chỉ số EC và ES trình bày ở bảng 4 cho thấy CF 300 FG có khả năng nhũ hóa và độ bền nhũ cao hơn CF 100 M40. Giải thích điều này là do sự có mặt của xanthan gum trong CF 300 FG và cấu trúc đặc biệt của xanthan gum đã tạo ra khả năng giữ nước tốt hơn so với CF 100 M40 (100% Citrus Fiber). Bên cạnh đó, theo Rahmati và cộng sự (2018) cho rằng xanthan gum có thể làm tăng độ nhớt của dung dịch và phát triển một mạng lưới hạn chế chuyển động của các giọt dầu dẫn đến làm tăng rõ rệt khả năng tạo nhũ tương [21]. Do đó, nếu càng giảm CF 300 FG thay bằng CF 100 M40 như CT5 thì khả năng tạo nhũ tương là thấp nhất là hợp lý. Tóm lại, có thể kết luận CF 300 FG là

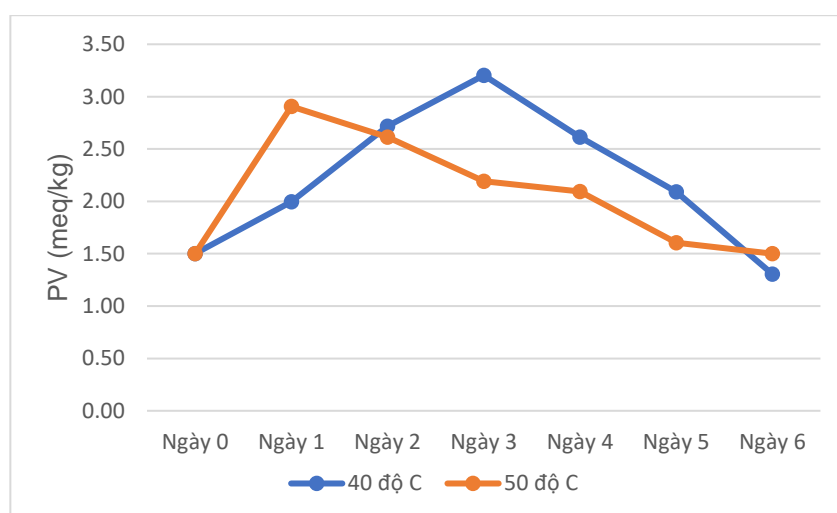
một chất ổn định tuyệt vời cho hệ nhũ tương mayonnaise nước trong dầu và các sản phẩm dạng sốt ít béo khác.

Dự đoán hạn sử dụng

Quá trình oxy hóa chất béo của mayonnaise dẫn đến sự suy giảm hương vị, mùi thơm, màu sắc, kết cấu và làm mất đi các lipid không bão hòa đa có lợi. Bên cạnh đó, quá trình ôi hóa sẽ hình thành của các hợp chất thứ cấp và tăng khả năng gây độc hại đối với sức khỏe của người tiêu dùng [33]. Một trong những cách tiếp cận phổ biến nhất để tránh hoặc trì hoãn quá trình oxy hóa lipid là kết hợp các chất chống oxy hóa [34]. Thông thường, các chất chống oxy hóa tổng hợp như BHT, BHA, TBHQ và propyl gallate (PG) đã được sử dụng để kiểm soát quá trình oxy hóa chất béo và tiết kiệm hơn các chất tự nhiên [35]. Tuy nhiên, những chất chống oxy hóa này lại có những tác động tiêu cực đến sức khỏe con người [33, 35]. Một số nghiên cứu đã được tiến hành trên các loại thảo mộc và gia vị có chứa các hợp chất chống oxy hóa [36]. Cây hương thảo (*Rosmarinus officinalis L.*) đã được trồng từ lâu đời nhờ khả năng chống oxy hóa và kháng khuẩn mạnh mẽ của chúng. Hơn nữa, hương thảo có một số hoạt động có lợi như chống viêm, chống co thắt, bảo vệ gan, bảo vệ thần kinh, giảm đường huyết và chống béo phì [37]. Do đó, chất bảo quản tự nhiên R10 chiết xuất từ hương thảo sẽ được sử dụng trong nghiên cứu này.



Hình 1 Sự thay đổi PV của mayonnaise không sử dụng R10 theo thời gian bảo quản



Hình 2 Sự thay đổi PV của mayonnaise có sử dụng R10 theo thời gian bảo quản

Giá trị peroxyde là một chỉ số dùng để theo dõi giai đoạn chính của quá trình oxy hóa chất béo và đo nồng độ peroxyde và hydroperoxyde. Các thay đổi chỉ số peroxyde (PV) được thể hiện trong Hình 1 và Hình 2. Theo Sørensen và cộng sự (2010), lúc đầu, PV tăng, sau đó theo xu hướng giảm dần và lại bắt đầu tăng. Xu hướng giảm trong PV là do sự phân hủy chất béo, hydroperoxyde thành các mảnh thứ cấp và xu hướng tăng thứ hai được cho là làm gia tăng tốc độ oxy hóa trong suốt thời gian bảo quản [37].

Theo Wills và Cheong (1979), giá trị peroxyde tối đa xảy ra trước khi bắt đầu ôi thiu, nên phép đo giá trị peroxyde có thể được sử dụng như một chỉ số về thời gian lưu trữ tiềm năng trong các mẫu mayonnaise không ôi thiu. Giá trị peroxyde tăng lên sẽ chỉ ra rằng mayonnaise vẫn có thời hạn sử dụng tiềm năng đáng kể trong khi giá trị peroxyde giảm sẽ cho thấy rằng sự ôi thiu sẽ xảy ra trong một thời gian ngắn [38].

Kết quả thí nghiệm cho thấy các mẫu mayonnaise có giá trị peroxyde tăng cao trước khi bắt đầu ôi thiu. Thời hạn xuất hiện hương vị ôi và mùi dầu của mẫu mayonnaise không sử dụng chất bảo quản (M0) là 3 ngày ở nhiệt độ 40°C và 2 ngày ở nhiệt độ 50°C. Trong khi đó, thời hạn xuất hiện hương vị ôi và mùi dầu của mẫu mayonnaise có bổ sung R10 (M1) là 4 ngày ở 40°C và 2 ngày ở 50°C. Giá trị Q10 được tính theo công thức sau:

$$Q_{10-M0} = \frac{3}{2} = 1,50 \text{ và } Q_{10-M1} = \frac{4}{2} = 2,00$$

Thời gian bảo quản mayonnaise ở nhiệt độ 10°C (nhiệt độ ngăn mát tủ lạnh) sẽ là:

$$f_{2-M0} = f_{1-M0} \times Q_{10-M0}^{\frac{\Delta}{10}} = 3 \times 1,50^{\frac{40-10}{10}} = 10,13 \text{ ngày}$$

$$f_{2-M1} = f_{1-M1} \times Q_{10-M1}^{\frac{\Delta}{10}} = 4 \times 2^{\frac{40-10}{10}} = 32,00 \text{ ngày}$$

Kết quả dự đoán cho thấy, mẫu mayonnaise có sử dụng chất bảo quản tự nhiên R10 có thời gian bảo quản dài hơn 3,16 lần so với mẫu mayonnaise không sử dụng chất bảo quản.

4. KẾT LUẬN

Trong những năm gần đây, ngành công nghiệp chế biến thực phẩm nói chung đã có những tiến bộ đáng kể trong việc tạo ra các sản phẩm thay thế trứng có nguồn gốc từ thực vật nhằm tích hợp các mục tiêu về sức khỏe con người, nhu cầu dinh dưỡng và giảm gánh nặng cho ngành chăn nuôi. CF có vai trò quan trọng trong việc tạo ra cấu trúc cho sản phẩm mayonnaise chay tương đương với hệ nhũ tương của mayonnaise truyền thống. Kết quả có thể được áp dụng để phát triển các loại sốt chất lượng tốt và đạt chỉ tiêu để thay thế trứng là do hệ nhũ tương được hình thành có một mạng lưới ngăn các giọt nước không kết tụ và kết dính lại giúp cho mayonnaise có khả năng giữ nước tốt và độ nhớt ổn định. Nghiên cứu tiếp theo cần thực hiện đánh giá cảm quan trên đối tượng người tiêu dùng nói chung, đặc biệt là đối tượng ăn chay.

LỜI CẢM ƠN

Cảm ơn Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ kinh phí cho đề tài nghiên cứu khoa học sinh viên mã số 21/1SHTPSV13, đồng cảm ơn Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm đã tạo mọi điều kiện thuận lợi về trang thiết bị để chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mirzanajafi-Zanjani, M., M. Yousefi, and A. Ehsani, *Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce*. Food science & nutrition, 2019. **7**(8): p. 2471-2484. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1132>.
- [2]. Laca, A., M. Sáenz, B. Paredes, and M. Díaz, *Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent*. Journal of Food Engineering, 2010. **97**(2): p. 243-252. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.10.017>.
- [3]. McClements, D.J. and K. Demetriades, *An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1998. **38**(6): p. 511-536. <https://doi.org/10.1080/10408699891274291>.
- [4]. Shilling, M., L. Matt, E. Rubin, M.P. Visitacion, N.A. Haller, S.F. Grey, and C.J. Woolverton, *Antimicrobial effects of virgin coconut oil and its medium-chain fatty acids on Clostridium difficile*. Journal of medicinal food, 2013. **16**(12): p. 1079-1085. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0303>.
- [5]. Intahphuak, S., P. Khonsung, and A. Panthong, *Anti-inflammatory, analgesic, and antipyretic activities of virgin coconut oil*. Pharmaceutical biology, 2010. **48**(2): p. 151-157. doi.org/10.3109/13880200903062614.

- [6]. Marina, A., Y.C. Man, and I. Amin, *Virgin coconut oil: emerging functional food oil*. Trends in Food Science & Technology, 2009. **20**(10): p. 481-487. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.06.003>.
- [7]. Muhialdin, B.J., L.L. Ying, A.-E. Farouk, and A.S.M. Hussin, *Valorisation of Virgin Coconut Oil Application in Mayonnaise Production as Functional Ingredient*. Journal of Food and Nutrition Research, 2019. **7**(1): p. 65-70. <https://DOI:10.12691/jfnr-7-1-8>.
- [8]. Mustafa, R., Y. He, Y.Y. Shim, and M.J. Reaney, *Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake*. International journal of food science & technology, 2018. **53**(10): p. 2247-2255. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13813>.
- [9]. Ma, Z., J.I. Boye, and B.K. Simpson, *Preparation of salad dressing emulsions using lentil, chickpea and pea protein isolates: A response surface methodology study*. Journal of Food Quality, 2016. **39**(4): p. 274-291. <https://doi.org/10.1111/jfq.12190>.
- [10]. Nguyen, T.M.N. and G.B. Tran, *Evaluation of Textural and Microstructural Properties of Vegan Aquafaba Whipped Cream from Chickpeas*. Chemical Engineering Transactions, 2021. **83**: p. 421-426. <https://doi.org/10.3303/CET2183071>.
- [11]. Nguyen, T.M.N., T.P. Nguyen, G.B. Tran, and P.T.Q. Le, *Effect of processing methods on foam properties and application of lima bean (Phaseolus lunatus L.) aquafaba in eggless cupcakes*. Journal of Food Processing and Preservation, 2020. **44**(11): p. e14886. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14886>.
- [12]. Willats, W.G., J.P. Knox, and J.D. Mikkelsen, *Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel*. Trends in Food Science & Technology, 2006. **17**(3): p. 97-104. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.10.008>.
- [13]. Lundberg, B., X. Pan, A. White, H. Chau, and A. Hotchkiss, *Rheology and composition of citrus fiber*. Journal of Food Engineering, 2014. **125**: p. 97-104. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.10.021>.
- [14]. Hamblin, M.R., *Shining light on the head: photobiomodulation for brain disorders*. BBA clinical, 2016. **6**: p. 113-124. <https://doi.org/10.1016/j.bbacli.2016.09.002>.
- [15]. Bi, C.H., Z.M. Yan, P.L. Wang, A. Alkhatib, J.Y. Zhu, H.C. Zou, D.Y. Sun, X.D. Zhu, F. Gao, and W.T. Shi, *Effect of high pressure homogenization treatment on the rheological properties of citrus peel fiber/corn oil emulsion*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2020. **100**(9): p. 3658-3665. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10398>.
- [16]. Xie, Y. and N. Hettiarachchy, *Effect of xanthan gum on enhancing the foaming properties of soy protein isolate*. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1998. **75**(6): p. 729-732. <https://doi.org/10.1007/s11746-998-0214-5>.
- [17]. Inyang, U. and A. Iduh, *Influence of pH and salt concentration on protein solubility, emulsifying and foaming properties of sesame protein concentrate*. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1996. **73**(12): p. 1663-1667. <https://doi.org/10.1007/BF02517969>.
- [18]. Bradford, M.M., *A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding*. Analytical biochemistry, 1976. **72**(1-2): p. 248-254.
- [19]. Gao, S. and H. Wang, *The technique on extraction and content determination of saponin from Monordica grosvenori*. Natural Product Research and Development, 2001. **13**(2): p. 36-40.
- [20]. Lu, Y., L. Mao, H. Zheng, H. Chen, and Y. Gao, *Characterization of β -carotene loaded emulsion gels containing denatured and native whey protein*. Food Hydrocolloids, 2020. **102**: p. 105600. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105600>.
- [21]. Rahmati, N.F., A. Koocheki, M. Varidi, and R. Kadkhodae, *Thermodynamic compatibility and interactions between Speckled Sugar bean protein and xanthan gum for production of multilayer O/W emulsion*. Journal of food science and technology, 2018. **55**(3): p. 1143-1153. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-3030-9>.
- [22]. Sewald, M. and J. DeVries, *Food product shelf life*. Medallion Laboratories Analytical Progress, 2003: p. 1-10.
- [23]. Damodaran, S., *Protein stabilization of emulsions and foams*. Journal of Food Science, 2005. **70**(3): p. R54-R66. doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07150.x.
- [24]. Bolontrade, A.J., A.A. Scilingo, and M.C. Añón, *Amaranth proteins foaming properties: adsorption kinetics and foam formation—part 1*. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2013. **105**: p. 319-327. doi.org/10.1016/j.colsurfb.2012.12.039.

- [25].Kinsella, J.E., *Functional properties of proteins: possible relationships between structure and function in foams*. Food Chemistry, 1981. **7**(4): p. 273-288. doi.org/10.1016/0308-8146(81)90033-9.
- [26].Serventi, L., S. Wang, J. Zhu, S. Liu, and F. Fei, *Cooking water of yellow soybeans as emulsifier in gluten-free crackers*. European Food Research and Technology, 2018. **244**(12): p. 2141-2148. doi.org/10.1007/s00217-018-3122-4.
- [27].Rochfort, S., V. Ezernieks, N. Neumann, and J. Panozzo, *Pulses for human health: changes in isoflavone and saponin content with preparation and cooking*. Australian Journal of Chemistry, 2011. **64**(6): p. 790-797. https://doi.org/10.1071/CH11024.
- [28].Wang, Z.W., M.Y. Gu, and G.Z. Li, *Surface properties of gleditsia saponin and synergisms of its binary system*. Journal of dispersion science and technology, 2005. **26**(3): p. 341-347. doi.org/10.1081/DIS-200049604.
- [29].Oakenfull, D., *Aggregation of saponins and bile acids in aqueous solution*. Australian journal of chemistry, 1986. **39**(10): p. 1671-1683. doi.org/10.1071/CH9861671.
- [30].Mitra, S. and S.R. Dungan, *Micellar properties of Quillaja saponin. 1. Effects of temperature, salt, and pH on solution properties*. Journal of agricultural and food chemistry, 1997. **45**(5): p. 1587-1595. https://doi.org/10.1021/jf960349z.
- [31].Mozafari, H., E. Hosseini, M. Hojjatoleslami, G.H. Mohebbi, and N. Jannati, *Optimization low-fat and low cholesterol mayonnaise production by central composite design*. Journal of food science and technology, 2017. **54**(3): p. 591-600. https://doi.org/10.1007/s13197-016-2436-0.
- [32].Qi, J.-r., L.-w. Song, W.-q. Zeng, and J.-s. Liao, *Citrus fiber for the stabilization of O/W emulsion through combination of Pickering effect and fiber-based network*. Food Chemistry, 2021. **343**: p. 128523. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128523.
- [33].Kwon, H., J.H. Ko, and H.-S. Shin, *Evaluation of antioxidant activity and oxidative stability of spice-added mayonnaise*. Food science and biotechnology, 2015. **24**(4): p. 1285-1292. https://doi.org/10.1007/s10068-015-0165-1.
- [34].Kishk, Y. and H.E. Elsheshetawy, *Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics*. Annals of Agricultural Sciences, 2013. **58**(2): p. 213-220. https://doi.org/10.1016/j.aoas.2013.07.016.
- [35].Li, C.-Y., H.-W. Kim, H. Li, D.-C. Lee, and H.-I. Rhee, *Antioxidative effect of purple corn extracts during storage of mayonnaise*. Food chemistry, 2014. **152**: p. 592-596. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.152.
- [36].Seppanen, C.M., Q. Song, and A. Saari Csallany, *The antioxidant functions of tocopherol and tocotrienol homologues in oils, fats, and food systems*. Journal of the American Oil Chemists' Society, 2010. **87**(5): p. 469-481. https://doi.org/10.1007/s11746-009-1526-9.
- [37].Alizadeh, L., K. Abdolmaleki, K. Nayebzadeh, and R. Shahin, *Effects of tocopherol, rosemary essential oil and Ferulago angulata extract on oxidative stability of mayonnaise during its shelf life: A comparative study*. Food chemistry, 2019. **285**: p. 46-52. doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.028.
- [38].Wills, R. and C. Cheong, *Use of peroxide value and carbonyl value to determine the onset of rancidity in mayonnaise*. Food Chemistry, 1979. **4**(4): p. 259-261. https://doi.org/10.1016/0308-8146(79)90013-X.

ID: YSC3F.107

KHẢO SÁT CÔNG THỨC PHỐI TRỘN VÀ CẤU TRÚC CỦA SẢN PHẨM THỊT CHAY VEG PATTIES TỪ NGUYÊN LIỆU CHÍNH LÀ ĐẬU ĐỎ VÀ BÃ ĐẬU NÀNH

NGUYỄN HOÀNG TRUNG HUY¹, TRƯƠNG HỒNG NHI¹, LÊ THỊ THẢO MY¹,
NGUYỄN THỊ MINH NGUYỆT^{1*}

¹*Viện Công Nghệ Sinh học và Thực Phẩm, Đại học Công Nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh*

* *nguyenthiminhnguyet@iuh.edu.vn*

Tóm tắt. Thịt chay veg patties được sử dụng làm “chất thay thế thịt” trong bánh burger có nguồn gốc protein thực vật do giàu protein, ít chất béo bão hòa, không chứa cholesterol và dinh dưỡng. Mục tiêu của nghiên cứu là xác định công thức phối trộn và cấu trúc của sản phẩm thịt chay veg patties không phẩm màu từ nguyên liệu chính là đậu đỏ và bã đậu nành. Thành phần nguyên liệu chính được cố định gồm 55% bột đậu đỏ, 40% bã đậu nành, 5% dầu dừa (% khối lượng). Gia vị và các thành phần tạo cấu trúc được sử dụng bao gồm soy protein, gluten lúa mì, Citrus Fiber, xanthangum, nước, muối, tiêu, bột tỏi, tàu hũ ky, Tastenrich solution B5 và U5, nước. Mục tiêu phối trộn của 5 công thức cần đạt là chứa 60-65% ẩm, 15-25% protein, 2-5% lipid, 2-8% xơ và 8-15% carbohydrate. Gia vị và thành phần tạo kết cấu được thay đổi (% theo trọng lượng thành phần chính) trong 5 công thức để đạt được mục tiêu pha trộn đã đặt ra. Tất cả các thành phần sau khi được phối trộn đồng đều sẽ được cho vào khuôn định hình mẫu thịt có kích thước hình trụ cao 10cm, đường kính 7,6cm. Các thuộc tính cấu trúc như kết cấu, màu sắc, khả năng hấp thụ nước, cấu trúc vi mô và đánh giá cảm quan của 5 công thức khảo sát đã được thực hiện. Nghiên cứu này cung cấp những hiểu biết có giá trị về chế biến các sản phẩm thay thế thịt động vật góp phần giảm gánh nặng cho ngành chăn nuôi.

Từ khóa. thịt thực vật, veg patties, bã đậu nành, bột đậu đỏ, Citrus Fiber.

SURVEY ON THE MIXED FORMULA AND STRUCTURAL PROPERTIES OF VEGAN MEAT "VEG PATTIES" MAINLY MADE FROM SMALL RED BEAN AND SOYBEAN RESIDUE

Abstract. Veg patties are used as "meat substitutes" in veggie-based burgers because they are rich in protein, low in saturated fat, cholesterol-free and nutritious. The objective of this work was to determine the mixed formula and structure of the colorless veg patties from red bean meal and soybean residue powder. The main ingredients are fixed, including 55% of small red bean meal, 40% of soybean residue flour, 5% of coconut oil (% wt.). Spices and structural ingredients used include soy protein, wheat gluten, Citrus Fiber, xanthan gum, water, salt, pepper, garlic powder, tofu, Tastenrich solution B5 and U5, and water. Mixed goals need to reach 60-65% of moisture, 15-25% of protein, 2-5% of lipid, 2-8% of fiber, 8-15% of carbohydrate. Spices and texturing ingredients are changed (% by main ingredient weight) in 5 recipes to achieve the mixed goal set. All ingredients after being mixed well will be put into the mold to form meat samples with a cylindrical size 10cm high, 7.6cm diameter. Structural properties such as texture, color, water absorption, microstructure and sensory evaluation of 5 survey formulas were performed. This study provides valuable insights into the processing of animal meat substitutes that contribute to reducing the burden on the livestock industry.

Keywords. vegan meat, veg patties, soybean residue (okara), small red bean meal, Citrus Fiber.

1 GIỚI THIỆU

Thịt từ thực vật hiện đang là xu hướng phát triển trong ngành Công nghệ thực phẩm của Thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng, vì đây là sản phẩm “thịt thay thế” hoàn hảo về giá trị kinh tế, môi trường và sức khỏe cho người tiêu dùng so với các sản phẩm thịt từ động vật. Tiêu thụ quá nhiều thịt và các sản phẩm từ

thịt thường liên quan đến việc sử dụng quá nhiều năng lượng và chất béo, dẫn đến thừa cân, béo phì và tăng nguy cơ mắc các bệnh mãn tính, chẳng hạn như bệnh tim mạch và tiểu đường loại 2. Ngoài ra, một số thành phần của thịt đỏ và các sản phẩm thịt qua chế biến có thể làm tăng thêm nguy cơ mắc các bệnh trên và có thể khiến người tiêu dùng có nhiều nguy cơ bị ung thư, đặc biệt là ung thư đại trực tràng [1].

Thịt chay có nhiều thuật ngữ phổ biến như: sản phẩm thay thế động vật, sản phẩm thay thế thịt, thịt tương tự, thịt thay thế, chất thay thế thịt, thịt giả, ... Thuật ngữ “chất tương tự thịt” dùng để chỉ các sản phẩm thực phẩm không chứa thịt có nguồn gốc động vật, có hương vị, trải nghiệm xúc giác, hình dáng và giá trị dinh dưỡng tương tự như các sản phẩm thịt truyền thống. “Thịt từ thực vật” được xem là giải pháp hiệu quả và hữu ích để cung cấp nguồn protein từ thực vật cho con người, giảm áp lực cho các ngành công nghiệp, góp phần giải quyết vấn đề lương thực [2], đem đến chế độ ăn uống lành mạnh và sản xuất lương thực bền vững [3], [4].

Hiện tại, trên thị trường đã có rất nhiều thương hiệu sản xuất ra các sản phẩm thịt từ thực vật. Hai thương hiệu nổi tiếng trong số đó là Blendburger và Impossible Foods, đặc biệt Impossible Foods đã nghiên cứu và sản xuất ra một loại hương vị có mùi tương tự như các sản phẩm thịt từ động vật (Leghemoglobin). Hemoglobins thực vật cộng sinh, còn được gọi là Leghemoglobins, có trong các nốt sần ở rễ của cây họ đậu. Protein leghemoglobin (LegH) từ đậu nành (Glycine max) được biểu hiện trong *Pichia pastoris* (Chế phẩm LegH, LegH Prep) tạo hương vị giống như thịt trong các sản phẩm thực phẩm có nguồn gốc thực vật [5].

Theo một cuộc khảo sát của Benjamin M. Bohrer (2019), các sản phẩm thịt từ thực vật được làm ra từ các thành phần chủ yếu như là protein từ các loại đậu; chất béo từ dầu hướng dương, dầu hạt cải, dầu hạt cải, dầu ngô, dầu cọ, dầu dừa và dầu đậu nành, chất kết dính là methylcellulose [6]. Trong nghiên cứu này, thành phần protein được sử dụng từ bã đậu nành và bột đậu đỏ; chất béo từ dầu dừa; chất kết dính là Citrus Fiber. Thịt có nguồn gốc từ thực vật chứa (50%-80%) nước, (10%-25%) protein thực vật có kết cấu, (4%-20%) protein không kết cấu, (3% -10%) hương liệu (0%-15%) chất béo, (1%-5%) chất tạo bột, và (0%-0,5%) chất tạo màu, kết hợp cùng các kỹ thuật như đun, kéo sợi và tế bào cắt để tạo nên sản phẩm thịt từ thực vật. Protein từ thực vật là nguồn protein tốt vì không chứa acid béo bão hòa, cholesterol hoặc purin [7]. Nó cũng cung cấp nhiều các chất dinh dưỡng như các hợp chất tự nhiên có sẵn trong các loài thực vật và bổ sung chất xơ trong chế độ ăn uống. Ngoài ra, có nhiều nghiên cứu cho thấy lợi ích của chế độ ăn thực vật trong cả việc phòng ngừa và điều trị suy tim và bệnh mạch máu não. Chế độ ăn thực vật có liên quan đến việc giảm huyết áp, giảm lipid máu hơn so với chế độ ăn các sản phẩm có nguồn gốc từ động vật và có lợi trong việc kiểm soát cân nặng, giảm nguy cơ mắc các hội chứng chuyển hóa và bệnh tiểu đường loại 2. Chúng cũng đã được chứng minh là một phương pháp điều trị hiệu quả trong quản lý bệnh tiểu đường. Chế độ ăn thực vật mang lại lợi ích trong việc ngăn ngừa và giảm và cần được khuyến khích sử dụng trong chế độ ăn uống [8].

Okara (bã đậu nành) là một loại bột nhão rất giàu chất xơ (50%), chất đạm (25%), chất béo (10%), vitamin và các nguyên tố vi lượng [9]. Protein chiếm từ 15,2 đến 33,4% Okara (chất khô). Các protein chính là globulin 7S và globulin 11S [10]. Hàm lượng protein đậu đỏ được cô đặc nằm trong khoảng 57,38% – 72,68% tổng hàm lượng chất khô [11]. Protein đậu là một thay thế ngày càng tăng cho protein đậu nành do khả năng thích ứng cao, ít gây dị ứng và chức năng tốt, và hầu hết được sử dụng kết hợp với các nguồn khác (ví dụ: gluten) để cải thiện các thuộc tính dinh dưỡng và kết cấu của các chất tương tự thịt [12]. Dầu dừa đã được chứng minh là có lợi cho sức khỏe tim mạch [13]. Vai trò của dầu dừa trong các công thức chế biến tương tự thịt là góp phần vào độ ngon, độ mềm, cảm giác ngon miệng và giải phóng hương vị của sản phẩm là những thuộc tính quan trọng đối với người tiêu dùng đối với thịt sản phẩm.

Xơ citrus (Citrus Fiber) đi từ tế bào thịt quả, vỏ, màng thịt quả và lõi của cam, chanh, bưởi và quýt. Xơ citrus chứa carbohydrate, xơ (xơ hòa tan và không hòa tan), protein và tro. Xơ citrus cải thiện chất lượng dinh dưỡng thông qua làm giảm calories, béo và cholesterol. Đồng thời, nó sẽ giúp cắt giảm chi phí sản xuất cho sản phẩm vì thay thế các thành phần như dầu, trứng, chất ổn định và chất nhũ hóa [14].

Việc sử dụng thành phần bã đậu nành trong nghiên cứu là tận dụng nguồn phế phụ liệu trong công nghiệp sản xuất thực phẩm, tận dụng nguồn thực phẩm giàu xơ tốt cho sức khỏe con người. Với các nội dung trình bày trên, nghiên cứu này hướng đến mục tiêu là xác định công thức phối trộn và cấu trúc của sản phẩm thịt chay veg patties không phẩm màu từ nguyên liệu chính là đậu đỏ và bã đậu nành với các nội dung nghiên cứu cụ thể như sau: 1) Xác định thành phần nguyên liệu bột; 2) Tính chất vật lý của các công thức thịt chay

veg patties khảo sát; 3) Khả năng hấp thụ nước của các công thức thịt chay veg patties khảo sát; 4) Tính chất cấu trúc của các công thức thịt chay veg patties khảo sát.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Nguyên vật liệu

Bã đậu nành thu là sản phẩm thải ra từ quá trình chế biến sữa đậu nành tại bộ phận căn tin Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh. Địa chỉ: 12 Nguyễn Văn Bảo, phường 4, quận Gò Vấp, Thành phố Hồ Chí Minh.

Đậu đỗ khô được thu mua từ cửa hàng nông sản huyện Đức Trọng, Lâm Đồng, Việt Nam.

Dầu dừa nguyên chất Organic VIETCOCO: dung tích chai PET 250ml, do công ty TNHH chế biến Dừa Lương Quới. Địa chỉ: Lô A36-A37, KCN An Hiệp, Ấp Thuận Điền, Xã An Hiệp, Huyện Châu Thành, Tỉnh Bến Tre, Việt Nam.

Muối Iot Bạc Liêu là sản phẩm của Công Ty Cổ Phần Muối Bạc Liêu

Tiêu đen xay, tàu hũ ky, bột tảo Vianco được thu mua tại cửa hàng Bách Hóa Xanh, địa chỉ sản xuất: 864 Quốc lộ 1A, Khu phố 7, Phường Bình Trưng Đông, Quận Bình Tân, Thành phố Hồ Chí Minh.

Citrus Fiber 100 M40 (100% Citrus Fiber) và Citri-Fi 300 FG (đồng sản xuất với 15% Xanthangum), và Xanthangum do Công ty Ánh Sáng Châu Á Asia Shine, địa chỉ: 353C Nguyễn Trọng Tuyển, Phường 1, Quận Tân Bình, TP. HCM cung cấp.

Tastenrich solution B5 và U5 có nguồn gốc từ vi sinh vật, là sản phẩm của công ty Tastenrich được dùng như các chất tạo hương cho thịt chay.

Soy protein, gluten lúa mì do Công ty TNHH KHCN Việt Đức Nhật cung cấp, địa chỉ: 89/3A Tân Tiến, Xuân Thới Đông, Hóc Môn.

Các hóa chất phân tích thành phần dinh dưỡng có xuất xứ từ Trung Quốc và Việt Nam.

2.2 Phương pháp chuẩn bị thịt chay veg patties

Bước 1: Chuẩn bị bột đậu đỗ

Ngâm đậu: ngâm đậu trong nước sạch, sau đó nấu đậu với tỷ lệ đậu: nước = 1: 5 (w/w), thời gian 8-10 giờ để thuận lợi trong quá trình nấu. Khối lượng đậu cho mỗi đợt xử lý là 1Kg.

Nấu đậu với tỷ lệ đậu: nước = 1:5 (w/w) cho vào nồi inox, đậy nắp. Gia nhiệt bằng bếp điện từ ở công suất 2000W cho đến khi đậu sôi, sau đó giảm xuống công suất 400W trong 45 phút. Tắt bếp điện và để đậu thêm 15 phút. Thu hồi phần đậu đã được nấu chín, để ráo.

Sấy đậu: trải đều phần đậu chín, ráo lên khay sấy và sấy ở nhiệt độ 85°C trong 18 giờ. Hiệu suất thu hồi bột đậu đỗ trung bình là $(60,95 \pm 3,00) \%$

Thu nhận bột đậu đỗ: dùng máy xay Philip xay đậu đỗ đã qua sấy, sau đó rây qua khuôn rây mesh size 80 tương ứng với kích thước lỗ rây là 0.18mm.

Bảo quản bột đậu đỗ mịn sau khi rây trong hộp kín và đặt trong ngăn mát tủ lạnh.

Bước 2: Chuẩn bị bã đậu nành

Thu nhận 500 g bã tươi và cho vào túi lọc, rửa bã dưới vòi nước đến khi nước trong, vắt khô bã đậu nành. Sấy bã đậu đã được rửa sạch vắt ráo ở nhiệt độ 85°C trong 4 giờ. Bã sau khi sấy được làm nguội rồi xay mịn và rây qua khuôn rây mesh size 80 tương ứng với kích thước lỗ rây là 0.18mm.. Hiệu suất thu hồi bột bã đậu nành trung bình là $(15,92 \pm 1,50) \%$. Bã đậu nành đã qua xử lý được bảo quản trong hộp và đặt ở ngăn mát tủ lạnh.

Bước 3: Chuẩn bị tàu hũ ky

Tàu hũ ky được rửa sạch bằng nước, sau đó cho vào nước sôi 100°C trong 3 phút, vớt tàu hũ ky ra khay, để ráo nước, xay nhuyễn bằng máy xay Philip.

Bước 4: Chuẩn bị hỗn hợp nước phối trộn

Hỗn hợp nước để phối trộn sản phẩm bao gồm: nước, Citrus fiber, dầu dừa, xanthangum (nếu có) và được định lượng theo công thức bảng 1.

Cho Citrus fiber và xanthangum (nếu có) vào dụng cụ phối trộn. Cho tiếp dầu dừa vào, dùng thìa thủy tinh đánh đều hỗn hợp đến khi tan Citrus fiber và xanthangum. Cho nước vào hỗn hợp vừa đánh, sau đó dùng máy đánh đều hỗn hợp.

Bước 5: Phối trộn thịt chay

Tất cả các thành phần của các công thức (trừ các thành phần đã có trong hỗn hợp nước phối trộn) được cân định lượng, sau đó được trộn đều hỗn hợp bột khô.

Cho hỗn hợp nước phối trộn vào hỗn hợp bột khô để phối trộn và sử dụng khuôn định hình mẫu thịt có kích thước hình trụ cao 10cm, đường kính 7.6cm.

Cân 100g mẫu cho vào khuôn định hình mẫu, nén đến khi chiều cao mẫu là 2cm. Mẫu được đem đi hấp trong 14 phút ở 95°C. Sau đó mẫu được làm nguội ở nhiệt độ phòng trong 15 phút. Đối với mẫu chiên, sau khi làm nguội mẫu được chiên trong 1 phút 30 giây ở nhiệt độ từ 120°C-130°C mỗi mặt, tổng thời gian chiên của mỗi mẫu là 3 phút. Mẫu được làm nguội ở nhiệt độ phòng trong 15 phút. Sau đó đem mẫu đi cấp đông ở -25°C trong vòng 48 giờ. Trước khi được đem đi phân tích, mẫu được nướng ở lò làm nóng trước ở 220°C trong 15 phút.

2.3 Công thức phối trộn thịt chay veg patties

Bảng 1. Công thức phối trộn hỗn hợp thịt chay

Thành phần	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
Bột đậu đỏ			55		
Bã đậu nành			40		
Dầu dừa			5		
Citrus Fiber	100M40	4%	4%	-	-
	300FG	-	-	4%	4%
Xanthangum	2%	2%	-	-	-
Soy protein	20%	35%	20%	-	35%
Gluten lúa mì	30%	15%	25%	35%	-
Tàu hũ ky	30%	30%	-	-	-
Hương thịt			7%		
Muối			5%		
Tiêu			3%		
Bột tỏi			8%		
Nước bổ sung			180%		

Lưu ý: Hỗn hợp nguyên liệu chính được cố định theo tỷ lệ bột đậu đỏ: bã đậu nành: dầu dừa = 55: 40: 5 (theo khối lượng), các nguyên liệu còn lại tính theo % tổng khối hỗn hợp nguyên liệu chính.

2.4 Phương pháp xác định khả năng hấp thụ nước của thịt chay.

Mẫu thịt chay 5g được làm ẩm trong 100 ml nước cất ở 50°C trong 12 giờ, sau đó lấy mẫu ra khỏi nước làm ẩm và để ráo nước trong 15 phút. Các kết quả được tính trung bình của ba phép đo [15].

Công thức xác định khả năng hấp thụ nước:

$$WAC = \frac{\text{Khối lượng mẫu sau khi làm ẩm} - \text{Khối lượng mẫu trước khi làm ẩm}}{\text{Khối lượng mẫu trước khi làm ẩm}} \times 100 (\%)$$

2.5 Phương pháp xác định kết cấu của thịt chay.

Thực hiện theo phương pháp của Oni Yuliarti và cộng sự (2020) có hiệu chỉnh. Các đặc tính kết cấu của thịt chay (độ cứng, độ kết dính, độ dai, độ co giãn) được phân tích bằng thiết bị Brookfield CT3 4500 với phân tích TPA (Texture Profile Analysis). Mẫu thịt chay được chuẩn bị có kích thước hình trụ 7,6× 2 cm (Đường kính × Cao). Sử dụng một đầu dò hình trụ có đường kính 12,7 mm, các mẫu được nén hai lần đến 40% so với chiều cao ban đầu, tốc độ di chuyển của đầu dò 5,0 mm/s. Nhiệt độ môi trường ở phòng đo mẫu duy trì 25±1 °C [16]. Phép đo được thực hiện 3 lần cho mỗi công thức.



Hình 1. Hình ảnh minh họa phép đo TPA của mẫu thịt chay trên thiết bị Brookfield

2.6 Phương pháp xác định màu sắc của thịt chay.

Thực hiện theo phương pháp Oni Yuliarti và cộng sự (2020) phép đo màu sắc được thực hiện bằng máy đo màu Konica Minolta CR410 được hiệu chuẩn bằng tấm chuẩn trắng $L^* = 87,5$, $a^* = 0,3161$, $b^* = 0,3233$), với vùng đo có đường kính 8 mm. Đánh giá màu sắc (CIE L^* , a^* và b^*) được đo lần lượt trên bề mặt của các mẫu sau khi hấp và các mẫu sau khi chiên. Các phép đo được thực hiện tại ba điểm khác nhau trên bề mặt của mỗi mẫu [16].

2.7 Phương pháp xác định hóa lý

Độ ẩm của nguyên liệu ban đầu: Được xác định theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 9706:2013, ISO 711:1985) có hiệu chỉnh.

Xác định hàm lượng protein của hạt đậu đỏ bằng phương pháp Kjeldahl: Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 8125:2015; ISO 20483:2013) có hiệu chỉnh. Nguyên tắc chung: Vô cơ hóa mẫu thử bằng acid sulfuric đậm đặc, nitơ có trong mẫu thử chuyển thành amoni sulfat. Dùng kiềm đặc đẩy amoniac ra khỏi amoni sulfat trong máy cất đạm, tạo thành amoni hydroxyt, rồi định lượng bằng acid.

Xác định hàm lượng lipid bằng phương pháp Soxhlet: Theo tiêu chuẩn ngành 10TCN 849:2006 về tiêu chuẩn nông sản thực phẩm - Phương pháp xác định hàm lượng chất béo thô do Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành.

Xác định hàm lượng tro bằng phương pháp nung: Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 8124:2009; ISO 2171:2007) có hiệu chỉnh.

3 KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1 Thành phần và hiệu suất thu hồi của nguyên liệu bột.

Bảng 2. Thành phần dinh dưỡng nguyên liệu bột

STT	Thành phần	% Khối lượng	% Chất khô
	Đậu đỏ		
1	Âm	$2,53 \pm 0,61$	-
2	Protein	$24,77 \pm 4,98$	$25,42 \pm 5,11$
3	Lipid	$3,45 \pm 1,26$	$3,54 \pm 0,3$
4	Tro	$6,81 \pm 0,19$	$6,98 \pm 0,19$

Bã đậu nành			
1	Ăm	7,58 ± 0,6	-
2	Protein	15,62 ± 3,61	16,90 ± 3,9
3	Lipid	8,94 ± 0,26	9,68 ± 0,35
4	Tro	2,82 ± 0,08	3,06 ± 0,09

Theo Bảng 2 cho thấy bột đậu đỗ có hàm lượng protein cao và đặc biệt là các khoáng chất thể hiện qua hàm lượng tro tổng số. Bã đậu nành dư là nguồn bã thải ra, nhưng qua xử lý và phân tích cho thấy còn chứa hàm lượng dinh dưỡng rất cao, việc tận dụng nguồn bã vào chế biến thịt chay sẽ là hướng đi đáp ứng xu thế chung của hệ thống thực phẩm cho toàn cầu trong tương lai. Theo nghiên cứu của RM Guimarães và cộng sự (2018) [17], thành phần dinh dưỡng của bột bã đậu nành sau khi sấy chứa khoảng 25% protein và 10% lipid. Theo nghiên cứu của Ranawati và cộng sự (2018) bột đậu đỗ chứa khoảng 22,53% protein, 2,70% tro và 1,11% lipid [18]. Sự chênh lệch hàm lượng dinh dưỡng do hai yếu tố chính là nguồn thu nhận nguyên liệu khác nhau (chúng phụ thuộc nhiều vào nguồn giống, đất đai, thổ nhưỡng, khí hậu, điều kiện canh tác) cũng như ảnh hưởng của quy trình xử lý nguyên liệu. Ví dụ, quy trình thu nhận bột bã đậu nành ảnh hưởng do quy trình rửa bã; quy trình thu nhận bột đậu đỗ ảnh hưởng do thời gian ngâm, quy trình nấu (tỷ lệ nước: đậu, thời gian nấu, nhiệt độ nấu); cả hai quy trình đều ảnh hưởng bởi quy trình sấy (nhiệt độ sấy, thời gian sấy).

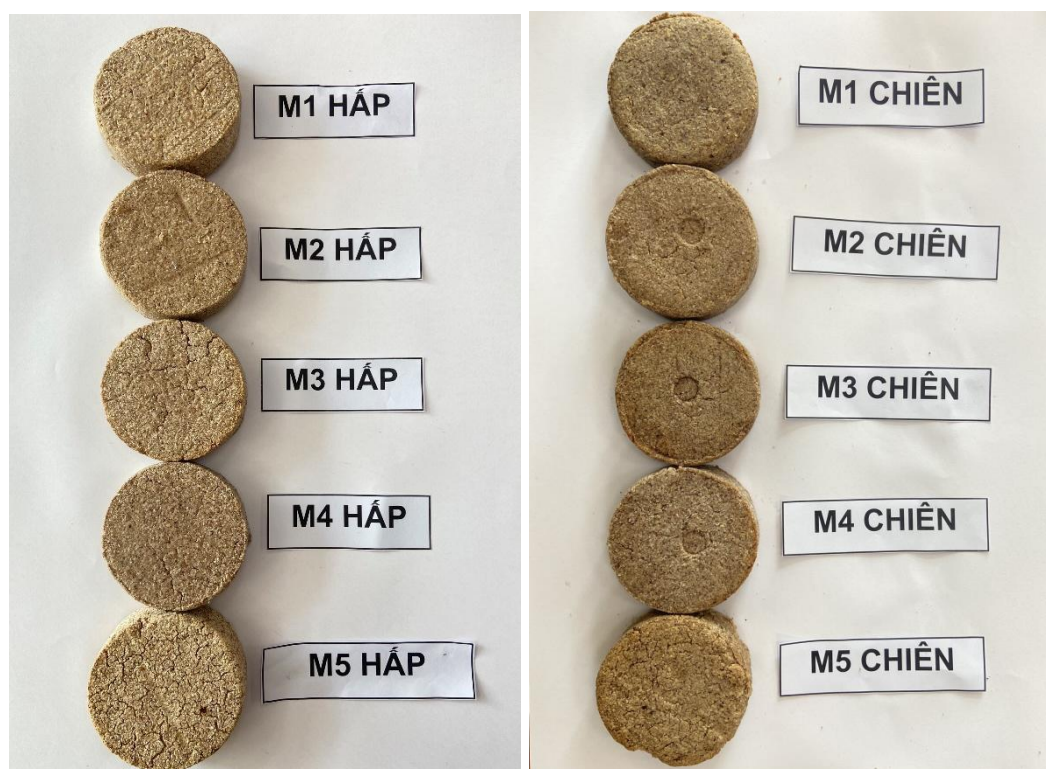
3.2 Màu sắc

Bảng 4 thể hiện các chỉ số màu sắc (L^* , a^* , b^*) của lần lượt các mẫu hấp và mẫu chiên của từng công thức. Cả năm công thức cho thấy sự khác biệt đáng kể về các chỉ số màu sắc ($p < 0,05$). Chỉ số L^* đại diện cho độ đậm nhạt của màu sắc (0 = đen và 100 = trắng); -a và +a đại diện cho xanh lá cây và đỏ; -b và +b đại diện cho màu xanh lam và màu vàng [19]. Do đối tượng nghiên cứu của nghiên cứu này chưa có mẫu tương tự trên thị trường, nên mẫu được so sánh với mẫu blank ($L^* = 87,5$, $a^* = 0,3161$, $b^* = 0,3233$) để định vị mẫu trong không gian màu $L^*a^*b^*$.

Bảng 3. Giá trị màu (L^* , a^* , b^* , ΔE^*) của các công thức khảo sát.

Công thức	L^*	a^*	b^*	ΔE^*
Mẫu hấp				
CT1	58,47 ± 1,57 ^{bc}	3,99 ± 0,38 ^d	16,78 ± 0,58 ^{bc}	33,48 ± 1,32 ^c
CT2	55,16 ± 0,93 ^d	4,34 ± 0,21 ^c	16,59 ± 0,39 ^c	36,43 ± 0,71 ^a
CT3	59,23 ± 1,80 ^b	4,68 ± 0,25 ^b	17,22 ± 0,67 ^b	33,23 ± 1,69 ^c
CT4	57,26 ± 1,71 ^c	5,02 ± 0,28 ^a	17,28 ± 0,51 ^b	35,00 ± 1,59 ^b
CT5	61,17 ± 1,80 ^a	4,28 ± 0,17 ^c	18,66 ± 0,50 ^a	32,35 ± 1,32 ^c
Mẫu chiên				
CT1	47,46 ± 1,78 ^{ab}	5,47 ± 0,61 ^d	19,01 ± 1,30 ^b	44,50 ± 1,71 ^{bc}
CT2	45,77 ± 1,33 ^{bc}	5,85 ± 0,43 ^{cd}	16,95 ± 1,76 ^c	45,29 ± 1,32 ^b
CT3	44,40 ± 1,38 ^c	6,37 ± 0,27 ^a	19,48 ± 1,10 ^b	47,56 ± 1,55 ^a
CT4	48,70 ± 2,57 ^a	5,92 ± 0,28 ^{bc}	17,33 ± 0,53 ^c	42,79 ± 2,37 ^c
CT5	48,95 ± 1,98 ^a	5,98 ± 0,51 ^{ab}	21,81 ± 2,80 ^a	44,56 ± 2,05 ^b

Bảng thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn, các chữ cái a, b, c, d khác nhau biểu thị sự khác biệt theo cột với mức ý nghĩa thống kê P -value < 0,05.



Hình 2. Hình ảnh mô tả các mẫu thịt hấp và chiên của các công thức thịt chay khảo sát

Đối với tất cả mẫu, khoảng giá trị L^* cao nhất khoảng 61,17 (CT5), thấp nhất là 55,16 (CT2) ở mẫu hấp và L^* cao nhất là 48,95 (CT5), L^* thấp nhất là 44,4 (CT3) cho thấy mẫu CT5 có độ sáng nhất trong tất cả các mẫu. Tất cả các mẫu khảo sát có xu hướng lệch về màu đỏ ($a^* > 0$) và màu vàng ($b^* > 0$). Các thông số màu bị ảnh hưởng đáng kể bởi hàm lượng thành phần của các công thức khảo sát. Nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng việc có mặt của soy protein trong thành phần làm sáng màu của mẫu hơn [20]. Các công thức khảo sát có hàm lượng soy protein khác nhau dẫn đến chỉ số màu sắc của chúng có sự khác biệt. Bên cạnh đó, hàm lượng gluten ảnh hưởng đến giá trị L^* của các mẫu theo tỉ lệ thuận [19]. So sánh giữa mẫu hấp và mẫu chiên, nghiên cứu của Boukid và cộng sự (2020) chỉ ra rằng việc sử dụng nhiệt độ cao (140-180°C) trong quá trình chiên dẫn đến sự thay đổi màu sắc và sự suy thoái của sắc tố [12]. Do đó, có sự khác biệt về màu sắc giữa hai loại mẫu hấp và mẫu chiên. Độ ẩm cũng là yếu tố ảnh hưởng đến sự thay đổi màu sắc giữa các mẫu. Độ ẩm ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ và khúc xạ ánh sáng của các mẫu [21]. Các công thức khảo sát có khả năng hấp thụ nước khác nhau được biểu diễn ở Hình 3, có sự khác biệt giữa các công thức nên độ ẩm của các mẫu khác nhau dẫn đến sự khác biệt giữa các công thức.

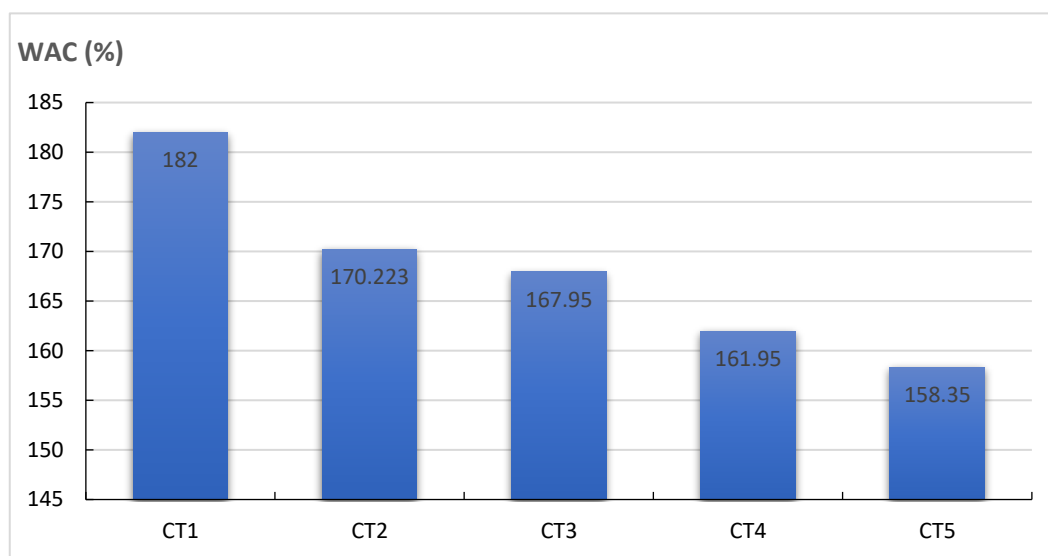
Tóm lại, tất cả các yếu tố nêu trên đã ảnh hưởng đến giá trị của 4 thông số màu sắc. Màu sắc là một trong những yếu tố cảm quan quan trọng nhất ảnh hưởng đến giá trị thương mại của sản phẩm [21] nên mục tiêu của khảo sát này nhằm xác định các chỉ số màu của sản phẩm trong không gian màu $L^*a^*b^*$.

3.3 Khả năng hấp thụ nước – Water absorption capacity (WAC).

Khả năng hấp thụ nước (WAC) được định nghĩa là lượng nước có thể giữ lại trong cấu trúc của mẫu chứa protein thực vật sau khi được làm ẩm [15]. Khả năng hấp thụ nước của các công thức từ 158,36% đến 182,01% như Hình 3. WAC cao nhất là CT1 và thấp nhất là CT5. Sự khác biệt về hàm lượng của các thành phần trong mỗi công thức dẫn đến khả năng hấp thụ nước của các công thức khác nhau. Sự khác biệt do hàm lượng các loại protein khác nhau (gluten và protein đậu) trong mỗi công thức và tương tác protein-nước [22]. Nghiên cứu gần đây của ZubalaLutfi và cộng sự (2019) [23] cho thấy việc có mặt của NaCl sẽ làm tăng sự hấp thụ nước của hỗn hợp có chứa xanthanum. Các nghiên cứu của Schopf và cộng sự (2021) cũng cho thấy rằng việc bổ sung gluten làm tăng khả năng hấp thụ nước của hỗn hợp [24]. Ngoài ra, trong thành phần các công thức (CT1, CT2, CT3, CT5) khảo sát còn có soy protein, soy protein được sử dụng vì

đặc tính của nó là khả năng giữ nước [12], nghiên cứu của Samard và cộng sự (2021) chỉ ra rằng soy protein cải thiện khả năng giữ nước của hỗn hợp chất tương tự thịt [15].

Dựa vào hàm lượng thành phần phối trộn cho thấy CT5 và CT4 lần lượt được bổ sung soy protein (35%) và gluten (35%) nên khả năng hấp thụ nước kém hơn so với các công thức còn lại. Hàm lượng hỗn hợp gluten và soy protein của CT3 là 45% nên khả năng hấp thụ nước trung bình. CT1 và CT2 có hàm lượng protein và soy protein cao nhất (50%), được bổ sung xanthangum (2%) mà trong hỗn hợp của công thức lại có mặt của NaCl làm tăng khả năng hấp thụ nước. Do đó, CT1 và CT2 có khả năng hấp thụ nước cao nhất trong năm công thức lần lượt là 182% và 170,22%. WAC cao hơn giúp tăng cường khả năng giữ nước của các chất tương tự thịt dẫn đến các sản phẩm được đánh giá cao hơn [25].



Hình 3. Biểu đồ thể hiện khả năng hấp thụ nước của các công thức.

3.4 Tính chất cấu trúc

Bảng 4. Tính chất cấu trúc của các mẫu khảo sát

Công thức	Độ cứng (g)	Độ kết dính	Độ co giãn (mm)	Độ dai (mJ)
Mẫu hấp				
CT1	2960,50 ± 124,43 ^c	0,46 ± 0,05 ^a	6,57 ± 0,19 ^{ab}	86,86 ± 4,27 ^b
CT2	3322,83 ± 298,99 ^b	0,42 ± 0,01 ^a	6,77 ± 0,28 ^a	93,58 ± 11,36 ^b
CT3	4007,50 ± 159,60 ^a	0,46 ± 0,01 ^a	6,71 ± 0,21 ^a	120,64 ± 5,90 ^a
CT4	2463,17 ± 84,19 ^d	0,42 ± 0,01 ^a	6,07 ± 0,16 ^c	60,77 ± 2,66 ^c
CT5	2582,5 ± 39,59 ^d	0,25 ± 0,03 ^b	5,30 ± 0,52 ^d	33,75 ± 0,97 ^d
Mẫu chiên				
CT1	3018,83 ± 192,79 ^b	0,42 ± 0,03 ^a	6,67 ± 0,37 ^a	82,25 ± 8,41 ^a
CT2	3109,67 ± 129,107 ^{ab}	0,43 ± 0,02 ^a	6,29 ± 0,21 ^{ab}	82,50 ± 4,78 ^a

CT3	3349,00 ± 52,03 ^a	0,42 ± 0,01 ^a	6,67 ± 0,22 ^a	91,36 ± 6,61 ^a
CT4	3074,67 ± 210,75 ^{ab}	0,44 ± 0,02 ^a	6,14 ± 0,06 ^b	81,16 ± 6,63 ^a
CT5	2220,00 ± 126,19 ^c	0,13 ± 0,08 ^b	4,05 ± 0,31 ^c	12,24 ± 8,31 ^b
CT1	3018,83 ± 192,79 ^b	0,42 ± 0,03 ^a	6,67 ± 0,37 ^a	82,25 ± 8,41 ^a

Bảng thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn, các chữ cái a, b, c, d khác nhau biểu thị sự khác biệt theo cột, cùng 1 kiểu chế biến với mức ý nghĩa thống kê P-value < 0,05.

Bảng 4 lần lượt biểu diễn các tính chất cấu trúc của mẫu hấp và mẫu chiên. Thuật ngữ độ cứng được định nghĩa là lực cần thiết để nén một chất tương tự có kích thước giống như mẫu 7,6 × 2 cm (đường kính × cao) bằng đầu dò hình trụ có đường kính 12,7 mm. Trong trường hợp độ dai và độ co giãn, chúng được định nghĩa là năng lượng cần thiết để nghiền một chất tương tự có kích thước 7,6 × 2 cm (đường kính × cao) đến trạng thái sẵn sàng để nuốt và độ co giãn là tốc độ tại đó một chất tương tự bị biến dạng có kích thước 7,6 × 2 cm (đường kính × cao) trở lại trạng thái bình thường của nó sau khi lực biến dạng được loại bỏ [10]. Độ kết dính được định nghĩa là khả năng liên kết bên trong để tạo nên cấu trúc đồng nhất cho sản phẩm [26].

Các tính chất cấu trúc giữa các công thức có sự chênh lệch đáng kể ($p < 0,05$). Sự chênh lệch này do sự khác biệt về hàm lượng thành phần giữa các công thức. Đối với mẫu hấp, mẫu CT1 có thông số của các tính chất cấu trúc cao nhất (độ cứng 4007,5 g, độ kết dính 0,46, độ co giãn 6,71 và độ dai 120,64 mJ) trong tất cả năm công thức. Độ kết dính 0,25, độ co giãn 5,30 mm và độ dai 33,75 mJ của CT5 là thấp nhất so với các công thức còn lại. Nghiên cứu của Samard và cộng sự (2021) chỉ ra rằng soy protein được thêm vào hỗn hợp làm tăng các tính chất cấu trúc của mẫu; độ cứng, độ dai và độ kết dính tăng khi mạng lưới protein mạnh hơn [15]. Gluten được bổ sung vào các công thức đóng vai trò là tác nhân liên kết chính trong hỗn hợp để cải thiện và ổn định tính chất cấu trúc của các mẫu [19]. Vì thế, theo Bảng 1 hàm lượng thành phần các nguyên liệu (soy protein, gluten) khác nhau dẫn đến sự khác biệt giữa các mẫu. CT4 và CT5 có hàm lượng soy protein và gluten thấp nhất (35%) nên cấu trúc không ổn định nhất.

Đối với các mẫu chiên được chiên từ 130-140°C, việc bổ sung dầu hoặc lipid trong quá trình chế biến và quy trình xử lý nhiệt ảnh hưởng đến cấu trúc của mẫu; ảnh hưởng đến sự liên kết giữa các đại phân tử và sự hình thành sợi cho các chất tương tự thịt [27]. Trong các công thức có mặt của gluten, theo nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng trong quá trình chế biến (chiên), gluten đã bị thay đổi đáng kể; khi phân tích cấu trúc bậc 2 và tính kỵ nước của bề mặt chỉ ra rằng các gluten bị bung ra và bị phân hủy sau khi chiên. Chiên tạo nên một mạng lưới gluten lỏng lẻo và không đồng đều [28]. Quá trình chiên làm thay đổi độ ẩm của mẫu, độ ẩm được chứng minh làm thay đổi tính chất cấu trúc của mẫu [19]. Do đó, tính chất cấu trúc của các mẫu chiên có sự thay đổi so với các mẫu hấp.

Tóm lại, khi so sánh năm công thức có hàm lượng các thành phần khác nhau thì thu được các mẫu sản phẩm có các tính chất cấu trúc khác nhau. Sự kết hợp của 2 loại protein (soy protein và gluten lúa mì) tạo ra sự thay đổi về tính chất cấu trúc của các chất tương tự thịt [10]. Do đó, để nghiên cứu sản xuất sản phẩm thịt chay veg patties có kết cấu hoàn chỉnh và ổn định cần nghiên cứu thêm về hàm lượng protein thực vật (ví dụ: protein họ đậu, protein lúa mì,...). Ngoài ra, quá trình chế biến (hấp hoặc chiên) cũng ảnh hưởng đến tính chất cấu trúc của sản phẩm thịt chay.

4 KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu này cho thấy tính chất cấu trúc, màu sắc, khả năng hấp thụ nước của thịt chay veg patties phụ thuộc vào hàm lượng protein và loại protein sử dụng trong mỗi công thức. CT3 có bao gồm hỗn hợp soy protein (20%) và gluten (25%) nên nhìn chung cấu trúc, màu sắc và khả năng hấp thụ nước ổn định. CT5 chỉ bổ sung 35% soy protein tạo màu sáng ($L^* \sim 61,17$) và cấu trúc không ổn định (độ kết dính 0,25). Kết quả của nghiên cứu này đã cung cấp một số công thức phối trộn thịt chay veg patties từ nguyên liệu chính là bột bã đậu nành và bột đậu đỏ; sử dụng màu sắc tự nhiên của nguồn nguyên liệu làm màu sắc

đặc trưng của sản phẩm. Bên cạnh đó còn cung cấp một số dữ liệu về tính chất cấu trúc, màu sắc và khả năng hấp thụ nước, làm cơ sở để phát triển dòng sản phẩm thịt chay veg patties trong tương lai. Nghiên cứu cần được thực hiện đánh giá cảm quan sự chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm thịt chay veg patties.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Salter, A., *The effects of meat consumption on global health*. Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics), 2018. **37**(1): p. 47-55 0253-1933 <https://doi.org/10.20506/rst.37.1.2739>
- [2] Sun, C., et al., *Processing, quality, safety, and acceptance of meat analogue products*. Engineering, 2020 2095-8099 <https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.10.011>
- [3] Itkonen, S.T., et al., *Partial Replacement of Animal Proteins with Plant Proteins for 12 Weeks Accelerates Bone Turnover Among Healthy Adults: A Randomized Clinical Trial*. The Journal of Nutrition, 2021. **151**(1): p. 11-19 0022-3166 <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa264>
- [4] Pintado, T. and G. Delgado-Pando, *Towards more sustainable meat products: Extenders as a way of reducing meat content*. Foods, 2020. **9**(8): p. 1044 <https://doi.org/10.3390/foods9081044>
- [5] Fraser, R.Z., et al., *Safety evaluation of soy leghemoglobin protein preparation derived from Pichia pastoris, intended for use as a flavor catalyst in plant-based meat*. International journal of toxicology, 2018. **37**(3): p. 241-262 1091-5818 <https://doi.org/10.1177/1091581818766318>
- [6] Bohrer, B.M., *An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products*. Food Science and Human Wellness, 2019. **8**(4): p. 320-329 2213-4530 <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.11.006>
- [7] Kyriakopoulou, K., B. Dekkers, and A.J. van der Goot, *Plant-based meat analogues*, in *Sustainable meat production and processing*. 2019, Elsevier. p. 103-126 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00006-7>
- [8] Zelber-Sagi, S., et al., *High red and processed meat consumption is associated with non-alcoholic fatty liver disease and insulin resistance*. Journal of hepatology, 2018. **68**(6): p. 1239-1246 0168-8278 <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.01.015>
- [9] Colletti, A., et al., *Valorisation of by-products from soybean (Glycine max (L.) Merr.) processing*. Molecules, 2020. **25**(9): p. 2129 <https://doi.org/10.3390/molecules25092129>
- [10] Singh, A., et al., *Structural and functional analysis of various globulin proteins from soy seed*. Critical reviews in food science and nutrition, 2015. **55**(11): p. 1491-1502 1040-8398 <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.700340>
- [11] Piñuel, M.L., et al., *Extraction of protein concentrate from red bean (Phaseolus vulgaris L.): Antioxidant activity and inhibition of lipid peroxidation*. 2019 2231-3354 <https://doi.org/10.7324/JAPS.2019.90804>
- [12] Boukid, F., *Plant-based meat analogues: From niche to mainstream*. European Food Research and Technology, 2020: p. 1-12 1438-2385 <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03630-9>
- [13] Teng, M., et al., *Impact of coconut oil consumption on cardiovascular health: a systematic review and meta-analysis*. Nutrition reviews, 2020. **78**(3): p. 249-259 0029-6643 <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz074>
- [14] Citri-Fi® Natural Citrus Fiber.
- [15] Samard, S., et al., *Influences of extrusion parameters on physicochemical properties of textured vegetable proteins and its meatless burger patty*. Food Science and Biotechnology, 2021: p. 1-9 2092-6456 <https://doi.org/10.1007/s10068-021-00879-y>

- [16] Yuliarti, O., T.J.K. Kovich, and N.J. Yi, *Structuring the meat analogue by using plant-based derived composites*. Journal of Food Engineering, 2021. **288**: p. 110138 0260-8774 <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110138>
- [17] Guimarães, R.M., et al., *Okara: A soybean by-product as an alternative to enrich vegetable paste*. LWT, 2018. **92**: p. 593-599 0023-6438 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.058>
- [18] Ratnawati, L., et al. *Evaluation of physicochemical, functional and pasting properties of soybean, mung bean and red kidney bean flour as ingredient in biscuit*. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. IOP Publishing <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012026>
- [19] Chiang, J.H., et al., *Effects of soy protein to wheat gluten ratio on the physicochemical properties of extruded meat analogues*. Food Structure, 2019. **19**: p. 100102 2213-3291 <https://doi.org/10.3390/foods9040461>
- [20] Zahari, I., et al., *Development of high-moisture meat analogues with hemp and soy protein using extrusion cooking*. Foods, 2020. **9**(6): p. 772 <https://doi.org/10.3390/foods9060772>
- [21] Lyu, Y., et al., *Color, Carotenoids, and Peroxidase Degradation of Seed-Used Pumpkin Byproducts as Affected by Heat and Oxygen Content During Drying Process*. Food and Bioprocess Technology, 2020. **13**(11): p. 1929-1939 1935-5149 <https://doi.org/10.1007/s11947-020-02532-8>
- [22] Samard, S. and G.H. Ryu, *A comparison of physicochemical characteristics, texture, and structure of meat analogue and meats*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2019. **99**(6): p. 2708-2715 0022-5142 <https://doi.org/10.1002/jsfa.9438>
- [23] Lutfi, Z., et al., *Effect of NaCl on physicochemical properties of xanthan gum–Water chestnut starch complexes*. International journal of biological macromolecules, 2019. **131**: p. 557-563 0141-8130 <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.052>
- [24] Schopf, M. and K.A. Scherf, *Water Absorption Capacity Determines the Functionality of Vital Gluten Related to Specific Bread Volume*. Foods, 2021. **10**(2): p. 228 <https://doi.org/10.3390/foods10020228>
- [25] De Angelis, D., et al., *Physicochemical and Sensorial Evaluation of Meat Analogues Produced from Dry-Fractionated Pea and Oat Proteins*. Foods, 2020. **9**(12): p. 1754 <https://doi.org/10.3390/foods9121754>
- [26] Rosenthal, A.J. and P. Thompson, *What is cohesiveness?—A linguistic exploration of the food texture testing literature*. Journal of Texture Studies, 2021 0022-4901 <https://doi.org/10.1111/jtxs.12586>
- [27] Kyriakopoulou, K., J.K. Keppler, and A.J. van der Goot, *Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues*. Foods, 2021. **10**(3): p. 600 <https://doi.org/10.3390/foods10030600>
- [28] Zhou, R., et al., *Effect of the frying process on the properties of gluten protein of you-tiao*. Food chemistry, 2020. **310**: p. 125973 0308-8146 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125973>

ID: YSC3F.108

VAI TRÒ CỦA CITRUS FIBER ĐẾN CẤU TRÚC CỦA BÁNH BISCUITS KHÔNG GLUTEN, KHÔNG ĐƯỜNG, KHÔNG BƠ TỪ ĐẬU VÁN, BÍ ĐỎ, VÀ CHUỐI SỨ

PHAN NHƯ PHƯƠNG¹, NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH¹, NGUYỄN THỊ MINH NGUYỆT^{1*};

¹*Viện Công Nghệ Sinh học và Thực Phẩm, Đại học Công Nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh*

* *nguyenthiminhnguyet@iuh.edu.vn*

Tóm tắt. Trong xu thế phát triển hệ thống thực phẩm bền vững, việc thực hiện một chế độ ăn uống lành mạnh thông qua việc sử dụng thực phẩm toàn phần, thực phẩm địa phương, thực phẩm có nguồn gốc thực vật để chế biến thức ăn tại nhà hàng đang được quan tâm. Mục tiêu của nghiên cứu là khảo sát vai trò của citrus fiber đến cấu trúc bánh biscuits được chế biến từ đậu ván, bí đỏ toàn phần và puree chuối sứ để phát triển dòng sản phẩm bánh biscuits không bơ, không đường, không gluten. Các công thức phối trộn hỗn hợp (HH) gồm bột đậu ván: bột bí đỏ: puree chuối sứ lần lượt là 1:1:1, 2:1:1 và 3:1:1 (theo % khối lượng HH). Citri-Fi 100 (100% Citrus Fiber) lần lượt được khảo sát ở các mức 0 và 0,25 (theo % khối lượng HH). Hàm lượng nước được tính toán bổ sung với mục tiêu đảm bảo các mẫu bột nhào có cùng độ ẩm 35-36%. Tính chất cấu trúc của 6 công thức bánh, trong đó mẫu đối chứng bánh là mẫu không bổ sung Citri-Fi 100 đã được ghi nhận. Xác định cấu trúc bánh bằng phương pháp đo lực đâm xuyên trên thiết bị đo cấu trúc Brookfield CT3 4500, màu sắc của bánh được xác định bằng thiết bị so màu Minotab CS-10. Kết quả cho thấy Citri-Fi 100 có vai trò quan trọng trong việc tạo ra cấu trúc cho bánh biscuits không bơ, không đường, không gluten từ nguyên liệu đậu ván, bí đỏ và chuối. Công thức bánh có tỷ lệ phối trộn 2:1:1 và sử dụng 0,25% Citrus Fiber cho thấy bánh có các tính chất cấu trúc phù hợp. Đáng ghi nhận là màu sắc ΔE của 3 công thức có bổ sung 0,25% citrus fiber không có sự khác biệt có ý nghĩa so với màu sắc của bánh đối chứng (bánh quy vị Cà phê hảo hạng Coffee Joy – Indonesia có các giá trị như sau: $L^* = 50,52$; $a^* = 9,27$; $b^* = 26,9$). Nghiên cứu này có thể ứng dụng vào phát triển sản phẩm bánh biscuits cho người tiêu dùng ăn kiêng hay có các hội chứng không dung nạp gluten.

Từ khóa. biscuit không gluten, biscuit không đường, biscuit không bơ, đậu ván, bí đỏ, chuối sứ.

THE ROLE OF CITRUS FIBER ON THE TEXTURE OF GLUTEN-FREE, SUGAR-FREE AND BUTTER-FREE BISCUITS FROM LABLAB BEAN, PUMPKIN, AND BANANA

Abstract. In the trend of sustainable food system development, the implementation of a healthy diet through the use of whole foods, local foods, and plant-based foods to prepare food at restaurant is being cared. The objective of the study was to investigate the role of citrus fiber in the structure of biscuits made from peas, whole pumpkin and porcelain banana puree to develop a line of butter, sugar, and gluten-free biscuits. Mixture formulas (HH) including pea flour: pumpkin powder: porcelain banana puree are 1:1:1, 2:1:1 and 3:1:1, respectively (by mass % HH). Citri-Fi 100 (100% Citrus Fiber) was investigated at levels 0 and 0.25 (mass % HH) respectively. The water content is additionally calculated with the goal of ensuring that the dough samples have the same moisture content of 35-36%. Structural properties of 6 cake recipes, in which the cake control sample was the sample without addition of Citri-Fi 100, were recorded. Determine the cake structure by measuring the penetration force on the Brookfield CT3 4500 structure measuring device, the color of the cake is determined by the Minotab CS-10 colorimeter. The results show that Citri-Fi 100 plays an important role in creating the structure for butter-free, sugar-free, gluten-free biscuits from beans, pumpkin and banana. The cake recipe with a 2:1:1 mixing ratio and the use of 0.25% Citrus Fiber shows that the cake has the right structural properties. It is noteworthy that the color ΔE of the 3 recipes with 0.25% citrus fiber added did not have any significant difference compared with the color of the control cake (premium biscuits Coffee Joy - Indonesia has the values are as follows: $L^* = 50.52$; $a^* = 9.27$; $b^* = 26.9$). This research could be applied to the development of biscuits for consumers who are on a diet or have gluten intolerance syndromes.

Keywords. free-sugar biscuit, free-gluten biscuit, free-butter biscuit, lablab bean, pumpkin, banana.

1. GIỚI THIỆU

Bánh biscuits là mặt hàng bánh được tiêu thụ phổ biến nhất ở Ấn Độ và các nơi khác trên thế giới vì sự tiện lợi của nó, giá cả phải chăng, chất lượng dinh dưỡng tốt, sẵn có ở các thị hiếu khác nhau và thời hạn sử dụng lâu hơn [1]. Thành phần của bánh biscuits bao gồm: bột mì, chất béo và đường tạo thành bột bánh quy [2].

Bánh biscuits không gluten là loại bánh quy không chứa gluten – sản phẩm chuyên dành cho người dị ứng gluten. Bệnh Celiac hay còn được gọi là căn bệnh không dung nạp gluten, thường gặp nhất ở trẻ sơ sinh cho đến độ tuổi mới biết đi, do hệ thống miễn dịch và tiêu hóa của các bé chưa trưởng thành [3].

Ngày nay tỉ lệ mắc bệnh Celiac, người dị ứng với gluten và các bệnh về tim mạch ngày càng tăng cao. Theo xu hướng tiêu dùng hiện nay và tương lai trên thế giới, người tiêu dùng đang giảm tiêu thụ các sản phẩm động vật (trong đó có trứng gà) và tăng cao các thực phẩm từ thực vật nhằm hướng đến một bữa ăn lý tưởng với 85% thực vật và 15% động vật.

Citrus fiber là thành phần chất xơ không hòa tan và / hoặc hòa tan của các loại trái cây họ cam quýt như cam, chanh và bưởi [4]. Trong những năm gần đây, citrus fiber đã nhận được sự chú ý ngày càng nhiều từ các nhà nghiên cứu do nó có tác dụng đáng kể trên cơ thể con người. Như giảm căng thẳng, cải thiện tông màu da, bệnh tiêu hóa, sức khỏe tim mạch và phòng chống ung thư. Citrus fiber đang trở nên phổ biến như một thành phần thực phẩm đặc sản tự nhiên, thường được sử dụng như một chất nhũ hóa và chất liên kết nước trong các sản phẩm thực phẩm khác nhau như bánh nướng. Nhiều nhà sản xuất đang áp dụng citrus fiber để thay thế trứng hoặc dầu, vì nó cung cấp nhũ tương tự nhiên và có chức năng tốt hơn [5]. Citrus fiber có khả năng hình thành gel từ hàm lượng pectin tự nhiên trong các chế phẩm trái cây có độ Brix và pH cần thiết [6].

Trong công nghiệp bánh kẹo, đường được dùng chủ yếu là đường saccharoza. Đường là thành phần quan trọng trong bánh các sản phẩm. Cũng như mang lại hương vị ngọt ngào, chúng cũng ảnh hưởng đến khả năng lên men, hình thức, hương vị, màu sắc, cấu trúc và kết cấu của thành phẩm các sản phẩm. Có nhiều sự lựa chọn về chất tạo ngọt có sẵn và loại được chọn phụ thuộc vào mức độ ngọt cần thiết, chức năng của nó trong bột hoặc bột nhào, và hình dạng mong muốn hoặc kết cấu của sản phẩm nướng [7]. Khi tiêu thụ đường tăng lên trong những thập niên cuối của thế kỷ 20, các nhà nghiên cứu bắt đầu kiểm tra xem một chế độ ăn nhiều đường, đặc biệt là đường tinh luyện, có gây hại cho sức khỏe con người hay không? Tiêu thụ quá nhiều đường có liên quan đến sự khởi phát của bệnh béo phì, tiểu đường, bệnh tim mạch, mất trí nhớ và sâu răng. Nhiều nghiên cứu đã cố gắng làm rõ những tác động đó, nhưng với kết quả khác nhau, chủ yếu là do khó tìm được quần thể để sử dụng làm đối chứng tiêu thụ ít hoặc không đường. Vào năm 2015, Tổ chức Y tế Thế giới khuyến nghị người lớn và trẻ em nên giảm lượng đường tự do xuống dưới 10% và khuyến khích giảm xuống dưới 5% tổng lượng năng lượng của họ [8]. Các nghiên cứu cho thấy mối liên hệ tiềm tàng giữa sử dụng đường ngọt và các vấn đề sức khỏe, bao gồm béo phì và sâu răng. Sử dụng quá mức đường có liên quan đến bệnh tiểu đường loại 2, béo phì, gia tăng bệnh tim và làm cho các tế bào ung thư phát triển nhanh hơn [9].

Bơ là một chế phẩm từ sữa được làm bằng cách đánh sữa hoặc kem tươi hay đã được lên men. Bơ được dùng để quét lên bánh mì, dùng làm gia vị, cũng như dùng trong nấu nướng chẳng hạn như làm nước sốt, rán, nướng. Bơ có cấu tạo từ chất béo bơ bao quanh những giọt nước và đạm sữa nhỏ xíu. Bơ chứa chủ yếu chất béo no (bão hòa) và là nguồn cholesterol đáng kể. Vì vậy ăn nhiều bơ có thể dẫn đến một số nguy cơ đối với sức khỏe, đặc biệt là bệnh tim [10].

Đậu ván (*Lablab purpureus*) là cây họ đậu lâu năm mọc hàng năm hoặc đôi khi ngắn ngày. Đây là một loại cây thân thảo mọc xoắn, leo, trườn hoặc thẳng đứng, có thể phát triển đến chiều dài từ 3 - 6m. Nó có một cái rễ cái sâu và những thân cây có hình lông tơ hoặc hình lưỡi liềm mảnh mẽ. Lá Lablab là lá xen kẽ và có tác dụng trifoliolate. Lá chết hình thoi, dài 7,5 - 15cm x rộng 8 - 14cm, nhọn ở đỉnh. Mặt trên nhẵn trong khi mặt dưới có lông ngắn. Hạt Lablab (đậu) có hình trứng, được nén ở bên với một hilum tuyến tính dễ thấy. Đậu Lablab có màu sắc khác nhau, tùy thuộc vào giống hoặc giống cây trồng, thường từ trắng đến nâu sẫm, và một số có màu đen. Các giống hoang dã và một số giống trồng trọt có xu hướng có hạt đốm [11].

Đậu Lablab chứa khoảng 26% chất khô dưới dạng protein, nhưng nó rất khác nhau giữa các giống cây trồng hoặc giữa các giống (23 đến 28%). Hàm lượng lysine của đậu lablab khá cao (6,3% protein) và tương tự

như của đậu tương, nhưng hàm lượng methionine và cystine thấp hơn. Hàm lượng tinh bột của hạt lablab tương đối cao (45%) trong khi hàm lượng chất xơ khá thấp (chất xơ thô dưới 10% chất khô) [11].

Bí đỏ hay còn được gọi là bí ngô là một loại cây thuộc chi Cucurbita, họ bầu bí (Cucurbitaceae). Đây là tên thông dụng để chỉ các loại cây thuộc các loài: Cucurbita pepo, Cucurbita mixta, Cucurbita maxima, và Cucurbita moschata. Nguồn gốc của bí ngô chưa được xác định tuy nhiên nhiều người cho rằng bí ngô có nguồn gốc ở Bắc Mỹ. Bằng chứng cổ nhất là các hạt bí ngô có niên đại từ năm 7000 đến 5500 trước Công nguyên đã được tìm thấy ở México. Đây là loại quả lớn nhất trên thế giới [12].

Quả bí ngô chứa 87,2 – 88,3% nước, 1,33 - 1,40 %, protid, 0,43 - 0,5% lipid, 5,6 % tinh bột, 0,08% vitamin C, 0,004% vitamin PP, 0,001% vitamin B1, 0,8-1,01% tro. Thịt quả tươi chứa 2,81% đường tổng số [12]. Bí ngô là nguồn thức ăn cung cấp provitamin A thiên nhiên phong phú. Ngoài tỷ lệ chất xơ và sắt khá cao, bí đỏ còn mang lại vitamin C, axit folic, magie, kali và chất đạm [13]. Trong đó, thịt bí ngô là thành phần chứa nhiều vitamin A, đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của sự tăng trưởng xương và sinh sản, vitamin A còn tham gia vào quá trình sinh tổng hợp protein, điều hoà hệ miễn dịch, bảo vệ cho da. Trong bí ngô còn chứa một chất cần thiết cho sự phát triển của não bộ đó là acid glutamic, đây là chất đóng vai trò quan trọng trong bồi dưỡng thần kinh, làm tăng cường các phản ứng chuyển hoá trong tế bào thần kinh và não. Vì vậy, bí ngô được coi là thức ăn bổ não, trị suy nhược thần kinh và là thức ăn cho trẻ em chậm phát triển về trí óc [12].

Chuối sứ (*Pisang Awak*) là một trong những loại trái cây được tiêu thụ rộng rãi nhất trên thế giới vì chúng mang lại giá trị dinh dưỡng lớn cho sức khỏe con người. Ngày nay, chuối được trồng chủ yếu ở vùng Đông Nam Á và được xếp hạng trong số các loại cây lương thực quan trọng của thế giới [14]. Chuối sứ còn được gọi là chuối xiêm là do ngày xưa vua Xiêm La triều cống cho nước ta. Với hình dáng hai đầu thon và nhỏ, phần giữa to hơn, trên vỏ có ba gờ và cuống dài. Khi chín có màu vàng, phần thịt màu trắng nõn và có vị ngọt. Chúng được trồng chủ yếu ở các tỉnh miền Nam nước ta vì thích hợp với khí hậu nắng nóng.

Chuối được trồng ở ít nhất 107 quốc gia. Cây chuối có thân giả lên tới 6 - 7,6m, mọc lên từ một thân ngầm. Lá chuối ra theo hình xoắn và có thể kéo dài 2,7m và rộng 60cm. Cây chuối là loài thân thảo lớn nhất [15]. Hoa chuối thường lưỡng tính, đầu hoa thường ra một hoa đực riêng, không sinh sản, còn được gọi là bắp chuối, nhưng đôi khi có thể ra thêm. Quả chuối ra thành nải treo, mỗi tầng (nải) có tới 20 quả, và mỗi buồng có 3 - 20 nải. Các nải nhìn chung gọi là một buồng, nặng 30 - 50kg. Một quả trung bình nặng 125g, trong số đó vào khoảng 75% là nước và 25% là chất khô. Mỗi quả riêng có vỏ dai chung quanh thịt mềm ăn được. Vỏ và thịt đều ăn được ở dạng tươi hay đã qua chế biến.

Chuối sứ có chứa nhiều thành phần dinh dưỡng như các loại vitamin, tinh bột, protein, các chất khoáng như magie, natri, canxi, kẽm, sắt, kali, phosphat, ... Do đó, chúng được dùng để chế biến rất nhiều món ăn như kem chuối, chè chuối, chuối chiên, chuối nướng, chuối luộc... Không những chuối sứ có thể ăn chín mà lúc trái xanh sống còn có thể dùng trong rau ghém, đồ cuốn ăn kèm. Ngoài ra, trong chuối sứ còn chứa 2 hợp chất là Serotonin và Norepinephrine (NE) có tác dụng cải thiện tinh thần, tâm lý thoải mái, đặc biệt còn chống lại bệnh trầm cảm [16].

Chuối là loại thực phẩm tốt cho sức khỏe, bởi nó có chứa một số chất dinh dưỡng thiết yếu và cung cấp lợi ích cho tiêu hoá, sức khỏe tim và giảm cân. Bên cạnh đó, chuối cũng là một món ăn vặt rất tiện lợi. Nghiên cứu phân tích tổng hợp năm 2017 được công bố bởi Bộ phận khoa học Y khoa Prilozhi cho rằng, chuối xanh chưa chín mang lại một số lợi ích sức khỏe. Chúng có thể giúp kiểm soát các vấn đề về đường tiêu hoá như tiêu chảy và loét, giảm cholesterol và huyết áp [17]. Ngoài ra, một số nghiên cứu cũng đã gợi ý rằng các chất thảo dược trong chuối xanh có thể cung cấp điều trị có bệnh nhân HIV.

Với mục đích sử dụng nguồn thực phẩm thực vật có nhiều lợi ích cho sức khỏe đồng thời góp phần phát triển bền vững hệ thống thực phẩm Việt Nam, nghiên cứu này thực hiện với các nội dung nghiên cứu cụ thể sau: 1) Xác định các tính chất vật lý của nguyên liệu; 2) Khảo sát các tính chất cấu trúc của bánh biscuits không gluten, không bơ, không đường; 3) Xác định màu sắc của bánh biscuits.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Đậu ván được thu mua tại chợ nông sản Đức Trọng, Lâm Đồng, Đà Lạt.

Chuối sứ và bí đỏ được mua tại siêu thị BigC Gò Vấp. Chuối sử dụng là chuối chín muối, vỏ chuối xuất hiện nhiều đốm thâm đen và màu vàng sậm nhằm tận dụng các sản phẩm chuối quá chín, bán không hết ở các chợ, siêu thị.

Citrus Fiber CF 100M40 (viết tắt CF) là sản phẩm được xuất xứ từ Mỹ do Công ty Ánh Sáng Châu Á Asia Shine cung cấp. Địa chỉ: 353C Nguyễn Trọng Tuyển, Phường 1, Quận Tân Bình, TP. HCM.

Muối sấy khô là sản phẩm của Công ty TNHH-DV-SX muối Thành Phát. Địa chỉ: 638/5 Quốc Lộ 1A, Phường Bình Hưng Hòa B, Quận Bình Tân, TP. HCM.

Dầu dừa Organic Vietcoco được sản xuất tại Công ty TNHH Chế biến dừa Lương Quới. Địa chỉ: Lô A36-A37, KCN An Hiệp, ấp Thuận Điền, xã An Hiệp, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre.

Nước tinh khiết Aquafina là sản phẩm của công ty phân phối nước uống Thiên An.

Hình 1. Mô tả nguyên liệu đậu ván, bí đỏ và chuối (theo thứ tự từ trái qua)



Thu nhận bột đậu ván, bí đỏ và puree chuối

Thu nhận bột bí ngô theo quy trình của Abdelbaki (1980) có hiệu chỉnh [18]: Bí ngô → Xử lý → Thái lát (1,6 mm) → Sấy ở 50°C, trong 24 giờ → Xay mịn → Rây qua sàng (300µm) → Bột bí ngô. Bột bí ngô được cất giữ trong hộp kín và bảo quản ở nhiệt độ phòng.

Thu nhận puree chuối theo quy trình của Abdelbaki (1980) có hiệu chỉnh [18]: Chuối chín → Bóc vỏ → Cắt nhỏ → Xay nhuyễn → Puree chuối.

Thu nhận bột đậu ván theo quy trình của Awolu (2017) có hiệu chỉnh [19]: Đậu ván → Phân loại → Ngâm 7-8 giờ → Nấu nhiệt độ 100°C trong 30 phút → Thu đậu → Sấy nhiệt độ 50°C trong 24 giờ → Xay mịn → Rây qua sàng (300µm) → Bột đậu ván. Bột đậu ván thu nhận được cất giữ trong hộp kín ở nhiệt độ phòng để phục vụ cho suốt quá trình nghiên cứu.

Hình 2. Mô tả bột thu nhận được từ puree chuối, đậu ván và bí đỏ (theo thứ tự từ trái qua)



2.2. Công thức phối trộn bột và chuẩn bị mẫu

Tiến hành trộn bột với các tỷ lệ bột đậu ván: puree chuối: bột bí ngô ở các mức khác nhau, thay đổi hàm lượng nước bổ sung với mục tiêu độ ẩm khối bột nhào trong các công thức (CT) CT1, CT2 và CT3 đạt $35,69 \pm 1\%$. Do khảo sát vai trò của Citrus Fiber CF 100M40 nên trong nghiên cứu này công thức phối trộn của các mẫu đối chứng không sử dụng CF để đối sánh.

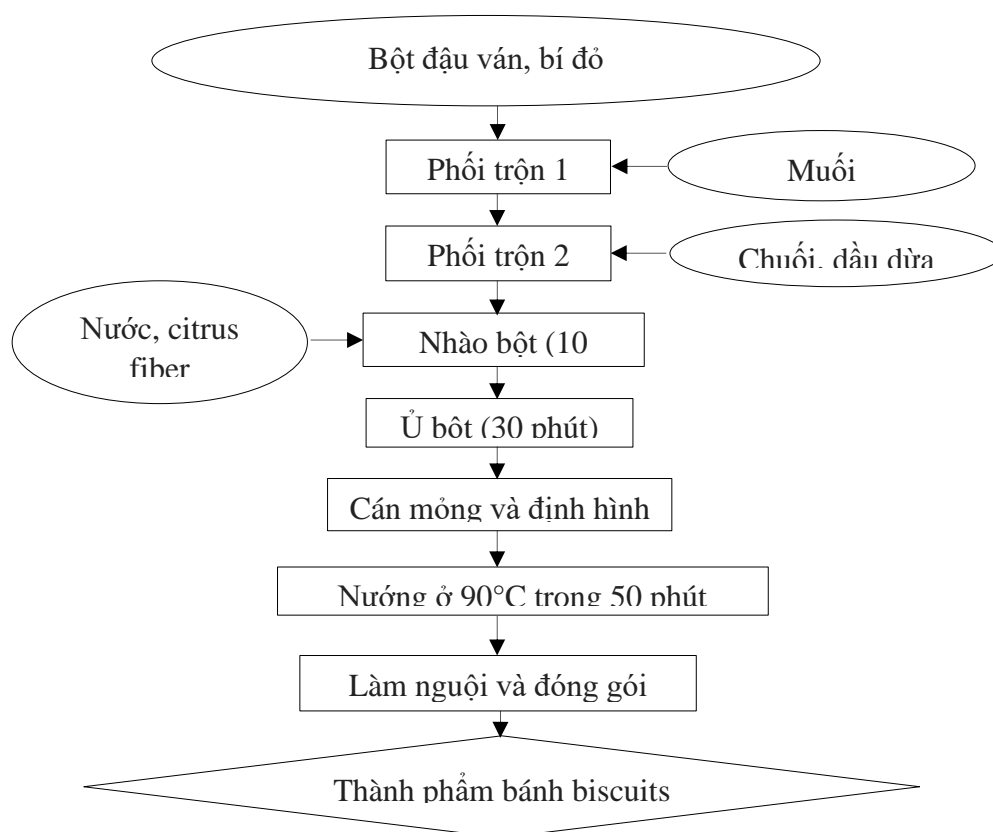
Bảng 1. Công thức phối trộn bột nhào ở các nghiệm thức khảo sát khác nhau

Thành phần	Tỷ lệ phối trộn bột nhào (bột đậu ván: puree chuối: bột bí ngô, %wt)					
	1:1:1		2:1:1		3:1:1	
	ĐC 1	CT1	ĐC 2	CT2	ĐC 3	CT3

Bột đậu ván	33,33	33,33	50	50	60	60
Puree chuối	33,33	33,33	25	25	20	20
Bột bí ngô	33,33	33,33	25	25	20	20
Muối	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Dầu dừa	13,36	13,36	13,36	13,36	13,36	13,36
CF	-	0,25	-	0,25	-	0,25
Nước	2,97	2,97	8,38	8,38	11,63	11,63

Ghi chú: Muối, dầu dừa, CF tính theo % tổng khối lượng bột nhào.

Chuẩn bị bột nhào và nướng bánh: Bột sau khi tạo hình bằng phương pháp cán và nhận khuôn theo kích thước bề dày 2mm và đường kính 42mm, ủ thêm 30 phút và mang đi nướng. Cài đặt nhiệt độ lò nướng 90°C ± 5°C, sau khi đạt nhiệt độ cài đặt cho bánh vào nướng 25 phút, lấy bánh ra để nguội và trở mặt bánh, quét dầu dừa đều hai mặt để bánh không bị khô và khết, tiếp tục cho bánh vào lò nướng thêm 25 phút.



Hình 3. Sơ đồ quy trình chế biến bánh biscuits

Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bánh biscuits:

Hàm lượng đường: Lượng đường thấp mạng lưới gluten phát triển tốt do có tính đàn hồi nên bánh bị co lại và cấu trúc bánh sẽ rất chắc. Còn đường tăng bột nhào nhào khi tạo hình bột nhào bị chảy dẫn đến đường kính bánh tăng và bề dày giảm bánh sau nướng sẽ bị cứng và có mùi đường cháy [20].

Tỉ lệ chất béo: Chất béo làm cho cấu trúc bánh xốp vì chất béo có trong bột nhào sẽ tạo một màng mỏng có tác dụng bao trùm và bôi trơn các hạt bột, nhờ đó giữ được lượng không khí trong bột nhào mịn và đồng nhất hơn. Nhưng khi lượng chất béo tăng thì % gluten tạo thành ít nên độ nở của bánh giảm [20].

Hàm lượng nước: Hàm lượng nước cũng quyết định độ nở xốp của bánh. Khi lượng nước cho vào thấp thì % gluten tạo ra thấp tinh bột không đủ nước trương nở, bánh nướng sẽ bị khô và nứt. Khi lượng nước cho vào cao thì bánh sẽ bị mềm [21].

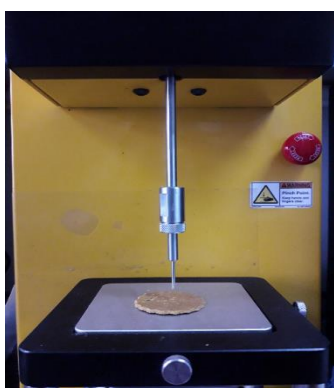
Hàm lượng Citrus Fiber: Việc bổ sung CF vào bột nhào sẽ làm tăng độ ẩm, đồng thời làm giảm chiều rộng và độ dày của bánh [22].

Các loại bột nguyên liệu: Các loại bột khác nhau sẽ có các chất men khác nhau và bánh tạo ra cũng có cấu trúc khác [23].

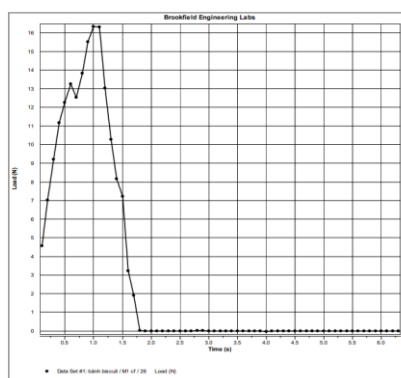
Phương pháp nhào trộn, thời gian nhào trộn: Đối với từng loại bánh biscuits phải có phương pháp và thời gian nhào trộn phù hợp, nếu nhào trộn quá lâu khung gluten sẽ bị đứt, cấu trúc bánh bị cứng.

2.3. Phương pháp xác định cấu trúc

Theo phương pháp của Agrahar-Murugkar và cộng sự (2015) có hiệu chỉnh [24]. Bánh sau khi nướng được lấy ra để nguội trong bình hút ẩm 3 ngày để tiến hành đo tính chất cấu trúc của bánh thành phẩm. Đo cấu trúc bánh trên thiết bị Brookfield CT3 4500, sử dụng đầu đo TA39 Cylinder đường kính 2mm, chiều cao 20mm. Mẫu bánh có hình hoa đường kính 42mm, bề dày 2mm. Tốc độ đầu dò thử nghiệm là 1mm/s, tốc độ trước thử nghiệm là 2mm/s, tốc độ sau thử nghiệm là 5mm/s với lực nén ban đầu 2N và nén 1 lần, độ dài chạm mẫu 4mm.



a)



b)

Hình 4. a) Mô tả hoạt động của đầu dò b) Đồ thị của phép đo lực đâm xuyên của bánh nghiên cứu. Mẫu được đặt lên vị trí đo, khi ta nhấn đo đầu dò chạy xuống chạm mẫu thiết bị sẽ tự động đo chiều cao mẫu và tính toán lực đâm xuyên dựa trên chiều cao này, đồng thời tốc độ đầu dò được chuyển đổi thành tốc độ thử nghiệm và đâm qua mẫu. Sau khi đạt được mục tiêu biến dạng đầu dò trở lại vị trí ban đầu.

2.4. Phương pháp xác định màu bánh

Theo phương pháp của Sapers và các cộng sự (1987) có hiệu chỉnh [24]. Các chỉ số màu sắc của bánh được xác định bằng thiết bị đo màu CS-10 với mẫu đối chứng là bánh quy vị Cà phê hảo hạng Coffee Joy (theo thông tin trên bao bì bánh được sản xuất tại Indonesia, nhập khẩu, đóng gói tại Việt Nam và phân phối bởi Công ty TNHH Thực Phẩm Sun Resources, Tầng 8, Số 9 Đinh Tiên Hoàng, Quận 1, TP.HCM). Màu target của mẫu bánh đối chứng có các giá trị như sau: $L^* = 50,52$; $a^* = 9,27$; $b^* = 26,9$. Tiến hành đo 5 vị trí khác nhau ở trên bề mặt bánh để so sánh sự khác biệt về màu (thể hiện qua giá trị ΔE) của các mẫu bánh khảo sát so với của màu bánh đối chứng. Mỗi mẫu lặp lại 3 lần. Ghi nhận các giá trị ΔL^* , Δa^* , Δb^* và ΔE .

2.5. Xác định các thành phần dinh dưỡng của nguyên liệu bột

2.5.1. Độ ẩm

Độ ẩm của nguyên liệu ban đầu: Được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 9706:2013, ISO 711:1985) có hiệu chỉnh

Nguyên tắc của phương pháp: Mẫu sau khi xử lý sơ bộ, nghiền thành dạng bột, cân nhanh phần nghiền thu được cho vào đĩa petri đã được làm khô và cân trước, cùng với nắp, chính xác đến 0,2mg. Cho mẫu thử vào tủ sấy dưới áp suất giảm, ở nhiệt độ 105^oC, cho đến khi thu được khối lượng không đổi.

Được xác định theo công thức: $\text{Độ ẩm (\%)} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100$

m₁: khối lượng (g) của mẫu thử trước khi sấy; m₂: khối lượng (g) của mẫu thử sau khi sấy.

2.5.2. Xác định hàm lượng protein tổng

Xác định hàm lượng protein bằng phương pháp Kjeldahl: Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 8125:2015, ISO 20483:2013) có hiệu chỉnh. Nguyên tắc của phương pháp: Phần mẫu thử được phân hủy bằng axit sunfuric khi có mặt của chất xúc tác. Sản phẩm phản ứng được trung hòa bằng kiềm, sau đó được chưng cất. Amoniac giải phóng được thu vào dung dịch axit boric, rồi được chuẩn độ bằng dung dịch axit sunfuric.

Hàm lượng Nitơ tổng theo % khối lượng mẫu được xác định bằng công thức:

$$\text{Hàm lượng Nitơ tổng (\%)} = \frac{(V_1 - V_2) \times 0,0014}{m} \times 100$$

V₁: Thể tích dung dịch NaOH 0,1N tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu trắng, tính bằng ml;

V₂: Thể tích dung dịch NaOH 0,1N tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu thử, tính bằng ml;

m: Khối lượng mẫu thử, tính bằng g;

0,0014: Số gam nitơ tương ứng với 1ml dung dịch NaOH 0,1N.

Hàm lượng protein thô: Protein (%) = % Hàm lượng Nitơ tổng × 6,25.

2.5.3. Xác định hàm lượng chất béo tổng

Xác định hàm lượng chất béo bằng phương pháp Hydrolysis – Extraction theo AOAC 996.06 thực hiện đến công đoạn thu chất béo tổng số. Xử lý 1g mẫu với 6ml dung dịch HCl 5M trong ống nghiệm có nắp. Lắc mạnh hỗn hợp trong 10 giây và gia nhiệt trong bể nước nóng (80^oC, 60 phút). Lắc ống nghiệm mỗi 10 phút. Sau khi thủy phân, làm nguội ống nghiệm bằng nước. Thêm 7ml diethyl ether và lắc ống nghiệm 10 phút. Mang ly tâm ở tốc độ 5000 – 6000 rpm trong 5 – 10 phút, thu phase ở trên sang 1 ống nghiệm sạch (cân ống nghiệm trước khi chuyển phase dung môi sang). Thêm 7ml diethyl ether và lặp lại quá trình trích ly thêm 2 lần. Làm bay hơi dung môi bằng khí N₂ hoặc trong tủ hút. Cân lại ống nghiệm và xác định hàm lượng chất béo bằng công thức:

$$\text{Khối lượng lipid } m = m_2 - m_1; \text{ Hàm lượng lipid (\%)} = \frac{m}{m_0} \times 100$$

Với m₀: khối lượng (g) mẫu ban đầu, m₁, m₂: lần lượt là khối lượng (g) ống nghiệm trước khi chuyển dung môi sang ống nghiệm, và sau khi mang ra khỏi tủ hút.

2.6. Phương pháp thu nhận và xử lý số liệu

Mỗi thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên lặp lại 3 lần, các số liệu trình bày dưới dạng Mean ± SD. Phân tích phương sai ANOVA và xử lý sự khác biệt giữa các nghiệm thức bằng phân tích kiểm định hậu tố LSD (Least Significant Difference) ở mức ý nghĩa α = 0,05 bằng phần mềm Statgraphic Centurion XV.I software (Statpoint Technologies Inc., Warrenton, Virginia, USA). Vẽ đồ thị bằng phần mềm Microsoft Excel 2016.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần dinh dưỡng của nguyên liệu

Tiến hành xác định các thành phần dinh dưỡng chính của nguyên liệu theo các phương pháp đã trình bày ở mục 2.5, kết quả thu được như trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Thành phần dinh dưỡng trong nguyên liệu

Thành phần	Bột đậu ván	Bột bí đỏ	Puree chuối
Độ ẩm	5,65 ± 0,316	8,333 ± 0,272	66,093 ± 2,284
Lipid	6,999 ± 0,014	13,06 ± 0,411	3,427 ± 0,055
Protein	27,393 ± 2,668	12,242 ± 1,746	5,244 ± 1,750

Giá trị biểu diễn dạng Mean ± SD của 3 lần lặp.

3.2. Các thông số màu sắc của bánh

Bảng 3. Giá trị trung bình các thông số màu của các công thức bánh khảo sát

Tỉ lệ trộn bột	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
1:1:1 – 0,25%	$-8,467^a \pm 0,874$	$3,317^b \pm 1,196$	$4,34^b \pm 1,043$	$10,173^a \pm 0,603$
2:1:1 – 0,25%	$-8,26^a \pm 0,311$	$3,663^b \pm 0,23$	$3,097^b \pm 0,814$	$9,62^a \pm 0,341$
3:1:1 – 0,25%	$-8,4^a \pm 0,434$	$2,73^b \pm 0,416$	$4,687^c \pm 0,104$	$9,833^a \pm 0,222$
1:1:1 – 0%	$-8,757^a \pm 0,741$	$2,273^b \pm 0,83$	$6,033^c \pm 0,625$	$11,08^a \pm 0,044$
2:1:1 – 0%	$-3,543^a \pm 0,482$	$1,46^b \pm 0,148$	$12,483^c \pm 0,204$	$13,067^b \pm 0,222$
3:1:1 – 0%	$-2,22^a \pm 0,376$	$0,547^b \pm 0,215$	$14,073^c \pm 0,839$	$14,263^b \pm 0,773$

Giá trị biểu diễn dạng Mean \pm SD, các chữ cái a, b, c, d, e khác nhau biểu thị sự khác biệt theo cột với mức ý nghĩa thống kê P-value < 0,05.

Các thông số màu sắc của các mẫu bánh được thể hiện trong bảng 3. Giá trị ΔL^* thể hiện sự khác nhau về độ sáng của các mẫu bánh so với mẫu đối chứng. Bánh với tỷ lệ 3:1:1 cho thấy màu sáng gần mẫu đối chứng hơn $-2,22^a \pm 0,376$. Các mẫu khác có màu tối hơn so với mẫu đối chứng và cao nhất là tỷ lệ 1:1:1 là $-8,757^a \pm 0,741$. Điều này cho thấy sự có mặt của bí đỏ và puree chuối làm giảm độ sáng của bánh.

Giá trị Δa^* thể hiện sự khác nhau về màu đỏ của mẫu bánh so với mẫu đối chứng. Cường độ màu đỏ của bánh thể hiện cao nhất ở tỷ lệ 2:1:1, cao hơn mẫu đối chứng $3,663^b \pm 0,23$. Độ chênh lệch về màu sắc không cao do màu chủ đạo của bánh không nghiêng về màu đỏ. Cường độ màu đỏ giảm dần và ở tỷ lệ 3:1:1, sự chênh lệch này chỉ còn $0,547^b \pm 0,215$, so với mẫu đối chứng không có khác biệt mấy. Điều này cho thấy nếu giảm tỷ lệ bột bí ngô và puree chuối nâng tỷ lệ bột đậu ván sẽ không gây ra sự khác biệt màu đỏ giữa mẫu nghiên cứu với mẫu đối chứng. Giá trị Δb^* thể hiện sắc vàng của mẫu bánh so với mẫu đối chứng. Ở tỷ lệ 1:1:1 cường độ màu vàng thấp hơn mẫu chuẩn trong khi ở hai tỷ lệ 2:1:1 và 3:1:1 thiên về sắc vàng cao hơn mẫu đối chứng ($4,340^b \pm 1,043$ so với $14,073^c \pm 0,839$). Điều này cho thấy tỷ lệ bột đậu ván quyết định cường độ sắc vàng của bánh. Trong các mẫu có cùng tỷ lệ bột 1:1:1 nhưng khác nhau ở tỷ lệ CF không có sự khác biệt về màu sắc nên có thể kết luận rằng CF không ảnh hưởng đến màu của bánh ở tỷ lệ này. Đáng ghi nhận là khác biệt về màu sắc ΔE của 3 công thức có bổ sung 0,25% CF không có sự khác biệt có ý nghĩa. Kết quả này cũng chứng tỏ CF không tạo ra sự khác biệt màu ngay cả khi bánh có tỷ lệ phối trộn các thành phần bột đậu ván: puree chuối: bột bí ngô thay đổi. Tuy nhiên khi hàm lượng puree chuối và bột bí ngô càng giảm (ứng với tỷ lệ 2:1:1 và 3:1:1) đồng thời không sử dụng CF thì sự khác biệt về màu trở nên có ý nghĩa. Đặc biệt ở tỷ lệ 3:1:1 sự khác biệt màu giữa bánh có và không có bổ sung CF cũng khác biệt đáng kể. Sự khác biệt này có thể lý giải là do puree chuối và bột bí ngô có hàm lượng đường cao và cũng có thể tương tác với nhau và với CF làm ảnh hưởng màu sắc của bánh. Trong quá trình nướng bánh, đường khử trong chuối phản ứng với các acid amin, diễn ra phản ứng Maillard tạo ra màu sẫm cho bánh biscuits [25].

3.3. Tính chất vật lý của bánh biscuits

Bảng 4. Các tính chất vật lý của bánh ở các công thức phối trộn khác nhau

Tỉ lệ trộn bột	Độ ẩm bánh	Đường kính W (mm)	Độ dày T (mm)	Tỉ lệ W/T	Lực đâm xuyên (N)
1:1:1 – 0,25%	$3,89^b \pm 0,066$	$41,613^a \pm 0,435$	$1,803^{bc} \pm 0,067$	$23,098^{cd} \pm 0,925$	$14,423^a \pm 2,296$
2:1:1 – 0,25%	$3,743^a \pm 0,047$	$41,267^a \pm 0,645$	$1,733^b \pm 0,08$	$23,849^d \pm 1,377$	$25,39^b \pm 1,127$
3:1:1 – 0,25%	$3,72^b \pm 0,066$	$41,05^a \pm 0,344$	$1,983^{de} \pm 0,023$	$20,698^{ab} \pm 0,101$	$22,32^b \pm 2,003$
1:1:1 – 0%	$3,223^b \pm 0,023$	$41,667^a \pm 0,2$	$1,62^a \pm 0,061$	$25,745^c \pm 1,011$	$12,217^a \pm 1,061$
2:1:1 – 0%	$2,987^a \pm 0,091$	$41,553^a \pm 0,331$	$1,903^{cd} \pm 0,071$	$21,856^{bc} \pm 0,977$	$21,847^b \pm 0,131$
3:1:1 – 0%	$2,977^a \pm 0,091$	$41,023^a \pm 0,254$	$2,03^c \pm 0,035$	$20,213^a \pm 0,4$	$23,753^b \pm 3,981$

Giá trị biểu diễn dạng Mean \pm SD, các chữ cái a, b, c, d, e khác nhau biểu thị sự khác biệt theo cột với mức ý nghĩa thống kê P-value < 0,05.

Độ ẩm của tất cả các mẫu bánh (2,98-3,89%) đều đạt yêu cầu về tiêu chuẩn độ ẩm của bánh biscuit theo TCVN 5909:1995 (không quá 4%).

Trong các công thức trộn bột đậu ván, bột bí đỏ và puree chuối không bổ sung CF thì tỷ lệ 1:1:1 có độ ẩm cao nhất, sau đó đến tỷ lệ 2:1:1 và cuối cùng là 3:1:1. Các công thức theo tỷ lệ tăng lượng bột đậu ván, giảm lượng tỷ lệ puree chuối có độ ẩm giảm dần. Điều này được giải thích là do trong puree chuối có độ ẩm cao hơn 2 nguyên liệu khác. Đồng thời hàm lượng đường cao làm ảnh hưởng đáng kể đến khả năng giữ ẩm của bánh, tỷ lệ bột đậu ván càng nhiều thì cấu trúc bánh càng cứng.

Ở 3 công thức phối trộn với CF cho thấy khả năng giữ ẩm của nó làm tăng độ ẩm của bánh. Với cùng 1 lượng CF khi kết hợp tỷ lệ chuối cao làm cho mẫu các mẫu bánh 1:1:1 có độ ẩm cao khi so với độ ẩm của bánh ở tỷ lệ 3:1:1 ($3,89^b \pm 0,066\%$ so với $2,977^a \pm 0,091\%$) ứng với với tỷ lệ bột đậu ván chiếm 60% giảm xuống 20% puree chuối.

Các loại bột nông sản dùng trong nghiên cứu này có chứa các polyme sinh học như tinh protein, carbohydrates... và chúng sẽ tương tác phức tạp với nhau. Kết quả thu nhận được cho thấy các loại không gluten khi có hàm lượng puree chuối càng cao bánh càng xốp và ngược lại bột đậu ván càng cao bánh có độ cứng càng cao.

Theo số liệu bảng 4, độ ẩm của các công thức có bổ sung CF cao hơn các công thức không có CF vì bản chất của các nguyên liệu này ít có khả năng giữ nước, còn CF có khả năng giữ nước và dầu [4] nên cải thiện được kết cấu, mùi vị và độ ổn định cho bánh. Trong tỷ lệ 1:1:1, 2:1:1 và 3:1:1 có sự giảm dần về độ ẩm và tăng dần về lực đâm xuyên, điều này cho thấy sự ảnh hưởng của tỷ lệ bột trong công thức bánh. Mẫu 1:1:1 có tỷ lệ chuối cao hơn dẫn đến bánh có cấu trúc mềm hơn, mẫu 3:1:1 với tỷ lệ bột đậu ván làm cho cấu trúc bánh xốp và cứng hơn, điều này khiến lực đâm xuyên của bánh của tỷ lệ 3:1:1 cao hơn tỷ lệ 1:1:1, trong khi cấu trúc của bánh 2:1:1 được ghi nhận là ổn định. Nhìn chung, có thể kết luận được rằng tỷ lệ của puree chuối và việc bổ sung CF là hai yếu tố chính quyết định đến sự thay đổi về độ ẩm bánh, dẫn đến lực đâm xuyên của bánh cũng thay đổi.

Phụ phẩm CF có khả năng hút nước cao dẫn đến sản phẩm bánh có bổ sung CF có độ ẩm lớn hơn sản phẩm bánh đối chứng (0% CF). Các giá trị vật lý của bánh quy cũng bị ảnh hưởng khi có mặt chế phẩm CF, đường kính, chiều dày bánh có xu hướng giảm khi tăng hàm lượng CF bổ sung vào bánh biscuits [22]. Kết quả cho thấy, mặc dù sản phẩm bánh chưa đáp ứng đủ như sản phẩm đối chứng ngoài thị trường nhưng mẫu bánh 2:1:1 đã thu được kết quả gần với mong muốn nhất, đáp ứng các tiêu chí: độ cứng vừa, mỏng khoảng 2mm, màu sắc sẫm đặc trưng, kết cấu tốt. Ở thị trường Việt Nam, chưa có loại bánh biscuits kết hợp bột đậu ván, bột bí đỏ và puree chuối nên tạo ra một kỳ vọng về sản phẩm dinh dưỡng thuần chay mới thích hợp cho các đối tượng ăn kiêng.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu chỉ ra rằng, việc bổ sung CF có ảnh hưởng đến các tính chất vật lý của bánh. Cụ thể là khi tăng hàm lượng CF sẽ làm tăng độ ẩm của bánh nhờ khả năng giữ nước cao của CF. Đồng thời, cũng làm giảm đường kính và chiều dày của bánh khi tăng khả năng có mặt của CF có thể được sử dụng thay thế bột mì để sản xuất bánh biscuits không gluten, không đường. Hướng nghiên cứu tiếp theo là khảo sát về sự tiếp nhận của người tiêu dùng về sản phẩm bánh biscuit không gluten, không đường và không bơ. Hiện nay, chưa có nghiên cứu tương tự về việc sử dụng các dòng nguyên liệu này thay thế bột mì cho để chế biến bánh biscuit [26]. Việc tận dụng nguồn nguyên liệu có sẵn tại địa phương góp phần tích cực cho việc xây dựng hệ thống thực phẩm bền vững. Đây là bước đột phá mới, mở ra một bước ngoặt mới cho ngành sản xuất bánh có giá trị dinh dưỡng cao phục vụ nhu cầu cho đối tượng người tiêu dùng ăn kiêng, bệnh tim mạch, bệnh tiêu đường [27] và đặc biệt là với các bệnh nhân nhạy cảm với gluten (bệnh Celiac) và thực phẩm toàn phần dựa trên thực vật (Whole Food Plant Based) đang trở thành xu thế thực phẩm lành mạnh trong tương lai [21].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ajila, C., K. Leelavathi, and U.P.J.J.o.c.s. Rao, *Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder*. 2008. 48(2): p. 319-326.

- [2]. Rababah, T.M., M.A. Al-Mahasneh, and K.I.J.J.o.F.S. Ereifej, *Effect of chickpea, broad bean, or isolated soy protein additions on the physicochemical and sensory properties of biscuits*. 2006. **71**(6): p. S438-S442.
- [3]. Gambús, H., et al., *Quality of gluten-free supplemented cakes and biscuits*. 2009. **60**(sup4): p. 31-50.
- [4]. Fiberstar, B., *Citrus Fiber/Fibre: Frequently Asked Questions*. 2020.
- [5]. Hyslop, G., *Citrus fiber delivers clean label and nutritive benefits to baked goods: research*. BakeryAndSnacks Webinar, 2018.
- [6]. Lundberg, B., et al., *Rheology and composition of citrus fiber*. 2014. **125**: p. 97-104.
- [7]. Hui, Y.H., et al., *Bakery products: science and technology*. 2008: John Wiley & Sons.
- [8]. Organization, W.H., *Guideline: sugars intake for adults and children*. 2015: World Health Organization.
- [9]. Elaine Magee, M., RD, *Sugar Shockers: Foods Surprisingly High in Sugar*. WebMD.
- [10]. Bergh, B. *The Avocado and Human Nutrition. II. Avocados and Your Heart*. in *Proc. of Second World Avocado Congress*. 1992.
- [11]. Murphy, A.M. and P.E.J.L.R.f.R.D. Colucci, *A tropical forage solution to poor quality ruminant diets: A review of *Lablab purpureus**. 1999. **11**(2): p. 1999.
- [12]. Tông, T.H. and T.H.G. Chu, *Nghiên cứu quy trình sản xuất nước uống thủy phân từ bột trái bí đỏ: Đồ án tốt nghiệp*. 2017.
- [13]. Nawirska, A., et al., *Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods*. 2009. **94**(1): p. 14-20.
- [14]. Nelson, S.C., R.C. Ploetz, and A.K.J.S.p.f.P.I.a. Kepler, *Musa species (banana and plantain)*. 2006. **15**(2): p. 251-259.
- [15]. Ewel, J.J., *Yes, we got some bananas*. 1991, JSTOR.
- [16]. Joshi, P. and K.J.R.J.F. Varma, *Community Consumer Sci, Assessment of Nutritional and Physiochemical properties of Banana Flour*. 2015. **3**(5): p. 1-3.
- [17]. Rodríguez-Ambriz, S., et al., *Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour*. 2008. **107**(4): p. 1515-1521.
- [18]. Abdelbaki, M., et al., *Cake-Mix Supplementation With Soybean, Sweet-Potato or Peanut Flours. I. Chemical, Microbiological and Rheological Studies*. 1980. **54**(5): p. 28-30.
- [19]. Awolu, O., et al., *Optimization of Nutritional and Pasting Properties of Rice-Sweet Potato Based Composite Flour for Biscuit Production*. 2017. **22**(2): p. 143-149.
- [20]. Canalis, M.B., et al., *Effects of fat and sugar on dough and biscuit behaviours and their relationship to proton mobility characterized by TD-NMR*. 2018. **11**(5): p. 953-965.
- [21]. Leiva-Valenzuela, G.A., et al., *Effect of formulation and baking conditions on the structure and development of non-enzymatic browning in biscuit models using images*. 2018. **55**(4): p. 1234-1243.
- [22]. Jurasová, Z.K.J.K.M., K.J.J.O.F. Kukurová, and N. Research, *Application of citrus dietary fibre preparations in biscuit production*. 2011. **50**(3): p. 182-190.
- [23]. Canali, G., et al., *Influence of different baking powders on physico-chemical, sensory and volatile compounds in biscuits and their impact on textural modifications during soaking*. 2020. **57**(10): p. 3864-3873.
- [24]. Agrahar-Murugkar, D., et al., *Evaluation of nutritional, textural and particle size characteristics of dough and biscuits made from composite flours containing sprouted and malted ingredients*. 2015. **52**(8): p. 5129-5137.
- [25]. Dong, T.N.T.a.D.T.A., *Study of boosting gamma-Aminobutyric acid (GABA) content in germinated mung bean under hypoxia-anaerobic condition and evaluating the loss of GABA after boiling*. Science and Technology Development Journal, 2016.
- [26]. Wesley, S.D., B.H.M. André, and M.T.P.S.J.H. Clerici, *Gluten-free rice & bean biscuit: characterization of a new food product*. 2021. **7**(1): p. e05956.
- [27]. Kaur, D., et al., *The health effects of saturated fats—the role of whole foods and dietary patterns*. 2020. **14**(2): p. 151-153.

ID: YSC3F.109

CONTROLLED SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF Pt-BASED CATALYTIC NANOMATERIALS BY MODIFIED POLYOL METHODS FOR USE IN LOW TEMPERATURE FUEL CELLS

NGUYEN VIET LONG¹, NGUYEN THI NHAT HANG², NGUYEN QUANG THANH NAM³,
YONG YANG⁵, MASAYUKI NOGAMI⁶

¹ Sai Gon University, ² Thu Dau Mot University, ³ Ho Chi Minh City University of Technology,

⁴ Shanghai Institute of Ceramics, ⁵ Duy Tan University

¹ Email: nguyenviet_long@yahoo.com

Abstract. This paper has presented Pt-based nanomaterial systems fabricated by the chemically modified polyol methods as electronic catalytic materials used in fuel cells using methanol and alcohol fuels. Although the polyol method has only recently been applied in Vietnam, Pt catalytic material made by the improved polyol method has led to prepare electronic catalytic micro/nanosized materials for the catalyst core layer used in low temperature fuel cells using methanol and various liquid fuels. The use of a second metal with Pt that reduces the very high cost of fuel cells in the catalytic layer is a matter of research. In future, research and synthesis of novel effective electronic catalysts of nanomaterials based on Pt for the catalyst layer of the electrodes are important for the development of various kinds of new next-generation fuel cells.

Keywords. Fuel cells, direct methanol fuel cell (DMFC), proton-exchange membrane fuel cells (PEMFC), energy and environment, hydrogen fuel, platinum Pt catalysts, conversion and energy storage, bimetallic nanostructures, multimetallic nanostructures, core-shell nanostructures, modified polyol methods, polyols.

TỔNG HỢP CÓ ĐIỀU KHIỂN VÀ KHẢO SÁT HỆ THỐNG VẬT LIỆU NANO XÚC TÁC ĐIỆN TỬ TRÊN CƠ SỞ Pt BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA HỌC POLYOL NHẪM ỨNG DỤNG TRONG PIN NHIÊN LIỆU NHIỆT ĐỘ THẤP

Tóm tắt. Bài báo trình bày về việc tổng hợp hệ vật liệu nano trên cơ sở Pt được chế tạo bằng phương pháp hóa học polyol cải tiến. Hệ vật liệu này được dùng trong các pin nhiên liệu sử dụng nhiên liệu methanol và alcohol. Mặc dù phương pháp polyol mới được áp dụng gần đây tại Việt Nam, nhưng vật liệu xúc tác Pt được chế tạo bằng phương pháp polyol cải tiến đã tạo ra một hệ thống vật liệu xúc tác điện tử Pt quan trọng để ứng dụng chế tạo ra các loại lớp vật liệu xúc tác sử dụng trong các pin nhiên liệu ở nhiệt độ thấp dùng methanol và các nhiên liệu lỏng khác. Việc sử dụng một kim loại thứ hai cùng Pt đã giảm giá thành của các pin nhiên liệu trong lớp xúc tác đang là vấn đề được các nhà khoa học nghiên cứu. Trong tương lai, việc nghiên cứu và tổng hợp hệ thống vật liệu nano xúc tác trên cơ sở Pt ứng dụng cho lớp xúc tác trong các điện cực rất có ý nghĩa cho sự phát triển pin nhiên liệu thế hệ mới.

Từ khóa. Pin nhiên liệu, pin nhiên liệu metanol trực tiếp (DMFC), pin nhiên liệu màng trao đổi proton (PEMFC), năng lượng và môi trường, nhiên liệu hydro, xúc tác Pt, chuyển đổi và lưu trữ năng lượng, cấu trúc nano lưỡng kim loại, cấu trúc nano đa kim loại, cấu trúc nano vỏ lõi, phương pháp polyol cải tiến, các hóa chất polyol.

1. INTRODUCTION

In recent years, Pt standard catalyst of very high cost has shown to be the best electrocatalyst in the electrodes of fuel cells (FCs). The electrocatalytic properties are typically characterized by hydrogen evolution reaction/hydrogen oxidation reaction (HER/HOR), oxygen reduction reaction (ORR) [1,2]. In proton-exchange membrane fuel cells (PEMFCs) or direct methanol fuel cell (DMFCs), in essence, Pt is

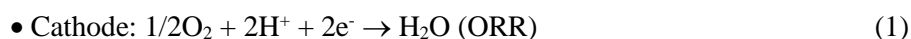
used both in two electrodes of a fuel cell as the core catalyst layers to lead to generate electricity [3-10]. At fuel electrode (anode), oxidation reaction takes place when fuel hydrogen makes contact with the anode. Here, electron is separated and hydrogen is ionized. Another electrode is air electrode (cathode), reductive reaction (oxygen bonded to hydrogen ions) takes place when it makes contact with air [1]. The anode is the negative electrode and the cathode is the positive electrode [1]. The chemical reaction occurs when hydrogen ions are bonded to oxygen after passing through the electrolyte, which produces electricity [1,2]. It is known that Pt or Pt-based nanocatalyst or Pt-free metal or oxide catalysts with common supports such as carbon nanomaterials have become the most important and cost-effective catalyst for the operation of FCs [11-25]. Thus, manufacturers need to reduce the very high cost of Pt catalyst. At present, HER/HOR and ORR of Pt, Pt-based, non-Pt catalysts in the electrodes are used to develop the catalytic layers for FCs, DMFC, and PEMFC. Hence, Pt-based nanostructures or Pt/oxide catalysts have been very intensively developed in recent research [26-40].

So far, there have been the controlled syntheses and processes, and various research methods of Pt or Pt-based or Pt/alloy and Pt/oxide nanoparticles and their nanostructures [40-54]. There is a demand of Pt-based alloy and core-shell nanoparticles of high catalytic activity, low cost, and high performance for future power sources, especially for low temperature fuel cells, typically such as portable devices and vehicles. Therefore, hydrogen industry and various kinds of fuel cells can be deployed for heavy duty transport for the future.

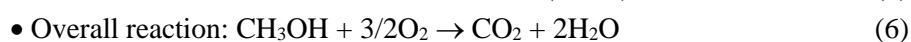
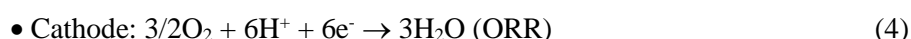
In this short review article, we have presented the use of our modified polyol method to successfully synthesize Pt-based alloy and core-shell nanoparticles and nanostructures. In summary, the latest recent publications and results of controlled synthesis of Pt-based nanocatalysts have been discussed in detail.

2. DEVELOPMENT

Figure 1 mainly shows the operation of PEMFC with the use of H₂ and O₂ as fuels. Electricity is generated by a PEMFC, and H₂O and heat are also generated during the process. Therefore, they convert chemical energy into electrical energy via chemical reactions with high efficiency and stability. In testing of catalytic activity, both cathode and anode need to use Pt-based catalysts in comparison with the standard Pt catalyst. For PEMFC, the chemical reactions occur at the electrodes as followed.



For DMFC, the chemical reactions occur at the electrodes as followed.



The scientists and researchers have studied in various kinds of fuel cells, which can be typically classified into four kinds, which are polymer electrolyte fuel cell (PEFC) or proton exchange membrane fuel cell (PEMFC), phosphoric acid fuel cell (PAFC), molten carbonate fuel cell (MCFC), and solid oxide fuel cell (SOFC) with the different temperature ranges in their operations.

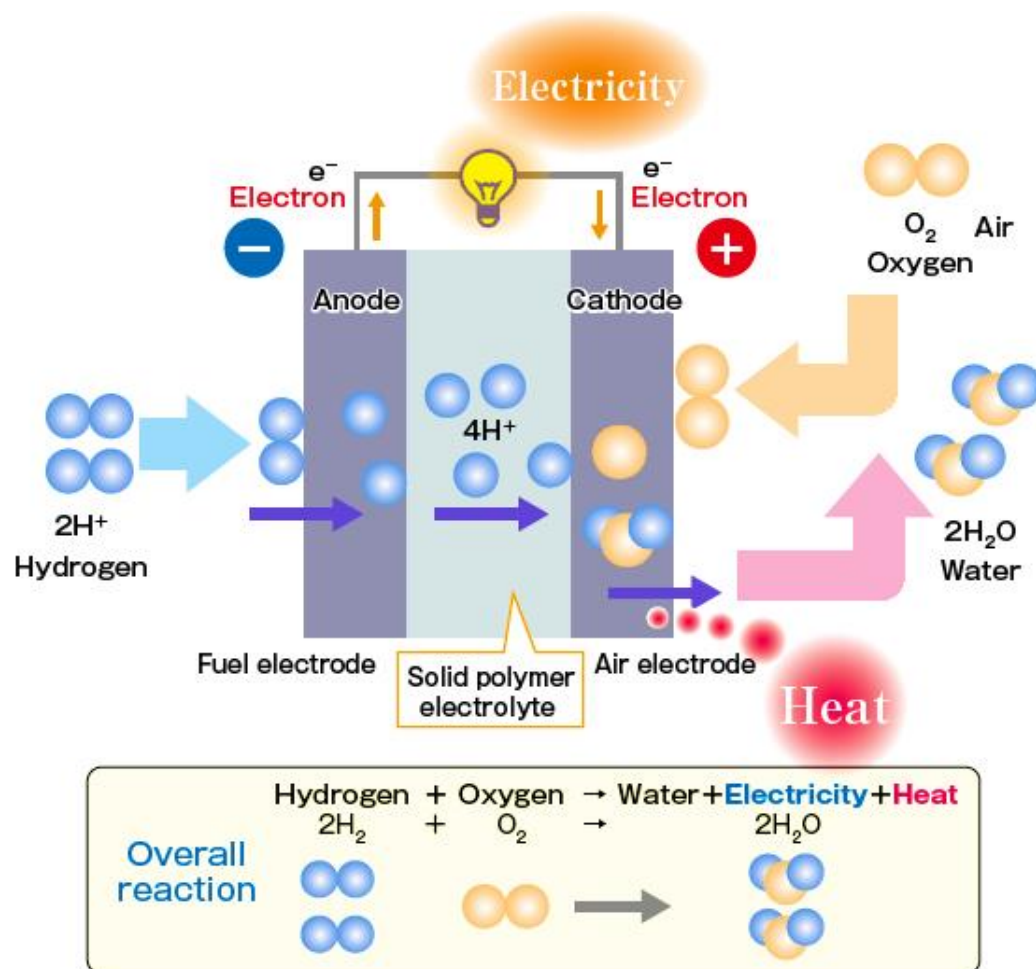
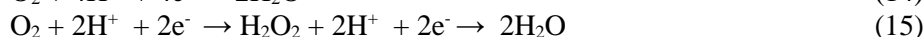


Figure 1: Chemical reaction of PEFC [1,2]. Ref: <http://www.nedo.go.jp/english>.

The surface kinetics and chemical activity occurring at the electrode surface containing Pt catalysts (or Pt/support catalysts) are characterized as follows. Here, the most typical supports are various kinds of carbon nanomaterials in the catalytic layer preparation.



It is known that Pt nanoparticles of 10 nm is necessary to use in catalytic reactions of the two electrodes of FCs, PEMFCs, and DMFCs. The typical reaction of ORR is also observed in two main pathways in acidic electrolytes as follows.



3. PREPARATION OF CATALYST LAYER

In our recent research, we have tried to show the key research discoveries of synthesis of noble metal, bimetal, and alloy particles by modified polyol methods, typically such as the case of Pt nanoparticles with the size and the shape in the controllable nanosized ranges of less than 10 nm but the very high cost of the pure Pt catalyst (Figure 2). This is a good result of controlled synthesis of Pt nanoparticles.

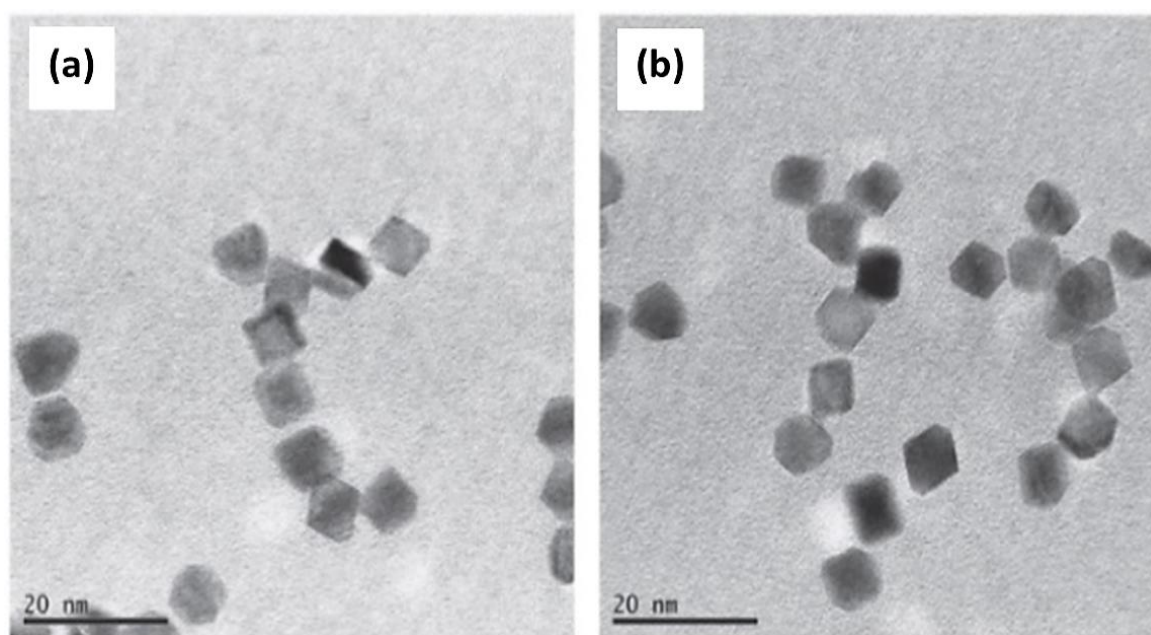


Figure 2: (a) - (f) TEM image of platinum nanoparticles (Pt) fabricated by chemical method. The Pt nanoparticle size is in the 10 nm size domain [19]. Ref: N. V. Long, C. M. Thi, M. Nogami, and M. Ohtaki, Novel issues of morphology, size, and structure of Pt nanoparticles in chemical engineering: aggregation, agglomerate, assembly, and structural changes, *New Journal of Chemistry*, vol. 36, pp. 1320-1334, 2012.

Through modified chemical polyol methods, we have shaped catalytic nanoparticles, typically such as expensive (Au, Ag, Pt, Pd etc.) and cheap (Fe, Co, Ni, Cu etc.) metal nanoparticles, i.e., nanosystems for electrocatalysis in fuel cells, and various studies of surface plasmonic resonance (SPR), surface-enhanced Raman scattering (SERs), and tip-enhanced Raman scattering. For making Pt nanoparticles, poly(vinylpyrrolidone) (PVP) protected polyhedral Pt nanoparticles were synthesized by the reductions of H_2PtCl_6 in ethylene glycol (EG) using AgNO_3 or weak-reducing agents as a structure-controlling agent at around 160°C . The uniform size and morphology of spherical and polyhedral Pt nanoparticle was precisely controlled by addition of AgNO_3 in the ranges of 10 nm, 20 nm etc., which can be used as the best catalytic layers for fuel cell technology, such as PEMFC and DMFC [14, 15].

The surfaces of the Pt nanoparticles are very important to nanocatalysis. Normally, polyhedral Pt nanoparticles typically exhibit mainly low-index facets of (100), (110), and (111), although they include high-index facets. Nevertheless, in the typical TEM method, a certain number of the (h k l) planes of the low- and high-index planes were determined in the selection rule for the various types of fcc crystal structures. In this context, Pt-Pd core-shell nanoparticles were synthesized by a simple synthetic method [14,15]. Our main results demonstrated the homogeneous nucleation and growth of the Pd metal shell in the size range of 10 nm on the definite Pt core in the size range of 20 nm. The synthesized Pt-Pd core-shell nanoparticles in the size range of 30 nm exhibit sharp and polyhedral shape and morphologies. Basically, the epitaxial growth of the controlled Pd shells on the Pt cores via a polyol method was observed. The main discoveries led that Frank-van der Merwe and Stranski-Krastanov growth modes coexisted in the nucleation and growth of Pt-Pd core-shell nanoparticles. He found that the size effect is not as strong as the nanostructuring effect on the catalytic properties of the researched nanoparticles. The catalytic synergistic effect of the Pt-Pd core-shell nanoparticles was evidently found in electrochemical measurements, i.e., cyclic voltammogram at the prepared standard electrodes. Therefore, various kinds of Pt-Pd alloy and core-shell nanoparticles with nanostructures have been synthesized. This discovery can be true to most catalytic core-shell nanoparticles with various core and shell forms (typically such as engineered nanoparticles of metals, oxides, mixtures etc.).

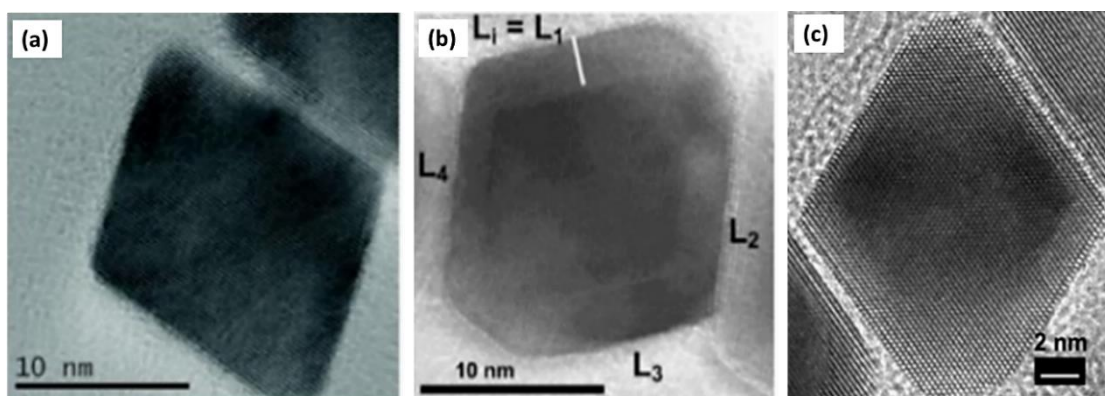


Figure 3: (a) Pt nanoparticle size in the 20 nm region. (b) Pt-Pd nanoparticle size with shell core structure in the 30 nm domain [14]. Ref: V.L. Nguyen, M. Ohtaki, T. Matsubara, M.T. Cao, M. Nogami, New experimental evidences of Pt-Pd bimetallic nanoparticles with core-shell configuration and highly fine-ordered nanostructures by high-resolution electron transmission microscopy, *Journal of Physical Chemistry C*, vol. 116, pp. 12265-12274. (c) Structure of Pt core -Pd shell. Pt-Pd core-shell nanoparticles in the range of 30 nm. Ref: N.V. Long, T. Asaka, T. Matsubara, M. Nogami, Shape-controlled synthesis of Pt-Pd core-shell nanoparticles exhibiting polyhedral morphologies by modified polyol method, *Acta Materilia*, vol. 59, no. 7, pp. 2901-2907, 2011 [15].

To reduce the very high cost of FCs, PEMFCs, and DMFCs, the cores can be shaped with the nanosized particles of oxides, alloys, etc. in the core-shell structures and shapes (Figure 3). The very thin noble metal and alloy shells can be realized with the thin layers of Pt, PtPd, PtRh, PtRu, PtRhRu, etc on the inexpensive thick metal, alloy, and oxide cores. Over a range of size, shapes and compositions, the synergic core-shell effects of Pt or Pd-based bimetallic catalysts, as well as dealloying effects of Pt-based core-shell catalysts, are important to create new Pt- or Pd-based catalysts for developing sustainable and renewable energy via various FCs [14,15]. In the main contribution, we have developed the new definitions and concepts of self-attachment, elastic and inelastic self-collision, self-aggregation, and self-assembly phenomena of the nanoparticles according to chemical synthetic processes, and the complex issues of atomic arrangements in order or disorder inside metal, bimetal, and alloy nanoparticle with defects, stacking fault, dislocation, twin planes etc. at 10 nm by HRTEM/STEM methods.

In addition, the critical roles of heat treatment to the prepared particle products led to particle deformation, i.e., the levels of the deformation of size, shape, morphology, surface, internal structure, composition, other crystal parameters during sintering and final densification, leading to plastic, elastic, and inelastic deformation on both the surface and inside the particles leading the undiscovered new properties for various practical applications. The durability, stability, and strength of the Pt-based particles after heat treatment at a high temperature significantly enhanced are all the best chemical and physical properties of the particles with both micro- and nano-structures. These important improvements and modifications are the keys to discovering new functional nanoparticles for life, biomedicine, energy, and the environment. In addition, we have the key research discoveries of Fe metal and oxide-based nano/microparticles with grain and grain boundary structures by modified polyol methods. In most cases, we can hopefully realize new chemical modified polyol methods for making various Fe, Co, Ni, Sr, Ba, Ca, and Zn-based oxide particles with modified polyol methods with NaBH_4 by chance [46].

To develop inexpensive catalytic and magnetic particles, such as Fe, Ni, Co, and their alloys, we have successfully developed large magnetic PVP-Fe-based particles in the size range of 5 and 10 μm etc. with polyhedral or spherical shapes and morphologies that led to produce various kinds of iron oxide nanostructures with potential applications for the electrodes of batteries in energy conversion, gas sensors, and the environment as well as devices using soft magnetic materials.

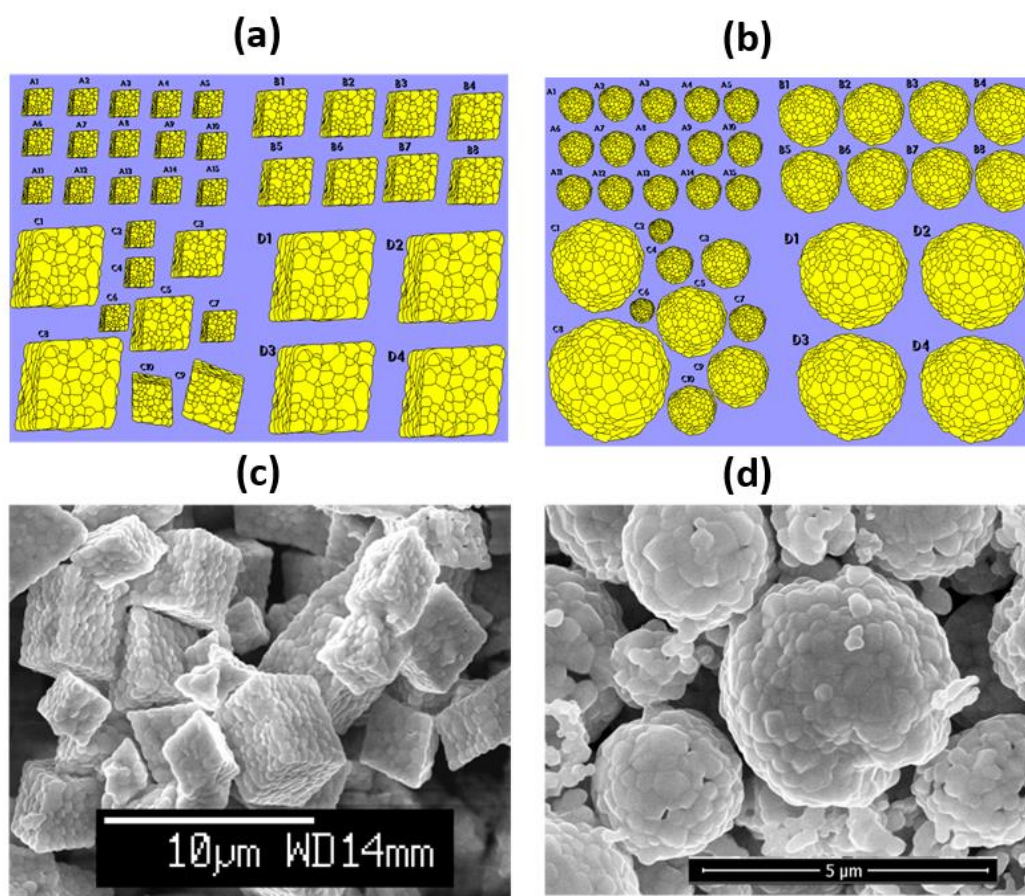
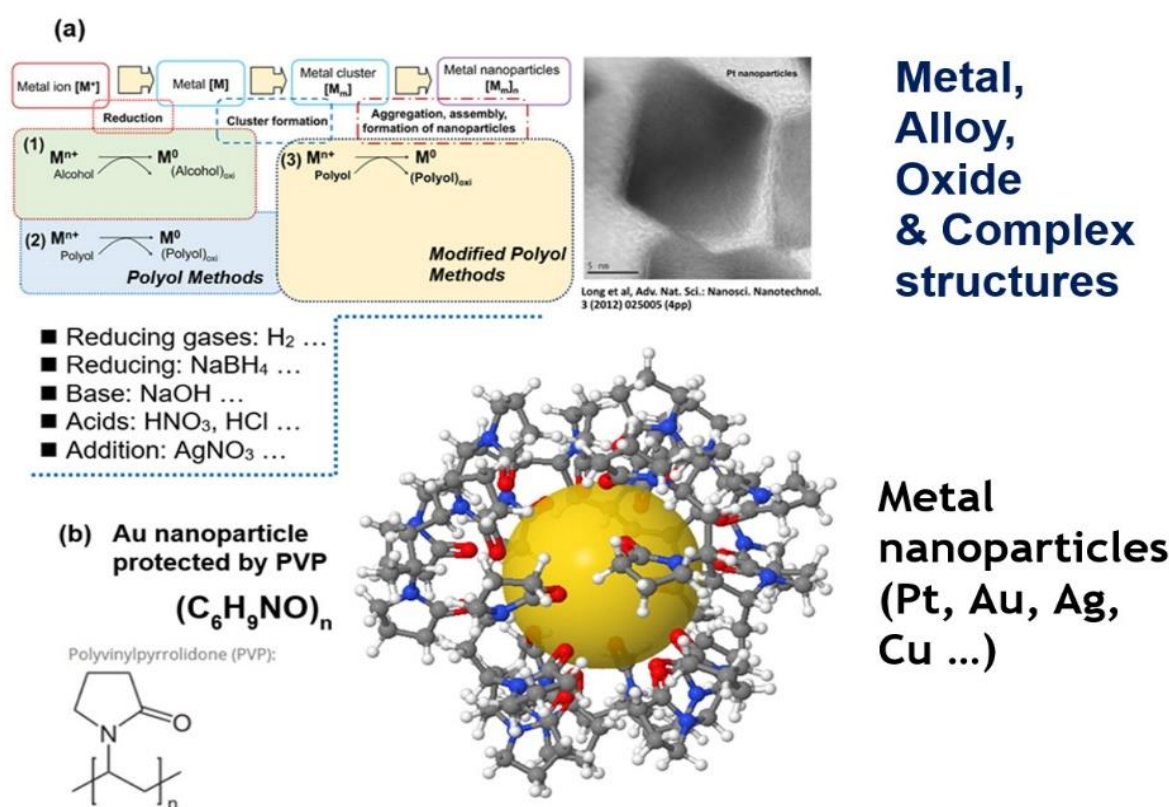


Figure 4: Magnetic oxides: (a)-(b) New models of oxide particles with new grain and grain boundary structures. (c)-(d) SEM images of α - Fe_2O_3 and CoFe_2O_4 oxide microparticles. A particle contains hundreds or thousands of small oxide grains after heat treatments at high temperatures [24,46]. Ref: N. V. Long, Y. Yang, T. Teranishi, C. M. Thi, Y. Cao, and M. Nogami, Synthesis and magnetism of hierarchical hematite and cobalt iron ferrite, *Materials and Design*, vol. 86, pp. 797-808, 2015.

In simplification approach, Fe oxide and alloy microsystems can be effectively synthesized by chemical methods and heat treatment, which leads to produce potential promising kinds of nano/microstructures of FeCo, FeNi, FeCoNi, FeCoNiCu-based oxides, alloys, superalloys etc. The various kinds of normal and inverse spinel ferrite particles with various grain and grain boundary structures can be facily created. In our findings, the case of spherical CoFe_2O_4 oxide microparticles with grain and grain boundary structures was prepared with high-performance synthetic processes in our laboratories in Japan and China. We have presented the definition of the best inverse spinel structures AB_2O_4 [24], which was proposed by our ideas of the best tetrahedral and octahedral locations occupied by A and B ions (i.e., Co and Fe) from experimental according to theory (Figure 4).

In many cases, the models of grain and grain boundary structures of nano/microsized oxide, alloy, and mixture particles are very crucial to optimize structures and properties of new magnetic materials according to their complexity of their development and final formation mechanisms. The above oxide microsystems can be used for the catalytic layers of SOFC technologies in future. At present, soft and hard magnetic oxides and alloys with grain and grain boundary are challenging to scientists and researchers over the world.



Scheme 1. (a) General polyol method: The special case of Pt and various metals (Designed by N.V. Long).

Therefore, our modified polyol methods of particular interest can lead to new key research discoveries of magnetic soft and hard oxide alloy nano/microparticles of rare earth magnet oxides and alloys materials as shown in Scheme 1. In this review, we have proposed the modified chemical methods with heat treatment for synthetic processes at liquid-phase, solid-phase with a strong reducing like Ca, CaH_2 , and interface or internal chemical reactions for making soft or hard magnetic materials with rare earth, etc., which are different from physical and chemical metallurgy technologies, and other conventional methods and approaches [24,46]. These research issues need to be intensively discussed in opening the new ways of making soft and hard magnetic nanomaterials with grain and grain boundary in both nano and microscale ranges by chemical methods and approaches. In future, the magnetic oxide products of the nano/microparticle powders will be potentially introduced for solid oxide fuel cells, and their many practical applications for our life.

4. PRACTICAL APPLICATIONS

So far, scientists have proved that batteries, fuel cells, capacitors and supercapacitors can be potentially used in energy conversion and storage devices [4] as shown in Figure 5. In addition, hydrogen and methanol fuels are completely developed at industrial level, which are being integrated with FCs industry. Recently, researchers have focused on the most typical features of stacks and systems of various kinds of fuel cells. In investigation, fuel cells have typically been included in the various kinds of electrolytes, yield temperatures, diffusing species, fuels, generating efficiencies, and their characteristics and uses [1,2]. Therefore, the first kind is that PEMFC shows the typical features of polymer electrolyte membrane, working temperature of about 70-90°C, hydrogen ion (H^+), hydrogen, generating efficiencies of 30-40%, low-temperature operation, compact, portable power and supply for mobile use [1,2]. In this kind, the core of PEMFC is the catalytic layer of Pt or Pt-based catalyst but a very high cost of Pt electrode. The second kind is that PAFC shows the typical features of solution of phosphoric acid, working temperature of about 200°C, hydrogen ion (H^+), hydrogen, generating efficiencies of 35-42%, distributed power supply (practical application).

Similarly, the third kind is that MCFC have the typical features of carbonate, working temperature of about 650-700°C, carbonate ion (CO_3^{2-}), hydrogen, carbon monoxide, generating efficiencies of 40-60 %, no precious metals required, high efficiency, possibility combined with a gas turbine for high-efficiency power generation. In the fourth case of SOFC, instead of expensive platinum catalysts, researchers need to understand the issues of zirconia or ceramic type, working temperature of about 700-1000°C, oxygen ion (O^{2-}), hydrogen, carbon monoxide, generating efficiencies of 40-65 %, no precious metals as Pt-based nano/micro sized catalyst required, high efficiency, possibility combined with a gas turbine for high-efficiency power generation.

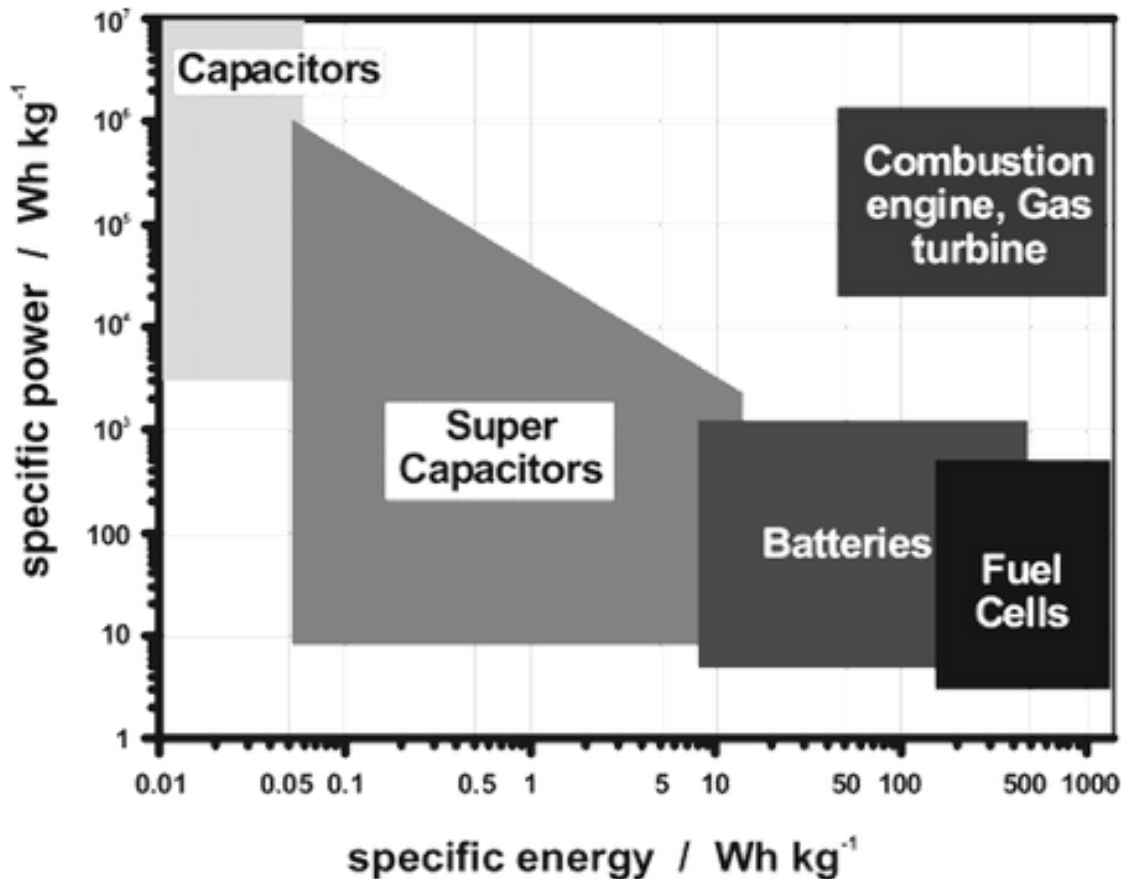


Figure 5: Simplified Ragone plot of the energy storage domains for the various electrochemical energy conversion systems compared to an internal combustion engine and turbines and conventional capacitors [4]. Ref: R. J. Brodd and M. Winter, What Are Batteries, Fuel Cells, and Supercapacitors? Chemical Reviews, vol 104, no. 10, pp. 4245-4270, 2004.

The description of product commercialization of direct methanol fuel cell Dynario™ (DMFC) fuel cell charging for Toshiba phones introduced in 2009 as shown in Figure 6 [52], and with the use of liquid fuel to be direct methanol fuel. In our future energy needs, the important goals of researchers are to design automobiles, home appliances, mobile devices, stationary FC systems, and commercialize FC vehicles associated with hydrogen infrastructure, and much low-cost catalysts, which is powering our future. The excellent advantages of FC vehicles are green exhaust gases, i.e., H_2O , and the very significant reduction of serious air pollution and global warming because of various toxic exhaust gases of NO_x , SO_x , CO_2 , etc. from gasoline-powered vehicles.

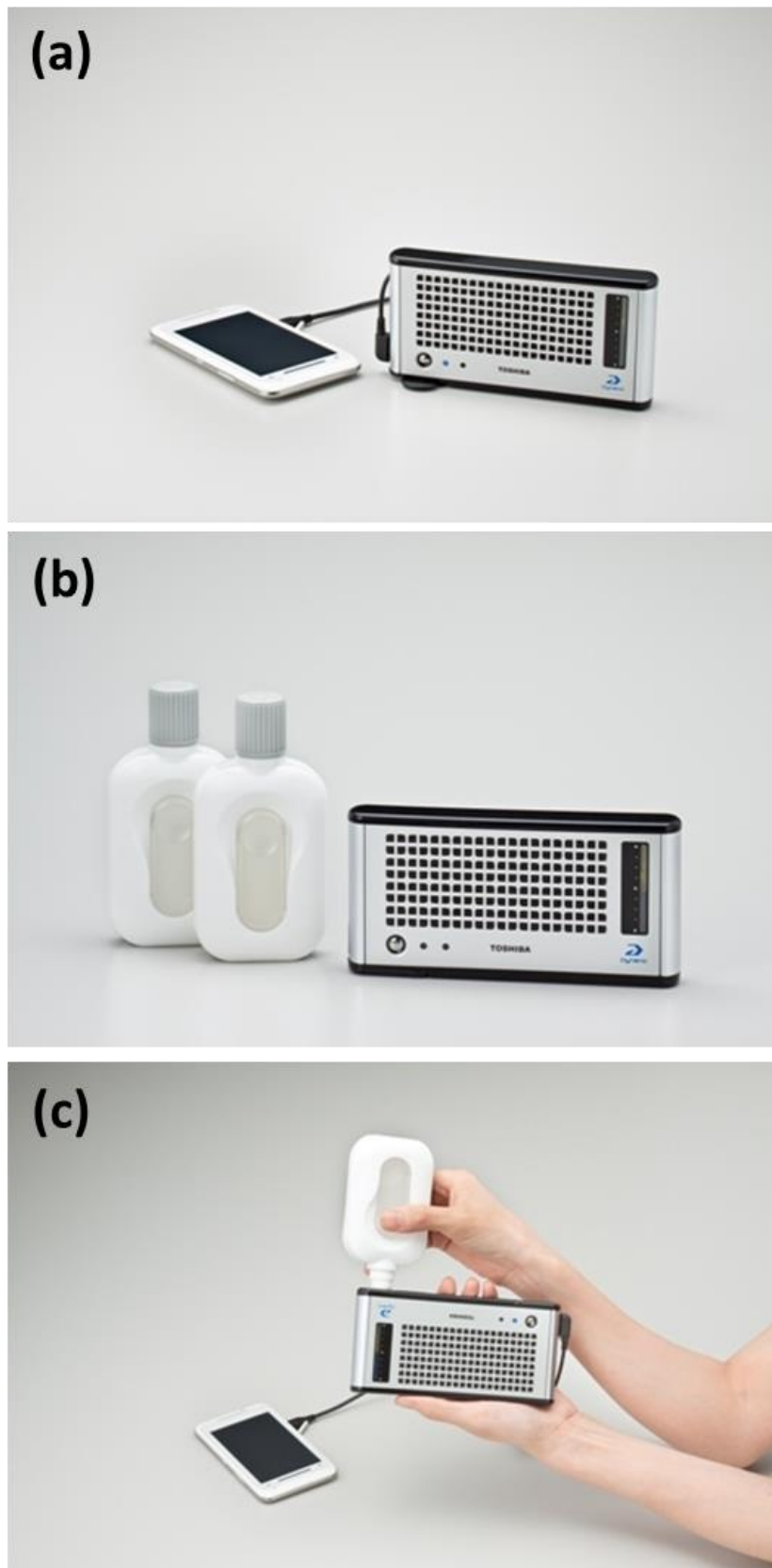


Figure 6: The description of product commercialization of direct methanol fuel cell Dynario™ (DMFC) fuel cell charging for Toshiba phones introduced in 2009 in the use of liquid fuel to be direct methanol fuel [52]. Ref: http://www.toshiba.co.jp/about/press/2009_10/pr2201.htm

Recently, Pt nanoparticles have been also used as Pt catalyst in the catalytic layers of dye-sensitized solar cells (DSSCs) as well as CO₂ reduction and water splitting [55-57]. In DSSCs, the catalytic centers were used within the DSC frame of red light-sensitized squaraine (SQ) dyes/TiO₂/Pt. In addition, they have been also used for dye-sensitized photocatalysis on water or carbon dioxide CO₂ reduction.

5. CONCLUSIONS

In this article, we have presented the recent progresses in the preparation of Pt-based nanoparticles by modified polyol methods. The synthesis and methods, electrocatalytic properties, and potential applications are discussed in research of Pt-based nanoparticles with novel nanostructures, and robust catalytic properties for various kinds of fuel cells.

ACKNOWLEDGMENT

The author (N.V. Long) appreciates the kind assistance of research of Universities and Institutes of Japan (Nagoya Institute of Technology, NITECH; Kyushu University; Kyoto University), China (Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences), and Vietnam (National Foundation for Science & Technology Development) for financial support during his research of controlled synthesis of nanoparticles by modified polyol methods. Our research was supported by the National Foundation for Science and Technology Development of Vietnam (NAFOSTED).

REFERENCES

- [1] <http://www.nedo.go.jp/english>.
- [2] <https://www.hydrogen.energy.gov>.
- [3] D. Y. Chung, J. M. Yoo, and Y. Sung, Highly Durable and Active Pt-Based Nanoscale Design for Fuel-Cell Oxygen-Reduction Electrocatalysts, *Advanced Materials*, vol.30, no. 42, 1704123(pp. 1-20), 2018.
- [4] R. J. Brodd and M. Winter, What Are Batteries, Fuel Cells, and Supercapacitors? *Chemical Reviews*, vol 104, no. 10, pp. 4245-4270, 2004.
- [5] R. Borup, J. Meyers, B. Pivovar, Y. S. Kim, R. Mukundan, N. Garland, D. Myers, M. Wilson, F. Garzon, D. Wood, P. Zelenay, K. More, K. Stroh, T. Zawodzinski, J. Boncella, J. E. McGrath, M. Inaba, K. Miyatake, M. Hori, K. Ota, Z. Ogumi, S. Miyata, A. Nishikat, Z. Siroma, Y. Uchimoto, K. Yasuda, K. Kimijima, and N. Iwashita, Scientific Aspects of Polymer Electrolyte Fuel Cell Durability and Degradation, *Chemical Reviews*, vol 107, pp. 3899-4435, 2007.
- [6] M. Debe, Electrocatalyst approaches and challenges for automotive fuel cells, *Nature*, vol. 486, pp. 43-51, 2012.
- [7] N. V. Long, Y. Yong, C. M. Thi, Y. Cao, N. V. Minh, and M. Nogami, The Development of Mixture, Alloy, and Core-Shell Nano-Catalysts with the Support Nano-Materials for Energy Conversion in Low Temperature Fuel Cells, *Nano Energy*, vol. 2, no. 5, pp. 636-676, 2013.
- [8] V. V. Pham, V. T. Ta, and C. Sunglae, Synthesis of NiPt alloy nanoparticles by galvanic replacement method for direct ethanol fuel cell, *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 42, no. 18, pp. 13192-13197, 2017.
- [9] B. Wu and N. Zheng, Surface and interface control of noble metal nanocrystals for catalytic and electrocatalytic applications, *Nano Today*, vol. 8, no. 2, pp. 168-197, 2013.
- [10] L. Zhang, W. Niu, and G. Xu, Synthesis and applications of noble metal nanocrystals with high-energy facets, *Nano Today*, vol. 7, pp. 586-605, 2012.
- [11] N. V. Long, Y. Yang, M. Yuasa, C. M. Thi, Y. Cao, T. Nann, and M. Nogami, Gas-sensing properties of p-type α -Fe₂O₃ polyhedral particles synthesized via a modified polyol method, *RSC Advances*, vol. 4, pp. 8250-8255, 2014.
- [12] N. V. Long, Y. Yang, M. Yuasa, C. M. Thi, Y. Cao, T. Nann, and M. Nogami, Controlled synthesis and characterization of iron oxide nanostructures with potential applications for gas sensors and the environment, *RSC Advances*, vol. 4, pp. 6383-6390, 2014.
- [13] N. V. Long, M. Ohtaki, T. D. Hien, R. Jalem, and M. Nogami, A comparative study of Pt and Pt-Pd core-shell nanocatalysts, *Electrochimica Acta*, vol. 56, pp. 9133-9143, 2011.
- [14] V. L. Nguyen, C. M. Thi, M. Nogami, and M. Ohtaki, New experimental evidences of Pt-Pd bimetallic nanoparticles with core-shell configuration and highly fine-ordered nanostructures by high-resolution electron transmission microscopy, *Journal of Physical Chemistry C*, vol. 116, no. 22, pp. 12265-12274, 2012.

- [15] N. V. Long, T. Asaka, T. Matsubara, and M. Nogami, Shape-controlled synthesis of Pt-Pd core-shell nanoparticles exhibiting polyhedral morphologies by modified polyol method, *Acta Materialia*, vol. 59, no. 7, pp. 2901-2907, 2011.
- [16] N. V. Long, N. D. Chien, T. Hayakawa, H. Hirata, G. Lakshminarayana, and M. Nogami, The synthesis and characterization of platinum nanoparticles: a method of controlling the size and morphology, *Nanotechnology*, vol. 21, no. 3, p.035605, 2010.
- [17] N. V. Long, M. Ohtaki, M. Uchida, R. Jalem, H. Hirata, N. D. Chien, and M. Nogami, Synthesis and characterization of polyhedral Pt nanoparticles: Their catalytic property, surface attachment, self-aggregation and assembly, *Journal of Colloid and Interface Science*, vol. 359, pp. 339-350, 2011.
- [18] N. V. Long, T. D. Hien, T. Asaka, M. Ohtaki, and M. Nogami, Synthesis and characterization of Pt-Pd alloy and core-shell bimetallic nanoparticles for direct methanol fuel cells (DMFCs): Enhanced electrocatalytic properties of well-shaped core-shell morphologies and nanostructures, *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 36, no. 14, pp. 8478-8491, 2011.
- [19] N. V. Long, C. M. Thi, M. Nogami, and M. Ohtaki, Novel issues of morphology, size, and structure of Pt nanoparticles in chemical engineering: aggregation, agglomerate, assembly, and structural changes, *New Journal of Chemistry*, vol. 36, pp. 1320-1334, 2012.
- [20] N. V. Long, T. D. Hien, T. Asaka, M. Ohtaki, and M. Nogami, Synthesis and characterization of Pt-Pd nanoparticles with core-shell morphology: Nucleation and overgrowth of the Pd shells on the as-prepared and defined Pt seeds, *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 509, no. 29, pp. 7702-7709, 2011.
- [21] N. V. Long, M. Ohtaki, T. D. Hien, and M. Nogami, Effects of heat treatment and poly(vinylpyrrolidone) polymer on the electrocatalytic activity of polyhedral Pt nanoparticles towards their methanol oxidation, *Colloid and Polymer Science*, vol. 289, no. 12, pp. 1373-1386, 2011.
- [22] N. V. Long, Y. Yang, B. T. Hang, Y. Cao, C. M. Thi, and M. Nogami, The Controlled Synthesis and Characterization of Iron Oxide Nanostructures for Battery Electrode Materials in Energy Conversion and Storage, *Colloid and Polymer Science*, vol. 293, pp. 49-63, 2015.
- [23] N. V. Long, Y. Yang, T. Teranishi, C. M. Thi, Y. Cao, and M. Nogami, Synthesis and related magnetic properties of CoFe₂O₄ cobalt ferrite particles by polyol method with NaBH₄ and high heat treatment: New micro and nanoscale structures, *RSC Advances*, vol. 5, pp. 56560-56569, 2015.
- [24] N. V. Long, Y. Yang, T. Teranishi, C. M. Thi, Y. Cao, and M. Nogami, Synthesis and magnetism of hierarchical hematite and cobalt iron ferrite, *Materials and Design*, vol. 86, pp. 797-808, 2015.
- [25] Y. Cao, Y. Yang, Y. Shan, C. Fu, N.V. Long, Z. Huang, X. Guo, and M. Nogami, Large-scale template-free synthesis of ordered mesoporous platinum nanocubes and their electrocatalytic properties, *Nanoscale*, vol. 7, pp. 19461-19467, 2015.
- [26] N. V. Long, Y. Yang, T. Teranishi, C. M. Thi, Y. Cao, M. Nogami, Biomedical applications of advanced multifunctional magnetic nanoparticles, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, vol. 15, no. 12, pp. 10091-10107, 2015.
- [27] L. Q. Dang, M. T. Nguyen, V. L. Nguyen, M. T. Cao, V. T. Le, L. H. P. Nguyen, N. P. Nguyen, T. H. Nguyen, and T. N. Do, Synthesis of PtRu/C-CNTs electrocatalysts for DMFCs with treated-CNTs and composition regulation, *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, vol. 5, no. 3, 035015, 2014.
- [28] Y. Cao, J. Zhang, Y. Yang, Z. Huang, N. V. Long, and M. Nogami, Controlled Synthesis of Porous Platinum Nanostructures for Catalytic Applications, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, vol. 14, no. 2, pp. 1194-1208, 2014.
- [29] N. V. Long, C. M. Thi, Y. Yong, Y. Cao, H. Wu, and M. Nogami, Synthesis and Characterization of Iron Metal and Oxide Based Nanoparticles: Discoveries and Research Highlights of Potential Applications in Biology and Medicine, *Recent Patents on Nanotechnology*, vol. 8, pp. 52-61, 2014.
- [30] N. V. Long, N. D. Chien, M. Uchida, T. Matsubara, J. Randy, and N. Masayuki, Directed and random self-assembly of Pt-Au nanoparticles, *Materials Chemistry and Physics*, vol. 124, no. 2-3, pp. 1193-1197, 2010.
- [31] N. V. Long, Y. Yang, C. M. Thi, Y. Cao, and M. Nogami, Ultra-High Stability and Durability of α -Fe₂O₃ Oxide Micro- and Nano-Structures with Discovery of New 3D Structural Formation of Grain and Boundary, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, vol. 456, pp. 184-194, 2014.
- [32] N. V. Long, M. Ohtaki, T. D. Hien, R. Jalem, and M. Nogami, Synthesis and characterization of polyhedral and non-polyhedral Pt nanoparticles: Effects of various nanoscale morphologies and structures on their electrocatalytic activity in fuel cell applications, *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 13, no. 10, pp. 5177-5191, 2011.

- [33] N. V. Long, N. D. Chien, H. Hirata, T. Matsubara, M. Ohtaki, M. Nogami, Highly monodisperse cubic and octahedral rhodium nanocrystals: Their evolutions from sharp polyhedrons into branched nanostructures and surface-enhanced Raman scattering, *Journal of Crystal Growth*, vol. 320, no. 1, pp. 78-89, 2011.
- [34] N. V. Long, N. Duc Chien, H. Hirata, M. Ohtaki, T. Hayakawa, and M. Nogami, Chemical synthesis and characterization of palladium nanoparticles, *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, vol. 1, 035012, 2010.
- [35] N. V. Long, N. D. Chien, T. Hayakawa, T. Matsubara, M. Ohtaki, and M. Nogami, Sharp cubic and octahedral morphologies of poly(vinylpyrrolidone)-stabilised platinum nanoparticles by polyol method in ethylene glycol: their nucleation, growth and formation mechanisms, *Journal of Experimental Nanoscience*, vol. 7, no. 2, pp. 133-149, 2012.
- [36] V. L. Nguyen, M. Ohtaki, V. N. Ngo, C. M. Thi, M. Nogami, Structure and morphology of platinum nanoparticles with critical issues of low and high-index facets, *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, vol. 3, 025005, 2012.
- [37] N. V. Long, C. M. Thi, M. Nogami, M. Ohtaki, Pt and Pd based catalysts with alloy, core-shell, and novel nanostructures for practical applications in next fuel cells: Patents and highlights, *Recent Patents on Materials Science*, Bentham Science Publishers, vol.5, no. 3, pp. 175-190, 2012.
- [38] N. V. Long, C. M. Thi, M. Nogami, M. Ohtaki, Experimental evidences of crystal nucleation and growth from homogeneous solution of platinum nanoparticles with most characteristic roughness heteromorphologies and nanostructures, *Journal of Advanced Microscopy Research*, vol. 7, no. 2, pp. 98-117, 2012.
- [39] N. V. Long, Y. Yong, C. M. Thi, M. Nogami, and M. Ohtaki, Platinum and Palladium Nanostructured Catalysts for Polymer Electrolyte Fuel Cells and Direct Methanol Fuel Cells, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, vol. 13, no. 7, pp. 4799-4824, 2013.
- [40] N. V. Long, M. Ohtaki, M. Yuasa, S. Yoshida, T. Kuragaki, C. M. Thi, and M. Nogami, Synthesis and self-assembly of gold (Au) nanoparticles by chemically modified polyol methods under experimental control, *Journal of Nanomaterials*, vol. 2013, Article ID 793125, pp. 1-8, 2013.
- [41] N. V. Long, Y. Yang, C. M. Thi, L. H. Phuc, M. Nogami, Controlled Synthesis and Ferrimagnetism of Homogeneous Hierarchical CoFe_2O_4 Particles, *Journal of Electronic Materials*, vol. 46, no. 10, 2017.
- [42] N. V. Long, Y. Yang, C. M. Thi, L. H. Phuc, M. Nogami, Controlled Synthesis and Magnetic Properties of Uniform Hierarchical Polyhedral $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ Particles, *Journal of Electronic Materials*, vol. 46, no. 6, pp. 3301-3308, 2017.
- [43] B. J. Rani, M. Ravina, B. Saravanakumar, G. Ravi, V. Ganesh, S. Ravichandran, and R. Yuvakkumar, Ferrimagnetism in cobalt ferrite (CoFe_2O_4) nanoparticles. *Nano-Structures & Nano-Objects*, 14, pp. 84-91, 2018.
- [44] N. V. Long, Y. Yang, C. M. Thi, L. H. Phuc, M. Nogami, Polyol mediated synthesis, microstructure and magnetic properties of hierarchical sphere, rod, and polyhedral $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ oxide particles, *Journal of Electronic Materials*, vol. 46, no. 6, pp. 3615-3621, 2017.
- [45] N. V. Long, M. Ohtaki, M. Nogami, Control of Morphology of Pt Nanoparticles and Pt-Pd Core-Shell Nanoparticles, *Journal of novel carbon resource sciences*, Kuysu university, vol 3, pp. 40-44, 2011.
- [46] N. V. Long, T. Teranishi, Y. Yang, C. M. Thi, Y. Cao, and M. Nogami, Iron Oxide Nanoparticles for Next Generation Gas Sensors, *International Journal of Metallurgical & Materials Engineering*, vol. 1: IJMME-119, pp. 1-18, 2015.
- [47] N. V. Long, C. M. Thi, and M. Nogami, The Functionally designed nanoparticles in medicine and biology: Patents and highlights in nanomedicine, *Current Physical Chemistry*, Bentham Science Publishers, vol. 4, no. 2, pp. 173-194(22), 2013.
- [48] L. Q. Dang, M. T. Nguyen, N. V. Truong, P. H. Le, and N. V. Long, Investigation of Carbon Supported Ru-Pt Nanoparticles for High-Performance Electrocatalytic Oxidation of Methanol, *International Journal of Electrochemical Science*, vol. 12, pp. 10187-10198, 2017.
- [49] N. V. Long, Y. Yang, L. H. Phuc, C. M. Thi, V. P. Tuyen, and M. Nogami, Hierarchical micro/nanoscale $\text{NdFe}_{11}\text{Co}$ oxide and alloy materials synthesized by polyol mediated methods with heat treatment, *Materials Letters*, vol. 212, pp. 202-206, 2018.
- [50] M. B. Gawande, A. Goswami, T. Asefa, H. Guo, A. V. Biradar, D. L. Peng, R. Zboril, and R. S. Varma, Core-shell nanoparticles: synthesis and applications in catalysis and electrocatalysis. *Chemical Society Reviews*, 44(21), pp.7540-7590, 2015.
- [51] Y. Yang, Y. Cao, L. Yang, Z. Huang, N.V. Long, Synthesis of Pt-Pd Bimetallic Porous Nanostructures as Electrocatalysts for the Methanol Oxidation Reaction, *Nanomaterials*, vol. 8, no. 4, pp. 208-217(10), 2018.
- [52] http://www.toshiba.co.jp/about/press/2009_10/pr2201.htm

- [53] N. T. Dung, N. V. Long, L. T. Tam, P. H. Nam, L. D. Tung, N. X. Phuc, L. T. Lu, N. T. K. Thanh, High Magnetisation, Monodisperse and Water-dispersible CoFe@Pt Core/shell Nanoparticles, *Nanoscale*, vol. 9, pp. 8952-8961, 2017.
- [54] R. Prasad, S. Sivakumar, and U. C. Sharma, Volume 10: Fuel cells and batteries, in *Energy Science and Technology*, Studium Press LLC, USA, 2015.
- [55] M. Jo, S. Choi, J. H. Jo, S. Kim, P. S. Kim, C. H. Kim, H. Son, C. Pac, and S. O. Kang, Utility of Squaraine Dyes for Dye-Sensitized Photocatalysis on Water or Carbon Dioxide Reduction, *ACS Omega*, vol. 4, no. 10, pp. 14272-14283, 2019.
- [56] J. K. Stolarczyk, S. Bhattacharyya, L. Polavarapu, and J. Feldmann, Challenges and Prospects in Solar Water Splitting and CO₂ Reduction with Inorganic and Hybrid Nanostructures, *ACS Catalysis*, vol. 8, no. 4, pp. 3602-3635, 2018.
- [57] S. Sarwar, S. Park, T. T. Dao, S. Hong, and C. H. Han, Rapid bleaching of photoelectrochromic device by the simple addition of Pt catalyst in WO₃ layer, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 224, p.110990, 2021.

ID: YSC3F.110

CONTROLLED SYNTHESIS OF COPPER NANOPARTICLES BY MODIFIED AND MEDIATED POLYOL METHODS FOR POTENTIAL BIOMEDICAL APPLICATIONS

NGUYEN VIET LONG*¹, NGUYEN THI NHAT HANG², NGUYEN QUANG THANH NAM³,
LE HONG PHUC⁴, YONG YANG⁵, MASAYUKI NOGAMI⁶

¹ *Department of Electronics and Telecommunications, Sai Gon University*

² *Faculty of Food Science and Technology, Thu Dau Mot University, Thu Dau Mot*

³ *Faculty of Chemical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology*

⁴ *Ho Chi Minh City Institute of Physics, Vietnam Academy of Science and Technology*

⁵ *State Key Laboratory of High-Performance Ceramics and Superfine Microstructures, Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences*

⁶ *Institute of Research and Development, Duy Tan University*

*nguyenviet_long@yahoo.com

Abstract. In our study, the authors performed the synthesis of copper nanoparticles using a simple and effective polyol chemical method. Copper nanoparticle products were synthesized by reducing copper (II) chloride ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) in ethylene glycol (EG) and polyvinylpyrrolidone (PVP) at 160 °C with the addition of a controlling agent to be sodium borohydride (NaBH_4). The structure and properties of copper nanomaterials were investigated and demonstrated by experimental measurements, such as UV-vis spectroscopy and X-ray powder diffraction (XRD). Here, Cu nanoparticle products with red-brown color formed are stored in glass containers have been clearly confirmed experimentally with high particle forming efficiency. Particle size is controlled in the nanosized range of 100 nm. Our research has led that the polyol chemical method can be highly effectively applied to synthesize various kinds of copper nanomaterials with controlled size and shape for promising application in the field of preventing and killing harmful microorganisms and in related biomedical applications.

Keywords. Copper nanoparticles, surface plasmon resonance, microorganism

TỔNG HỢP CÓ ĐIỀU KHIỂN HẠT NANO ĐỒNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA HỌC POLYOL NHẪM ỨNG DỤNG TRONG Y SINH

Tóm tắt. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã thực hiện tổng hợp hệ hạt nano đồng bằng phương pháp hóa học polyol đơn giản và hiệu quả. Sản phẩm hạt nano đồng được tổng hợp bằng cách khử $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ trong ethylene glycol (EG) và polyvinylpyrrolidone (PVP) ở nhiệt độ 160 °C với việc bổ sung thêm chất điều khiển NaBH_4 . Cấu trúc và tính chất của vật liệu nano đồng được khảo sát và chứng minh bởi các phép đo thực nghiệm UV-vis và XRD. Sản phẩm hạt nano đồng tạo thành được đựng trong các lọ chứa thủy tinh, màu nâu đỏ được khẳng định rõ ràng theo thực nghiệm với hiệu suất tạo thành hạt cao. Kích thước hạt được điều khiển trong miền kích thước 100 nm. Nghiên cứu đã dẫn đến rằng phương pháp hóa học polyol có thể được áp dụng với hiệu quả cao để tổng hợp các hệ thống vật liệu nano đồng có kích thước và hình dạng được điều khiển nhằm ứng dụng trong lĩnh vực phòng chống diệt vi sinh vật có hại và các ứng dụng y sinh có liên quan.

Từ khóa. Các hạt nano đồng Cu, cộng hưởng plasmon bề mặt, vi sinh vật

1. INTRODUCTION

So far, metal nanoparticles have been prepared by modified polyol methods in various works. In biomedical, Au nanoparticles were used as an antigen carrier and an immunological agent in immunization to prepare

antibodies in vivo [1-10]. Researchers have focused on the issues of synthesis, methods, properties, and potential applications of metal nanoparticles for life our [10-38]. However, the high biocompatibility is silver nanoparticles for plant, animal, and human. Silver nanomaterials in the form of sunscreen creams, adhesives, and coatings are particularly attractive in potential applications in biological studies, health protection, hygiene, personal care and cosmetics, furnishing and other products, household products, clothing in the textile industry, and catering services. Highest applicability in the prevention, control and elimination of pathogenic bacteria, typically such as flu, to avoid the high risk of disease transmission. However, the biological compatibility of silver nanoparticles with animal, plant and human is very high non-toxic. In addition, silver nanoparticles can be supported on oxide material matrix. The use of silver nanoparticles with iron oxide matrix will create high efficiency in treating natural water pollution in clean water technology and wastewater treatment. Therefore, silver nanoparticles with potential applications in environmental techniques are used for antibacterial and bactericidal, high ability to prevent bacterial diseases.

In particular, they are also used for all kinds of cosmetic and beauty products in preventing viruses and bacteria from adhering to the body every day from the surrounding environment. Antimicrobial ability against some pathogens protects human health was evidently found. Recently, copper nanoparticles have been very useful in biology, which is used to kill harmful mold and pathogens for plants, animals and humans. In addition, it is also used as a carrier of commercial ink products, and for manufacturing electronic printed circuits, conducting electricity in electronics. The synthesis and related methods as well as potential applications of Cu and Cu-based nanoparticles in various kinds of various lifescience [1-4], application for electrocatalytic CO₂ reduction to CH₄ [5], [6], efficient photoreduction of CO₂ to methanol [7], antimicrobial activity [8], high-performance solid oxide fuel cells [9], many successful synthesis of Cu nanoparticles [10-12], photocatalyst [13], electrochemical reduction of CO₂ to ethylene [14], various kinds of applications of Cu nanoparticles [15-17], biology [18], electronics [19], antibacterial behavior [20, 21], nanofluids [22], antibacterial activity [23-25], antimicrobial activity [26] and [27], click chemistry [28-32], antibacterial and antioxidant potential [33], antimicrobial activity [34,35], agriculture[36], and catalytic and biomedical application [37,38].

The potential applications of Cu nanoparticles or Cu oxide nanoparticles have attracted a lot of interest in recent years, especially in the research of Cu-based catalysts in the conversion of CO₂ to CH₄. Metal nanoparticles can be easily produced from their metal salts in the coexistence of appropriate reducing agents, protecting agents, and the presence of particular polyols. The chemical reaction was effectively used by NaBH₄ and polyol solvent associated with the control of various experimental conditions. All the conditions in the synthesis process depended on time, temperature, temperature reaction point, pH of solvents, pH of reaction mixtures. Therefore, we can control the size, shape, morphology, and structure of engineered nanoparticles by modified polyol methods in a simple and effective way.

In this research, we have successful easily prepared Cu nanoparticles by modified polyol methods. The crystal structure and optical properties of copper nanoparticles by improved polyol method have been investigated by TEM, XRD method and UV-vis spectroscopy.

2. SYNTHESIS AND MEASUREMENT

Synthesis

To synthesize Cu nanoparticles by modified polyol methods, chemicals from Aldrich or Sigma-Aldrich were utilized with the purity including poly(vinylpyrrolidone) (PVP) as a stabilizer, copper (II) chloride dihydrate (CuCl₂.H₂O), sodium borohydride (NaBH₄) as strong reducing agent for the formation of Cu nanoparticles from CuCl₂.H₂O, ethylene glycol (EG) as both solvent and weak reducing agent. Ethanol, acetone, and hexane were used for washing for the clean product of Cu nanoparticles. The experimenter's integrated experiences and step-wise processes are very essential to success.

Here, all chemicals were of analytical high standard grade, and were used without any further purification. In one typical process, EG, 0.375M PVP, 0.0625 M CuCl₂ and NaBH₄ were used, and they were added in a flask. The suitable ratios of precursors, reagents, and solvents were chosen accordingly. The reduction of CuCl₂ by both EG and NaBH₄ occurred over a period until the color of product of as-prepared Cu

nanoparticles in EG was reddish brown. This led that the samples were successfully prepared by polyol method. In many cases, Cu nanoparticle products in the flask or glass containers have shown the reddish-brown color of copper nanoparticles in EG, which were clearly visible experimentally. In most cases, the reddish-brown color of the samples of Cu nanoparticles in EG was fabricated by a polyol process, which was proved to be highly effective by the formation and product repeatability of Cu nanoparticles [1]. In modified polyol methods, we have commonly added nanostructure-controlling agents or chemicals or compounds that controlled and protected the copper nanoparticles resulted in PVP – clean, pure as-prepared Cu nanoparticles in EG. However, the surface of copper nanoparticles was easily oxidized in solutions containing H₂O, ethanol, polyol, and other solvents, so it was necessary to select a suitable surface protection agent. In most of the synthesis process, Cu nanoparticles are commonly oxidized in the formation of the shells of CuO and Cu₂O [1,2].

This led that the thin CuO shells were usually formed in a possible core-shell nanostructure with the Cu core and the Cu oxide shell. In this process, copper ions were reduced in to copper atoms, formation of copper clusters, and finally the formation of copper nanoparticles according to temperature and time of chemical synthetic reaction.

Measurement

In the typical experimental methods, we have used the various measurements, typically such as UV-vis-NIR spectroscopy, XRD, and TEM, which were used for the investigation of the formation of the as-prepared Cu nanoparticles. The final products were also investigated by a spectrometer in the range of wavelength of 250-1000 nm or more than 2500 nm if it is necessary for an analysis of the formation of Cu nanoparticles.

Here, Lamda spectrometer 950 was connected with personal computer with software versions, which are PerkinElmer UV WinLab and UV WinLab Data Processor & Viewer for data analysis. In addition, X-ray diffraction patterns and data were recorded by X-ray diffractometer (Powder x-ray diffractometer: Rigaku D/max 2550V) at 40kV/200 mA and using Cu/K α radiation at 1.54056 Å.

In size, shape, and surface analysis of Cu nanoparticles, transmission electron microscopy (TEM) (JEM-2100F) with acceleration voltage of 200kV, around 0.1 nm or 0.14 nm lattice resolution, and around 0.19 nm point resolution was used to evaluate and determine the size and shape of as-prepared Cu nanoparticles.

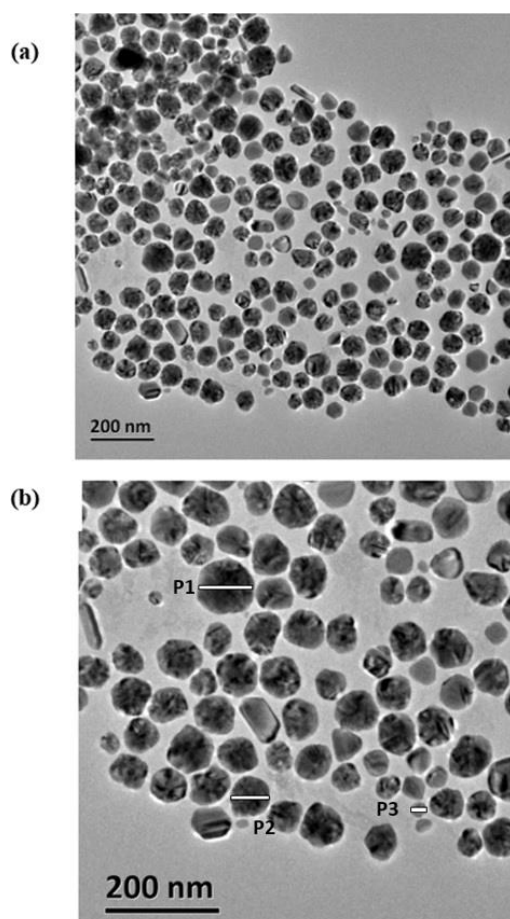


Figure 1: (a) and (b) TEM images of Cu nanoparticles by modified polyol method (SICCAS and TEM measurement by N.V. Long). The particle size of three nanoparticles: P1 (92.72 nm), P2 (65.90 nm), and P3 (26.054 nm). Average size of three particles to P1, P2, and P3 to be 61.558 nm.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

In surface analysis, the size of as-prepared Cu nanoparticles was confirmed in various typical size ranges, especially for Cu nanoparticles with the size less than 100 nm (Figure 1). However, their various shapes and morphologies have been formed in high crystallization. The high roughness on the various surfaces of Cu nanoparticles was understood that the polyol process has been very successfully used. Therefore, this is a promising method for synthesis of Cu-based nanoparticles.

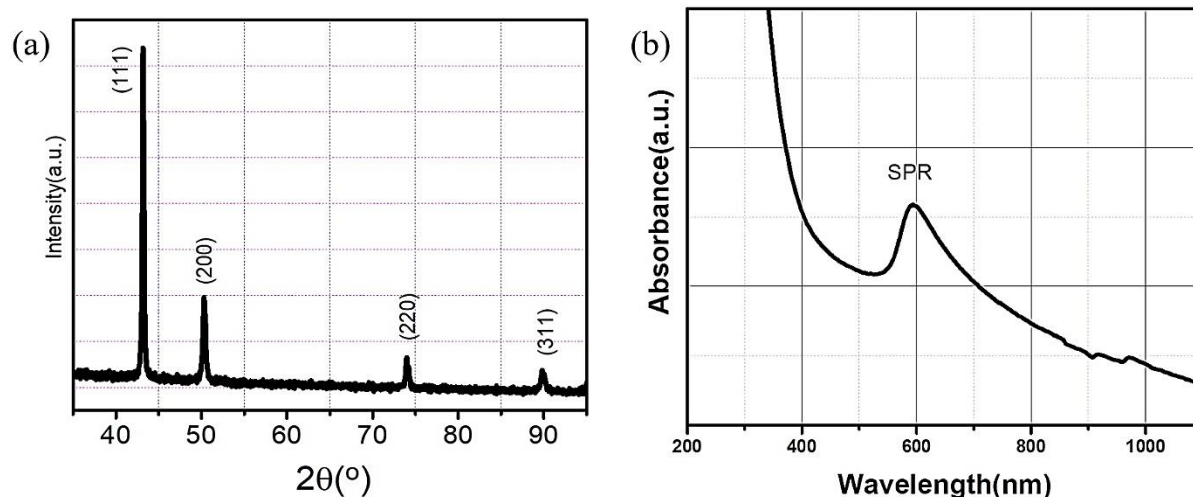


Figure 2: (a) XRD of powder product of as-prepared Cu nanoparticles. (b) UV-vis spectrum of Cu nanoparticles in ethanol solvent. (Laboratory of Professor Yong Yang, Chinese Academy of Sciences, Shanghai Institute of ceramics: SICCAS. Photo by N.V. Long).

Figure 2a shows the XRD results of the crystal structure of Cu nanoparticles of face-centred (fcc) cubic lattice show that the peaks at different angles characterize the structural aspects of Cu nanoparticles with high crystallization corresponding to the fine crystal planes at (111), (200), (220), (311), respectively. Cu nanoparticles show that crystal parameters were found in the good coincidence with the pattern of Cu (PDF#04-0836) in Table 1 with the intensity of the strongest (111) crystal plane.

Table 1. PDF#04-0836: Copper, syn; Cu; Cubic; Fm-3m(225);

2-Theta	d(Å)	I(f)	(h k l)	Theta	1/(2d)
43.297	2.0880	100.0	(1 1 1)	21.648	0.2395
50.433	1.8080	46.0	(2 0 0)	25.216	0.2765
74.130	1.2780	20.0	(2 2 0)	37.065	0.3912
89.931	1.0900	17.0	(3 1 1)	44.965	0.4587
95.139	1.0436	5.0	(2 2 2)	47.570	0.4791
116.918	0.9038	3.0	(4 0 0)	58.459	0.5532
136.507	0.8293	9.0	(3 3 1)	68.253	0.6029
144.714	0.8083	8.0	(4 2 0)	72.357	0.6186

Cu nanoparticles by modified polyol methods were studied by UV-Visible spectroscopy as well as XRD analysis and evaluation. It is certain that the surface plasmon absorbance or surface plasmon resonance (SPR) was observed at about 600 nm in Figure 2b. In the preparation of Cu nanoparticles by polyol reduction in the solvent as EG, and with NaBH_4 , under the protection of poly(vinylpyrrolidone) as a stabilizing agent.

4. CONCLUSIONS

In this research, Cu nanoparticles are prepared in EG and PVP via chemical reduction with EG and NaBH₄ in presence of PVP at low temperatures. As a result, the formation and structure of Cu nanoparticles have been studied with TEM, XRD, and UV-Visible spectroscopy. Therefore, our method will be a very promising way of wet chemical synthesis of metal nanoparticles, which can possibly synthesize various kinds of metal nanoparticle systems and nanostructures of Ag and Ag, especially for Cu and Cu-based nanoparticles, respectively.

ACKNOWLEDGMENT

The author (N.V. Long) appreciates the kind assistance of research of Universities and Institutes of Japan (Nagoya Institute of Technology, NITECH; Kyushu University, Kyoto University), China (Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences), and Vietnam (National Foundation for Science & Technology Development) for financial support during his research of controlled synthesis of nanoparticles by modified polyol methods. Our research was supported by the National Foundation for Science and Technology Development of Vietnam (NAFOSTED).

REFERENCES

- [1] M. B. Gawande, A. Goswami, F. X. Felpin, T. Asefa, X. Huang, R. Silva, X. Zou, R. Zboril, and R. S. Varma, Cu and Cu-based nanoparticles: synthesis and applications in catalysis, *Chemical reviews*, vol. 116, no. 6, pp.3722-3811, 2016.
- [2] C. Coughlan, M. Ibanez, O. Dobrozhan, A. Singh, A. Cabot, and K. M. Ryan, Compound copper chalcogenide nanocrystals. *Chemical reviews*, vol. 117, no. 9, pp. 5865-6109, 2017.
- [3] I. Khan, K. Saeed, and I. Khan, Nanoparticles: Properties, applications and toxicities, *Arabian journal of chemistry*, vol. 12, no. 7, pp. 908-931, 2019.
- [4] B. Yang, Y. Chen, and J. Shi, Reactive oxygen species (ROS)-based nanomedicine, *Chemical reviews*, vol. 119, no. 8, pp. 4881-4985, 2019.
- [5] Y. Wang, Z. Chen, P. Han, Y. Du, Z. Gu, X. Xu, and G. Zheng, Single-atomic Cu with multiple oxygen vacancies on ceria for electrocatalytic CO₂ reduction to CH₄, *ACS Catalysis*, vol. 8, no. 8, pp. 7113-7119, 2018.
- [6] X. Liu, and D. Astruc, Atomically precise copper nanoclusters and their applications, *Coordination Chemistry Reviews*, 359, pp. 112-126, 2018.
- [7] J. Albo, M. I. Qadir, M. Samperi, J. A. Fernandes, I. de Pedro, and J. Dupont, Use of an optofluidic microreactor and Cu nanoparticles synthesized in ionic liquid and embedded in TiO₂ for an efficient photoreduction of CO₂ to methanol, *Chemical Engineering Journal*, vol. 404, p.126643, 2021.
- [8] N. Jayarambabu, A. Akshaykranth, T. V. Rao, K. V. Rao, R. R. and Kumar, Green synthesis of Cu nanoparticles using Curcuma longa extract and their application in antimicrobial activity, *Materials Letters*, vol. 259, p.126813, 2020.
- [9] S. Jo, H. G. Jeong, Y. H. Kim, D. Neagu, and J. H. Myung, Stability and activity controls of Cu nanoparticles for high-performance solid oxide fuel cells, *Applied Catalysis B: Environmental*, vol. 285, p.119828, 2021.
- [10] S. H. Wu, and D. H. Chen, Synthesis of high-concentration Cu nanoparticles in aqueous CTAB solutions, *Journal of colloid and interface science*, vol. 273, no. 1, pp.165-169, 2004.
- [11] N. Nazar, I. Bibi, S. Kamal, M. Iqbal, S. Nouren, K. Jilani, M. Umair, and S. Ata, Cu nanoparticles synthesis using biological molecule of P. granatum seeds extract as reducing and capping agent: Growth mechanism and photocatalytic activity, *International journal of biological macromolecules*, vol. 106, pp. 1203-1210, 2018.
- [12] A. Khan, A. Rashid, R. Younas, and R. Chong, A chemical reduction approach to the synthesis of copper nanoparticles, *International Nano Letters*, vol. 6, no. 1, pp. 21-26, 2016.
- [13] S. Mosleh, M. R. Rahimi, M. Ghaedi, K. Dashtian, and S. Hajati, Sonochemical-assisted synthesis of CuO/Cu₂O/Cu nanoparticles as efficient photocatalyst for simultaneous degradation of pollutant dyes in rotating packed bed reactor: LED illumination and central composite design optimization, *Ultrasonics sonochemistry*, vol. 40, pp. 601-610, 2018.
- [14] Q. Li, W. Zhu, J. Fu, H. Zhang, G. Wu, and S. Sun, Controlled assembly of Cu nanoparticles on pyridinic-N rich graphene for electrochemical reduction of CO₂ to ethylene, *Nano Energy*, vol. 24, pp. 1-9, 2016.

- [15] M. Blosi, S. Albonetti, M. Dondi, C. Martelli, and G. Baldi, Microwave-assisted polyol synthesis of Cu nanoparticles, *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 13, no. 1, pp. 127-138, 2011.
- [16] Y. Gao, W. Li, H. Zhang, J. Jiu, D. Hu, and K. Sugauma, Size-controllable synthesis of bimodal Cu particles by polyol method and their application in die bonding for power devices, *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, vol. 8, no. 12, pp. 2190-2197, 2018.
- [17] J. Rozra, I. Saini, A. Sharma, N. Chandak, S. Aggarwal, R. Dhiman, and P. K. Sharma, Cu nanoparticles induced structural, optical and electrical modification in PVA, *Materials Chemistry and Physics*, vol. 134, no. 2-3, pp. 1121-1126, 2012.
- [18] M. F. Al-Hakkani, Biogenic copper nanoparticles and their applications: A review, *SN Applied Sciences*, vol. 2, no. 3, pp. 1-20, 2020.
- [19] J. Kwon, H. Cho, Y. D. Suh, J. Lee, H. Lee, J. Jung, D. Kim, D. Lee, S. Hong, and S. H. Ko, Flexible and transparent Cu electronics by low-temperature acid-assisted laser processing of Cu nanoparticles, *Advanced Materials Technologies*, vol. 2, no. 2, p.1600222, 2017.
- [20] P. K. Khanna, S. Gaikwad, P. V. Adhyapak, N. Singh, and R. Marimuthu, Synthesis and characterization of copper nanoparticles, *Materials Letters*, vol. 61, no. 25, pp. 4711-4714, 2007.
- [21] M. Raffi, S. Mehrwan, T. M. Bhatti, J. I. Akhter, A. Hameed, W. Yawar, and M. M. ul Hasan, Investigations into the antibacterial behavior of copper nanoparticles against *Escherichia coli*, *Annals of microbiology*, vol. 60, no. 1, pp. 75-80, 2010.
- [22] J. A. Eastman, S. U. S. Choi, S. Li, W. Yu, and L. J. Thompson, Anomalous increased effective thermal conductivities of ethylene glycol-based nanofluids containing copper nanoparticles, *Applied physics letters*, vol. 78, no. 6, pp. 718-720, 2001.
- [23] J. P. Ruparelia, A. K. Chatterjee, S. P. Duttagupta, and S. Mukherji, Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles, *Acta biomaterialia*, vol. 4, no. 3, pp.707-716, 2008.
- [24] A. K. Chatterjee, R. Chakraborty, and T. Basu, Mechanism of antibacterial activity of copper nanoparticles. *Nanotechnology*, vol. 25, no. 13, p.135101, 2014.
- [25] M. S. Usman, M. E. El Zowalaty, K. Shameli, N. Zainuddin, M. Salama, and N. A. Ibrahim, Synthesis, characterization, and antimicrobial properties of copper nanoparticles, *International journal of nanomedicine*, vol. 8, p.4467, 2013.
- [26] J. Ramyadevi, K. Jeyasubramanian, A. Marikani, G. Rajakumar, and A. A. Rahuman, Synthesis and antimicrobial activity of copper nanoparticles, *Materials letters*, vol. 71, pp. 114-116, 2012.
- [27] M. I. Din, and R. Rehan, Synthesis, characterization, and applications of copper nanoparticles, *Analytical Letters*, vol. 50, no. 1, pp. 50-62, 2017.
- [28] F. Alonso, Y. Moglie, and G. Radivoy, Copper nanoparticles in click chemistry, *Accounts of chemical research*, vol. 48, no. 9, pp. 2516-2528, 2015.
- [29] N. V. Long, Y. Yang, L. H. Phuc, P. T. Kien, and M. Nogami, Synthesis, Structure, and Property of Uniform Gold Nanoparticles by Modified Polyol Method, in 12th AUN/SEED-net RCME & ISMSE 2019, Ho Chi Minh City, 2019, pp. 66-72.
- [30] N. V. Long, L. H. Phuc, H. S. Thuan, N. H. Tri, N. Q. Hien, L. K. Vinh, N. T. Hang, C. T. H. Yen, Y. Yang, M. Nogami, Synthesis and property of gold nanoparticles with controlled morphology, size and shape by polyol process in ethylene glycol solvent with polyvinylpyrrolidone polymer, and addition of strong reducing agent, in The 4th International Conference on Advanced Materials and Nanotechnology Hanoi, 2019, pp. 241-245.
- [31] J. R. Conway, A. S. Adeleye, J. Gardea-Torresdey, and A. A. Keller, Aggregation, dissolution, and transformation of copper nanoparticles in natural waters, *Environmental science & technology*, vol. 49, no. 5, pp. 2749-2756, 2015.
- [32] J. Santhoshkumar, H. Agarwal, S. Menon, S. Rajeshkumar, and S. V. Kumar, A biological synthesis of copper nanoparticles and its potential applications, in Green Synthesis, *Characterization and Applications of Nanoparticles* pp. 199-221, 2019.
- [33] S. Rajeshkumar, S. Menon, S. V. Kumar, M. M. Tambuwala, H. A. Bakshi, M. Mehta, S. Satija, G. Gupta, D. K. Chellappan, L. Thangavelu, and K. Dua, Antibacterial and antioxidant potential of biosynthesized copper nanoparticles mediated through *Cissus arnotiana* plant extract, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, vol. 197, p.111531, 2019.
- [34] M. E. Villanueva, A. M. D. R. Diez, J. A. González, C. J. Pérez, M. Orrego, L. Piehl, S. Teves, and G. J. Copello, Antimicrobial activity of starch hydrogel incorporated with copper nanoparticles, *ACS applied materials & interfaces*, vol. 8, no. 25, pp.1628, 2016.

- [35] U. Bogdanović, V. Lazić, V. Vodnik, M. Budimir, Z. Marković, and S. Dimitrijević, Copper nanoparticles with high antimicrobial activity, *Materials Letters*, vol. 128, pp. 75-78, 2014.
- [36] P. Kanhed, S. Birla, S. Gaikwad, A. Gade, A. B. Seabra, O. Rubilar, N. Duran, and M. Rai, In vitro antifungal efficacy of copper nanoparticles against selected crop pathogenic fungi, *Materials Letters*, vol. 115, pp. 13-17, 2014.
- [37] J. A. I. N. Shikha, J. A. I. N. Ankita, P. Kachhawah, and V. Devra, Synthesis and size control of copper nanoparticles and their catalytic application, *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, vol. 25, no. 12, pp.3995-4000, 2015.
- [38] N. V. Long, C. M. Thi, M. Nogami, The Recent Patents and Highlights of Functionally Engineered Nanoparticles for Potential Applications in Biology, Medicine, and Nanomedicine, *Current Physical Chemistry*, vol. 4, 173-194, 2014.

ID: YSC3F.111

NGHIÊN CỨU TÁI SỬ DỤNG VỎ HỘP SỮA KẾT HỢP LÁ CÂY TẠO RA SẢN PHẨM Đĩa THÂN THIỆN MÔI TRƯỜNG

NGUYỄN THỊ TRÀ MY¹, NGUYỄN VĂN NHỊN¹, LÊ HÙNG ANH^{1*}

¹Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường Đại học Công Nghiệp TP.HCM

* *nttramy0612@gmail.com, nguyennhin12t1@gmail.com, lh.anh.9@googlemail.com*

Tóm tắt. Mỗi năm, Việt Nam thải ra trung bình 10-15 tỉ vỏ hộp sữa (VHS) theo phát biểu tại tọa đàm “Đời của nhựa” do chị Châu Ngọc Cẩm Vân - Phó Bí thư Đoàn Sở Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh. Để giải quyết lượng rác thải khổng lồ này, đã có một số dự án được tiến hành nhằm hỗ trợ công tác tái chế và xử lý VHS phát sinh tuy nhiên vẫn chưa đạt hiệu quả nhân rộng. Nghiên cứu hướng đến tái sử dụng VHS kết hợp với lá cây bàng (*Terminalia catappa*) tạo ra sản phẩm đĩa có khả năng ứng dụng cao, bên cạnh việc kết hợp với phương pháp ép nhiệt nhằm tìm ra các điều kiện tối ưu về nhiệt độ và thời gian. Kết quả đã tạo ra sản phẩm đĩa từ VHS và lá cây có tính thẩm mỹ, khả năng định hình, chịu lực, nhiễm mốc và an toàn thực phẩm. Nghiên cứu góp phần kéo dài vòng đời của VHS và tạo ra đĩa lá cây thân thiện môi trường.

Từ khóa. Tái chế, tái sử dụng, vỏ hộp sữa, lá cây, đĩa lá cây, sản phẩm thân thiện môi trường.

RESEARCH ON REUSE OF MILK CARTONS WITH TREE LEAVES TO CREATE ECOFRIENDLY PLATE PRODUCTS

Abstract. Each year, Vietnam emits an average of 10-15 billion milk cartons (VHS), according to the speech at the seminar "The life of plastic" by Ms. Chau Ngoc Cam Van - Deputy Secretary of the Youth Union of Ho Chi Minh City Department of Natural Resources and Environment. To handle with this huge amount of waste, there have been a number of activities carried out to support the recycling and treatment of VHS, but still not effective. The goal of the study to reuse of VHS in combination with almond leaves (*Terminalia catappa*) to create a disc product with high applicability. In addition to combining with heating is studied to optimize time and temperature. The results have created plates products with high aesthetics, assessed for their quality for shaping ability, force-resistance, mold contamination and food safety. The research contributes to extending the life cycle of milk cartons and creating ecofriendly plate products.

Keywords. Reuse, recycling, milk carton, tree leaf, tree leaf plate, ecofriendly products.

1 GIỚI THIỆU

Chương trình “Sữa Học Đường” đã và đang tác động tích cực đối với sức khỏe và dinh dưỡng cho trẻ em trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Mỗi lo ngại về rác thải vỏ hộp sữa (VHS) cũng phát sinh từ đó. Mỗi năm có khoảng 15 tỉ VHS giấy đã qua sử dụng (tương đương 150.000 tấn) được thải bỏ gây ô nhiễm môi trường [1]. Mặc dù đã có nhiều biện pháp quản lý được thực hiện tuy nhiên vẫn chưa đạt được hiệu quả nhân rộng. Hơn thế nữa, ô nhiễm rác thải nhựa đang là vấn đề được quan tâm hàng đầu trên toàn thế giới. Theo thống kê của WHO cho biết mỗi phút cả thế giới tiêu thụ 1 triệu chai nhựa, mỗi năm có 5.000 tỷ túi nilon được sử dụng. Đến nay đã sản xuất ra 8,3 tỉ tấn nhựa, trong đó có 6,3 tỷ tấn là rác thải nhựa nhưng chỉ có 9% rác thải nhựa được tái chế, 12% rác thải nhựa được đốt và 79% còn lại tồn tại trong môi trường tự nhiên, bao gồm cả môi trường biển đe dọa nghiêm trọng đến hệ sinh thái [2].

Tại Việt Nam, cây bàng rất dễ trồng, phát triển tốt và có mặt ở hầu hết các địa phương trên cả nước. Người dân từ xưa đã dùng lá bàng để chữa cảm sốt, tê thấp và lỵ, đối với việc nuôi cá cảnh để xử lý kim loại nặng trong nước, ngăn ngừa hữu hiệu các loại vi khuẩn, các loại nấm trên cá. Mặc dù lá bàng có rất nhiều công dụng hữu ích nhưng vẫn chưa có công trình nghiên cứu liên quan được ứng dụng rộng rãi [3].

Nghiên cứu tái sử dụng vỏ hộp sữa kết hợp lá cây tạo ra sản phẩm đĩa thân thiện môi trường nhằm tiếp nối các nghiên cứu trong và ngoài nước cùng với việc cải thiện những hạn chế của các sản phẩm đĩa lá cây về

khả năng chịu lực, bền chặt, thẩm mỹ, đáp ứng thị hiếu của người tiêu dùng và góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu nghiên cứu

- Lá bàng (Terminalia catappa): được thu thập tại khu vực An Phú Đông, Quận 12, Thành phố Hồ Chí Minh và khu vực Bình Quới, Quận Bình Thạnh, Thành phố Hồ Chí Minh sau đó được vận chuyển về khu vực phòng thí nghiệm. Đặc điểm: Tại những khu vực này, cây bàng được trồng để tạo bóng mát, một số khác mọc dại ven đường, cạnh bờ sông. Đến mùa thay lá mới, lá rơi rụng nhiều, khô héo nằm ven đường.
- Vỏ hộp sữa: được thu thập tại Trường mầm non Hoa Lan - Số 3 Lê Lợi, Phường 4, Quận Gò Vấp, Thành phố Hồ Chí Minh. Đặc điểm: Đa số phụ huynh thường cho con em mang sữa hộp đến trường để uống. Dưới sự hướng dẫn của các cô giáo, VHS sau khi uống được phân loại và thu gom tại khu vực quy định của trường nhưng chưa có giải pháp xử lý hiệu quả trong thời gian gần đây. Tiến hành nghiên cứu trên 2 loại chính: VHS lớn với dung tích 1 lít và VHS nhỏ có dung tích 180ml - 200 ml.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Phương pháp ép nhiệt định hình

Phương pháp nhiệt định hình là phương pháp tạo hình các sản phẩm bằng cách làm nóng tấm vật liệu đến trạng thái dẻo, ép tấm vào khuôn, giữ cho đến khi sản phẩm nguội. Sau đó vật liệu sẽ có hình dạng bề mặt khuôn [4].



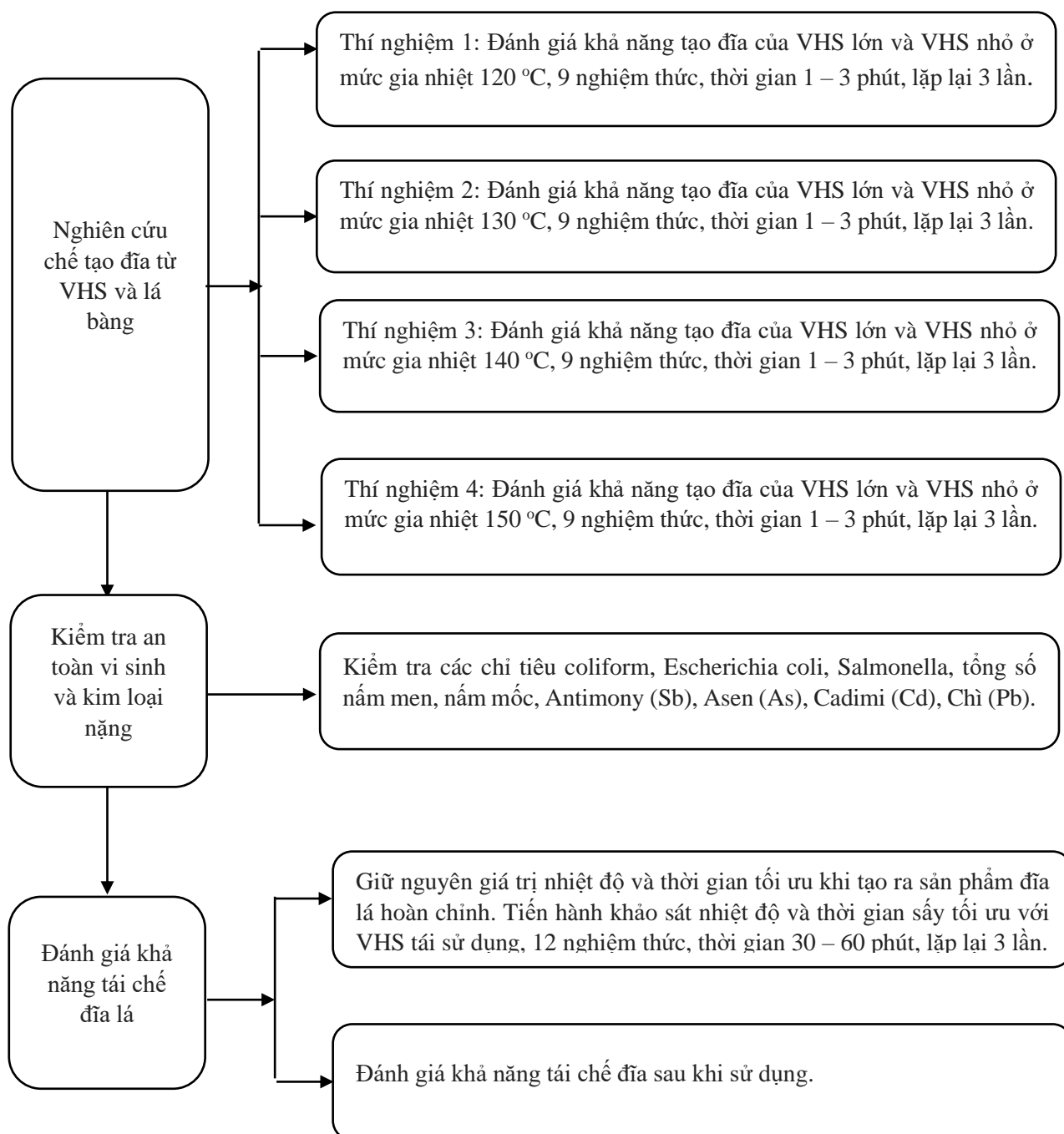
Hình 1 Máy gia nhiệt

- + Nhiệt độ tối đa của máy ép gia nhiệt là 500 °C
- + Cân nặng máy ép gia nhiệt: 100 kg
- + Điện năng sử dụng: 220 V – 500 W
- + Kích thước máy ép gia nhiệt: chiều cao x chiều ngang = 120 cm x 60 cm

2.2.2 Sơ đồ nghiên cứu

Sau quá trình tham khảo và tiến hành tiền thí nghiệm, nghiên cứu chọn ra các mức nhiệt độ 120 °C, 130 °C, 140 °C, 150 °C ở thời gian lần lượt là 1 phút, 2 phút, 3 phút với mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Mỗi thí

nghiệm tiến hành nghiên cứu song song 2 đối tượng VHS, 3 VHS nhỏ/1 đĩa, 1 VHS lớn/1 đĩa kết hợp từ 6 đến 8 lá bàng để cho ra sản phẩm đĩa hoàn chỉnh và kết quả được trình bày ở hình 2.



Hình 2. Sơ đồ nghiên cứu

2.3 Phương pháp đánh giá

- Phương pháp đánh giá cảm quan: Tiến hành xem xét độ bám dính của lá cây với lớp vỏ hộp sữa, khả năng định hình, màu sắc, độ khô của đĩa với 2 mức đánh giá đạt và chưa đạt. Cụ thể:
 - + Độ bám dính: Đạt khi lớp lá bám vào nhau và bám vào lớp VHS, chưa đạt khi xuất hiện vị trí không bám dính, mối nối bị hở.

- + Khả năng định hình: Đạt khi hình dáng đĩa rõ rệt không bị vênh ở đáy hoặc vành. Chưa đạt khi đĩa bị vênh.
- + Màu sắc: Đạt khi sản phẩm giữ được màu sắc tự nhiên. Chưa đạt khi bề mặt sản phẩm bị cháy.
- + Độ khô: Đạt khi bề mặt sản phẩm khô vừa. Chưa đạt khi sản phẩm bị ẩm bề mặt hoặc quá khô dẫn đến giòn gãy.
- Phương pháp đánh giá tái mốc: Đĩa được bảo quản trong túi zip và ghi nhận các thông số liên quan như màu sắc, định hình, khả năng giữ màu... Sau đó, tiến hành kiểm tra, theo dõi hiện tượng đổi màu, tái mốc và các dấu hiệu khác định kỳ hàng tuần.
- Phương pháp xác định khối lượng: Ghi nhận khối lượng của đĩa trước và sau khi ép định hình.
- Phương pháp đánh giá chất lượng sản phẩm: Đĩa được định hình sẽ được gửi đến trung tâm phân tích để phân tích chất lượng đĩa với các chỉ tiêu liên quan đến an toàn thực phẩm như: coliform, escherichia coli, salmonella....
- Phương pháp tái chế: Tiến hành áp dụng phương pháp ủ phân compost đối với lớp lá bàng, lớp VHS quay trở lại quy trình sản xuất có kết hợp với keo phủ nhằm tạo ra sản phẩm đĩa mới. Nghiên cứu chủ yếu xoay quanh việc đánh giá chất lượng sản phẩm đĩa tái chế khi tuần hoàn lớp VHS trở lại quy trình sản xuất đĩa kết hợp với lớp keo kết dính tương tự như cách đánh giá đối với sản phẩm đĩa ban đầu.

3 KẾT QUẢ

3.1 Kết quả thí nghiệm 1

Kết quả đánh giá khả năng tạo sản phẩm ở mức gia nhiệt 120 °C được trình bày ở bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm VHS nhỏ với lá bàng ở 120°C

Thông số / Thực nghiệm	CT1			CT2			CT3		
	N1.1	N1.2	N1.3	N2.1	N2.2	N2.3	N3.1	N3.2	N3.3
Thời gian ép nhiệt (phút)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Định hình	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Độ khô	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Màu	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Khả năng giữ màu	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kết dính	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Mốc	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm VHS lớn với lá bàng ở nhiệt độ 120°C

Thông số / Thực nghiệm	CT1			CT2			CT3		
	L1.1	L1.2	L1.3	L2.1	L2.2	L2.3	L3.1	L3.2	L3.3
Thời gian ép nhiệt (phút)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Định hình	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Độ khô	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Màu	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Khả năng giữ màu	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kết dính	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Mốc	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Ghi chú: O: Không đạt; X: Đạt

Kết quả cho thấy với 2 đối tượng VHS lớn và VHS nhỏ có tính chất tương đương. Trong thí nghiệm này, xét về thẩm mỹ như định hình, kết dính thì các công thức đều không đạt, lá chưa bám dính với nhau và dễ bong tróc. Về đánh giá chỉ tiêu tái mốc sơ bộ đĩa trong thời gian 1 tháng, sau khi ép nhiệt sản phẩm được cho vào túi zip và gói hút ẩm sau 3-5 ngày sản phẩm có hiện tượng mốc và màu của đĩa cũng chuyển sang nâu hoàn toàn không còn giữ được màu như lúc mới ép nhiệt. Khối lượng đĩa từ vỏ hộp sữa loại nhỏ vào khoảng $29,32 \pm 6,8$ g, đối với đĩa bằng hộp sữa loại lớn khối lượng khoảng $35,24 \pm 5,3$ g.

3.2 Kết quả thí nghiệm 2

Kết quả đánh giá khả năng tạo sản phẩm ở mức gia nhiệt 130°C được trình bày ở bảng 3 và bảng 4.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm đĩa VHS nhỏ với lá bàng ở 130°C

Thông số \ Thực nghiệm	CT1			CT2			CT3		
	N1.4	N1.5	N1.6	N2.4	N2.5	N2.6	N3.4	N3.5	N3.6
Thời gian ép nhiệt (phút)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Định hình	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Độ khô	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Màu	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Khả năng giữ màu	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kết dính	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Mốc	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm đĩa VHS lớn với lá bàng ở 130°C

Thông số \ Thực nghiệm	CT1			CT2			CT3		
	L1.4	L1.5	L1.6	L2.4	L2.5	L2.6	L3.4	L3.5	L3.6
Thời gian ép nhiệt (phút)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Định hình	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Độ khô	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Màu	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Khả năng giữ màu	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kết dính	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Mốc	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Ghi chú: o: Không đạt; x : Đạt

Kết quả cho thấy với 2 đối tượng VHS lớn và VHS nhỏ có tính chất tương đương. Trong thí nghiệm này, về độ thẩm mỹ thì định hình đĩa tốt nhưng về sự kết dính của đĩa ở các công thức đều không đạt lá có hiện tượng bong tróc, không bám dính thành đĩa. Về đánh giá chỉ tiêu tái mốc sơ bộ sản phẩm trong túi zip và túi hút ẩm trong thời gian 1 tháng, sản phẩm đã bị mốc sau khoảng 1 tuần, đồng thời màu của đĩa đã chuyển sang màu nâu hoàn toàn. Khối lượng đĩa VHS nhỏ khoảng $25,195 \pm 2,925$ g, khối lượng đĩa VHS lớn khoảng $32,7 \pm 3,1$ g.

3.3 Kết quả thí nghiệm 3

Kết quả đánh giá khả năng tạo sản phẩm ở mức gia nhiệt 140°C được trình bày ở bảng 5 và bảng 6.

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm đĩa VHS nhỏ với lá bàng ở 140°C

Thông số \ Thực nghiệm	CT1			CT2			CT3		
	N1.7	N1.8	N1.9	N2.7	N2.8	N2.9	N3.7	N3.8	N3.9
Thời gian ép nhiệt (phút)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Định hình	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Độ khô	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Màu	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Khả năng giữ màu	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Kết dính	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mốc	O	O	O	X	X	X	X	X	X

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm đĩa VHS lớn với lá bàng ở 140°C

Thông số \ Thực nghiệm	CT1			CT2			CT3		
	L1.7	L1.8	L1.9	L2.7	L2.8	L2.9	L3.7	L3.8	L3.9
Thời gian ép nhiệt (phút)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Định hình	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Độ khô	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Màu	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Khả năng giữ màu	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Kết dính	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mốc	O	O	O	X	X	X	X	X	X

Ghi chú: O: Không đạt; X : Đạt

Kết quả cho thấy với 2 đối tượng VHS lớn và VHS nhỏ có tính chất tương đương. Trong thí nghiệm này, CT3 tối ưu nhất vì độ bám dính tốt, định hình đạt và không bị bong keo cùng với khả năng giữ màu tốt theo thời gian, xét về tính thẩm mỹ của đĩa thì đạt yêu cầu, xét về chỉ tiêu mốc sơ bộ không bị tái mốc sau hơn 1 tháng. Ở CT1 và CT2 đĩa cũng định hình tốt, độ kết dính cao không bị bong tróc, chỉ tiêu tái mốc đạt với hơn 1 tháng, nhưng bề mặt bị bong lá theo thời gian nên. Khối lượng đĩa với VHS loại nhỏ khoảng $23,625 \pm 2,025$ g, khối lượng đĩa với VHS loại lớn khoảng $28,21 \pm 2,8$ g.

3.4 Kết quả thí nghiệm 4

Kết quả đánh giá khả năng tạo sản phẩm ở mức gia nhiệt 150°C được trình bày ở bảng 7 và bảng 8.

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm đĩa VHS nhỏ với lá bàng ở 150°C

Thông số \ Thực nghiệm	CT1			CT2			CT3		
	N1.10	N1.11	N1.12	N2.10	N2.11	N2.12	N3.10	N3.11	N3.12
Thời gian (phút)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Định hình	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Độ khô	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Màu	X	X	X	X	X	X	O	O	O
Khả năng giữ màu	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Kết dính	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mốc	O	O	O	X	X	X	X	X	X

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm đĩa VHS lớn với lá bàng ở 150°C

Thông số \ Thực nghiệm	CT1			CT2			CT3		
	L1.10	L1.11	L1.12	L2.10	L2.11	L2.12	L3.10	L3.11	L3.12
Thời gian (phút)	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Định hình	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Độ khô	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Màu	X	X	X	X	X	X	O	O	O
Khả năng giữ màu	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Kết dính	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mốc	O	O	O	X	X	X	X	X	X

Ghi chú: O: Không đạt; X : Đạt

Trong thí nghiệm này, thực nghiệm CT2 gia nhiệt ở thời gian 2 phút tối ưu nhất khả năng giữ màu tốt theo thời gian và không bị mốc nhưng sau 1-2 tuần sản phẩm bị bong lá ở bề mặt, giòn gãy không còn độ đàn dính như ban đầu. Trường hợp sản phẩm ở CT1 với khả năng giữ màu tốt, định hình ổn tuy nhiên sản phẩm

bị mốc sau hơn 1 tuần bảo quản bằng túi zip và gói hút ẩm. Đối với CT3 trong thời gian 3 phút thì lá bị cháy, giòn và dễ nát ở vành lá. Khối lượng đĩa VHS nhỏ khoảng $22,6 \pm 2,4$ g, khối lượng đĩa VHS lớn khoảng $27,67 \pm 2,2$ g.

3.5 Hình ảnh các nghiệm thức của 4 thí nghiệm

Với 36 nghiệm thức, nghiên cứu đã tạo ra các sản phẩm với hình ảnh được ghi nhận bên dưới.

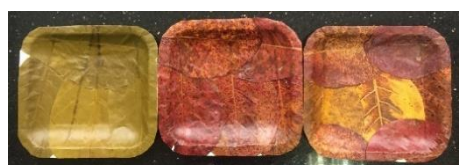
Hình ảnh thí nghiệm 1 (3a, 3b, 3c)



Hình 3a. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 120°C - 1 phút



Hình 3b. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 120°C - 2 phút



Hình 3c. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 120°C - 3 phút

Hình ảnh thí nghiệm 3 (5a, 5b, 5c)



Hình 5a. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 140°C - 1 phút



Hình 5b. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 140°C - 2 phút



Hình 5c. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 140°C - 3 phút

Hình ảnh thí nghiệm 2 (4a, 4b, 4c)



Hình 4a. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 130°C - 1 phút



Hình 4b. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 130°C - 2 phút



Hình 4c. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 130°C - 3 phút

Hình ảnh thí nghiệm 4 (6a, 6b, 6c)



Hình 6a. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 150°C - 1 phút



Hình 6b. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 150°C - 2 phút



Hình 6c. Đĩa lá cây ép nhiệt ở 150°C - 3 phút

Bảng 9. Kết quả so sánh các chỉ tiêu tạo sản phẩm tại các mức nhiệt độ 120°C 130°C 140°C 150°C

Nhiệt độ Thông số	120°C			130°C			140°C			150°C		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Thời gian (phút)												
Định hình	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Độ khô	O	O	O	O	O	O	O	X	X	X	X	X
Màu	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
Khả năng giữ màu	O	O	O	O	O	O	O	X	X	O	X	X
Kết dính	O	O	O	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Mốc	O	O	O	O	O	O	O	X	X	O	X	X

Ghi chú: O: Không đạt; X : Đạt

Nhận thấy, khi khảo sát tại mức nhiệt độ 140°C với thời gian 2 phút đạt về độ ẩm, tính định hình cũng như khả năng giữ màu, chống tái mốc và kết dính tốt tuy nhiên sau khoảng 2 tuần bề mặt lá có dấu hiệu bong dần theo thời gian vì thể chưa đạt về tính thẩm mỹ nếu dự trữ và sử dụng trong thời gian dài. Bên cạnh đó, tại mức nhiệt độ 150°C trong thời gian 2 phút tạo ra sản phẩm đạt hầu hết các chỉ tiêu đề ra tuy nhiên sau khoảng 1-2 tuần sản phẩm có dấu hiệu bong tróc và giòn gãy nhiều nên không đạt về chất lượng sử dụng. Nghiên cứu đã tìm ra điều kiện tối ưu trong quá trình sản xuất đĩa lá bằng kết hợp VHS tại nhiệt độ 140°C trong thời gian 3 phút trên lớp vật liệu bao gồm: lá bàng - vỏ hộp sữa - lá bàng tạo ra sản phẩm với nhiều ưu điểm nổi bật về độ kết dính, định hình tốt cùng khả năng giữ màu, chịu mốc lâu theo thời gian và dễ bảo quản.

3.6 Kết quả kiểm định các chỉ tiêu về vi sinh và kim loại nặng

Sau quá trình nghiên cứu đã chọn ra sản phẩm đĩa lá bàng tối ưu và được phân tích tại Trung tâm Khoa học và Công nghệ Sinh học thuộc trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh, kết quả phân tích được trình bày tại bảng 10.

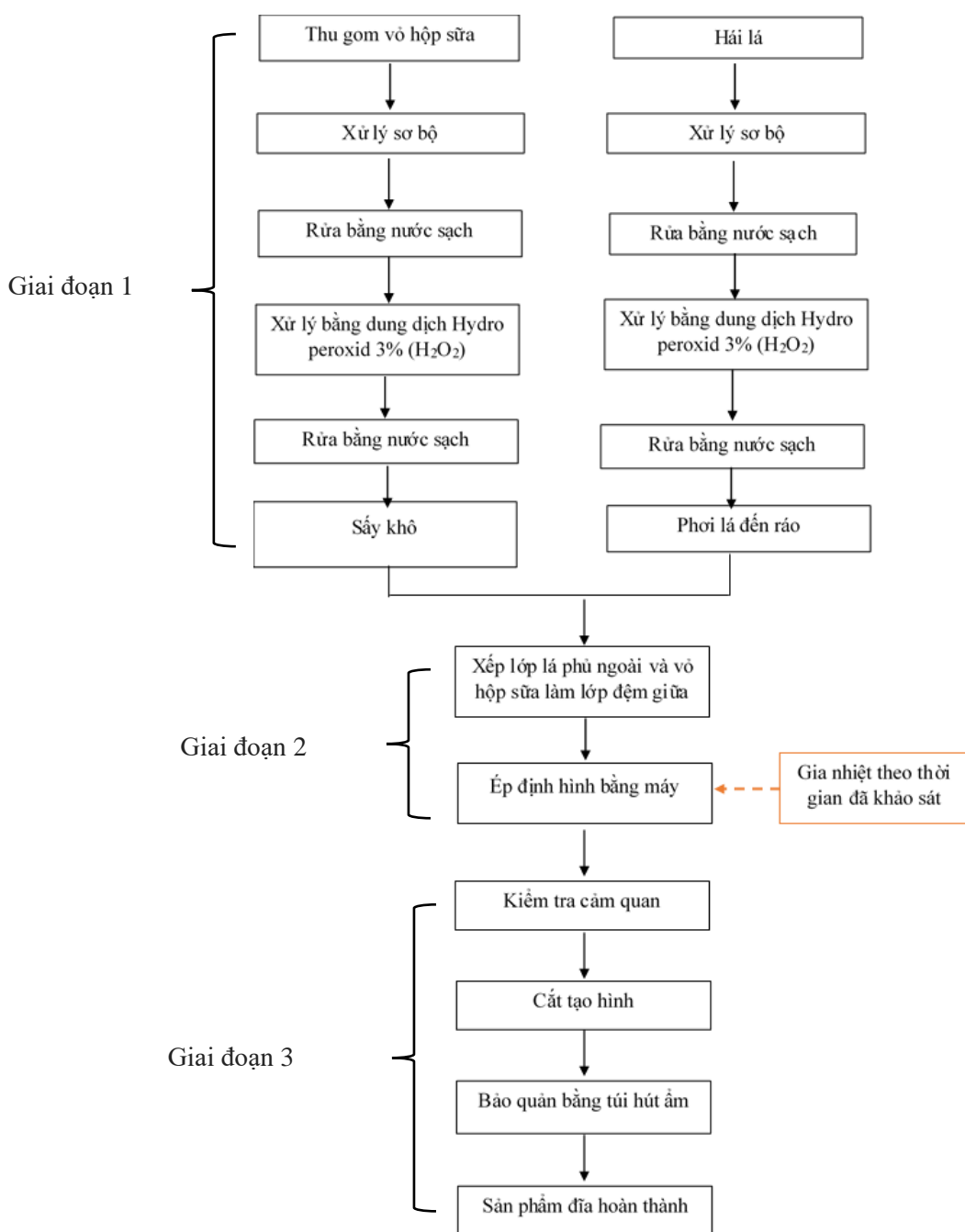
Bảng 10: Kết quả phân tích

STT	Chỉ tiêu thử nghiệm	Phương pháp	Kết quả	Đơn vị tính
1	Coliform	ISO 4832:2006	<01	CFU/g
2	Escherichia coli	ISO 16649-3:2015	Không Phát hiện	CFU/g
3	Salmonella	ISO 6579-1:2017	Không Phát hiện	CFU/25g
4	Tổng số nấm men, nấm mốc	ISO 31527-2:2018	<01	CFU/g
5	Antimony (Sb)	TK EPA Method 200.8	Không Phát hiện MLD=0.0002	mg/kg
6	Asen (As)	TK EPA Method 200.8	Không Phát hiện MLD=0.0006	mg/kg
7	Cadimi (Cd)	TK EPA Method 200.8	Không Phát hiện MLD=0.0001	mg/kg
8	Chì (Pb)	TK EPA Method 200.8	Không Phát hiện MLD=0.0002	mg/kg

Kết quả trên cho thấy: Các chỉ tiêu đạt trong khoảng tiêu chuẩn cho phép và an toàn trong việc sử dụng nói chung và trong ngành công nghiệp thực phẩm nói riêng.

3.7 Đề xuất quy trình sản xuất đĩa

Dựa vào kết quả thí nghiệm trên nhóm nghiên cứu đề xuất quy trình sản xuất đĩa lá bàng như hình 7



Hình 7. Sơ đồ quy trình sản xuất đĩa lá bàng

- Giai đoạn 1: Xử lý sơ bộ

Lá bàng sau khi được hái sẽ được mang về phòng thí nghiệm. Tại phòng thí nghiệm, lá được rửa bằng nước sạch nhằm loại bỏ bụi bẩn và tạp chất dính trên bề mặt lá. Sau đó, lá bàng được ngâm vào dung dịch H₂O₂ 3%, để khử trùng và rửa lại một lần nữa với nước sạch. Lá cây được phơi ráo nước và chuẩn bị bước vào giai đoạn ép định hình cùng với VHS.

VHS sau khi được thu gom tại các điểm thu gom sẽ được mang về phòng thí nghiệm. Tại phòng thí nghiệm, VHS được cắt dọc và rửa với nước sạch để loại bỏ phân tạp chất không cần thiết. Tiếp đến, ngâm VHS vào dung dịch H₂O₂ 3%, để khử trùng và sau đó được rửa lại một lần nữa với nước sạch cuối cùng đi đến công đoạn sấy khô bảo quản.

- Giai đoạn 2: Ép gia nhiệt

Chuẩn bị nguyên liệu đầu vào bao gồm lá bàng - vỏ hộp sữa - lá bàng. Sử dụng máy ép gia nhiệt ở các mức nhiệt độ và thời gian khác nhau để tạo ra sản phẩm hoàn chỉnh.

- Giai đoạn 3: Hoàn thiện và kiểm tra sản phẩm

Sau khi ép định hình và gia nhiệt, tiến hành đánh giá cảm quan các tiêu chí về màu, khả năng định hình, kết dính,... cắt bỏ những phần dư thừa để tạo hình đĩa. Sau đó bảo quản bằng túi zip kết hợp với túi hút ẩm.



Hình 8: Sản phẩm đĩa đã hoàn thiện

3.8 Đánh giá khả năng tái chế của đĩa sau khi sử dụng

Giữ nguyên giá trị nhiệt độ (140 °C) và thời gian (3 phút). Tiến hành khảo sát nhiệt độ tối ưu khi sấy VHS tái sử dụng theo các nghiệm thức được trình bày tại bảng 11.

Bảng 11: Kết quả khảo sát nhiệt độ tối ưu sấy VHS tái sử dụng

Nghiệm thức	A1			A2			A3			A4		
	A1.1	A1.2	A1.3	A2.1	A2.2	A2.3	A3.1	A3.2	A3.3	A4.1	A4.2	A4.3
Nhiệt độ sấy (°C)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Thời gian sấy (phút)	30	30	30	40	40	40	50	50	50	60	60	60
Độ khô	O	O	O	O	O	O	X	X	X	O	O	O
Khả năng định hình	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Ghi chú: O: Không đạt; X: Đạt

Theo thí nghiệm tại bảng 11 cho thấy, các nghiệm thức đều đạt khả năng định hình tốt, bảo đảm lớp nhôm và lớp giấy vẫn kết dính thành một khối thống nhất. Tuy nhiên, tại nghiệm thức A3, giá trị độ khô đạt theo phương pháp đánh giá cảm quan nên là nguồn nguyên liệu thích hợp quay trở lại quy trình sản xuất đĩa lá. Tiến hành khảo sát số lần kết hợp VHS tái sử dụng và lá bàng mới để sản xuất đĩa lá, kết quả được trình bày tại bảng 12.

Bảng 12: Kết quả khảo sát khả năng tái chế đĩa lá

Lần tái chế	Khả năng định hình	Độ khô	Màu	Khả năng giữ màu	Kết dính	Mốc
1	X	X	X	X	X	X
2	O	X	X	X	X	X
3	O	O	O	O	O	O

Kết quả khảo sát cho thấy, sản phẩm đĩa từ lá bàng kết hợp với VHS có khả năng tái chế tối ưu trong 2 lần khi tuân hoàn nguyên liệu VHS trở lại quy trình sản xuất đĩa lá với lớp keo kết dính.

4 KẾT LUẬN

Nghiên cứu thành công quy trình sản xuất đĩa lá bằng cách tái sử dụng VHS loại lớn 1 lít và nhỏ 180ml - 200ml. Nghiên cứu đã tìm ra được nhiệt độ tối ưu sản xuất đĩa ở 140 °C trong thời gian 3 phút và không sử dụng keo cho quá trình ép gia nhiệt. Sản phẩm đĩa lá được tạo ra an toàn với chỉ tiêu vi sinh và kim loại nặng phù hợp để sử dụng trong đời sống và công nghiệp thực phẩm. Đĩa lá bằng có khả năng tái chế 2 lần mà không ảnh hưởng đến chất lượng đĩa. Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho các nghiên cứu khoa học có liên quan đến việc tái sử dụng VHS kết hợp với các loại lá cây khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. t. & Đ. Thị, "Môi trường & Đô Thị," 27 8 2020. [Online]. Available: <https://www.moitruongvadothi.vn/moi-truong/ha-noi-thu-gom-tai-che-hang-trieu-vo-hop-sua-tai-cac-truong-hoc-a76592.html>. [Accessed 11 12 2020].
- [2] H. R. a. M. Roser, "Plastic Pollution," 9 2018. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>. . [Accessed 13 12 2020].
- [3] V. T. T. Kiều, "Nghiên cứu chiết tách, xác định thành phần hóa học trong một số dịch chiết lá cây và nhân quả bàng," Đại học Đà Nẵng, 2016.
- [4] J. L. Throne, "Thermoforming," in *Encyclopedia of Polymer Science and Technology*, 2002, p. 222.
- [5] A. J. Kora, "Leaves as dining plates, food warps and food packing material: Importance of renewable resources in Indian culture," in *Bulletin of the Nation Reseach Centre*, 2019, p. Trang 8.
- [6] Lucia Korbelyiova, Mattias Eriksson, Cecilia Lalander, Fredrik Wikstrom, Mattias Eriksson , "Paper vs leaf: Carbon footprint of single - use plates made from renewable materials," *Sustainbale Production And Consumption* , vol. 25, no. Prof. Adisa Azapagic, pp. 77-90, 2021.

ID: YSC3F.112

TỔNG HỢP VÀ MÔ PHỎNG HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA DẪN XUẤT 4-METHYL COUMARIN

LÊ THỊ THANH TRÚC^{1*}, NGUYỄN NGỌC HÂN¹, BÙI HOÀNG LINH CHI¹, NGUYỄN VĂN THỜI¹, TRẦN NGUYỄN MINH ÂN¹

¹Khoa công nghệ Hóa học trường đại học Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh
*lethithanhtruc0109@gmail.com

Tóm tắt. Đã tổng hợp (3-bromo-7-(diethylamino)-4-methyl-2H-chromen-2-one), xác định cấu trúc bằng phương pháp hóa lý (IR, ¹H, ¹³C, DEPT, 2D NMR và HR-MS) là phù hợp với dự đoán về cơ chế phản ứng, hiệu suất cao (91%). Tính mới đặc biệt của nghiên cứu này là đã đưa ra quy trình tổng hợp in vitro 3-bromo-7-(diethylamino)-4-methyl-2H-chromen-2-one và thực hiện docking ligand này trên các dòng tế bào ung thư vú (MCF-7), gan (HepG2), vẩy cơ (RD); ức chế enzyme α -glucosidase và kháng nấm *Candida albicans*. Mặc dù ligand này đã được tổng hợp và thương mại hóa nhưng quy trình tổng hợp này chưa được tìm thấy ở các công trình công bố và nghiên cứu in silico docking của ligand này trên các dòng tế bào được công bố đầu tiên và có giá trị đóng góp khoa học, đặt biệt trong lĩnh vực dược liệu.

Từ khóa. 4-Methyl coumarin, 3-Bromo-7-(diethylamino)-4-methyl-2H-chromen-2-one, Phương pháp docking phân tử, chống ung thư, kháng nấm.

SYNTHETIS IN VITRO AND IN SILICO OF DERIVATIVES 4-METHYL COUMARIN

Abstract. The (3-bromo-7-(diethylamino)-4-methyl-2H-chromen-2-one) have been synthesized and determined structural by physical chemistry such as IR, ¹H, ¹³C, DEPT, 2D COSY, HSQC, HMBC- NMR, and HR-MS). The yield reaction was 91%. The novel of this study has synthesized one derivative of coumarin from the first raw material of 7-(diethylamino)-4-methyl-2H-chromen-2-one (1), and predicted in silico docking model the anticancer, anti-antioxidant, and antifungi activities. The calculation results of molecular docking model has shown that (3-bromo-7-(diethylamino)-4-methyl-2H-chromen-2-one) inhibited well the breast cancer cell line, MCF-7, enzyme α -glucosidase, and *Candida albicans*.

Keyword. 4-Methyl coumarin, 3-Bromo-7-(diethylamino)-4-methyl-2H-chromen-2-one, Molecular docking model, anticancer, antifungals.

1. GIỚI THIỆU

Coumarin là một hợp chất dị vòng, có cấu trúc benzopyrone đặc trưng, trong đó vòng benzen được ngưng tụ với một vòng pyrone. Nó được phát hiện lần đầu tiên khi nó được tách khỏi cây *Coumarouna odorata* Aube (*Dipteryx odorata*) vào năm 1820 [1]. Coumarin và các dẫn xuất của nó được tìm thấy trong nhiều loài thực vật khác, ở dạng tự do hoặc ở dạng heteroside như Apiaceae, Asteraceae, Fabiaceae, Rosaceae, Rubiaceae và Họ Solanaceae [2]. Chúng có nhiều tác dụng dược lý và sinh học khác nhau và có thể được tìm thấy trong các chất có chiết xuất khác nhau, như Cortex Fraxini, có hoạt tính chống viêm tương quan với sự hiện diện của phenolic acid và coumarin, eculin, esculetin, fraxin và fraxetin [3]. Các hoạt tính sinh học của các chất chiết xuất từ thực vật khác nhau của các dẫn xuất coumarin có tác dụng dược lý và y học[4]. Cấu trúc của nó cho phép thay thế ở sáu vị trí khác nhau, do đó cung cấp nhiều khả năng sửa đổi tổng hợp trên cấu trúc khung coumarin có nhiều hoạt tính sinh học mới. Một dẫn xuất có tác dụng chống đông máu. Sau đó được nghiên cứu rộng rãi, ứng dụng cao trong lĩnh vực y dược (ức chế tế bào ung thư, điều trị virus HIV, kháng khuẩn, kháng nấm, kháng oxi hóa)[5]. Các dẫn xuất từ nhân dị tố coumarin có khả năng ức chế sự tăng trưởng trong các dòng tế bào ung thư ở người như A549 (ung thư phổi), ACHN (ung thư thận), MCF-7 (ung thư vú) và HL-60 (ung thư bạch cầu). Trong một số thử nghiệm lâm sàng, các dẫn xuất coumarin thể hiện hoạt động chống tăng sinh tế bào trong ung thư tuyến tiền liệt, u ác tính và ung thư biểu mô tế bào thận. Đây là một tác chất phản ứng với đa dạng vị trí nhóm thế có hoạt tính sinh học cao- mang tiềm năng phát triển trong ngành dược học kháng tế bào ung thư. Hướng đến mục tiêu ức chế sự di căn của tế bào ung thư (mà cơ sở là sự ghép cặp lỗi của phân tử AND gây bệnh), thông qua các sàng lọc

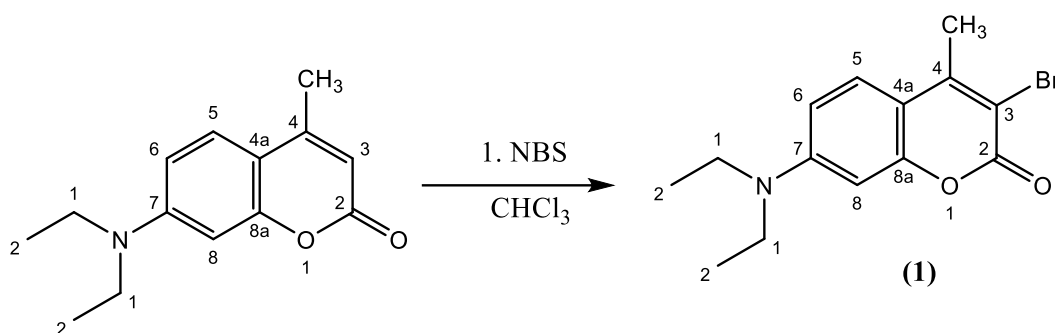
lý thuyết docking phân tử, nhận thấy khả năng tương tác với tế bào gây bệnh của các nhóm brom tương đối cao hơn các nhóm thế thông thường. Cùng với những nghiên cứu tổng hợp thành công hợp chất mang hoạt tính sinh học nổi bật như kháng viêm, kháng khuẩn nấm, kháng oxy hóa, ức chế enzyme *AchE* (Acetylcholinesterrase) ở người [6] để phát triển các loại thuốc điều trị các bệnh về thần kinh phổ biến là thuốc điều trị bệnh mất trí nhớ ở người lớn tuổi. Đây là lĩnh vực luôn luôn mới mẻ và thú vị, thu hút nhiều nhà khoa học khám phá các hoạt tính của coumarin và các dẫn xuất liên quan. Các dẫn xuất coumarin mang nhóm thế ở vị trí số 3 chưa có nghiên cứu so với các nhóm thế ở vị trí khác thì các công trình nghiên cứu này có khá nhiều công bố trên tạp chí quốc tế và trong nước. Từ những tính chất nổi bật nêu trên, chúng tôi mong muốn tổng hợp mới dẫn xuất brom ở vị trí số 3 (C-3) của 7-diethylamino-4-methyl coumarin thông qua phản ứng Brom hóa từ 7-diethylamino-4-methyl coumarin, NBS, chloroform và thử nghiệm hoạt tính sinh học trong *in vitro* và *in silico*. Ngoài ra còn có các ứng dụng lớn trong công nghiệp như nhuộm, sơn, xử lý chất thải và các ứng dụng khác.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

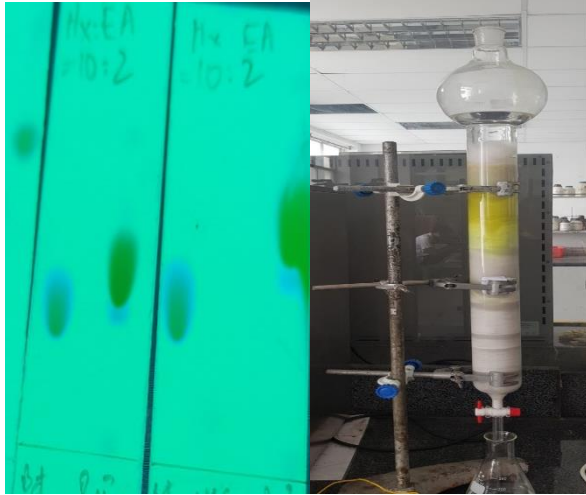
2.1. Vật liệu: Các hóa chất 7-(diethylamino)-4-methyl coumarin (Merck), NBS (Sigma-Aldrich), chloroform (Merck), silicagel (Ấn Độ), bản mỏng chấm sắc kí (Merck), dung môi giải ly (Việt Nam).

2.2. Phương pháp phân tích Hóa lý: FT-IR được ghi nhận trên máy quang phổ Bruker (Tensor 27)- KBr (disk). Phổ cộng hưởng từ hạt nhân ^1H , ^{13}C NMR, DEPT, HMBC, HSQC đo trên máy Bruker AM500. Phổ khối phân giải cao đo trên máy quang phổ khối lượng micrOTOF-Q II- ESI-Qq-TOF.

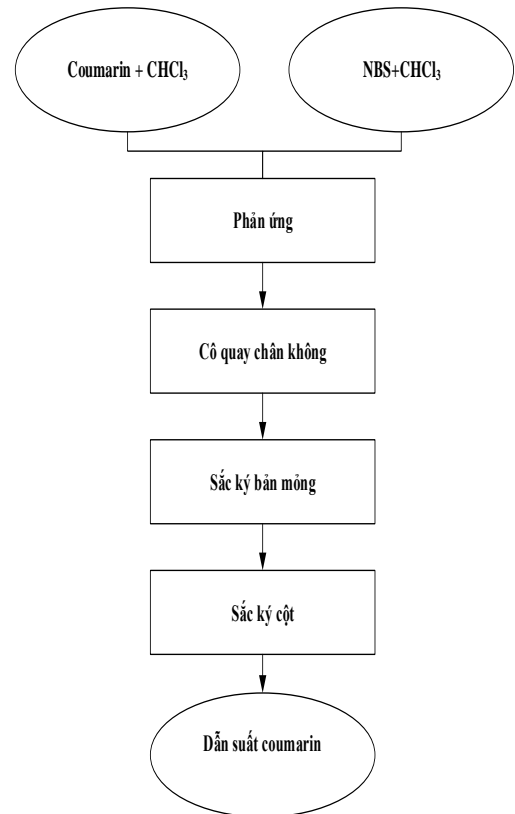
2.3. Phương pháp tổng hợp Cou-Br (1) [7]: Cho 10g (0.04 mol) 7-(diethylamino)-4-methyl coumarin tinh khiết và 50ml CHCl_3 vào bình cầu hai cổ, khuấy tan hoàn toàn trên bếp khuấy từ, dùng ống nhỏ giọt cho dung dịch gồm 7,72g (0.04 mol) NBS trong 100ml CHCl_3 vào bình cầu và tiếp tục khuấy. Theo dõi phản ứng bằng cách chấm sắc ký bản mỏng sau mỗi 15-30 phút. Phân lập sản phẩm bằng sắc ký cột: Cột sắc ký: đường kính 5 cm, chiều cao silicagel trong cột: 50 cm. Hệ dung môi triển khai cột ethyl acetat : hexane (2 : 10 = $V_{\text{EA}}:V_{\text{Hexane}}$). Tiến hành nhồi cột và chạy cột, triển khai hệ 100% n-Hexane để thẩm thấu hết cột, cho dung môi chảy đến vừa ngang mực silicagel thì khóa cột lại và cho mẫu dung dịch coumarin thô trong chloroform vào (chú ý lượng dung môi hòa tan là tối thiểu). Đến khi dung dịch coumarin vừa ngang mực silicagel thì cho bông gòn vào, rồi cho hệ dung môi chạy cột đã khảo sát TLC. Thu và kiểm tra các phân đoạn, sau đó cô quay chân không để thu coumarin tinh khiết.



Sơ đồ 1 : Tổng hợp 3-bromo-7-(diethylamino)-4-methyl-2H-chromen-2-one

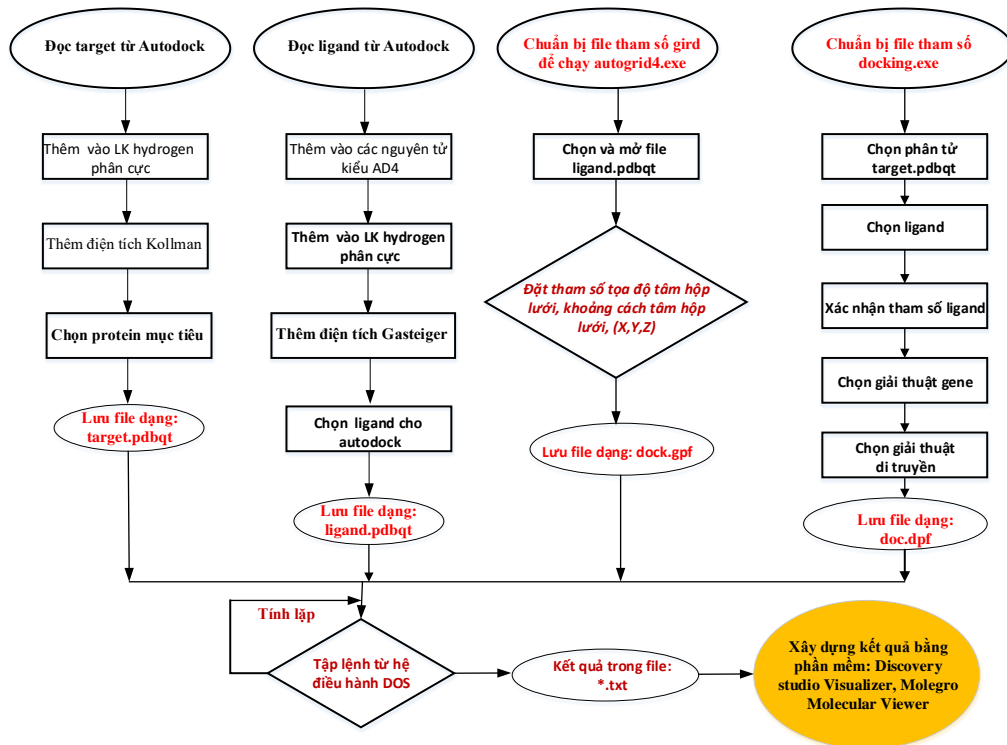


Hình 1: Theo dõi phản ứng bằng bản mỏng và sắc kí cột



Sơ đồ 2: Quy trình tổng hợp dẫn suất bromo-coumarin

2.4. Phương pháp thực nghiệm docking phân tử



Sơ đồ 3. mô hình docking phân tử

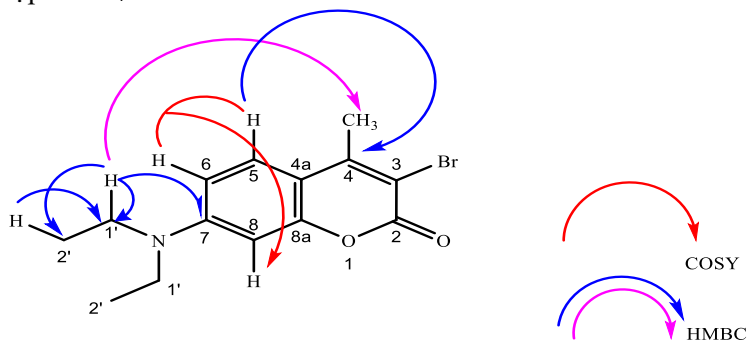
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả

Hiệu suất của quá trình brom hóa là 97% sau sắc ký cột, phản ứng xảy ra trong thời gian ngắn 2 giờ, ít tạp chất và dễ cô lập sản phẩm, phản ứng xảy ra trong điều kiện nhiệt độ thấp có đun nóng và khuấy từ. Tổng hợp dẫn xuất brom-coumarin: Theo dõi phản ứng bằng sắc ký bản mỏng bằng hệ dung môi Hexan:Ethyl acetate=10:2. Duy trì ổn định các điều kiện phản ứng và kiểm tra điểm dừng phản ứng bằng TLC. Quan sát quá trình phản ứng cho thấy, trong thời gian vừa cho NBS vào phản ứng xảy ra tương đối nhanh khi mà chưa bắt đầu gia nhiệt, dự đoán phản ứng có thể xảy ra ở nhiệt độ thường nên không tiến hành gia nhiệt. Phản ứng xảy ra trong 2 giờ, ở khoảng thời gian này cho thấy sản phẩm đậm lên rất rõ. Tuy nhiên sau 1,5 giờ quan sát TLC cho thấy sản phẩm bắt đầu có sản phẩm phụ sinh ra trên đầu sản phẩm và phía dưới coumarin. Tại thời điểm 50 phút dừng phản ứng và tiến hành sắc ký cột phân lập sản phẩm.

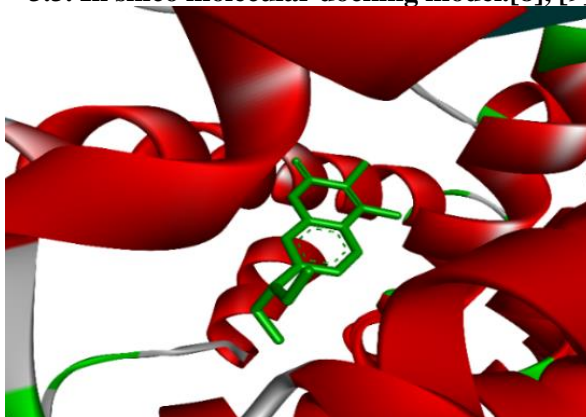
3.2. Phân tích hóa lý:

FT-IR (ν_{max} , cm^{-1}): 2957 (CH₃), 1715, 1620, 1577, 1517 (C=O), 1409 (C=C), 1267 (C-O, C-N), 744, 670 (C-Br, vòng thơm mang nhóm thế); HR-MS: Tính toán lý thuyết $[M+H]^+$ = 310,0443, thực nghiệm $[M+H]^+$ = 309,0364; ¹H-NMR (500MHz, Cloroform, *d*₁, TMS), δ (ppm): 1.2 (t, *J* = 7.3, 6H, 2CH₂-CH₃), 2.51 (s, CH₃), 3.40 (q, 4H, *J* = 7.2, 2CH₂-CH₃), 6.47 (d, *J* = 2.0 Hz, H₈-Ar), 6.60 (dd, *J*₁ = 9.3, *J*₂ = 2.3 Hz, H₆-Ar), 7.40 (d, *J* = 9.0 Hz, H₅-Ar). Phổ tương quan hai chiều: COSY cho thấy proton H₅ ghép cặp proton H₆ sau đó ghép với proton H₈, điều này xác nhận các tương tác trên ¹H-NMR và các proton phù hợp các tín hiệu phù hợp với cấu trúc của Cou-Br. ¹³C-NMR (125 MHz, Cloroform, *d*₁, TMS) và DEPT, δ (ppm): 12.4 (CH₃, CH₃-CH₂-N), 19.1 (CH₃, CH₃-Alkenyl), 44.9 (CH₂), 97.4 (CH), 105.7 (C-Br), 109.13 (CH), 109.06 (C=C), 126.1 (CH), 150.6 (C-N), 151.5 (C-CH₃), 154.5 (C=C), 158.1 (C=O). Các tương quan phổ 2 chiều: HMBC, COSY được trình bày trong Hình 2, tín hiệu proton H ở 1.2 ppm (t, *J* = 7.3 Hz, 6H, 2 CH₂-CH₃) tương quan với C₁, proton H ở 3.4 (q, 4H, *J* = 7.2, 2CH₂-CH₃) tương quan với C₁, C₂, C₇, C ở 2.51 (s, CH₃), proton H-5 phù hợp với C₄.

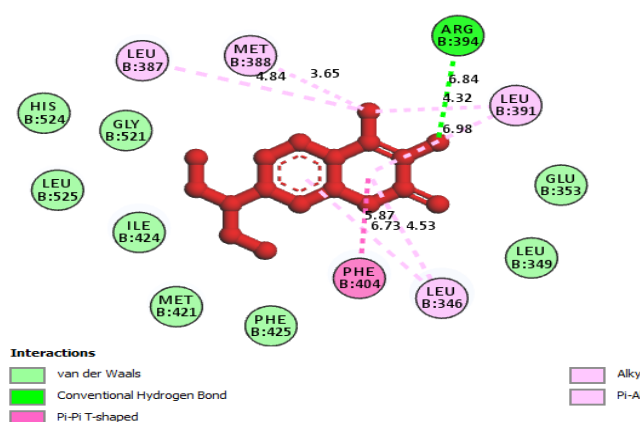


Hình 2: Các tương quan phổ 2 chiều: COSY và HMBC

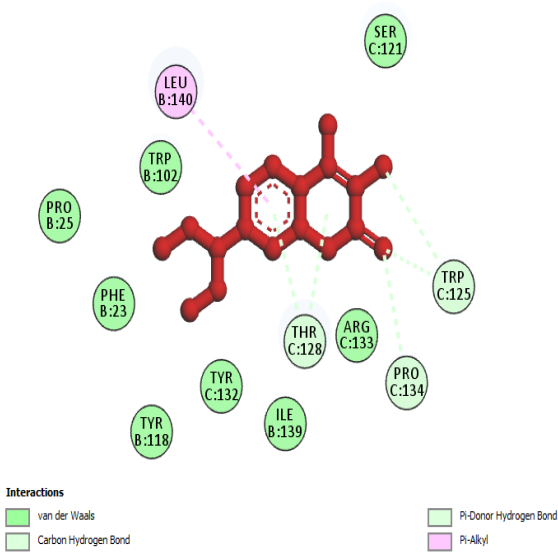
3.3. In silico molecular docking model.[8], [9], [10], [11]



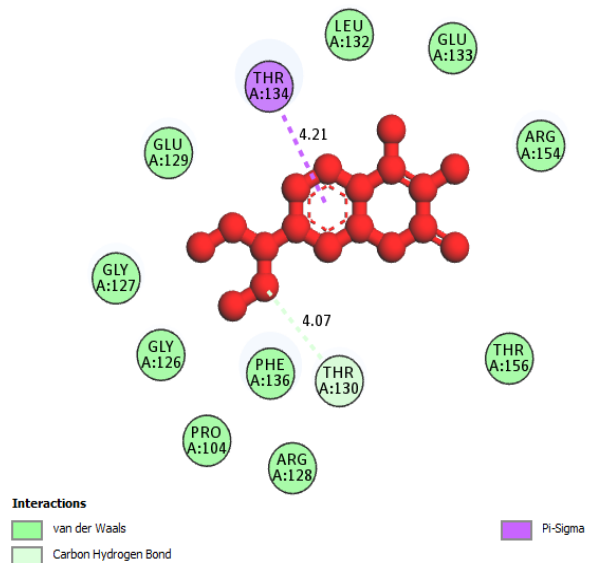
Hình 3. Ligand cấu dạng bèn nhất, Cou-Br tương tác với protein đích của dòng tế bào ung thư vú, MVCF-7:PDB



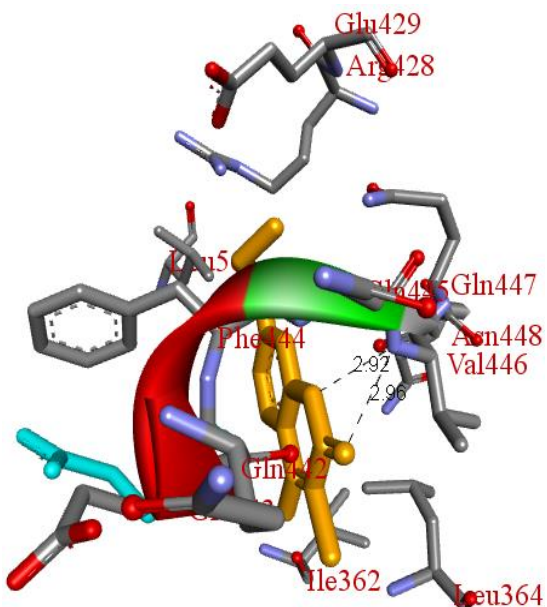
Hình 4: Các tương tác thuốc quan trọng giữa ligand cấu dạng bèn nhất và protein đích của tế bào ung thư vú: MCF-7:PDB được trình bày trên một sơ đồ 2D.



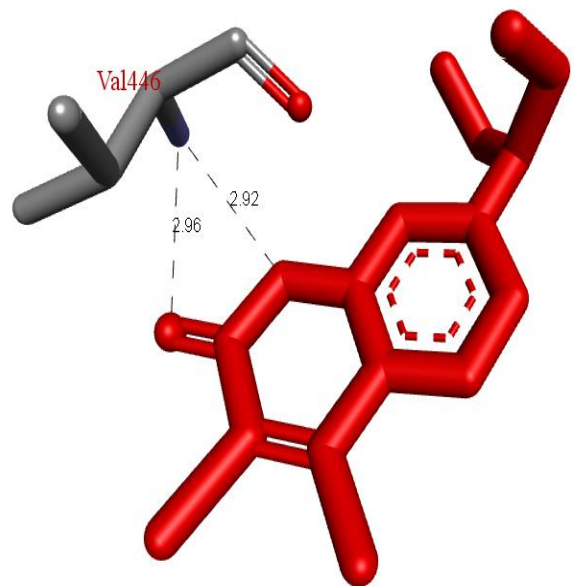
Hình 5: Các tương tác quan trọng của cấu dạng bền nhất của ligand Cou-Br và protein của dòng tế bào ung thư gan HepG2, 2G33: PDB được trình bày trên một sơ đồ 2D.



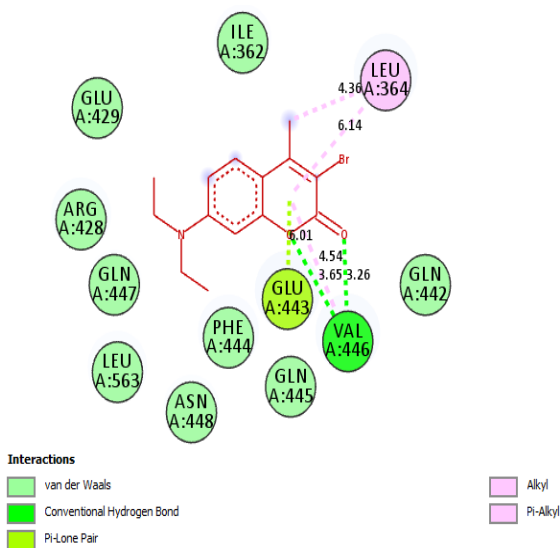
Hình 6: Các tương tác quan trọng của cấu dạng bền nhất của ligand Cou-Br và protein của dòng tế bào ung thư vãn cơ RD, 1P9M: PDB được trình bày trên một sơ đồ 2D.



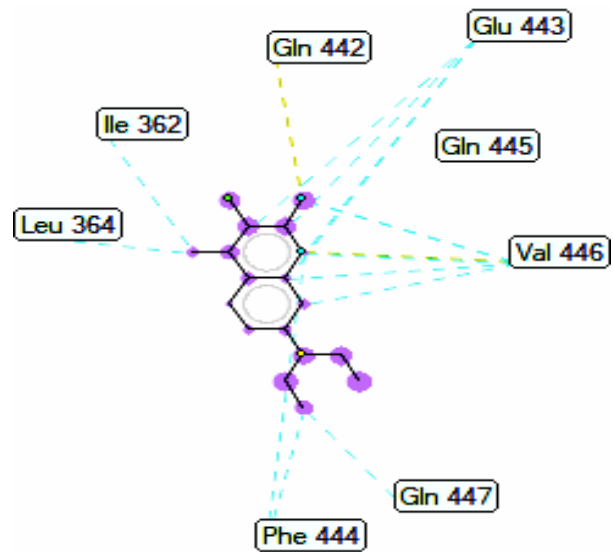
Hình 7: Tương tác giữa các amino acid còn lại của enzyme, 4J5T: PDB với các nguyên tử trên ligand.



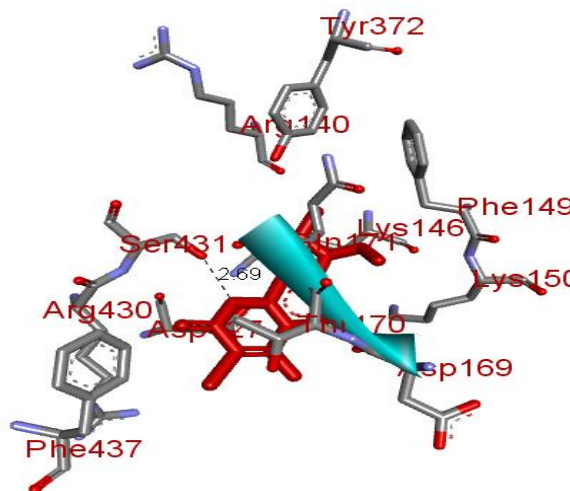
Hình 8: Các tương tác hydrogen giữa amino acid Val 446 của chuỗi A của enzyme, 4J5T: PDB với các nguyên tử trên ligand cấu dạng bền.



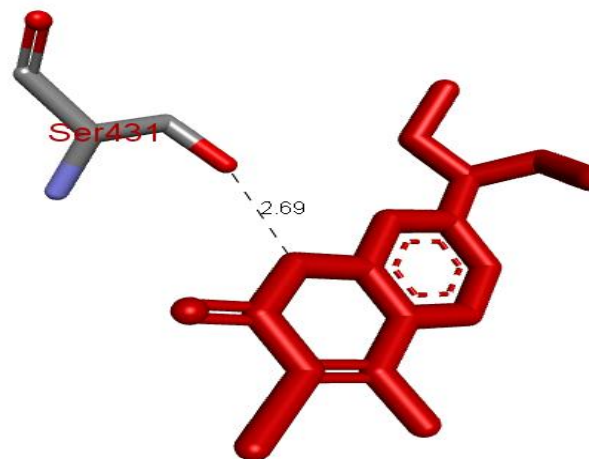
Hình 9: Các tương tác quan trọng giữa ligand cấu dạng bền và các vị trí hoạt động trên enzyme, túi hoạt động.



Hình 10: Bản đồ ligand trình bày các tương tác quan trọng, hydrogen (màu nâu), lập thể (xanh nhạt), phủ lấp (các đường tròn màu tím) giữa ligand, Cou_Br với enzyme α -glucosidase.



Hình 11. Các tương tác giữa các amino acid còn lại của protein của nấm *Candida albicans*, 6KAZ: PDB và ligand cấu dạng bền, Cou-Br.



Hình 12. Liên kết hydrogen hình thành giữa các amino acid Ser 431 của chuỗi A của protein của nấm *Candida albicans*, 6KAZ: PDB với nguyên tử O nôi đơn của nhóm chức ester của ligand cấu dạng bền, Cou-Br.

Bảng 1: Kết quả tính toán quan trọng trong mô hình docking của ligand, Cou-Br với dòng tế bào ung thư vú MCF-7 (6VNN: PDB), ung thư gan Hep-G2 (2G33: PDB), ung thư vòm họng (1P9M: PDB), enzyme glucosidase (4J5T: PDB) và nấm *Candida albicans* (6AKZ: PDB). Các cấu trúc tinh thể của các dòng tế bào ung thư, kháng oxy hóa và nấm đã download từ protein data bank: PDB với các code tương ứng.

Dòng tế bào, mã số	PDB	ΔG [a]	K_i [b]	Số liên kết hydro	Đặc tính và độ dài liên kết hydro [c]
Ung thư vú, MCF-7	6VNN	-7.32	4.32	0	-
Ung thư gan ,Hep-G2	2G33	-7.17	5.58	0	-
Ung thư vòm họng, RD	1P9M	-5.8	56.14	0	-

<i>α-glucosidase</i>	4J5T	-7.11	6.17	2	A:VAL446:N-:Cou_Br:O (2.92 Å) A:VAL446:N-:Cou_Br:O (2.96 Å)
<i>Nấm, Candida albicans:</i>	6AKZ	-7.95	1.48	1	A:SER431:OG - A:GLN171: O (2.69Å)

[a] Năng lượng tự do được tính toán bằng gói AutoDockTools-1.5.6rc3, đơn vị kcal.mol⁻¹. [b] Hằng số ức chế K_i, μ M AutoDockTools-1.5.6rc3. [c] Xây dựng mô hình tương tác Ligand-receptor được xây dựng dựa trên phần mềm Discovery Studio (DSC).

Ung thư vú MCF-7 [12]: Trong mô hình gắn kết trong silico, Cou-Br được liên kết với túi hoạt động trên protein đích, MCF-7. Những tương tác đó được đánh giá là rất mạnh vì các giá trị năng lượng tự do của liên kết, Δ G và hằng số ức chế K_i giữa phối tử bền nhất, Cou-Br và protein đích (MCF-7) đã được tính toán -7.32 Kcal /mol và 4.32 μ M như ở bảng 1. Như trong Hình 4, các tương tác đáng kể đã được hình thành từ các vị trí hoạt động đến phối tử bền nhất như tương tác halogen từ ARG 394, LEU 391 tương tác với bromo của vòng phenyl, MET 388, LEU 387, LEU 391 tương tác với nhóm methyl, các tương tác alkyl từ PHE 404, LEU 387 liên kết với nhóm penyl vòng thơm. Tóm lại, phối tử Cou-Br đối với MCF-7 là thuốc phân phối tiềm năng vì nó xác định tốt các nhóm chức năng (thông qua liên kết hydrophilic, liên kết halogen), các tương tác pi-sigma, alkyl, pi-alkyl và các tương tác Van Der Waals khác liên kết yếu với thành tế bào như trong Hình 4.

Ung thư gan HepG2: Hình 5 cho thấy tương tác ligand giữa trionin (C:128) của chuỗi amino axit với vòng thơm của Cou-Br, liên kết TRP (C:125) tương tác với phân tử O và góc Brom của nhóm phenyl, các liên kết van de Waals tương tác yếu với ligand Cou-Br. Do đó các tương tác quan trọng của cấu dạng bền của ligand với protein của dòng tế bào ung thư gan HepG2 chưa hội đủ yếu tố để trở thành thuốc tiềm năng.

Ung thư vòm cơ RD, IP9M: Hình 6 cho thấy 2 tương tác ligand giữa trionin (A:134) của chuỗi amino axit với vòng thơm của Cou-Br, tương tác ligand giữa trionin (A:130) với nhóm methylene của dây béo (CH₃-CH₂-N), không nhận diện được nhóm hydrophobic, không có tương tác lưỡng cực halogen, các tương tác van der Waals liên kết yếu với ligand Cou-Br. Do đó các tương tác trên không có khả năng dẫn truyền thuốc tốt.

Ức chế enzyme α -glucosidase [13]: Trong mô hình gắn kết trong silico, Cou-Br được liên kết với túi hoạt động trên enzym đích, 4J5T. Những tương tác đó được đánh giá là rất mạnh vì các giá trị năng lượng tự do của liên kết, Δ G và hằng số ức chế K_i giữa phối tử bền nhất, Cou-Br và enzym đích (4J5T) đã được tính toán -7.11Kcal /mol và 6.17 μ M như ở bảng 1. Như được chỉ ra trong Hình 7 và Bảng 1, hai liên kết hydro liên kết từ các amino axit còn lại của enzym đích với các nhóm chức năng của phối tử như A:VAL446:N -: Cou_Br:O (2.92 Å), A:VAL446:N -: Cou_Br:O (2.96 Å). Các liên kết hydro đó được hình thành với các nguyên tử hydro của hydroxy phenolic. Các tương tác hydrogen giữa amino axit (Val 446) của chuỗi A liên kết với nhóm phenyl, với độ dài nối hydrogen ngắn (2.92, 2.96 Å) cho thấy liên kết này càng bền. Các liên kết hydro đó là tương tác ưa nước (các vùng màu nâu trong hình 10). Tương tác alkyl từ Leu 364 tới vòng thơm. Các tương tác dư khác được xác định liên kết với thành tế bào. Cou-Br và enzyme, 4J5T là liên kết hydro, tương tác steric và xen phủ. Những tương tác đó đã thiết lập các tương tác ổn định của phối tử cấu hình được chỉ ra trong Hình 10. Liên kết hydro (màu nâu) được hình thành từ Gln 442 và Val 446 đến phối tử cấu tạo bền nhất. Các tương tác steric đã cho thấy các vòng tròn màu tím trên các nguyên tử của cấu hình, nhiều steric hiệu ứng hơn, kích thước của các vòng tròn màu tím càng lớn, như trong Hình 10. Tóm lại, phối tử Cou-Br là thuốc phân phối tiềm năng vì nó xác định tốt các nhóm chức năng (thông qua liên kết hydro, liên kết halogen), các tương tác pi-sigma, alkyl, pi-alkyl và các tương tác Van Der Waals khác liên kết yếu với thành tế bào như trong Hình 9.

Candida albicans: Trong mô hình gắn kết trong silico, Cou-Br được liên kết với túi hoạt động trên nấm Candida albicans, 6AKZ. Những tương tác đó được đánh giá là rất mạnh vì các giá trị năng lượng tự do của liên kết, Δ G và hằng số ức chế K_i giữa phối tử bền nhất, Cou-Br với protein đích của nấm Candida albicans (6AKZ) đã được tính toán -7.95Kcal /mol và 1.48 μ M như ở bảng 1. Như được chỉ ra trong Hình 7 và Bảng 1, 1 liên kết hydro liên kết từ amino axit còn lại của protein đích với nhóm chức năng của phối tử như A:SER431:OG - A:GLN171:O (2.69 Å). Liên kết hydro đó được hình thành với các nguyên tử hydro của hydroxy phenolic. Các tương tác hydrogen giữa amino axit (Ser 431) của chuỗi A liên kết với nhóm phenyl, với độ dài nối hydrogen ngắn (2.69 Å) cho thấy liên kết này càng bền. Tóm lại, phối tử Cou-Br là thuốc phân phối tiềm năng vì nó xác định tốt các nhóm chức năng (thông qua liên kết hydro, liên kết halogen),

các tương tác pi-sigma, alkyl, pi-alkyl và các tương tác Van Der Waals khác liên kết yếu với thành tế bào như trong Hình 13.

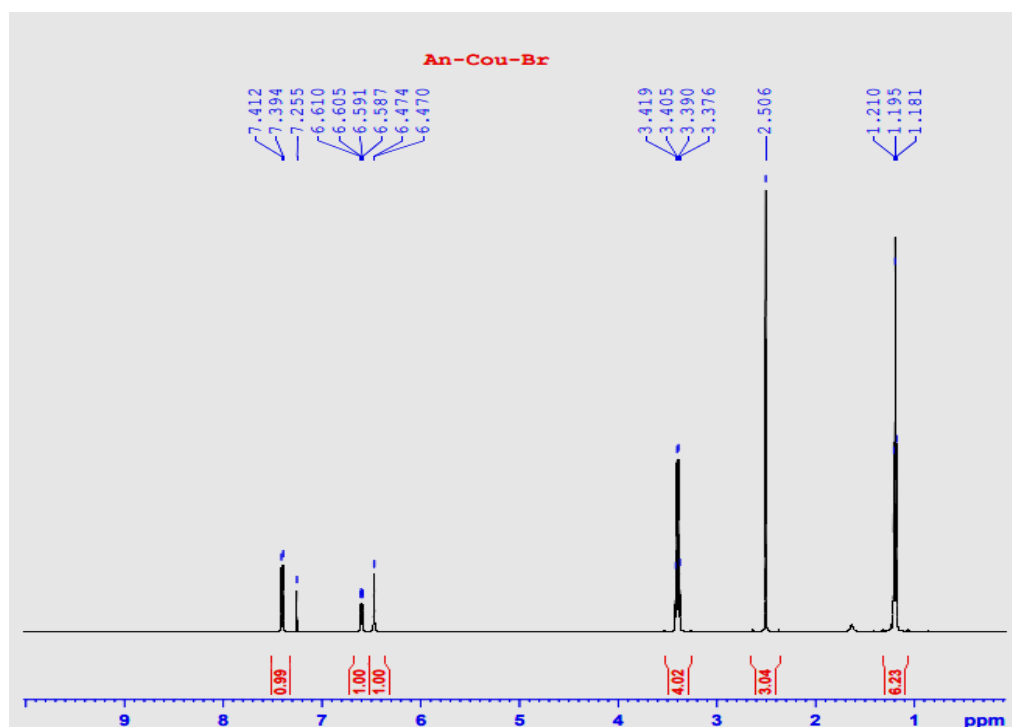
4. KẾT LUẬN

Nhóm nghiên cứu chúng tôi đã tổng hợp thành công dẫn xuất Cou-Br từ nguyên liệu ban đầu là 7-(diethylamino)-4-methyl-2H-chromen-2-one). Trong in silico, mô hình molecular docking khảo sát 3 dòng tế bào ung thư (ung thu vú MCF-7, ung thư gan HepG-2, ung thư vãn cơ RD), ức chế enzyme α -glucosidase, 1 dòng nấm *Candida albicans* cho thấy tế bào ung thư vú, ức chế enzyme α -glucosidase, nấm *Candida albicans* là thuốc tiềm năng, có khả năng dẫn truyền thuốc tốt.

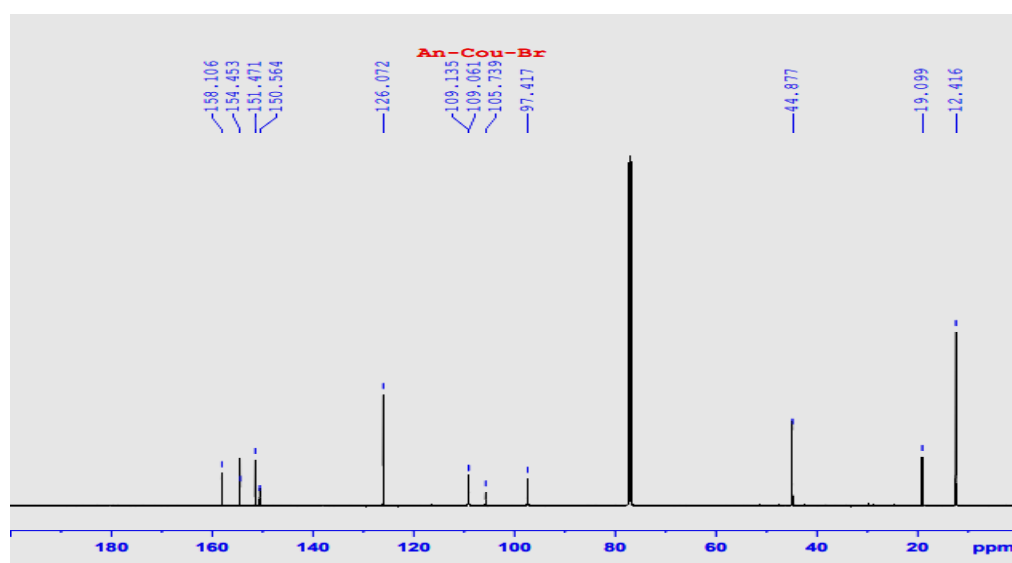
5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ojala, Biological Screening of Plant Coumarins, University of Helsinki, 2001.
- [2] Neeraj Khullar, Antimicrobials from plants and their use in therapeutics and drug discovery”, Department of Biotechnology, Panjab University, 0976-3104.
- [3] Chi-Rei Wu a, Mei-Yueh Huang , Yung-Ta Lin a , Heng-Yin Ju a, Hui Ching, “Antioxidant properties of Cortex Fraxini and its simple coumarins”, 104 (2007) 1464–1471
- [4] A. A. Al-Amiery, "Antifungal Activities of New Coumarins," *Molecules*, vol. 17, no. 5, pp. 5713–5723, 2012.
- [5] J. Z. Pedersen, "Antioxidant activity of 4-methylcoumarins," *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, vol. 59, no. 12, pp. 1721–1728, 2007.
- [6] Al-MaJedy, "Coumarins as Potential Antioxidant Agents Complemented with Suggested Mechanisms and Approved by Molecular Modeling Studies," *Molecules*, vol. 21, no. 2, p. 135, 2016.
- [7] Madhavi Deshmukh, Pushpa Pawar, Mary Joseph, Usha Phalgune, Rajashalkar, Nirmala R. Dashpande (2008), “Efficacy of 4-methyl-7-hydroxy coumarin derivatives against vectors *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*”, *Indian Journal of Experimental Biology*, Vol. 46, pp. 788-792.
- [8] Xuan-Yu Meng, Hong-Xing Zhang, Mihaly Mezei, and Meng Cui, *Molecular Docking: A powerful approach for structure-based drug discovery*, *Curr Comput Aided Drug Des*, 2011, 7(2): 146–157.
- [9] *Organic & Supramolecular Chemistry*, “Synthesis, Physical Chemistry, Molecular Docking, Bioactivities and Antioxidant Activity of α -Amino Phosphonates Based on Phenothiazine Using PEG–400as Green Catalyst”, *ChemistrySelect* 2019, 4, 8915 –8920.
- [10] Piyush Agrawal, Harinder Singh, Hemant Kumar Srivastava , Sandeep Singh , Gaurav Kishore and Gajendra P. S. Raghava, “Benchmarking of different molecular docking methods for protein-peptide docking”, Agrawal et al. *BMC Bioinformatics* 2019, 19.
- [11] Isabella A. Guedes & Camila S. de Magalhães & Laurent E. Dardenne, “Receptor–ligand molecular docking”, *Biophys Rev*, 12551-013-0130-2
- [12] Batran, R.Z., Kassem, A.F., Abbas, E.M., El Seginy, S.A., Mounier, M.M., Design, “Synthesis and molecular modeling of new 4-phenylcoumarin derivatives as tubulin polymerization inhibitors targeting MCF-7 breast cancer cells”, *Bioorganic & Medicinal Chemistry* (2018)
- [13] Sun H, Li Y, Zhang X, Lei Y, Ding W, Zhao X, Wang H, Song X, Yao Q, Zhang Y, Ma Y, “Synthesis, α -glucosidase inhibitory and molecular docking studies of prenylated and geranylated flavones, isoflavones and chalcones”, *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 2015, 25(20): 4567-4571.

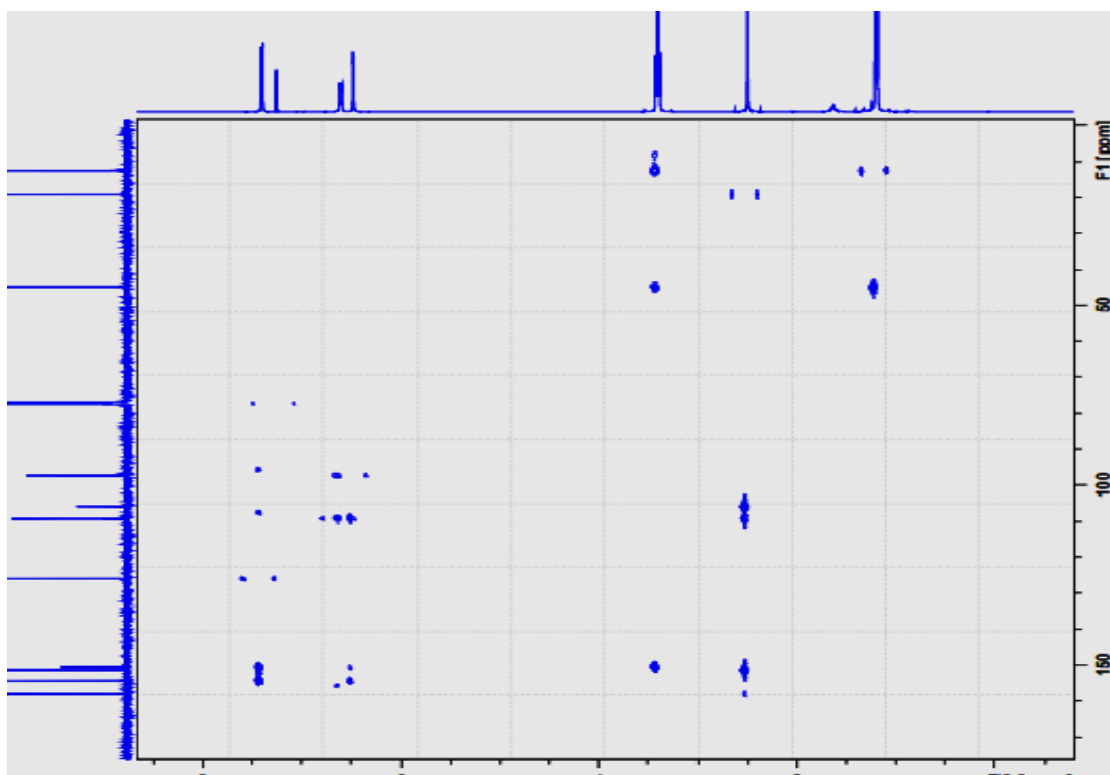
Phụ lục



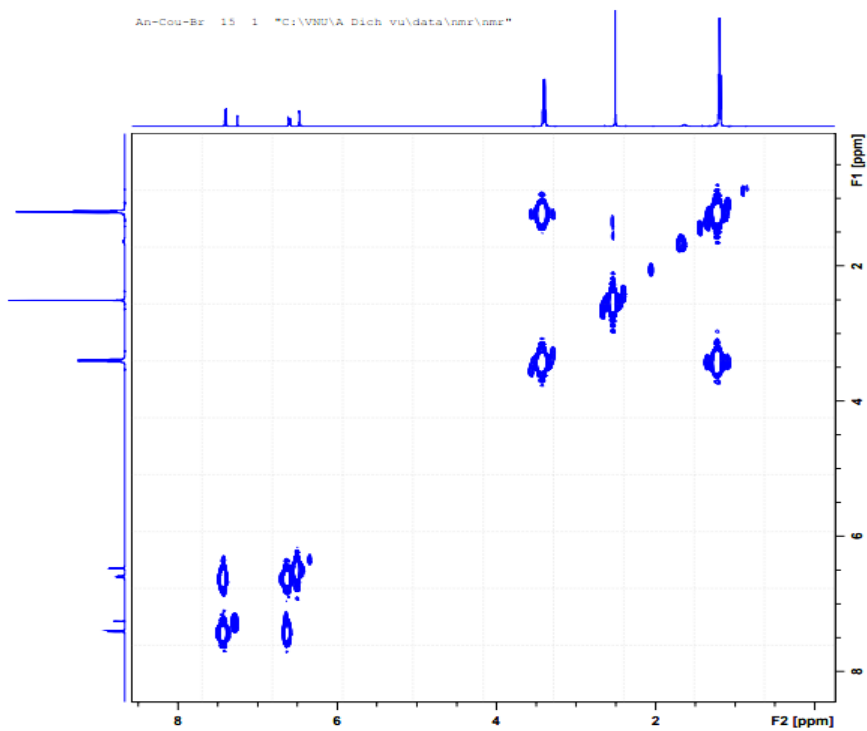
Hình 13: Phổ ¹H-NMR của hợp chất Cou-Br(1)



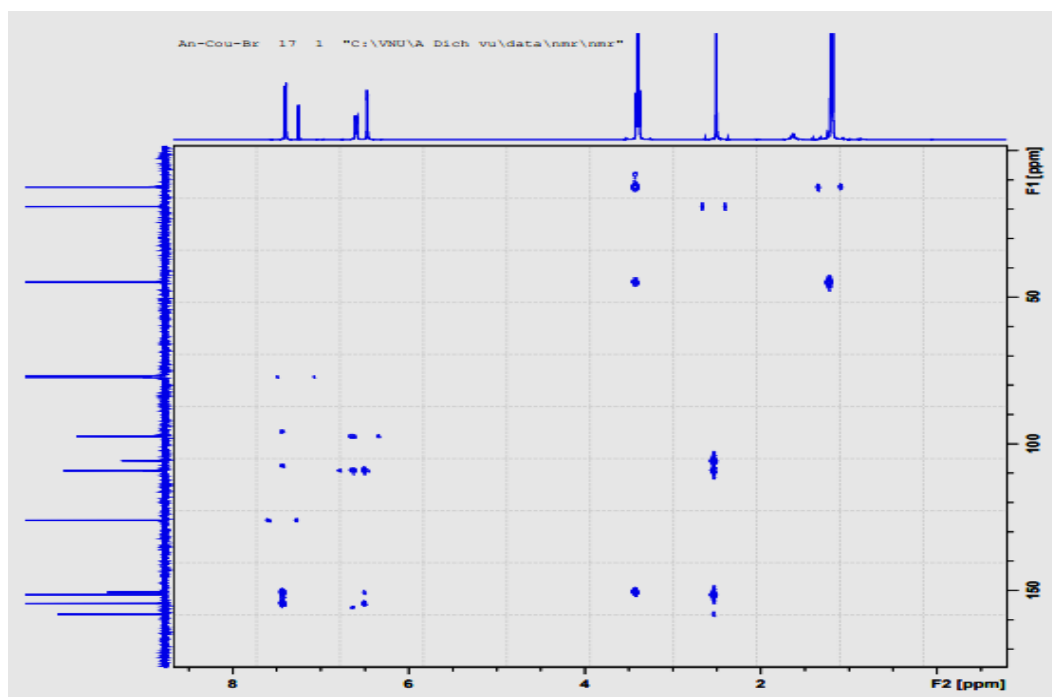
Hình 14: Phổ ¹³C-NMR của hợp chất Cou-Br(1)



Hình 15: Phổ tương quan 2 chiều HMBC của hợp chất Cou-Br(1)



Hình 16: Phổ tương quan 2 chiều COSY của hợp chất Cou-Br(1)



Hình 17: Phổ tương quan HSQC của hợp chất Cou-Br(1)

ID: YSC3F.113

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ THIẾT BỊ CHUNG CÁT TẠO NƯỚC UỐNG HỘ GIA ĐÌNH TỪ NƯỚC NHIỄM MẶN DÙNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

HỒ TIẾN QUANG¹, NGUYỄN THỊ KIM XUYẾN², LÊ HÙNG ANH³

*Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý môi trường, trường Đại học Công Nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh
¹hoquangtl@gmail.com, ²nguyenthikimxuyencd.12t3@gmail.com, ³lh.anh.9@gmail.com*

Tóm tắt. Do tác động biến đổi khí hậu, người dân ven biển Việt Nam đặc biệt vùng ĐBSCL đang đối mặt với thiếu nước sinh hoạt vào mùa khô. Mục đích của nghiên cứu là tạo ra thiết bị giá thành rẻ xử lý nước nhiễm mặn tạo ra nước ngọt phục vụ nhu cầu sinh hoạt các hộ gia đình khó khăn. Thiết bị sử dụng phương pháp chưng cất với nguồn năng lượng mặt trời hoặc nguồn điện thông thường để tách muối ra khỏi nước, thu hồi nước uống tinh khiết từ quá trình bay hơi và ngưng tụ. Nghiên cứu đánh giá hiệu quả tạo ra nước, chất lượng nước và tính khả thi áp dụng thực tiễn. Sau một giờ hoạt động, với nguồn điện 12V-3A, kết quả xử lý nước có độ mặn 9000 (ppm) thu được 40 (ml) nước tinh khiết và với nguồn điện 12V-10A, kết quả xử lý nước có độ mặn 27000 (ppm) thu được 180 (ml) nước tinh khiết.

Từ khóa. Nước nhiễm mặn, nước sinh hoạt, chưng cất, năng lượng mặt trời.

EFFICIENCY ASSESSMENT OF DISTILLATION EQUIPMENT FOR HOUSEHOLD DRINKING WATER FROM SALTY WATER USED SOLAR ENERGY

Abstract. Due to the impact of climate change, coastal people in Vietnam, especially in the Mekong Delta, are facing a lack of drink water for daily use in the dry season. The purpose of the study is to create low-cost equipment to treat salty water to create fresh water to serve the living needs of difficult households. The device uses the method of distillation with solar energy or conventional electricity to separate salt from water, produce pure drinking water through evaporation and condensation. Study to evaluate the efficiency of water generation, water quality and practical feasibility. After one hour of operation, with the 12V-3A power source, the water treatment result with a salinity of 9000 (ppm) is 40 (ml) of pure water and with the 12V-10A power source, the water treatment results with a salinity of 27000 (ppm) are 180 (ml) of purified water.

Keywords. Salty water, domestic water, distillation, solar energy.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước bao phủ 71% diện tích của trái đất, trong đó hơn 96% là nước mặn, còn lại là nước ngọt. Nước có vai trò điều hoà các yếu tố khí hậu, đất đai và sinh vật, giữ cho khí hậu tương đối ổn định và pha loãng các yếu tố gây ô nhiễm môi trường, bên cạnh đó nước còn là thành phần cấu tạo chính trong cơ thể sinh vật. Trong tổng lượng nước ngọt có trên trái đất thì có khoảng hơn 68% lượng nước tồn tại ở dạng băng tuyết, 30% lượng nước ngọt khác tồn tại sâu trong lòng đất. chỉ có 0,2% nước ngọt hiện diện trong sông, suối, ao, hồ mà con người đã và đang sử dụng. Tuy nhiên, nếu ta trừ phần nước bị ô nhiễm ra thì chỉ có khoảng 0,003% là nước ngọt sạch mà con người có thể sử dụng được và nếu tính ra trung bình mỗi người được cung cấp 879.000 lít nước ngọt để sử dụng [1]. Vì thế, việc tìm kiếm nguồn nước sạch để uống cũng trở nên khó khăn hơn, đặc biệt là đối với người dân ở các vùng nông thôn, có nguồn nước sạch khan hiếm, đa phần là sử dụng nước mưa để ăn uống hoặc mua nước uống từ các cơ sở sản xuất nước đóng chai. Điều này, vừa không đảm bảo được chất lượng nguồn nước vừa tốn kém khá nhiều chi phí.

Thấy được những nhu cầu thiết yếu đó, chúng tôi đã chọn đề tài “Đánh giá hiệu quả thiết bị chưng cất tạo nước uống hộ gia đình từ nước nhiễm mặn dùng năng lượng mặt trời” để giúp các hộ gia đình vừa có nguồn nước sạch để uống, vừa tiết kiệm chi phí, cải thiện cuộc sống cho người dân ở các vùng nông thôn có nguồn nước đang bị nhiễm mặn.

Phương pháp chưng cất

Chưng cất là phương pháp được lưu truyền và sử dụng khá lâu đời trong dân gian, áp dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp thực phẩm, sinh học và hóa chất. Phương pháp này dùng nhiệt để tách các phần tử rắn ra khỏi chất lỏng, thu hồi nước tinh khiết từ quá trình bay hơi và ngưng tụ.

(1) NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Chế tạo thiết bị

i. Cơ sở lý thuyết

Phương trình cân bằng nhiệt:

Nhiệt lượng tỏa ra bằng nhiệt lượng thu vào:

$$Q_{\text{tỏa ra}} = Q_{\text{thu vào}}$$

Nhiệt lượng thu vào để nước sôi và hóa hơi hoàn toàn ở 100°C:

$$Q = m.c.\Delta t + L.m$$

Trong đó:

Q: Nhiệt lượng thu vào (J)

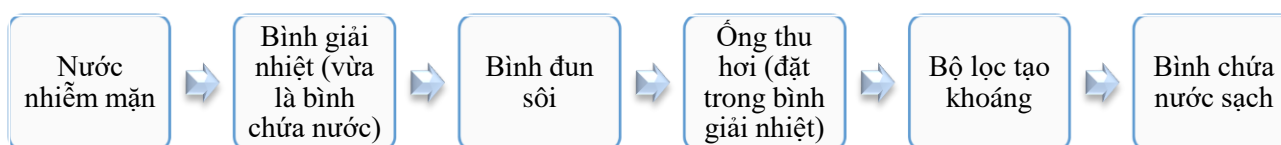
m: Khối lượng của vật (Kg)

$\Delta t = t_2 - t_1$: Độ tăng nhiệt độ (°C)

c: Nhiệt dung riêng của vật (J/Kg.K)

L: Nhiệt hóa hơi của nước (Tại 100°C: $L = 2,2568.10^6$ J/Kg) [2]

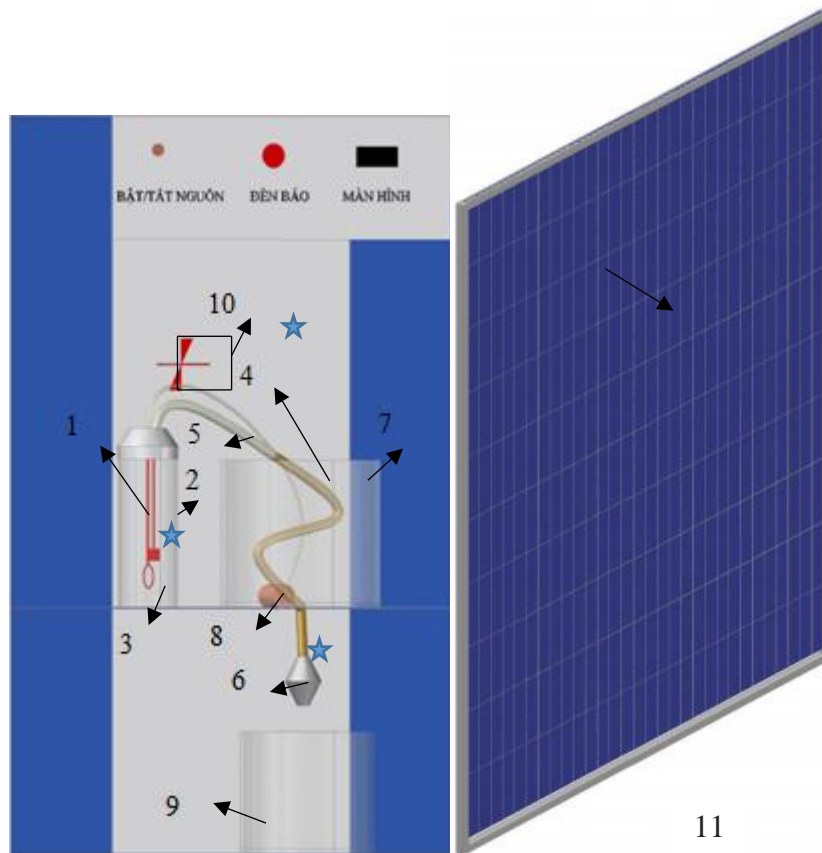
ii. Nguyên lý hoạt động



Hình 1: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của thiết bị

Nguyên lý hoạt động (Hình 1): Thiết bị sử dụng phương pháp chưng cất với nguồn năng lượng mặt trời hoặc nguồn điện thông thường để tách muối ra khỏi nước, thu hồi nước tinh khiết từ quá trình bay hơi và ngưng tụ. Đầu tiên, nước nhiễm mặn sẽ được cấp vào bình giải nhiệt, sau đó được bơm qua bình đun sôi có lắp thanh gia nhiệt, sau một thời gian nhất định, hơi nước sẽ bốc lên và ngưng tụ thành nước và chảy vào bình chứa nước sạch. Việc cấp nước vào bình giải nhiệt trước khi bơm vào bình đun sôi mục đích là để giải nhiệt cho ống thu hơi, giúp hơi nước ngưng tụ nhanh hơn, đồng thời nhiệt tỏa ra từ ống thu hơi sẽ làm nóng nước một phần, giảm thời gian đun nước ở bình đun sôi.

iii. Thiết bị chưng cất nước mặn



Hình 2: Cấu tạo của thiết bị

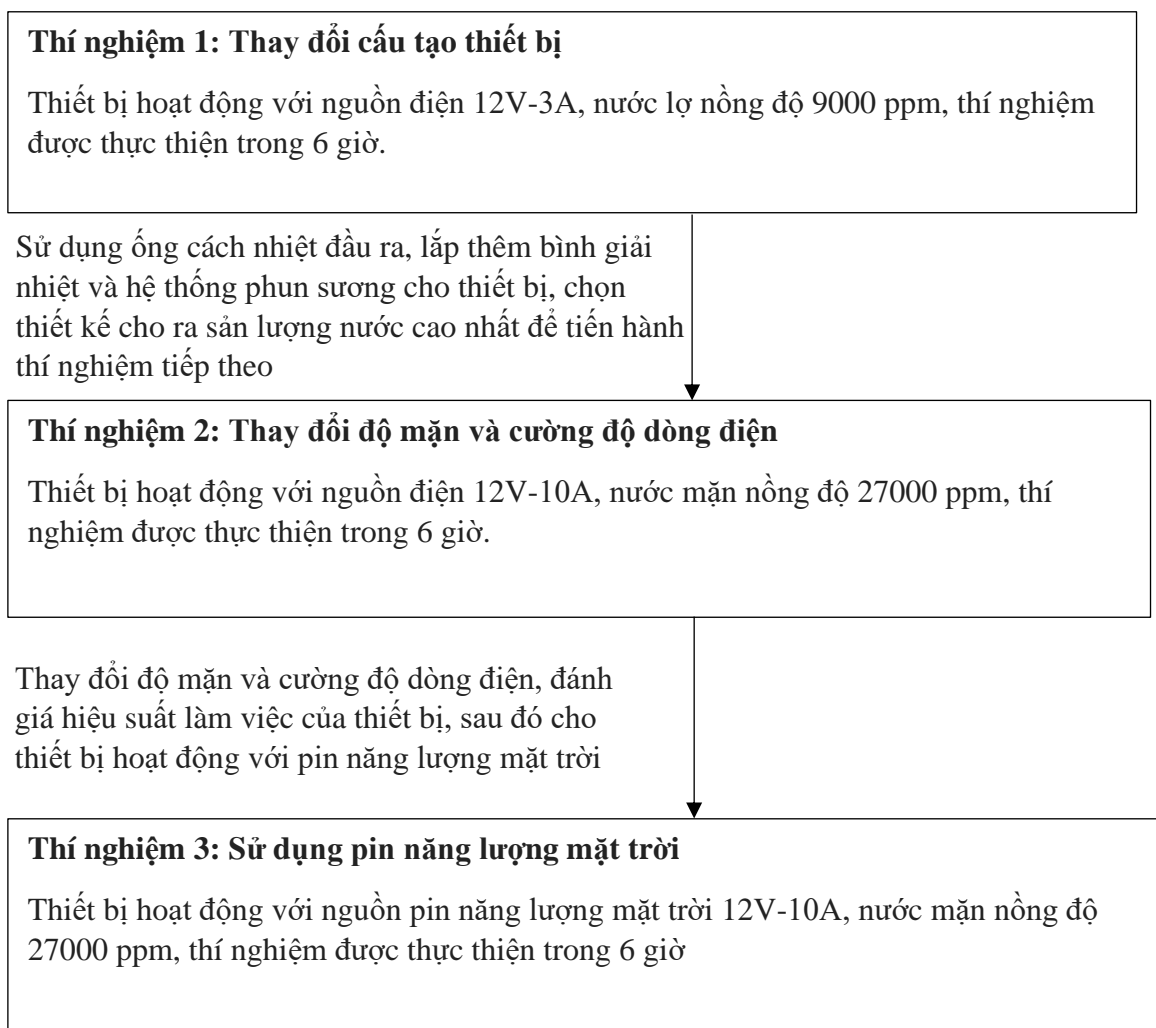
Thiết bị có cấu tạo bao gồm các bộ phận (Hình 2):

- (1) Bình đun sôi bằng thủy tinh, bên ngoài được bao bọc bởi một tấm cách nhiệt.
- (2) Phao cảm biến mực nước
- (3) Thanh gia nhiệt.
- (4) Ống đồng thu hơi nước dạng xoắn ốc.
- (5) Ống cách nhiệt đầu ra.
- (6) Bộ lọc tạo khoáng (bên trong là than hoạt tính).
- (7) Bình chứa nước giải nhiệt để giải nhiệt cho ống thu hơi.
- (8) Bơm chìm.

★ : Vị trí đo nhiệt độ và đo bằng biện pháp thủ công

Tiến hành các thí nghiệm

Tiến hành các bước thí nghiệm (Hình 3) với các thay đổi về nồng độ mặn, tối ưu cấu trúc của thiết bị cho ra sản lượng nước uống cao nhất.



Hình 3: Sơ đồ thí nghiệm

(2) KẾT QUẢ

Kết quả thí nghiệm

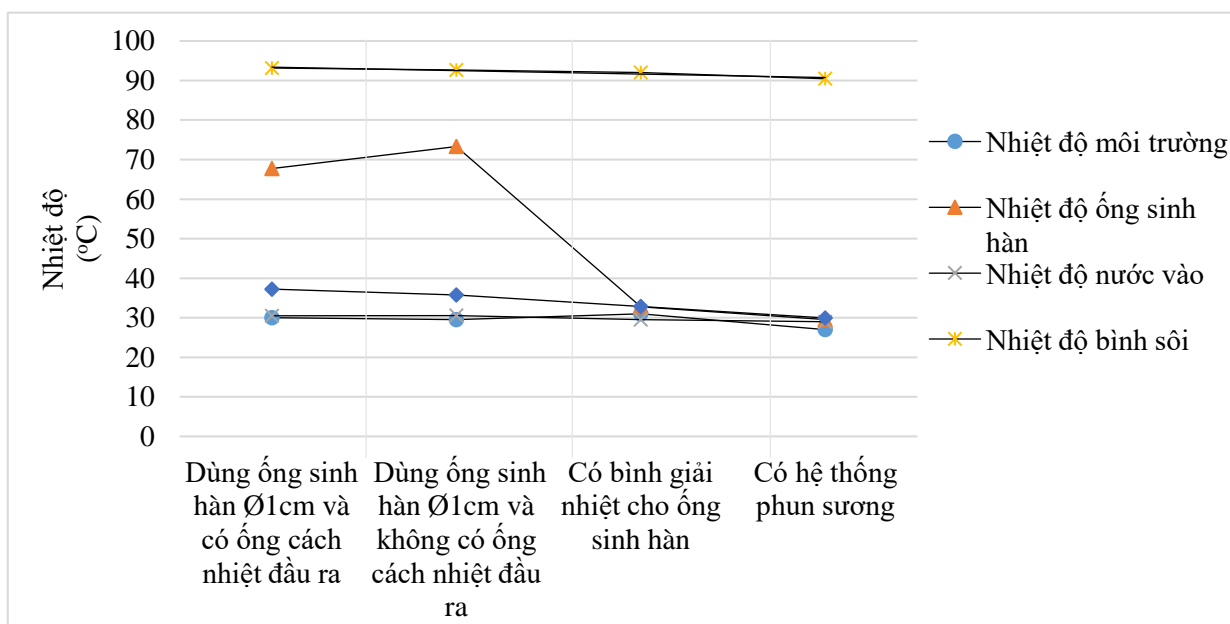
Tiến hành chạy thử nghiệm thiết bị trong sáu giờ sau đó thay đổi một số cấu tạo và nguồn điện từ đó xác định thể tích nước thu được.

Thí nghiệm 1: Thay đổi cấu tạo thiết bị

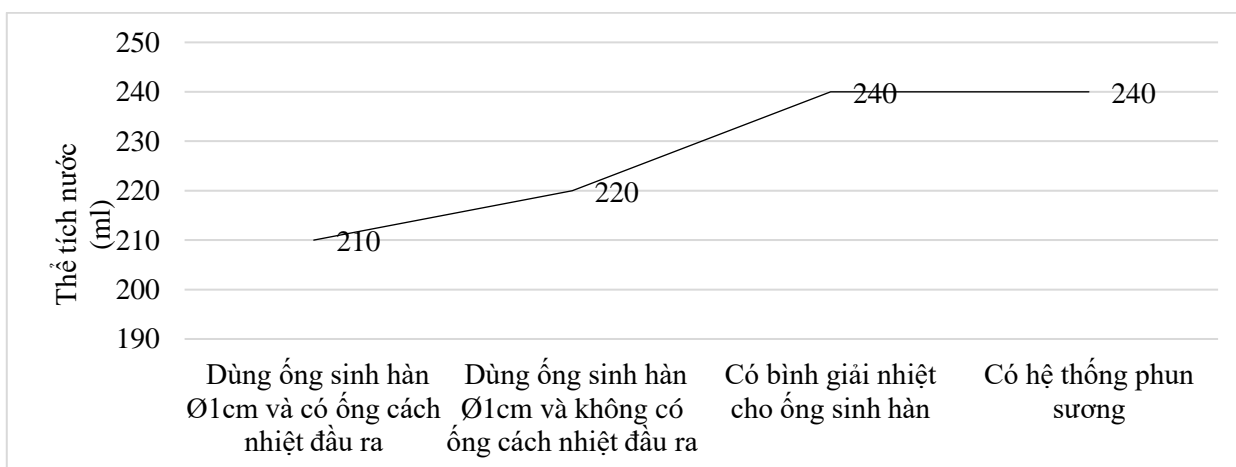
Thiết bị hoạt động với nguồn điện 12V-3A, nước lợ nồng độ 9000 ppm, thí nghiệm được thực hiện trong 6 giờ cho mỗi mẻ.

Bảng 1: Kết quả thí nghiệm khi thay đổi cấu tạo thiết bị

Thí nghiệm \ Thông số	Nhiệt độ môi trường (°C)	Nhiệt độ ống sinh hàn (°C)	Nhiệt độ nước vào (°C)	Nhiệt độ bình sôi (°C)	Nhiệt độ nước ra (°C)	Thể tích nước thu được (ml)
Dùng ống sinh hàn Ø1cm và có ống cách nhiệt đầu ra	30	68,5	30,5	93	37,2	210
	30	67	30,5	93,3	37,3	210
Dùng ống sinh hàn Ø1cm và không có ống cách nhiệt đầu ra	30	73	30,6	93	36	220
	29,1	73,6	30,5	92,3	35,5	220
Có bình giải nhiệt cho ống sinh hàn	30	32	28	92	32	235
	32	33,5	31	92	33,7	240
Có hệ thống phun sương	27	29,2	29	89,7	30,2	220
	27	29,9	29	91,2	29,7	240



Hình 4: Biểu đồ biến thiên nhiệt độ khi thay đổi cấu tạo thiết bị



Hình 5: Biểu đồ biến thiên lượng nước thu được khi thay đổi cấu tạo thiết bị

- **Tính toán theo lý thuyết:**

+ Với nguồn điện 12V-3A => ta có: $U = 12(V)$, $I = 3(A)$.

+ Mà công suất $P = U \cdot I = 12 \cdot 3 = 36 (W)$

+ Điện trở của bình đun:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{12^2}{36} = 4 (\Omega)$$

+ Nhiệt lượng cần để đun sôi 1(L) nước và để bốc hơi hoàn toàn là:

$$Q_{\text{thu}} = m \cdot C \cdot \Delta t + L \cdot m = m(C \cdot \Delta t + L)$$

C: Nhiệt dung riêng của nước chọn ở $30^\circ\text{C} = 4174 (J/Kg \cdot C)$

L: Nhiệt hóa hơi của nước = $2,3 \cdot 10^6 (J/Kg)$

$$m = D \cdot V = 1000 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1 (Kg)$$

$$Q_{\text{thu}} = 1 \cdot 4174 [(100-30) + 2,3 \cdot 10^6 \cdot 1] = 2598180 (J)$$

$$\text{Mà } Q_{\text{thu}} = Q_{\text{tỏa}} = \frac{U^2}{R} \cdot t = \frac{12^2}{4} \cdot t = 2598180 (J)$$

$$t = 72171,67 (S) \approx 20,1 (h)$$

Vậy cần tới 20,1 h để nước bốc hơi hoàn toàn.

+ Điện năng tiêu thụ để đun sôi 1(L) nước, hóa hơi hoàn toàn là:

$$\text{Đổi } P = 36 (W) = 0,036 (KW)$$

$$A = P \cdot t = 0,036 \cdot 20,1 = 0,7236 (KWh)$$

Mà đơn giá điện hiện nay là 1685 (VNĐ/KWh)

Số tiền điện tiêu thụ trong 20,1 h là: $= 0,7236 \cdot 1685 = 1219 (VNĐ)$

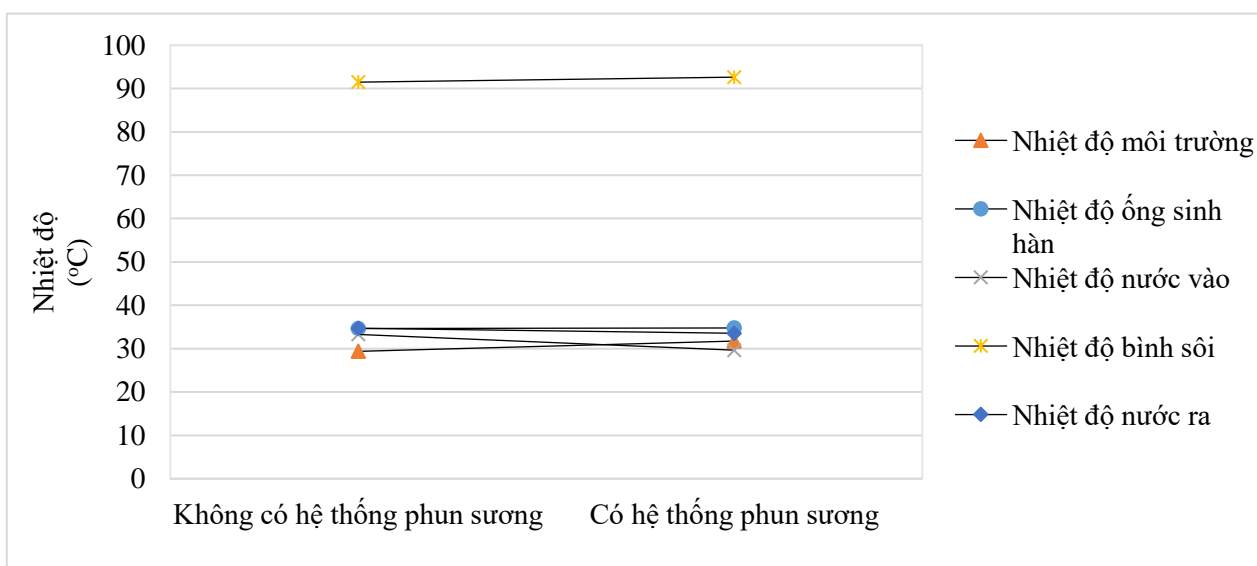
Dựa vào kết quả của thí nghiệm 1, khi thay đổi cấu trúc của thiết bị thì cả nhiệt độ và lượng nước sinh ra đều có sự thay đổi. Cụ thể, khi ống thu hơi không có ống cách nhiệt thì nhiệt độ trong ống có xu hướng tăng lên, tuy nhiên khi lắp thêm bình giải nhiệt vào ta thấy rằng nhiệt độ trung bình trong ống thu hơi giảm đáng kể, điều này sẽ giúp cho hơi nước trong ống ngưng tụ nhanh chóng, lượng nước đầu ra thu được cao hơn. Việc lắp thêm hệ thống phun sương cũng có thể giúp làm mát thiết bị giữ cho thiết bị hoạt động ổn định trong thời gian hoạt động lâu dài. Dựa trên kết quả tính toán lý thuyết cho thấy rằng lượng nước sinh ra trong một giờ giữa lý thuyết và thực tế có sự chênh lệch nhau, điều này có thể lý giải là do cường độ dòng điện không đủ mạnh để thiết bị có thể hoạt động ổn định, lượng nhiệt thất thoát ra bên ngoài đáng kể nên lượng nước sinh ra có sự chênh lệch so với lý thuyết.

Thí nghiệm 2: Thay đổi độ mặn và cường độ dòng điện

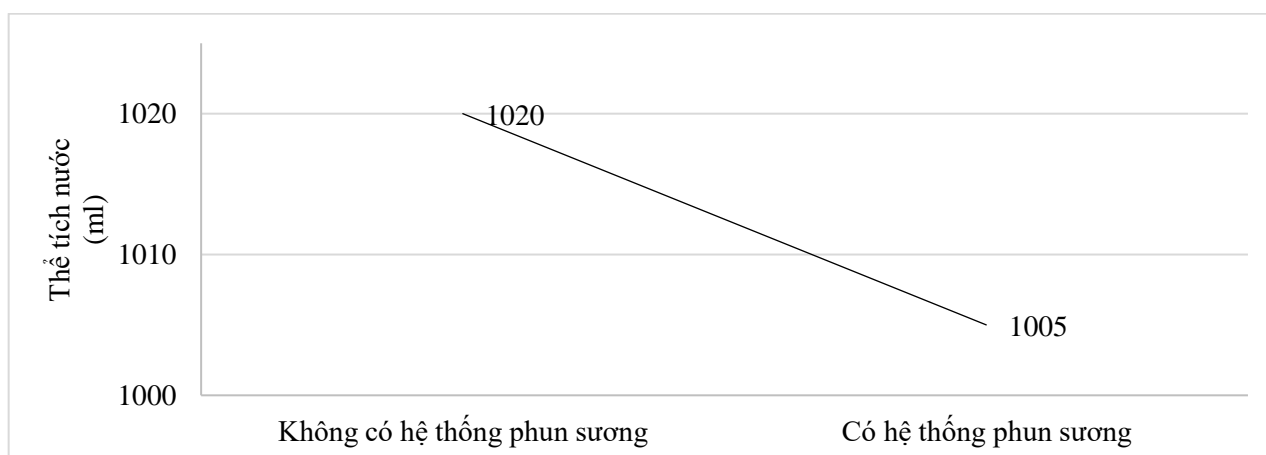
Thiết bị hoạt động với nguồn điện 12V-10A, nước mặn nồng độ 27000 (ppm), thí nghiệm được thực hiện trong 6 giờ cho mỗi mẻ.

Bảng 2: Kết quả thí nghiệm khi độ mặn và cường độ dòng điện

Thực nghiệm Thông số	Nhiệt độ môi trường (°C)	Nhiệt độ ống sinh hàn (°C)	Nhiệt độ nước vào (°C)	Nhiệt độ bình sôi (°C)	Nhiệt độ nước ra (°C)	Thể tích nước thu được (ml)
Không có hệ thống phun sương	29	34,5	33	91,4	34	1000
	29,5	34,7	33,3	91,7	34,5	1020
	29	34,9	32,2	91,3	34,3	1020
	30	34,5	34,6	91,5	36	1020
Có hệ thống phun sương	32	35	29	92	33	1005
	31	34,3	29	93	34	1000
	32	35	29,2	93,1	34,5	1000
	32	34,8	31,4	92,4	32,7	1000



Hình 6: Biểu đồ biến thiên nhiệt độ khi thay đổi độ mặn và cường độ dòng điện



Hình 7: Biểu đồ biến thiên lượng nước thu được khi thay đổi độ mặn và cường độ dòng điện

- **Tính toán theo lý thuyết:**

+ Với nguồn điện 12V-10A => ta có: $U = 12(V)$, $I = 10(A)$.

+ Mà công suất $P = U \cdot I = 12 \cdot 10 = 120 (W)$

+ Điện trở của bình đun:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{12^2}{120} = 1,2 (\Omega)$$

+ Nhiệt lượng cần để đun sôi 1(L) nước và để bốc hơi hoàn toàn là:

$$Q_{\text{thu}} = m \cdot C \cdot \Delta t + L \cdot m = m(C \cdot \Delta t + L)$$

C: Nhiệt dung riêng của nước chọn ở $30^\circ\text{C} = 4174 (J/Kg \cdot C)$

L: Nhiệt hóa hơi của nước = $2,3 \cdot 10^6 (J/Kg)$

$$m = D \cdot V = 1000 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1 (Kg)$$

$$Q_{\text{thu}} = 1 \cdot 4174 [(100-30) + 2,3 \cdot 10^6 \cdot 1] = 2598180 (J)$$

$$\text{Mà } Q_{\text{thu}} = Q_{\text{tỏa}} = \frac{U^2}{R} \cdot t = \frac{12^2}{1,2} \cdot t = 2598180 (J)$$

$$t = 21651,5 (S) \approx 6 (h)$$

Vậy cần tới 6 h để nước bốc hơi hoàn toàn.

+ Điện năng tiêu thụ để đun sôi 1(L) nước, hóa hơi hoàn toàn là:

$$\text{Đổi } P = 120 (W) = 0,12 (KW)$$

$$A = P \cdot t = 0,12 \cdot 6 = 0,72 (KWh)$$

Mà đơn giá điện hiện nay là 1685 (VNĐ/KWh)

$$\text{Số tiền điện tiêu thụ trong 6 h là: } = 0,72 \cdot 1685 = 1213 (VNĐ)$$

Việc tăng độ mặn lên 27000 (ppm) nhằm mục đích đánh giá hiệu quả làm việc của thiết bị khi nước có độ mặn cao. Thí nghiệm này đã khắc phục nhược điểm của thí nghiệm 1 bằng cách tăng cường độ dòng điện lên 10A đã giúp cho thiết bị hoạt động ổn định hơn, lượng nước sinh ra nhiều hơn. Kết quả thu hồi nước của thí nghiệm này cho thấy tương đương với tính toán trên lý thuyết.

Thí nghiệm 3: Sử dụng pin năng lượng mặt trời

Thiết bị hoạt động với nguồn pin năng lượng mặt trời 12V-10A, nước mặn nồng độ 27000 (ppm), thí nghiệm được thực hiện trong 6 giờ cho mỗi mẻ.

Từ kết quả của thí nghiệm 2 thấy được lắp thêm hệ phun sương vào nên giảm năng suất của thí nghiệm (do làm giảm nhiệt độ của bình đun) => Thí nghiệm 3 chạy với không có hệ phun sương.

Bảng 3: Kết quả thí nghiệm khi sử dụng pin năng lượng mặt trời

Thí nghiệm \ Thông số	Nhiệt độ môi trường (°C)	Nhiệt độ ống sinh hàn (°C)	Nhiệt độ nước vào (°C)	Nhiệt độ bình sôi (°C)	Nhiệt độ nước ra (°C)	Thể tích nước thu được (ml)
Không có hệ thống phun sương	33	41	30	93,4	34	970
	34	41,5	30	93,1	34,3	975
	33,6	40,7	30,2	93	33,8	970
	30	34,5	34,6	91,5	33,7	960

• **Tính toán theo lý thuyết:**

+ Với nguồn điện 12V-10A => ta có: $U = 12(V)$, $I = 10(A)$.

+ Mà công suất $P = U \cdot I = 12 \cdot 10 = 120 (W)$

+ Điện trở của bình đun:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{12^2}{120} = 1,2 (\Omega)$$

+ Nhiệt lượng cần để đun sôi 1(L) nước và để bốc hơi hoàn toàn là:

$$Q_{thu} = m \cdot C \cdot \Delta t + L \cdot m = m(C \cdot \Delta t + L)$$

C: Nhiệt dung riêng của nước chọn ở 30°C = 4174 (J/Kg.C)

L: Nhiệt hóa hơi của nước = $2,3 \cdot 10^6 (J/Kg)$

$$m = D \cdot V = 1000 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1 (Kg)$$

$$Q_{thu} = 1 \cdot 4174 [(100-30) + 2,3 \cdot 10^6 \cdot 1] = 2598180 (J)$$

$$\text{Mà } Q_{thu} = Q_{tỏa} = \frac{U^2}{R} \cdot t = \frac{12^2}{1,2} \cdot t = 2598180 (J)$$

$$t = 21651,5 (S) \approx 6 (h)$$

Vậy cần tới 6 h để nước bốc hơi hoàn toàn.

+ Điện năng tiêu thụ để đun sôi 1(L) nước, hóa hơi hoàn toàn là:

$$\text{Đổi } P = 120 (W) = 0,12 (KW)$$

$$A = P \cdot t = 0,12 \cdot 6 = 0,72 (KW/h)$$

Mà đơn giá điện hiện nay là 1685 (VNĐ/KW)

$$\text{Số tiền điện tiêu thụ trong 6 h là: } = 0,72 \cdot 1685 = 1213 (VNĐ)$$

Mục đích của thí nghiệm này khi cho thiết bị hoạt động với pin năng lượng mặt trời là để giảm thiểu chi phí điện năng sử dụng và tính linh hoạt của thiết bị khi hoạt động trong điều kiện không có điện. Tuy nhiên kết quả của thí nghiệm này cho thấy rằng lượng nước sinh ra khá thấp so với tính toán lý thuyết và so với thí nghiệm hoạt động bằng điện nguồn. Nguyên nhân có thể là do năng lượng mặt trời được pin hấp thụ chưa đủ mạnh để cung cấp cho thiết bị làm việc ổn định, điều này là do ảnh hưởng bởi yếu tố thời tiết khá mạnh mẽ, vào mùa mưa, thời tiết chuyển giông âm u hay vào ban đêm đều có khả năng khiến cho hiệu suất làm việc với pin năng lượng mặt trời không được đảm bảo.

Kết quả kiểm định

Bảng 4: Kết quả kiểm định các chỉ tiêu

STT/ No.	CHỈ TIÊU THỬ NGHIỆM/ PARAM ETERS	PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH/ TESTING METHOD	KẾT QUẢ/ RESULT	ĐƠN VỊ TÍNH/ UNIT
1	Màu sắc	SMEWW 2120C: 2017	Không phát hiện (LOD = 5,0)	TCU
2	Mùi, vị	Cảm quan	Không có mùi vị lạ	-
3	Độ đục	SMEWW 2130.B: 2017	Không phát hiện (LOD = 0,15)	NTU
4	PH	TCVN 6492: 2011	8,16	-
5	Arsen (AS)	SMEWW 3030 A,E: 2017 SMEW W 3113 B: 2017	Không phát hiện (LOD = 0,002)	mg/L
6	Florua (F ⁻)	SMEWW 4500 (F ⁻) B,D: 2017	Không phát hiện (LOD = 0,08)	mg/L
7	Amoni	SMEWW 4500 (F ⁻) B,D: 2017	Không phát hiện (LOD = 0,3)	mg/L
8	Sắt (Fe)	SMEWW 3030 A,E: 2017 SMEWW 3113 B: 2017	Không phát hiện (LOD 0,03)	mg/L
9	Độ mặn	Đo bằng thiết bị Handylab 200	Không phát hiện (LOD = 0,1)	‰
10	Clo dư	SMEWW 4500 Cl ₂ B: 2017	Không phát hiện (LOD = 0,05)	mg/L
11	Coliforms	ISO 9308- 1:2014/ Amd 1:2016	Không phát hiện (LOD = 1)	CFU/100mL
12	Coliforms chịu nhiệt	Ref.ISO 9308 1:2014/ Amd 1:2016	Không phát hiện (LOD = 1)	CFU/100mL
13	Faecal streptococci	TCVN 6189 -2: 2009 (ISO 7899-2:2000)	Không phát hiện (LOD = 1)	CFU/100mL
14	Pseudomonas aeruginosa	TCVN 8881: 2011 (ISO 16266:2006)	Không phát hiện (LOD = 1)	CFU/100mL

Kết quả trên cho thấy: Không phát hiện ra chất ô nhiễm trong nước và an toàn trong việc sử dụng.

(3) KẾT LUẬN

Cho thiết bị hoạt động với nguồn điện 12V – 10A, kết quả sản lượng nước thu được bình quân khoảng 180 (ml) nước trong một giờ và khi hoạt động với nguồn pin năng lượng mặt trời 12V – 10A cho ra kết quả khoảng 160 (ml) nước trong một giờ.

Trong thực nghiệm, sản lượng nước chung cất của thiết bị phụ thuộc vào cường độ dòng điện và điều kiện bức xạ mặt trời, khi cung cấp đủ điện năng hoặc đảm bảo điều kiện ổn định khi sử dụng pin năng lượng mặt trời sẽ giúp cho thiết bị hoạt động ổn định hơn, tăng sản lượng nước chung cất.

Kết quả tính toán sản lượng nước chung cất lý thuyết và thực tế vẫn còn chênh lệch do còn phụ thuộc vào các yếu tố trong quá trình thực nghiệm như: nhiệt độ môi trường, nhiệt độ nước, tốc độ gió, mây che phủ... Thông qua quá trình nghiên cứu và thực nghiệm cho thấy việc phát triển một thiết bị chung cất hộ gia đình là khả thi, bên cạnh các ưu điểm về kết cấu còn tạo ra sản lượng nước tương đối ổn định. Tiềm

năng ứng dụng thiết bị này tại Việt Nam là rất lớn, đáp ứng được tính khả thi về kinh tế, nhu cầu cung cấp nước sạch, nước uống tinh khiết cho người dân là rất cần thiết từ đó thúc đẩy việc nghiên cứu cải tiến nâng cao sản lượng sản phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] USGS, “Where is Earth’s Water?,” 2018, [Online]. Available: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/how-much-water-there-earth?qt-science_center_objects=2#qt-science_center_objects.
- [2] Hoàng Đình Tín, *Truyền nhiệt và tính toán thiết bị trao đổi nhiệt*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2001.

ID: YSC3F.114

NGHIÊN CỨU QUY TRÌNH SẢN XUẤT ống HÚT LÀM TỪ CỎ SẬY GÓP PHẦN GIẢM THIỂU RÁC THẢI NHỰA

NGUYỄN THỊ NGỌC TRANG¹, LÊ NGỌC QUÝ¹, LÊ HÙNG ANH¹

¹*Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý môi trường, trường Đại học Công Nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh
*ngoctrangiuh.@gmail.com, leechiwoo34@gmail.com, lh.anh.9@gmail.com**

Tóm tắt. Tại Việt Nam nói riêng và trên thế giới nói chung đang đối mặt với vấn đề chất thải nhựa dùng 1 lần, trong số đó là ống hút nhựa với số lượng rất lớn. Với mục đích là tạo ra ống hút từ vật liệu tự nhiên, cụ thể là thân cỏ sậy nhằm góp phần thay thế ống hút nhựa. Nghiên cứu đã phát triển quy trình sơ chế và gia nhiệt để tạo ra ống hút từ loại vật liệu tự nhiên nói trên, đảm bảo an toàn thực phẩm, thẩm mỹ và giá thành hợp lý. Trên thực tế, tại Việt Nam chưa có tiêu chuẩn riêng cho ống hút từ tự nhiên nên nhóm nghiên cứu đã tiến hành sử dụng thiết bị EDX-7000 đánh giá chất lượng theo tiêu chuẩn RoHS của các sản phẩm ống hút để so sánh với hơn 100 mẫu ống hút nhựa và ống hút thay thế nhựa hiện nay đang bán trên thị trường.

Từ khóa. Ống hút, cỏ sậy, RoHS, EDX

STUDY ON THE PROCESS OF MANUFACTURING PIPE MADE FROM REED GRASS TO CONTRIBUTE TO PLASTIC WASTE REDUCTION PART

Abstract. In Vietnam in particular and around the world in general are facing the problem of disposable plastic waste, in which he sucks plastic in very large quantities. The purpose of the research to create straws from natural materials, namely reed stalks, contribute to the replacement of plastic straws. Research has developed pre-processing and heating processes to create straws from the two above natural materials, ensuring food safety, aesthetics and reasonable price. In fact, in vietnam there is no private standard for the drinking straw from nature, the study conducted the use of EDX- 7000 devices that evaluate the quality according to RoHS standards of the drinking straw products for comparison with more than 100 drinking straws that are selling in the market.

Keywords. straws, reed grass, RoHS, EDX

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, ống hút nhựa xếp thứ 6 trong top các loại rác khó có thể phân hủy và nằm trong top 10 loại rác thải được tìm thấy nhiều nhất khi nhắc đến vấn đề chất thải đại dương. Có tới 8.3 tỷ ống hút nhựa đang làm ô nhiễm mọi bãi biển trên toàn thế giới – Theo kết quả nghiên cứu của Hiệp hội nghiên cứu biển Hoa Kỳ năm 2018.

Theo các thống kê, ống hút nhựa được sử dụng rất nhiều trong đời sống hàng ngày, cụ thể hơn: Mỹ: 500 triệu ống hút nhựa được sử dụng mỗi ngày, trung bình một người Mỹ sẽ sử dụng 1,7 ống hút nhựa/ngày và khoảng 35.000 ống hút nhựa trong suốt cuộc đời. Ấn Độ: Mỗi ngày Ấn Độ xả ra môi trường khoảng 26.000 tấn rác thải nhựa trong đó chủ yếu là ống hút và túi nilon. Hiện nay, Ấn độ đang xếp thứ 15 trên thế giới về ô nhiễm rác thải nhựa. Việt Nam: Mặc dù chưa có thống kê chính thức từ bất kỳ tổ chức nào về lượng ống hút nhựa được sử dụng mỗi ngày ở Việt Nam. Tuy nhiên căn cứ vào con số 1,8 triệu tấn rác thải nhựa được thải ra mỗi năm, luôn tăng 200% so với năm trước, thì có thể thấy rằng số ống hút nhựa Việt Nam thải ra môi trường cũng không hề kém cạnh gì so với thế giới.[1] Với những số liệu trên cho thấy, tình hình về ô nhiễm rác thải nhựa đang là vấn đề cấp bách mà chúng ta phải đặc biệt quan tâm.

Qua tìm hiểu các loại ống hút có khả năng tự phân hủy trên thị trường có những ưu điểm và mặt hạn chế khác nhau như:

- Ống hút giấy: có giá thành hợp lý hơn so với các loại ống khác trên thị trường nhưng thời gian giữ định hình trong nước ngắn nằm trong khoảng 10 phút, không thể tái sử dụng.

- Ống hút gạo: dễ phân hủy, đây là ưu điểm lớn của ống hút gạo vì nó có thể tự phân hủy sau một thời gian sử dụng và không gây ảnh hưởng đến môi trường. Tuy nhiên thời gian sử dụng không lâu ống hút gạo thường bị giới hạn về thời gian sử dụng trong nước. Trong nước hoặc các loại chất lỏng ở nhiệt độ thường, sản phẩm chỉ sử dụng được từ 30 – 45 phút. Trong nước ở nhiệt độ nóng, sản phẩm có thời gian sử dụng ngắn hơn chỉ từ 15 – 20 phút. Sau thời gian giới hạn, sản phẩm sẽ bị biến dạng và người dùng khó có thể sử dụng tiếp tục tiếp. Các sản phẩm ống hút gạo hiện nay trên thị trường thường có giá thành cao hơn các sản phẩm ống hút thiên nhiên cùng loại và không tái sử dụng được nhiều lần.

- Ống hút cỏ bàng: Sản phẩm phân hủy hoàn toàn trong tự nhiên, thân thiện với môi trường, an toàn cho sức khỏe người sử dụng. Bên cạnh đó, ống dễ giòn, dễ vỡ so với các loại ống phân hủy sinh học khác. Không có cỡ lớn dùng cho sinh tố đá xay hay trà sữa trân châu.

- Ống hút inox: sử dụng nhiều lần, tiết kiệm chi phí. Không dễ vỡ, mốc hay biến dạng khi sử dụng thông thường. Hạn chế mà ống hút này mang lại cũng không tránh khỏi như giá thành khá cao, tiềm ẩn nguy cơ gây thương tích đặc biệt với trẻ em (đây cũng là lý do Starbucks đã từng dùng ống hút inox thay thế ống hút nhựa nhưng sau đó dừng), cần cọ rửa sau khi sử dụng.

Đặc điểm cỏ sậy (*Phragmites australis*) thường được sinh trưởng ở nơi đất trũng, cây trưởng thành có chiều cao từ 2m trở lên. Ống hút thân thiện với môi trường từ cỏ sậy với mục đích khắc phục những hạn chế mà ống hút thân thiện với môi trường gặp phải và tối ưu hóa quy trình sản xuất để biến chúng thành một sản phẩm tiện dụng theo đúng nghĩa. Giảm thiểu lượng rác thải nhựa hiện nay, với tất cả các mục đích thấy rõ hơn từ phân tích trên, nhóm nghiên cứu sẽ tập trung thực hiện từng bước thí nghiệm đã đề ra, từ đó đề xuất quy trình sản xuất ống hút làm từ nguyên liệu cỏ sậy nhằm góp phần đặc biệt giảm thiểu chất thải nhựa đặc biệt dùng một lần.

Từ những phân tích trên, về cơ bản nhóm nghiên cứu tập trung vào đề tài **“Nghiên cứu quy trình sản xuất ống hút được làm từ nguyên liệu cỏ sậy để góp phần giảm thiểu rác thải nhựa sử dụng một lần”** với mong muốn sẽ thay thế ống hút nhựa bằng sản phẩm thân thiện với môi trường từ cỏ.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

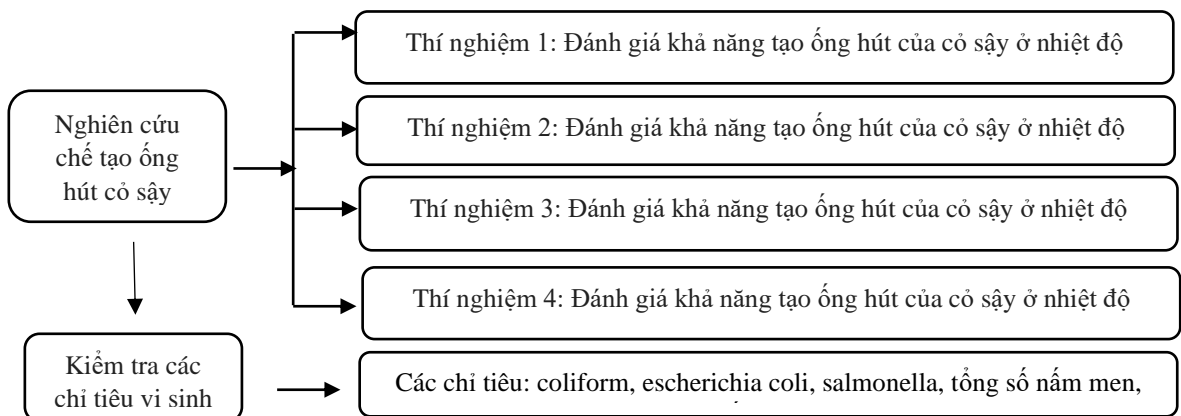
Cỏ sậy: được thu thập tại khu vực An Phú Đông, quận 12, thành phố Hồ Chí Minh sau đó vận chuyển về phòng thí nghiệm X9 trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Sấy vật liệu: Phương pháp sấy vật liệu là sấy ở nhiệt độ cao giúp vật liệu khô để loại bỏ vi khuẩn. Đối với vật liệu cỏ sậy sau khi loại bỏ bụi bẩn bên ngoài sẽ được đem vào tủ sấy ở nhiệt độ thích hợp.

Máy sấy Shallab (5 cu.ft.), dung tích: 141 lít, nhiệt độ: môi trường +15⁰C - 240⁰C.

Nghiên cứu được thực hiện 4 thí nghiệm như hình 1 dưới đây:



Hình 1: Sơ đồ đánh giá khả năng tạo ống hút cỏ sậy

2.3. Phương pháp đánh giá

Nghiên cứu này được sử dụng hai phương pháp đánh giá như sau:

a. Phương pháp đánh giá nhanh

- Phương pháp đánh giá sơ bộ: Tiến hành xem xét bề mặt ống, màu sắc, hình dạng sau khi sấy.
- Phương pháp xác định độ ẩm: Để xác định tổng hàm lượng nước có trong các mẫu ống hút cò sậy sau khi sấy.
- Phương pháp xác định chiều dài và khối lượng: đo chiều dài và đường kính ống sau sấy, xác định khối lượng ống trước và sau khi sấy.
- Phương pháp kiểm tra độ mốc: ống được bảo quản vào túi zip và túi hút ẩm. Ghi nhận các thông tin liên quan như màu sắc, hình dạng, độ mốc. Kiểm tra định kỳ và ghi nhận kết quả vào nhật ký.

b. Phương pháp đánh giá chất lượng

- Phương pháp đánh giá các nguyên tố độc hại của sản phẩm: Sử dụng máy Quang phổ Huỳnh Quang tia X thuộc nhãn hàng Shimadzu - Nhật (EDX-7000) đo và ghi nhận kết quả theo các thông số gồm: Cd, Pb, Cr, Hg, Br, Cl, Sb, S, Sn. Và một số thông số khác như Ca, Si, K, Cu, Fe, Ti, Zn, Mn, V, P, Ni,...
- Phương pháp đánh giá chất lượng sản phẩm: Sản phẩm ống hút sau khi hoàn thành sẽ được gửi đến trung tâm phân tích để phân tích chất lượng ống hút với các chỉ tiêu liên quan đến an toàn thực phẩm các chỉ tiêu như: coliform, escherichia coli, salmonella, tổng số nấm men, nấm men.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thu thập được trong quá trình thực nghiệm và khảo sát bằng cách sử dụng phương pháp thống kê mô tả phần mềm Microsoft Excel 2016 để xử lý số liệu và biểu diễn kết quả thông qua biểu đồ, bảng biểu.

3. KẾT QUẢ

Nhóm nghiên cứu xác định loại đạt, loại không đạt với từng khả năng định hình, khả năng xuất hiện nấm mốc như sau:

Khả năng định hình đối với hầu hết các phần đạt được khi cây giữ nguyên hình dạng, không bị uốn cong, không làm giảm diện tích của ống, điều này thực sự là khá đáng kể. Hầu hết không đạt được khi loại cây bị biến dạng, bề mặt cơ bản xuất hiện nếp nhăn, diện tích ống nói chung bị giảm, cho thấy mức độ không đạt thực sự khi cây thực sự bị biến dạng.

Đối với khả năng xuất hiện nấm mốc về cơ bản, nhóm nghiên cứu đã xác định rằng các ống hút đạt khi được bảo quản ở nhiệt độ phòng mà không có nấm mốc. Không đạt được khi bảo quản ở nhiệt độ phòng ẩm mốc xuất hiện trên bề mặt ống. Thực hi kiểm tra bảy ngày một lần trong ba tháng và đảm bảo nấm mốc không xuất hiện.

Qua các thí nghiệm cho thấy, màu sắc cò sậy thay đổi phụ thuộc vào nhiệt độ. Nhiệt độ thấp ống hầu như bị mất đi màu vàng xanh tự nhiên và có màu vàng nhạt. Màu vàng đậm dần khi nhiệt độ tăng ở mức 90°C, 105°C và 120°C. Ở nhiệt độ 120°C ống hầu như có màu vàng sậm.

3.1. Kết quả khảo sát sấy ở mức nhiệt độ 70°C với 5 mức thời gian

Bảng 1. Kết quả khảo sát sấy ở nhiệt độ 70°C

Thông số / Thực nghiệm	Thời gian	Khả năng định hình	Khả năng xuất hiện mốc
CS70-1.1	1 giờ	Đ	Đ
CS70-1.2	1 giờ	Đ	KĐ
CS70-1.3	1 giờ	Đ	KĐ
CS70-2.1	2 giờ	Đ	KĐ
CS70-2.2	2 giờ	Đ	KĐ
CS70-2.3	2 giờ	Đ	KĐ
CS70-3.1	3 giờ	Đ	Đ
CS70-3.2	3 giờ	Đ	KĐ
CS70-4.1	4 giờ	Đ	Đ

CS70-4.2	4 giờ	Đ	KĐ
CS70-4.3	4 giờ	Đ	Đ
CS70-5.1	5 giờ	Đ	KĐ
CS70-5.2	5 giờ	Đ	KĐ
CS70-5.3	5 giờ	Đ	KĐ

Ghi chú: Đ: đạt, KĐ: không đạt

Nhận xét: Qua 15 lần xử lý nhận thấy rằng ống hút về cơ bản không bị biến dạng, vẫn giữ được hình dạng ban đầu rất tốt, nhưng khả năng xuất hiện nấm mốc về là rất cao. Hầu hết nghiệm thức trong quá trình kiểm tra đều xuất hiện nấm mốc.

3.2. Kết quả khảo sát sấy ở mức nhiệt độ 90°C với 5 mức thời gian

Bảng 2. Kết quả khảo sát sấy ở nhiệt độ 90°C

Thông số Nghiệm thức	Thời gian	Khả năng định hình	Khả năng xuất hiện mốc
CS90-1.1	1 giờ	Đ	KĐ
CS90-1.2	1 giờ	Đ	Đ
CS90-1.3	1 giờ	Đ	KĐ
CS90-2.1	2 giờ	Đ	Đ
CS90-2.2	2 giờ	Đ	Đ
CS90-2.3	2 giờ	Đ	Đ
CS90-3.1	3 giờ	Đ	Đ
CS90-3.2	3 giờ	Đ	Đ
CS90-3.3	3 giờ	Đ	Đ
CS90-4.1	4 giờ	Đ	Đ
CS90-4.2	4 giờ	Đ	Đ
CS90-4.3	4 giờ	Đ	Đ
CS90-5.1	5 giờ	Đ	Đ
CS90-5.2	5 giờ	Đ	Đ
CS90-5.3	5 giờ	Đ	Đ

Ghi chú: Đ: đạt, KĐ: không đạt

Nhận xét: Các thí nghiệm thực sự đã chỉ ra rằng ống có thể được giữ nguyên hình dạng ban đầu và khả năng nấm mốc xuất hiện là rất thấp. Tuy nhiên ở nhiệt độ 90°C sấy 1 giờ nấm mốc vẫn xuất hiện, nhưng vẫn ở nhiệt độ đó thời gian sấy 2 giờ thì chúng hoàn toàn không xuất hiện lại.

3.3. Kết quả đánh giá sấy ở mức nhiệt độ 105°C với 5 mức thời gian

Bảng 3. Kết quả khảo sát sấy ở nhiệt độ 105°C

Thông số Nghiệm thức	Thời gian	Khả năng định hình	Khả năng xuất hiện mốc
CS105-1.1	1 giờ	Đ	Đ
CS105-1.2	1 giờ	Đ	Đ
CS105-1.3	1 giờ	Đ	Đ
CS105-2.1	2 giờ	Đ	Đ
CS105-2.2	2 giờ	Đ	Đ
CS105-2.3	2 giờ	Đ	Đ
CS105-3.1	3 giờ	KĐ	Đ
CS105-3.2	3 giờ	KĐ	Đ
CS105-3.3	3 giờ	KĐ	Đ
CS105-4.1	4 giờ	KĐ	Đ
CS105-4.2	4 giờ	KĐ	Đ
CS105-4.3	4 giờ	KĐ	Đ
CS105-5.1	5 giờ	KĐ	Đ
CS105-5.2	5 giờ	KĐ	Đ
CS105-5.3	5 giờ	KĐ	Đ

Ghi chú: Đ: đạt, KĐ: không đạt

Nhận xét: Trong thí nghiệm này, thấy rằng hầu như không có nấm mốc nào xuất hiện, nhưng khả năng xác định cụ thể ông thực sự là không đạt yêu cầu. Ông gần như bị biến dạng, mất đi hình dáng ban đầu của nó ở mức thời gian 3 giờ.

3.4. Kết quả khảo sát sấy ở mức nhiệt độ 120°C với 5 mức thời gian

Bảng 4. Kết quả khảo sát sấy ở nhiệt độ 120°C

Thông số Nghiệm thức	Thời gian	Khả năng định hình	Khả năng xuất hiện mốc
CS120-1.1	1 giờ	KĐ	Đ
CS120-1.2	1 giờ	KĐ	Đ
CS120-1.3	1 giờ	KĐ	Đ
CS120-2.1	2 giờ	KĐ	Đ
CS120-2.2	2 giờ	KĐ	Đ
CS120-2.3	2 giờ	KĐ	Đ
CS120-3.1	3 giờ	KĐ	Đ
CS120-3.2	3 giờ	KĐ	Đ
CS120-3.3	3 giờ	KĐ	Đ
CS120-4.1	4 giờ	KĐ	Đ
CS120-4.2	4 giờ	KĐ	Đ
CS120-4.3	4 giờ	KĐ	Đ
CS120-5.1	5 giờ	KĐ	Đ
CS120-5.2	5 giờ	KĐ	Đ
CS120-5.3	5 giờ	KĐ	Đ

Ghi chú: Đ: đạt, KĐ: không đạt

Nhận xét: Đối với các nghiệm thức này, ống hầu hết bị biến dạng hoàn toàn đặc biệt ở các mức thời gian, khả năng xuất hiện nấm mốc là hoàn toàn không có.



Hình 2. Sản phẩm đạt



Hình 3. Sản phẩm không đạt



Hình 4. Sản phẩm bị mốc trong quá trình bảo quản

Thông qua các thí nghiệm trên, hầu hết các phương pháp xử lý thực sự có khả năng định hình khá tốt, màu sắc thực sự cân bằng và không bị mốc theo thời gian. Ngoài ra, chọn nhiệt độ nói chung là cao trong một thời gian khá dài, như vậy sẽ tốn rất nhiều tiền bạc, thời gian và phần lớn là tạo ra những sản phẩm không đẹp một cách tổng thể.

Bảng 5. Bảng so sánh sản phẩm qua các mức nhiệt độ

Nhiệt độ Chi tiêu	70°C	90°C	105°C	120°C
Khả năng định hình	Qua các nghiệm thức thì hầu hết ở các thời gian từ 1-5 giờ thì hầu hết khả năng định hình đều đạt.	Các sản phẩm đều đạt trong thời gian từ 1-5 giờ.	Trong thời gian 1,2 giờ thì khả năng định hình của ống đạt, còn 3 mức thời gian còn lại đều không đạt.	Các sản phẩm đều không đạt do sấy ở nhiệt độ cao, cụ thể ống bị biến dạng.
Khả năng xuất hiện mốc	Từ các nghiệm thức cho thấy, qua từng thời gian 1-5 giờ thì có loại đạt và không đạt về khả năng xuất hiện mốc.	Trong thời gian 1 giờ thì sản phẩm xuất hiện mốc, thời gian từ 2-5 giờ các sản phẩm đều đạt.	Nhiệt độ này tương đối cao nên hầu hết các sản phẩm đều không thấy xuất hiện mốc.	Tương tự như ở nhiệt độ 105°C do sấy ở nhiệt độ cao nên khả năng xuất hiện mốc là hoàn toàn không có.
Màu sắc	Cụ thể, ở nhiệt độ này với thời gian từ 1-2h thì màu sắc của ống không đạt cùng với đó thì khả năng xuất hiện mốc cao do chưa khô hoàn toàn. Từ 3-5 giờ màu sắc của sản phẩm đạt.	Hầu hết, trong từng thời gian các sản phẩm đều có màu sắc đẹp và đạt yêu cầu khi sấy ở nhiệt độ này.	Ở nhiệt độ này, màu sắc của sản phẩm không đạt qua các thời gian từ 1-5 giờ do sấy ở nhiệt độ tương đối cao.	Màu sắc của sản phẩm ở nhiệt độ này đều không đạt.

Thông qua thí nghiệm với 60 nghiệm thức và bảng so sánh sản phẩm qua các mức nhiệt độ như trên, nghiên cứu đã đưa ra các thông số tối ưu về cơ bản để tạo ra một loại ống hút từ cỏ sấy ở nhiệt độ 90°C trong thời gian: 2 giờ. Tạo ra sản phẩm có nhiệt độ tương đối và thời gian sấy khá ngắn giúp tiết kiệm chi phí, cũng như ở nhiệt độ và thời gian này, ống thường có màu vàng khá đẹp thực sự tự nhiên hơn so với các ống ở các mức thời gian thực sự khác.

Với những ưu điểm: về hình dáng ống đẹp, khả năng giữ màu lâu, có khả năng chống ẩm mốc trong thời gian dài, rất dễ bảo quản.

3.5. Kết quả đo EDX-7000 của các loại ống hút sinh học

Bảng 6. Bảng đánh giá chất lượng một số loại ống hút sinh học trên thiết bị EDX-7000

Thông số Loại ống	Cd	Pb	Hg	Cr	Cl	Sn	Sb	S
Cỏ sấy	ND	ND	ND	ND	1048,8	ND	ND	922,0
Tre	ND	ND	ND	ND	534,9	ND	ND	414,2
Rau củ	ND	ND	ND	ND	5079,8	ND	ND	ND
Cỏ bàng	ND	ND	ND	ND	7703,6	ND	ND	1405,5
Nước dừa	ND	ND	ND	5.5	530,6	ND	ND	808,9

Lúa mì	ND	ND	ND	ND	5693,0	ND	ND	619,7
Bột mì	ND	ND	ND	ND	265,6	ND	ND	776,8

Bảng 7. Bảng thể hiện số lần đo và sai số khi đo mẫu

Loại ống	Thông số	Số lần đo (lần/1 ống)	Sai số	
			Chỉ tiêu Cl	Chỉ tiêu S
Cỏ sậy		3	269.20	286.80
Tre		3	117.77	145.33
Rau củ		3	457.03	112.63
Cỏ bàng		3	713.37	428.27
Nước dừa		3	123.47	214.03
Lúa mì		3	624.96	309.8
Bột mì		3	109.93	214.03

Nhận xét: dựa vào kết quả phân tích từ máy EDX-7000 cho thấy ống hút cỏ sậy với 6 loại ống hút như trên đều có kết quả phân tích xác định không có các thành phần Cd, Pb, Hg, Sn, Sb, trong đó:

- Ống hút Nước dừa: xác định có thành phần Cr trong mẫu, nhưng không vượt ngưỡng an toàn của Cr (1000ppm).
- Phân tích 7 loại ống hút trên đều thấy có thành phần Cl và S, cụ thể:
 - Ống hút Cỏ bàng có thành phần Cl và S cao nhất với 7703.6 ppm và 1405.5 ppm vượt ngưỡng an toàn cho phép Cl (900ppm), S (1200ppm).
 - Ống hút Bột mì có thành phần Cl thấp nhất với 265.6 ppm và ống hút Rau củ không có thành phần S trong mẫu.
 - 3 loại ống hút có thành phần Cl vượt ngưỡng an toàn cho phép: Ống hút lúa mì (5693.0ppm), ống hút rau củ (5079.8ppm), ống hút cỏ sậy (1048.8ppm).
 - Về thành phần Cl và S thì hầu hết các ống hút còn lại không vượt ngưỡng cho phép: thành phần Cl nằm trong khoảng từ (530.6 ppm - 534.9 ppm), thành phần S nằm trong khoảng từ (414.2 ppm – 922.0 ppm).
- Hàm lượng Cl và S có trong các loại ống hút sinh học nguyên nhân có thể do:
 - S tham gia trong các quá trình biến đổi chất của cây như: Quang hợp, hình thành đường và tinh bột, amino axit và protein.
 - Clo có mặt trong cây ở dạng ion Cl⁻. Clo được sử dụng cho các phản ứng quang phân ly nước của quang hợp. Ngoài ra, Clo còn cần thiết cho sự phân chia tế bào ở lá và rễ.
- Về mức độ rủi ro đến sức khỏe người tiêu dùng thì do hiện tại chưa có tiêu chuẩn nào quy định để đánh giá các sản phẩm ống hút trên thị trường nên không thể xác định được mức độ rủi ro. Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu cũng đã thực hiện một số thí nghiệm đo mẫu trái cây ăn quả, điển hình ở đây là quả đu đủ thì thấy được thành phần Cl và S cũng khá cao. Cùng với việc, ngoài các sản phẩm nhóm nghiên cứu đang thực hiện thì hầu hết các loại ống hút sinh học còn lại đều đã được sản xuất và thương mại hóa, nên nhóm cho rằng mức độ về thành phần Cl và S có trong các loại ống hút trên có khả năng ảnh hưởng ít hoặc có thể không gây ảnh hưởng đến sức khỏe người tiêu dùng.

3.6. Kết quả kiểm định các chỉ tiêu về vi sinh

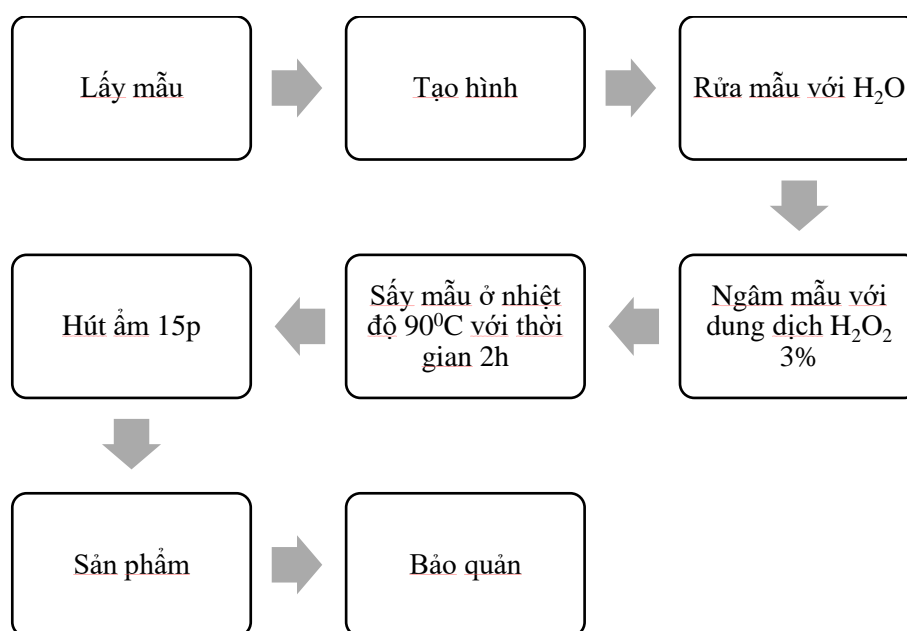
Các ống hút cỏ sậy sau khi sấy được tiến hành đánh giá nhanh. Ống vượt qua các đánh giá nhanh được chọn lọc ở mức thời gian nhiệt độ tối ưu, sau đó được mang đến trung tâm kiểm định các chỉ tiêu vi sinh. Kết quả bảng 6 cho thấy ống hút đạt được chất lượng an toàn vệ sinh trong ngành công nghiệp thực phẩm.

Bảng 8. Kết quả kiểm tra các chỉ tiêu vi sinh

	Chỉ tiêu thử nghiệm parameter	Ký hiệu mẫu name	Phương pháp test method	Kết quả result	Đơn vị tính Unit
1	Đơn vị tính Unit	Ống hút cỏ sậy	ISO 4832:2006	<01	CFU/g
2	Escherichia coli		ISO 16649-3:2015	Không phát hiện	CFU/g
3	Salmonella		6579-1:2017	Không phát hiện	CFU/25g
4	Tổng số nấm men, nấm mốc		ISO 31527-2:2008	<01	CFU/g

3.7. Đề xuất quy trình sản xuất ống hút cỏ sậy

Với kết quả tạo đạt được đề xuất quy trình ống hút như hình 2



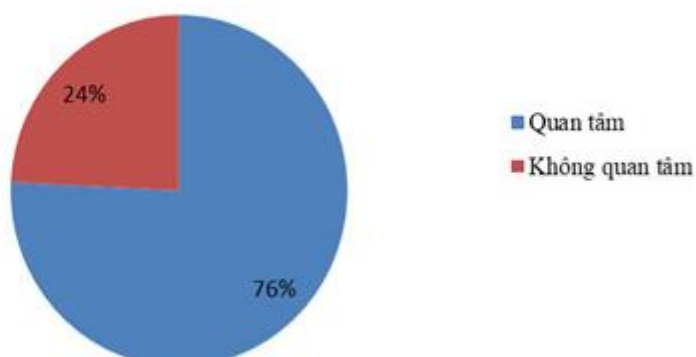
Hình 5. Quy trình sản xuất ống hút cỏ sậy

Nguyên liệu sau khi được thu gom sẽ được rửa sạch để phần lớn loại bỏ bụi bẩn bên ngoài và bên trong cỏ, loại bỏ bụi này khá đáng kể. Sau đó, thường cắt ra kích thước 20cm cho mỗi ống, chà lớp vỏ bên ngoài thật sạch và rửa lại bằng nước sạch. Khi ống đảm bảo tất cả các chất bẩn trong hầu hết các bộ phận đã được loại bỏ, nó sẽ được ngâm trong dung dịch H₂O₂ trong 30 phút để loại bỏ các vi sinh vật trong ống, điều này thường cho thấy rằng khi ống đảm bảo tất cả các chất bẩn về cơ bản đã được loại bỏ. Dem ống đi sấy thật khô ở nhiệt độ 90°C với thời gian là 2 giờ, đây phần lớn là thời gian tối ưu để hầu hết giúp ống thực sự có chất lượng tốt nhất. Sau khi sấy khô, ống đặc biệt được hút ẩm, sau đó được bảo quản ở nơi thực sự khô ráo và chuyển đến sản phẩm cuối cùng.

3.8. Kết quả khảo sát người tiêu dùng đối với sản phẩm ống hút làm từ cỏ sậy

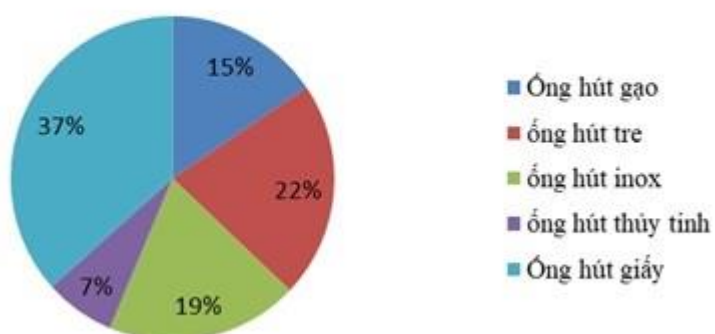
Dưới đây là biểu đồ khảo sát người tiêu dùng về ống hút được làm từ cỏ sậy từ 100 bạn sinh viên tại trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh.

Biểu đồ thể hiện mức độ quan tâm ống hút thân thiện môi trường



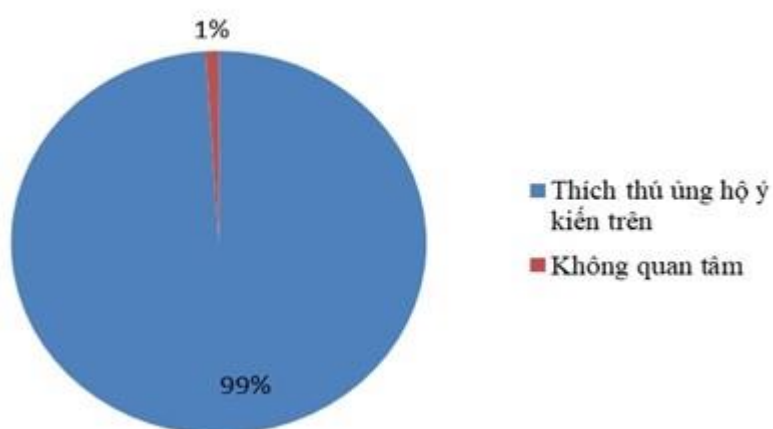
Hình 6. Biểu đồ thể hiện mức độ quan tâm ống hút thân thiện môi trường
Hầu hết, các bạn sinh viên quan tâm đến ống hút thân thiện môi trường 76% trong đó 24% còn lại không quan tâm đến loại ống hút này.

Biểu đồ thể hiện các loại ống hút các bạn sinh viên biết đến



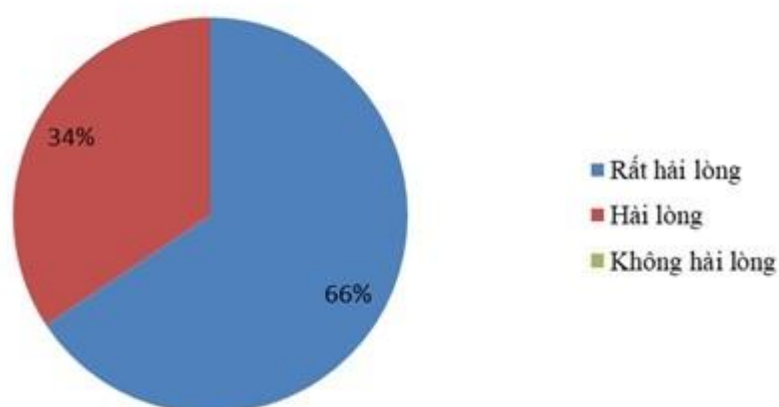
Hình 7. Biểu đồ thể hiện các loại ống hút các bạn sinh viên biết đến
Trong quá trình khảo sát các loại ống hút gạo, ống hút tre, ống hút inox, ống hút thủy tinh và ống hút giấy được nhóm khảo sát đề xuất đến các bạn sinh viên, biểu đồ thể hiện phần trăm ống hút giấy cao nhất, điều này cho thấy ống hút này chiếm thị trường khá rộng rãi. Ngược lại, ống hút thủy tinh chiếm phần trăm thấp nhất mức độ quan tâm đến loại ống hút này không nhiều.

Biểu đồ thể hiện mức độ quan tâm ống hút cỏ sậy



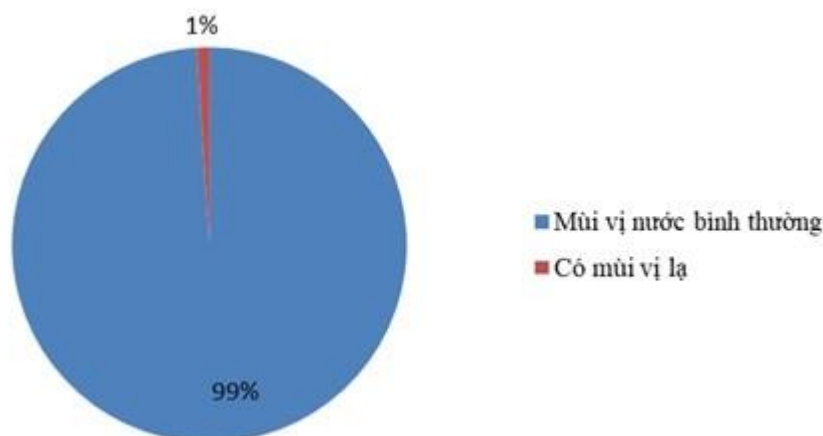
Hình 8. Biểu đồ thể hiện mức độ quan tâm ống hút cỏ sậy
Biểu đồ cho thấy mức độ ủng hộ với đề xuất ống hút được làm từ thân cây lau sậy của các bạn sinh viên trường Đại học Công Nghiệp chiếm đến 99% nhưng cũng có 1% trong đó không quan tâm đến ý kiến này.

Biểu đồ thể hiện mức độ đánh giá ống hút cỏ sậy



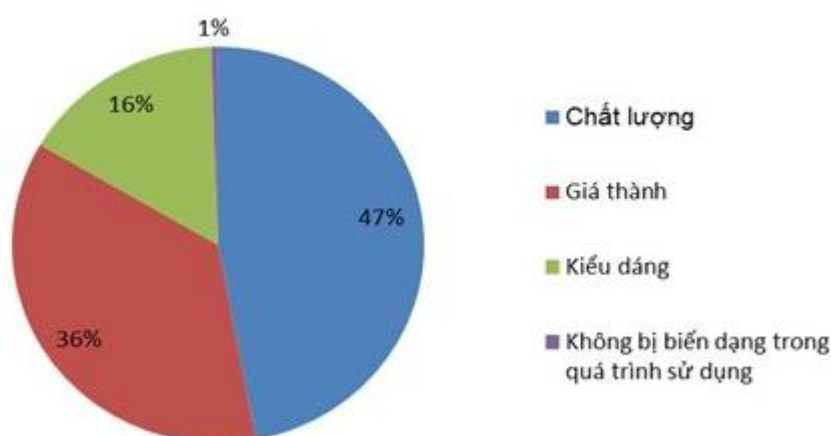
Hình 9. Biểu đồ thể hiện mức độ đánh giá ống hút cỏ sậy
Sau khi tiếp xúc với ống hút cỏ sậy các bạn đánh giá ống hút về màu sắc, hình dạng bằng cảm quan mức độ rất hài lòng chiếm 66% và hài lòng là 34%. Mức độ không hài lòng là không có. Cho thấy ống hút cỏ sậy rất được các bạn sinh viên ủng hộ.
Bên cạnh việc đánh giá cảm quan các bạn sinh viên được sử dụng trực tiếp ống hút cỏ sậy với nước lọc để đảm bảo mùi vị nước được thể hiện rõ nhất.

Biểu đồ thể hiện mùi vị nước sau khi sử dụng ống hút cỏ sậy



Hình 10. Biểu đồ thể hiện mùi vị nước sau khi sử dụng ống hút cỏ sậy
Sau khi sử dụng mùi vị nước được đánh giá bình thường không xuất hiện mùi vị lạ. Nhưng vẫn có 1% đánh giá khi sử dụng ống hút cỏ sậy sẽ có mùi vị lạ, có thể nói rằng 1% này bị nhạy cảm mùi từ các loại ống hút từ thân cây cỏ.

Biểu đồ thể hiện tiêu chí lựa chọn ống hút cỏ sậy



Hình 11. Biểu đồ thể hiện tiêu chí lựa chọn ống hút cỏ sậy
Để lựa chọn sử dụng ống hút thân thiện môi trường chất lượng của ống hút là lựa chọn hàng đầu của các bạn sinh viên chiếm đến 47% trong biểu đồ, sau đó là giá thành và kiểu dáng lần lượt là 36%, 16%. Ngoài ra có 1% ý kiến cho rằng ống hút không bị biến dạng trong quá trình sử dụng. Có thể thấy lựa chọn một sản phẩm ống hút phải an toàn về sức khỏe mà còn phải phù hợp về giá.
Qua các câu hỏi khảo sát đánh giá được khả năng quan tâm về sản phẩm ống hút thân thiện môi trường của các bạn sinh viên tại trường Đại học Công Nghiệp nói riêng và các bạn trẻ nói chung. Các bạn ủng hộ sản phẩm ống hút từ thân cây lau sậy và chấp nhận sản phẩm này xuất hiện trên thị trường.

4.KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã thành công với quy trình sản xuất ống hút từ cỏ sậy bằng phương pháp tiên xử lý, sấy khô ở nhiệt độ, thời gian tối ưu là 90°C và 2 giờ. Đánh giá EDX đều an toàn tương đương các ống hút từ tự nhiên khác cùng loại trên thị trường. Đánh giá an toàn vi sinh cho thấy ống hút cỏ sậy có thể sử dụng trong ngành thực phẩm. Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho chuyển giao công nghệ ra thực tiễn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] "Chỉ thị về hạn chế các chất nguy hiểm (RoHS)," Liên minh châu Âu, [Online]. Available: https://ec.europa.eu/environment/waste/rohs_eee/legis_en.htm. [Accessed 22 07 2019].
- [2] "Tác hại của ống hút nhựa", [Online]. Available: <https://aneco.com.vn/thong-tin-san-pham/tac-hai-cua-ong-hut-nhua.html>.
- [3] "Ưu nhược điểm của ống hút cỏ bàng", [Online]. Available: <http://growgreen.com.vn/uu-nhuoc-diem-cua-ong-hut-co-bang-va-dia-chi-mua-ong-hut-co-bang-o-da-nang-hoi-an/>
- [4] "Ưu nhược điểm của ống hút giấy", [Online]. Available: <https://raovat.vn/rao-vat/uu-nhuoc-diem-cua-ong-hut-giay.498895/>

ID: YSC3F.115

ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG NƯỚC ĐẾN KHẢ NĂNG KHÁNG OXY HÓA VÀ KHÁNG KHUẨN CỦA CÁC HỢP CHẤT TRÍCH LY TỪ VỎ CHÔM CHÔM RONG RIÊNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐUN HOÀN LƯU VÀ PHƯƠNG PHÁP VI SÓNG

VŨ THỊ THÚY HỒNG¹, NGUYỄN NGỌC VÂN ANH¹, NGUYỄN VĂN CƯỜNG^{1*}

Khoa Công nghệ Hóa học, Trường Đại học Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh
*nvc@iuh.edu.vn

Tóm tắt. Vỏ chôm chôm là một sản phẩm phụ trong quá trình chế biến thực phẩm và các hợp chất trong vỏ chôm chôm thể hiện các hoạt tính kháng khuẩn, chống oxy hóa, chống tiểu đường và chống ung thư. Trong nghiên cứu này xác định và so sánh ảnh hưởng của phương pháp vi sóng đến hiệu suất trích ly ở các nồng độ dung môi ethanol khác nhau. Tỷ lệ nước trong ethanol là 30:70, 20:80, 10:90 và 0:100. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng phương pháp vi sóng ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất trích ly các hợp chất. Hiệu suất trích ly của hàm lượng rắn lần lượt là 32.27%, 38.05%, 43.69% và 44.12% với hàm lượng nước trong ethanol là 0%, 10%, 20% và 30%. Hoạt tính chống oxy hóa được xác định bằng phương pháp DPPH. Hiệu suất chống oxy hóa cao nhất là ở hàm lượng nước 30% của chôm chôm Rong Riêng, tiếp theo là với hàm lượng nước 20% và 0%. Phần trăm hoạt động chống oxy hóa lần lượt là 73.81%, 67%, 75.54% và 85.24% tương ứng với hàm lượng nước là 0%, 10%, 20% và 30%. Kết quả khảo sát 3 loại vi khuẩn *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* và *Escherichia coli* cho thấy chiết xuất vỏ chôm chôm có khả năng ức chế mạnh 2 loại vi khuẩn *Staphylococcus aureus*, và *Bacillus cereus*. Trong 3 loại vi khuẩn thì khả năng kháng khuẩn đối với *Escherichia coli* là không có.

Từ khóa. Vỏ chôm chôm (*Nephelium lappaceum* peel), kháng oxy hóa, trích ly, vi sóng.

MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF RAMBUTAN (NEPHELIUM LAPPACEUM) PEEL EXTRACT

Abstract. Rambutan (*Nephelium Lappaceum*) peel, a by-product from collecting of rambutan fruits, contains many bioactive substances that exhibit antibacterial, antioxidant, antidiabetic and anticancer activities. In this research, the effect of microwave-assisted extraction (MAE) was determined via comparison of extraction efficiency with different concentrations of ethanol solvent. Four extraction solvents of various water-to-ethanol ratio (30:70, 20:80, 10:90 and 0:100) were applied. Results showed that the MAE method significantly affected the extraction efficiency. The extraction efficiencies of solid phase are 32.27%, 38.05%, 43.69% and 44.12% with the water contents in ethanol solvent of 0%, 10%, 20% and 30% respectively. The DPPH assay was used to determine the antioxidant activity of obtained extracts. Dona rambutan showed the highest antioxidant capability at 70% ethanol content, followed by 80% and 100%. Extracts with various water content of 0%, 10%, 20% and 30% possesses antioxidant capacity of 73.81%, 67.00%, 75.54% and 85.24% respectively. Antibacterial activity of extracts against *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* was evaluated. Rambutan peel extract showed the inhibitory activity against *Staphylococcus aureus* better than against *Bacillus cereus*.

Keywords. Rambutan(*Nephelium lappaceum*) peel, antioxidant activities, extraction, microwave.

1 GIỚI THIỆU

Chôm chôm (*Nephelium lappaceum*) là loại trái cây thường được tìm thấy ở khu vực Đông Nam Á như Indonesia, Malaysia, Thái Lan và Việt nam. Ở Việt Nam, cây chôm chôm là một loại cây ăn quả phổ biến với sản lượng cao và có giá trị kinh tế. Quả chôm chôm từ lâu đã được công nhận là loại quả “vàng” của nền nông nghiệp Việt Nam ở các Đồng bằng sông Cửu Long. Vỏ quả chôm chôm là phế thải của quá trình chế biến chôm chôm đóng hộp. Các nghiên cứu gần đây cho thấy đây là nguồn chứa nhiều hoạt chất sinh học quý giá. Hạt và vỏ của chôm chôm được coi là chất thải do vỏ vừa cứng lại vừa có vị đắng nên luôn bị

bỏ đi sau khi sử dụng. Gần đây, một số nhà khoa học tiên hành nghiên cứu các hoạt tính sinh học của hạt và vỏ. Một số hoạt tính sinh học được tìm thấy ở vỏ chôm chôm như: Kháng oxy hóa, kháng khuẩn, trị đái tháo đường và chống ung thư. Các thành phần hoạt động có trong vỏ chôm chôm như axit ellagic, corilagin và geraniin. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành xây dựng quy trình nhằm trích ly hợp chất có hoạt tính sinh học trong vỏ quả chôm chôm (*Nephelium lappaceum*L.) và nghiên cứu hoạt tính chống oxy hóa của nó góp phần nâng cao giá trị của trái chôm chôm và tận dụng được nguồn nguyên liệu giàu tiềm năng này.

Khối lượng vỏ chôm chôm ước tính bằng khoảng 45% - 50% so với khối lượng quả, vì thế với sản lượng ở các tỉnh phía Nam khoảng 358.000 tấn thì khối lượng vỏ chôm chôm bị bỏ đi ước tính khoảng 61.000 – 179.000 tấn/năm. Đây là nguồn nguyên liệu tiềm năng để có thể xử lý vỏ phế thải thành các sản phẩm có giá trị gia tăng cao ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Quả chôm chôm bao gồm 34-54% khối lượng là thịt quả, 37-62% là vỏ và 4-9% là hạt. Theo các tác giả Julio A Solis- Fuentes và cộng sự, hạt chôm chôm chiếm 6,1% trọng lượng quả chôm chôm gồm: 1,22% tro; 7,80% protein, 11,6% chất xơ; 46% carbohydrates và 33,4% chất béo. Các axit béo chính là 40,3% oleic; 34,5% arachidic; 6,1% palmitic; 7,1% stearic; 6,3% gondoic và 2,9% behenic [6]. Vỏ trái chôm chôm chứa tanin, saponin các hợp chất phenolic như geraniin, corilagin, ellagic axit có khả năng chống oxy hóa. Vỏ cây và quả chôm chôm xanh có chứa tanin [7]. Trong 100g phần thịt quả chôm chôm chứa 38,6 mg vitamin C, 30 mg phospho và 22 mg calcium và 140 mg Potassium.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hóa chất và vật liệu

Ethanol (99.5%), Hexan, Ethyl axetat, DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhyrazyl) và Vitamin C được mua từ công ty Sigma-Aldrich và sử dụng trực tiếp không tinh chế thêm.

Chôm chôm Rong Riêng được thu mua từ chợ địa phương tại Tp Hồ Chí Minh sau đó tách vỏ và rửa sạch để loại bỏ các tạp chất (bụi, đất, cát,..) sử dụng thiết bị sấy thăng hoa để sấy khô sản phẩm trong 48 giờ rồi đem đi nghiền mịn với kích thước 0.5 mm.

Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Xử lý vỏ chôm chôm chôm

Quả chôm chôm đem tách lấy vỏ rửa sạch sau đó cho vào thiết bị đông sâu trong vòng 24h. Vỏ chôm chôm được đem loại bỏ nước bằng phương pháp sấy thăng hoa trong 24h. Vỏ chôm chôm khô được đem đi nghiền thu được bột có màu hồng nhạt với kích thước 0.5 mm.

2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng tỷ lệ ethanol: nước đến hiệu suất trích ly các hợp chất có hoạt tính sinh học

Cân 10g bột vỏ chôm chôm sau đó cho thêm 100 ml ethanol rồi đem hỗn trên đánh siêu âm và đun hoàn lưu trong 10 phút, lọc lấy dung dịch, thêm vào dung môi hexan: ethyl acetat với tỷ lệ 15:85. Dung dịch thu được đem lắc đều và loại bỏ dung môi bằng cách cô quay ở nhiệt độ 70-80 °C tạo ra chiết xuất vỏ chôm chôm. Sau đó, tiếp tục làm với các mẫu chôm chôm khác lần lượt các tỉ lệ C₂H₅OH:H₂O là 90:10, 80:20, và 70:30.

2.3.3. Khảo sát khả năng kháng oxy hóa của hợp chất trích ly từ vỏ chôm chôm với các tỷ lệ khác nhau

Các chất có khả năng kháng oxy hóa sẽ trung hòa gốc tự do DPPH bằng cách cho hydrogen, làm giảm độ hấp thu tại bước sóng cực đại và màu của dung dịch phản ứng nhạt dần, chuyển từ tím sang vàng nhạt. Cụ thể, cân 13 mg DPPH thêm 100 ml ethanol sau đó tiếp tục hút 10 ml dung dịch này pha loãng với 45 ml ethanol, để ổn định trong tối. 2.9 µL DPPH và 0.1 ml mẫu với các nồng độ 150, 125, 100, 75, 50 và 25 ppm. Tiếp tục tiến hành đo quang ở bước sóng 515 nm. Lần lượt thực hiện với các sản phẩm trích ly ở các tỉ lệ C₂H₅OH:H₂O 100:0, 90:10, 80:20 và 70:30. Tương tự các bước thực hiện trên với dung dịch đối chứng Vitamin C có nồng độ 150, 125, 100, 75, 50 và 25 ppm.

Để xác định hoạt tính kháng oxy hóa của sản phẩm ta tính theo công thức:

$$EC = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100$$

Đo độ hấp thu DPPH A₀= 0.509;

A: độ hấp thu của dung dịch phản ứng;

EC: nồng độ ức chế gốc DPPH.

2.3.4. So sánh ảnh hưởng của phương pháp vi sóng và đun hoàn lưu

Cân 10g bột vỏ chôm chôm sau đó cho thêm 100 ml ethanol đem hỗn trên đánh siêu âm và đun hoàn lưu trong thiết bị vi sóng 10 phút, lọc lấy dung dịch, thêm vào dung môi hexan: ethylacetat (15:85) đem đi bay hơi dung môi bằng cách cô quay ở nhiệt độ 70-80 °C thu được bột chiết xuất vỏ chôm chôm.

Phương pháp phân tích

Các liên kết trong cấu trúc của vật liệu được xác định bằng phương pháp hồng ngoại FT – IR được thực hiện trên thiết bị FT-IR Jasco tại khoa Công Nghệ Hóa Học, trường Đại Học Công Nghiệp TPHCM với tần số dao động từ 4000 – 400 cm^{-1}

Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu nghiên cứu được sử dụng phần mềm Microsoft Excel 2010 để phân tích thống kê số liệu thí nghiệm và đánh giá sự khác biệt giữa các mẫu bằng phương pháp t-test có $p < 0.05$.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Khảo sát ảnh hưởng tỉ lệ ethanol: nước đến hiệu suất trích ly

Khi giảm nồng độ ethanol, thì hiệu suất trích ly càng cao, nhưng màu sắc của sản phẩm cũng thay đổi theo tỉ lệ nước, ở tỉ lệ ethanol 100 sản phẩm có độ xốp hơn, màu nhạt hơn. Điều này có thể do khi loại bỏ dung môi ethanol tinh khiết cần cần thời gian ngắn hơn dẫn đến màu ít bị sậm. Khi giảm tỉ lệ ethanol, sản phẩm có màu sậm hơn do thời gian cô quay loại bỏ dung môi dài hơn (Hình 1). Kết quả hiệu suất trích ly cho thấy, khi tăng tỷ lệ nước trong dung môi trích ly làm tăng hiệu suất trích các hợp chất từ vỏ quả chôm chôm. Hiệu suất trích ly tăng từ 24.9 cho đến 42.9% tương ứng với tỉ lệ nước tăng từ 0 đến 30% (Bảng 1).



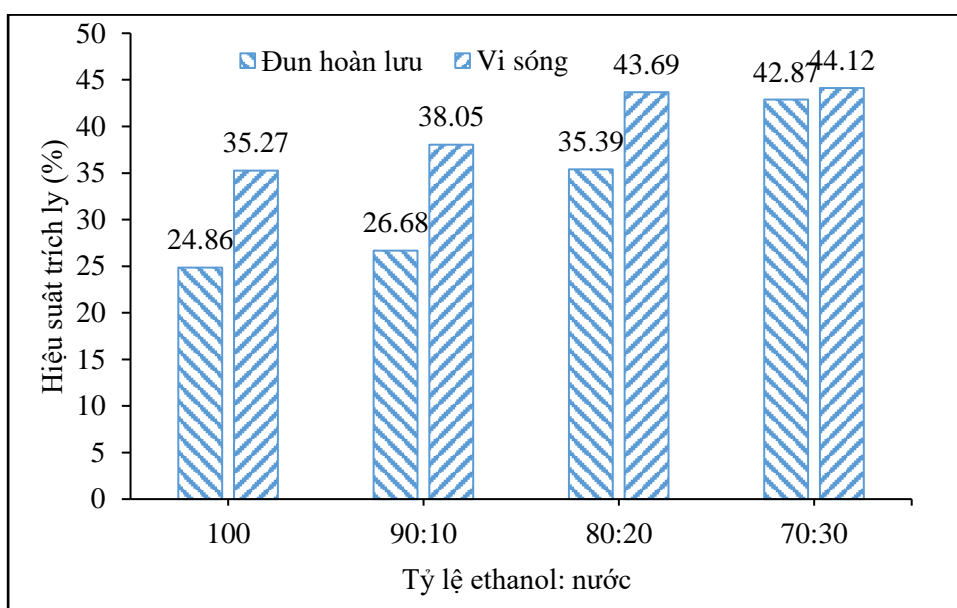
Hình 1. Sản phẩm trích ly của vỏ chôm chôm Rong Riêng với nhiều tỉ lệ ethanol: nước khác nhau

Bảng 1: Kết quả hiệu suất trích ly của vỏ chôm chôm ở các tỉ lệ dung môi khác nhau

Tỉ lệ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}:\text{H}_2\text{O}$	Vỏ chôm chôm Rong Riêng (g)	Sau khi sấy(g)	Hiệu suất trích ly (%)
100	1.37	1.24	24.9
90:10	1.48	1.33	26.7
80:20	1.82	1.77	35.4
70:30	2.26	2.14	42.9

Ảnh hưởng của phương pháp vi sóng và phương pháp đun hoàn lưu

Kết quả thí nghiệm cho thấy khi trích ly các hoạt chất bằng phương pháp vi sóng có ảnh hưởng đáng kể lên hiệu suất trích ly hoạt chất từ chôm chôm và thời gian thực hiện trích ly ngắn hơn so với phương pháp đun hoàn lưu thông thường. Sản phẩm trích ly thu được có hiệu suất giảm dần khi tăng hàm lượng ethanol từ 70% lên 100 % (Bảng 1). Hiệu suất trích ly thu được cao nhất ở phương pháp vi sóng là 44,12% cao hơn phương pháp đun hoàn lưu là 42.87%. Đồng thời ở các tỷ lệ khác nhau hiệu suất trích ly của phương pháp vi sóng cũng tăng đáng kể so với phương pháp đun thông thường (Hình 2).

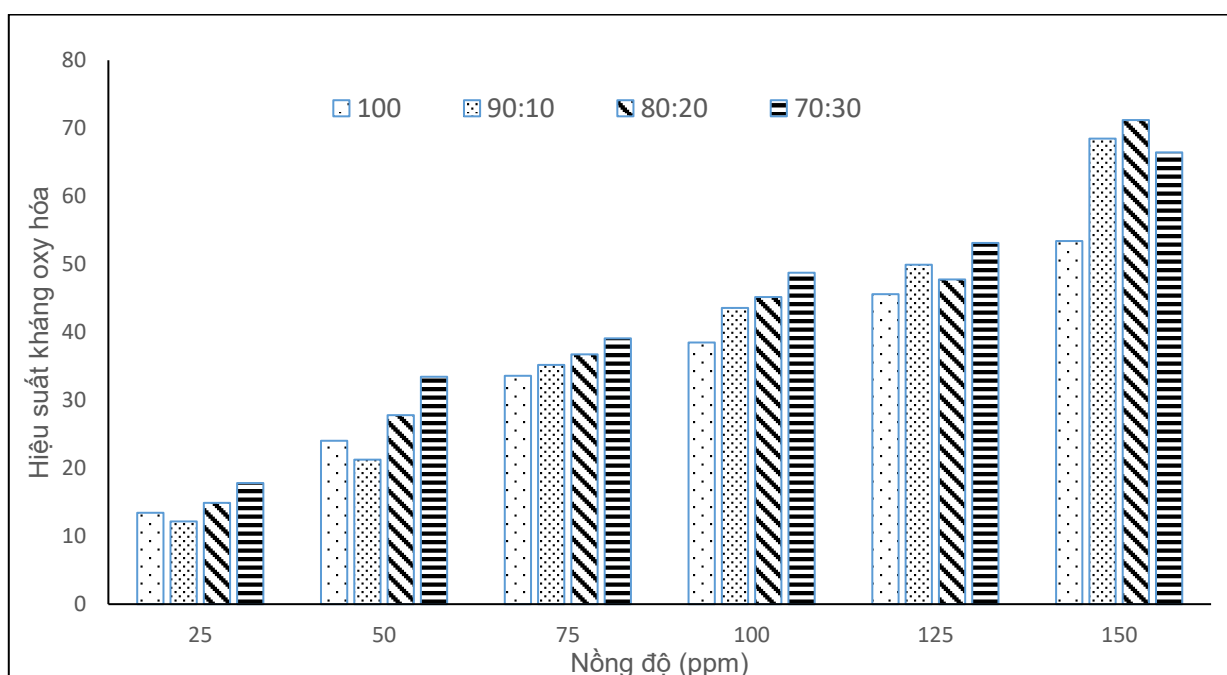


Hình 2. Đồ thị so sánh hiệu suất trích ly vỏ chôm chôm Rong Riêng bằng phương pháp vi sóng và đun hoàn lưu

Kết quả khả năng kháng oxy hóa của hợp chất trích ly từ vỏ chôm chôm với các tỉ lệ khác nhau



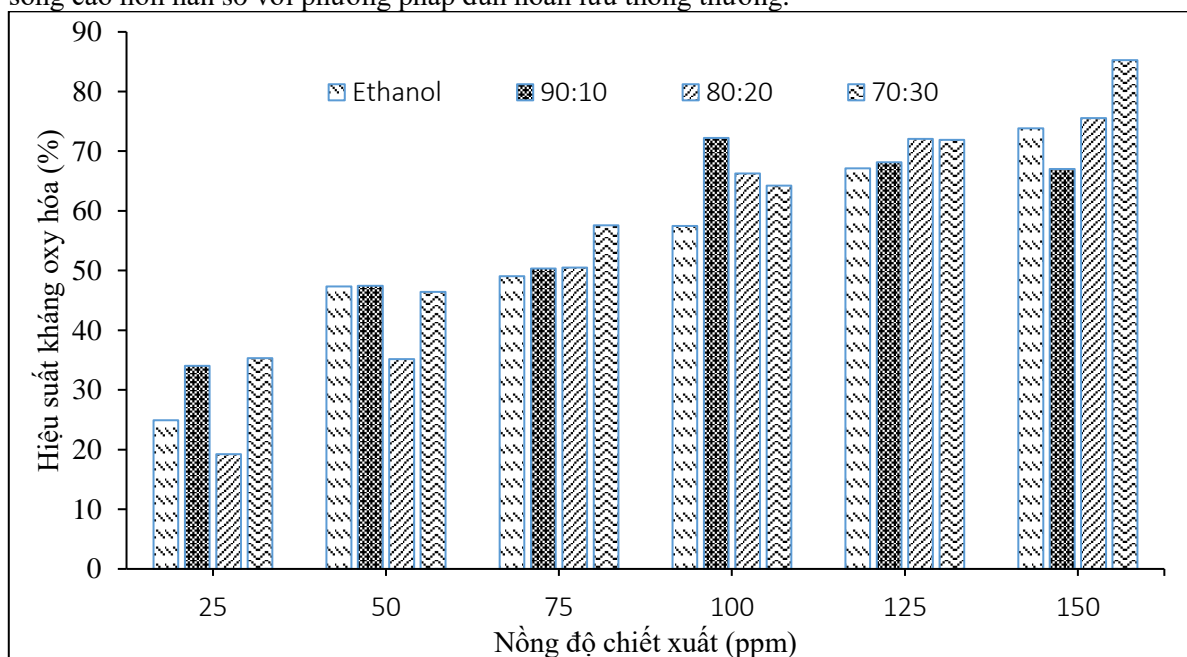
Hình 3. Khả năng kháng oxy hóa của hợp chất vỏ chôm chôm Rong Riêng ở các nồng độ khác nhau. Kết quả cho thấy hiệu suất chống oxy hóa cao nhất ở chiết xuất tỉ lệ nước 20% của chôm chôm Rong Riêng, tiếp theo là với hàm lượng nước 10% và 30%



Hình 4. Đồ thị khả năng kháng oxy hóa của hợp chất trích ly từ vỏ chơm chơm với các tỉ lệ khác nhau bằng phương pháp đun hoàn lưu

Ảnh hưởng của phương pháp vi sóng đến khả năng kháng oxy hóa của các hợp chất trích ly từ vỏ chơm chơm Rong Riêng

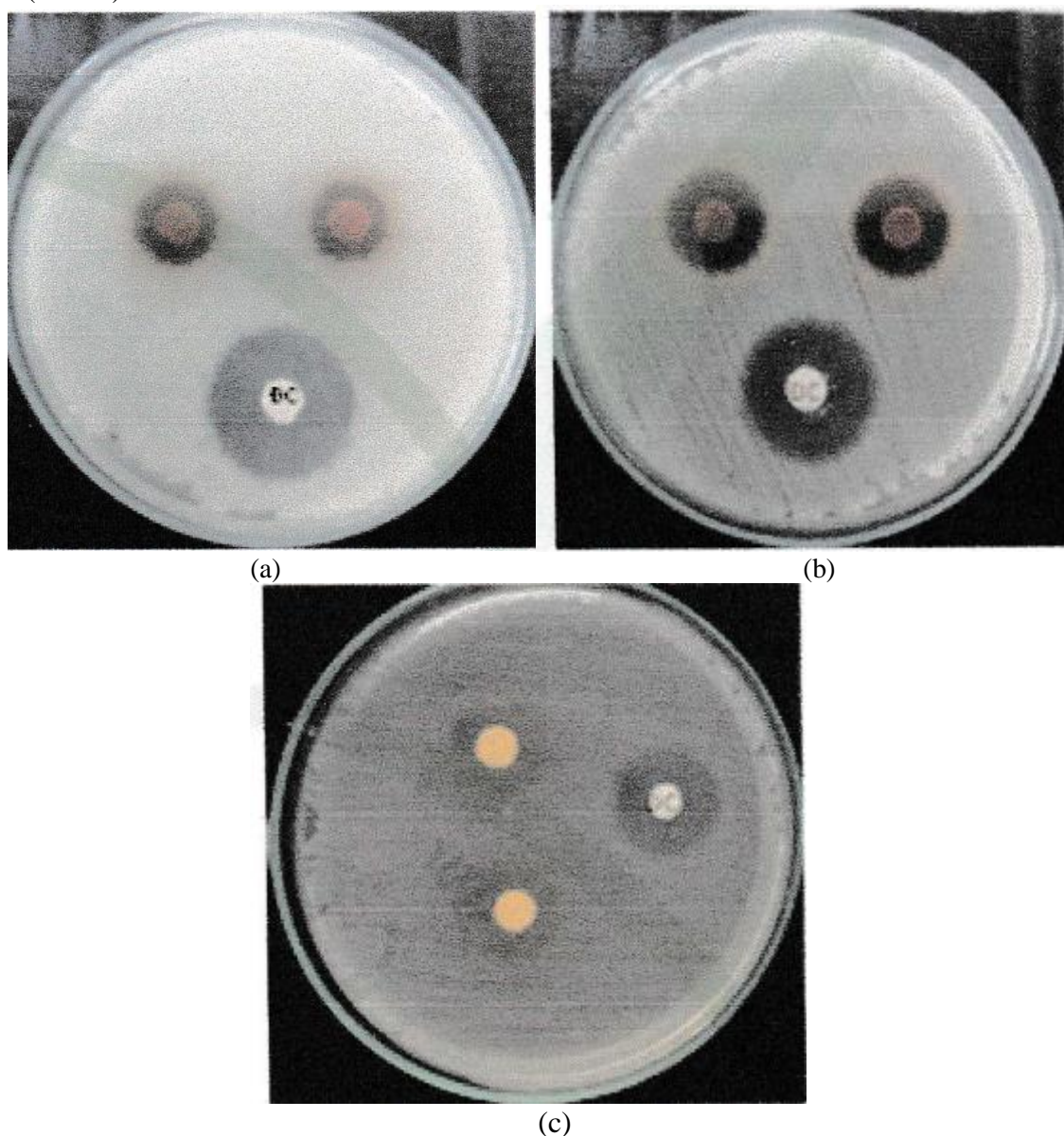
Khả năng kháng oxy tốt nhất ở phương pháp đun hoàn lưu là ethanol 80%, còn phương pháp vi sóng là ethanol 70%. Khả năng kháng oxy hóa của phương pháp vi sóng tăng vượt trội so với phương pháp đun hoàn lưu thông thường, cụ thể là khả năng kháng oxy hóa của vi sóng cao nhất là 85.24% (ethanol 70%) còn đun hoàn lưu là 71.2% (ethanol 80%). Đồng thời ở các tỉ lệ khác nhau khả năng kháng oxy hóa của vi sóng cao hơn hẳn so với phương pháp đun hoàn lưu thông thường.



Hình 5. Đồ thị khảo sát khả năng kháng oxy hóa của hợp chất trích ly từ vỏ chơm chơm với các tỉ lệ khác nhau bằng phương pháp vi sóng

Khả năng kháng khuẩn của các hợp chất trích ly từ vỏ chôm chôm rong riềng

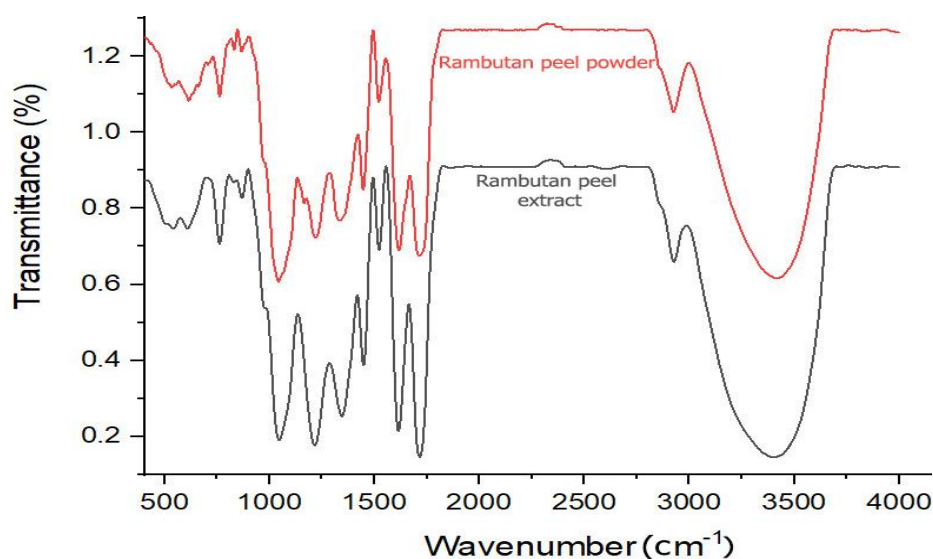
Với hợp chất trích ly từ vỏ chôm chôm bằng phương pháp vi sóng ở tỉ lệ ethanol 100% được đem khảo sát kháng khuẩn cho thấy có khả năng kháng *Staphylococcus aureus* (b) vi khuẩn gram dương (+) có đường kính vòng kháng khuẩn là 16 mm và đường kính vòng kháng khuẩn 12 mm đối với loại vi khuẩn gram dương (+) *Bacillus cereus* (a) và loại vi khuẩn gram âm (-) *Escherichis coli* (c) không có khả năng kháng khuẩn (Hình 6).



Hình 6. Kết quả kháng khuẩn *Bacillus cereus* (a), *Staphylococcus aureus* (b), *Escherichis coli* (c) của hợp chất trích ly từ vỏ chôm chôm.

Phổ FT-IR của các hợp chất trích ly từ vỏ chôm chôm Rong Riềng

Phổ FT-IR của vỏ chôm chôm Rong Riềng có các bước sóng 3275 và 2925 cm^{-1} tương đương nhóm chức O-H và C-H ứng với các nhóm hydroxyl và cacboxylic trong phenol và pyranose. Ở bước sóng 1707 cm^{-1} là nhóm chức este cacboxyl hoặc cacboxylic -C=O (Hình 7).



Hình 7. Kết quả phân tích phổ FT-IR của bột vỏ chôm chôm và chiết xuất vỏ chôm chôm

4 KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ ethanol: nước ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất trích ly và hiệu suất kháng oxy hoá. Tỷ lệ ethanol: nước tối ưu nhất là 70:30, hiệu suất trích ly 44.87%, tuy nhiên việc tăng tỷ lệ nước làm thời gian bay hơi lượng dung môi tăng dẫn đến thời gian cô quay ra sản phẩm trích ly dài hơn và nhiệt độ cao hơn. Nước có thể là dung môi hữu ích trong việc trích ly, đồng thời cũng là dung môi an toàn. Ngoài ra việc thay đổi phương pháp vì sóng thay thế phương pháp đun hoàn lưu làm tăng đáng kể hiệu suất trích ly 44.12% và khả năng kháng oxy hoá của dịch chiết 85.24%. Phương pháp vì sóng truyền nhiệt đến các phân tử đều và nhanh hơn so với phương pháp đun hoàn lưu thông thường.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh đã tài trợ kinh phí cho đề tài sinh viên nghiên cứu khoa học năm 2021 (mã số: **21/IHHSV01**).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Monrroy, O. Araúz & R. García, *Active Compound Identification in Extracts of N. lappaceum Peel and Evaluation of Antioxidant Capacity*, Hindawi, pp. 3-7, 2020.
- [2] Nguyen Nhat Minh Phuong, Thien Trung Leb, John Van Camp, Katleen Raes, *Evaluation of antimicrobial activity of rambutan (Nephelium lappaceum L.) peel extracts*, Bioresource Technology, vol. 321, pp. 2-4, 2020.
- [3] R. Yadav, D. Kumar, A. Kumari, K. Yadav, *Encapsulation of catechin and epicatechin on BSA NPS improved their stability and antioxidant potential*, EXCLI, pp. 5-7, 2014.
- [4] Lê Huy Thông, Huỳnh Thị Ngọc Hạnh, Nguyễn Ngọc Khôi, *Tác dụng chống oxy hóa in vitro và in vivo của các phân loại từ cao chiết vỏ chôm chôm*, Tạp chí Y học TP.HCM tập 5, phụ bản của số 1, pp. 335, 2011.
- [5] Đỗ Tấn Khang, Huỳnh Xuân Mỹ, *Tách chiết và xác định hoạt tính chống oxy hóa của anthocyanin từ vỏ chôm chôm*, pp. 18-27, 2013.
- [6] S.F Julio, G-O. Guadalupe, M.D Rosario, P.M Francisco, D. Carmen, *Compostion, phase behavior and thermal stability of natural edible fat from rambutan (Nephelium lappaceum L.) seed*, Bioresource Technology, vol. 101, issue 2, 799-803. 2010.
- [7] N. Thitilerdecha, A. Teerawutgulrag, J. D.Kilburn and N. Rakariyatham, *Identification of Major Phenolic Compounds Nephelium lappaceum L. and Their Antioxidant Activities*, Molecules 15(3), pp. 1453-1465, 2010.
- [8] P. Avato, I. Rosito, P. Papadia, P. Fanizzi, *Characterization of seed oil components from Nephelium lappaceum L.*, Natural Product Communications 1, issue 9, pp. 751-755, 2006.

ID: YSC3F.013

NHỮNG NGUY CƠ VÀ RỦI RO CỦA PHỤ GIA TRONG CHẾ BIẾN NHỰA – MỘT ĐÁNH GIÁ TỔNG QUAN

NGUYỄN THỊ NGỌC TRÂN¹, NGUYỄN THỊ LAN BÌNH¹, NGUYỄN THỊ THANH TRÚC*

¹*Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Đại học Công Nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh*
*ngoctran10499@gmail.com, nguyenthilanhbinh@iuh.edu.vn; nguyenthithanhtruc_vmt@iuh.edu.vn

Tóm tắt. Việc gia tăng sản xuất nhựa ngày càng tăng để đáp ứng cho nhu cầu tiêu dùng. Tuy nhiên, vấn đề sử dụng các chất phụ gia có mặt trong nhựa để gia tăng hiệu suất của sản phẩm, đã gây áp lực cho việc quản lý chất thải nhựa. Các chất phụ gia trong nhựa có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe con người. Chúng có khả năng di chuyển và tác động đến sức khỏe con người thông qua các con đường như qua da, hô hấp và đặc biệt là quá trình tiếp xúc trực tiếp với thực phẩm. Chính vì vậy, các sản phẩm nhựa và phụ gia liên quan sẽ phải tuân thủ theo tiêu chuẩn và quy chuẩn quốc gia trước khi đưa ra thị trường, đồng thời phải đánh giá rủi ro sức khỏe thông qua mô hình đánh giá tác động của LCIA- mô hình USEtox để đánh giá các tác động tiềm ẩn của hóa chất độc hại trong nhựa đối với sức khỏe con người.
Từ khóa. hợp chất độc hại trong nhựa, phụ gia, rủi ro sức khỏe

HAZARDOUS AND RISK OF ADDITIVES IN PLASTIC PROCESSING – A REVIEW

Abstract. The production of plastic is increasing to meet demand. However, the problems of using additives present in plastics to increase product efficiency that put the squeeze on plastic waste management. Additives in plastic are at risk of causing environmental pollution and negatively affecting human health. They have the ability to move and affect human health through ways such as skin, respiration and especially direct contact with food. Therefore, plastic products and additives will have to comply with legal standards before being released to the market and must assess health risks through the LCIA impact assessment model - the USEtox model to evaluate the potential impact of toxic chemicals in plastics on human health.

Key words. Hazardous substances in plastic, health risk, USEtox model

1 GIỚI THIỆU

1.1 Chất thải nhựa

Nhựa là các hợp chất cao phân tử được tổng hợp từ dầu mỏ, khí tự nhiên được dùng làm vật liệu để sản xuất nhiều loại vật dụng trong đời sống cho đến những sản phẩm công nghiệp, gắn với đời sống hiện đại của con người [1]. Chúng là những vật liệu có khả năng bị biến dạng khi chịu tác dụng của nhiệt, áp suất và vẫn giữ được sự biến dạng đó khi thôi tác dụng. Theo thống kê cho thấy, lượng nhựa sản xuất vào năm 1950 là 2 triệu tấn mỗi năm. Kể từ đó, sản lượng đã tăng gần 200 lần, đạt 381 triệu tấn vào năm 2015. Trong đó, lượng nhựa được sử dụng cho việc đóng gói chiếm tới 146 triệu tấn mỗi năm cao hơn nhiều so với các lĩnh vực khác[2].

Khi nhựa được thải ra môi trường ở dạng nhựa hoặc vi nhựa, nó sẽ từ từ phân mảnh thành các hạt nhỏ hơn gây ô nhiễm cho tất cả các khu vực của môi trường (không khí, nước và đất), tích tụ trong chuỗi thực phẩm và có nguy cơ gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Các chất ô nhiễm như các hạt nhựa siêu nhỏ và nano được đưa vào đất có thể tích tụ trong đất gây biến đổi về cấu trúc của đất, hóa học đất và vi sinh vật trong đất cũng như các đặc điểm về rễ và mô của thực vật. Các hạt nhựa nano có thể được vi sinh vật hấp thụ hoặc tự bám vào mô rễ do đó làm thay đổi cấu trúc tế bào của rễ cây[3]. Việc đốt rác thải nhựa cũng gây ảnh hưởng đến môi trường không khí vì nhựa chứa nhiều phụ gia khác nên có nguy cơ gây nguy hiểm khi thải ra môi trường trong quá trình đốt. Đốt chất thải nhựa sẽ sản sinh ra chất polychlorinated dibenzo-p-dioxin / furan (PCDD / Fs) và các chất hữu cơ khó phân hủy[4]. Ô nhiễm nhựa đã trở thành một mối quan tâm nghiêm trọng trên hầu hết các vùng của các lưu vực đại dương. Các mảnh vụn nhựa với số lượng lên tới

5 nghìn tỷ, nặng hơn 260.000 tấn, đang trôi nổi trên bề mặt đại dương của thế giới là kết quả của việc xử lý chất thải không đúng cách [5]. Tác động dễ thấy nhất của ô nhiễm nhựa đối với các sinh vật biển là chúng bị cuốn vào các ngư cụ và dây thừng bị vứt bỏ. Các sinh vật vướng vào có thể bị cản trở khả năng di chuyển, kiếm ăn và thở. Ngoài ra, nhiều sinh vật biển nhầm lẫn rác thải với thức ăn và ăn phải nó [6],[7]. Các sản phẩm nhựa không chỉ ảnh hưởng đến môi trường mà còn tác động tiêu cực đến sức khỏe con người do các chất độc hại có trong các chất phụ gia nhựa thông qua quá trình sử dụng, tiếp xúc với nhiệt độ và thời gian bảo quản [8].

2 PHỤ GIA TRONG NHỰA – AN TOÀN HAY RỦI RO

2.1 Đặc tính, vai trò của các phụ gia

Để tăng cường một số tính năng của sản phẩm nhựa hoặc cải thiện quá trình gia công, người ta thường thêm các chất phụ gia vào quá trình sản xuất nhựa. Phụ gia là những loại hợp chất, đơn chất có nguồn gốc vô cơ hoặc hữu cơ, có nguồn gốc từ tự nhiên hay tổng hợp, việc cho thêm một hay nhiều loại phụ gia khác nhau thích hợp cho từng loại vật liệu nhựa sẽ làm thay đổi tính chất công nghệ hay tính chất sử dụng của một loại vật liệu chính nào đó. Các chất phụ gia về cơ bản sẽ được phân loại theo chức năng của chúng. Các loại phụ gia sẽ được chia thành bốn nhóm cơ bản: [4]

- › Phụ gia chức năng (chất ổn định, chất chống tĩnh điện, chất chống cháy, chất hóa dẻo, chất bôi trơn, chất chống trượt, chất đóng rắn, chất tạo bọt, chất diệt khuẩn, ...)
- › Chất màu (chất màu, chất màu hòa tan, v.v.)
- › Chất độn (mica, talc, cao lanh, đất sét, canxi cacbonat, bari sul- phate)
- › Gia cố (ví dụ: sợi thủy tinh, sợi carbon).

Một số phụ gia cơ bản và chức năng của chúng được thể hiện ở bảng 1. Các nhóm phụ gia được trình bày tại bảng 1 là các chất phụ gia cơ bản có mặt trong quá trình sản xuất nhựa, trong đó đáng chú ý là nhóm phụ gia chức năng. Theo nghiên cứu của tác giả Hansen (2013), cho thấy các chất phụ gia chủ yếu được sử dụng bao gồm chất hóa dẻo, chất ổn định nhiệt, chất chống cháy và chất chống oxy hóa [9], [10].

Bảng 1. Các chất phụ gia và chức năng của chúng [9]

Chất phụ gia	Chức năng
Chất chống dính	Giảm hiện tượng đóng khối ở bề mặt màng film, các sản phẩm nhựa khác
Chất chống tụ sương	Ngăn chặn sự hình thành sương mù (hoi nước) trên bề mặt nhựa
Chất chống oxy hóa	Ngăn chặn quá trình oxy hóa và hư hỏng do nhiệt
Chất chống tĩnh điện	Ví dụ: carbon, chất độn kim loại và sợi carbon - giảm sự tích tụ tĩnh điện
Chất ổn định ánh sáng	Ngăn chặn quá trình oxy hóa do ánh sáng gây ra trong thời gian sử dụng của sản phẩm nhựa
Chất diệt khuẩn	Bảo vệ vật phẩm bằng nhựa khỏi sự tấn công của vi khuẩn, nấm hoặc nấm mốc
Chất tạo bọt hóa học	Ví dụ: natri bicacbonat - tạo ra khí trong quá trình polyme hóa để tạo ra bọt
Chất làm chậm cháy	Các hợp chất halogen hóa, hợp chất phốt pho, oxit kim loại và chất độn vô cơ - làm giảm khả năng cháy
Chất ổn định nhiệt	Ức chế sự đổi màu do HCl tạo ra từ nhựa vinyl clorua vì nhiệt
Chất chống va đập	Cải thiện khả năng hấp thụ và tiêu tán lực tác động
Chất ổn định tia UV	Hạn chế và ngăn ngừa tác động gây thoái hóa do bởi tia cực tím
Chất bôi trơn	Ngăn chặn sự kết dính của nhựa với bề mặt của khuôn kim loại, cải thiện tính linh hoạt của nhựa và giảm ma sát trong quá trình nấu chảy và đúc nhựa
Chất chống dính khuôn	Ngăn không cho vật liệu dính vào khuôn
Chất tạo độ trong	Cải thiện độ cứng, độ đàn hồi, tính chất quang học và độ trong suốt
Chất hóa dẻo	Cải thiện tính lưu động của nhựa trong quá trình xử lý và tính linh hoạt ở nhiệt độ phòng.

Chất hỗ trợ gia công	Cải thiện tỷ lệ sản xuất bằng cách loại bỏ hiệu ứng “da cá” màng PE, PP do polymer nóng chảy dính vào khuôn
Chất tăng trơn	Gia tăng tốc độ dòng trong quá trình gia công, giảm hệ số ma sát
Chất tạo xốp	Cải thiện tính cách nhiệt và cách âm, tăng độ bền cấu trúc nhựa, giảm thiểu hiện tượng co rút và lồi lõm trên bề mặt nhựa.
Chất chống ma sát	Làm giảm hệ số ma sát bề mặt
Chất độn	Cải thiện độ bền chất dẻo
Chất tạo màu	Chất màu hữu cơ hoặc vô cơ bổ sung màu sắc và làm cho nhựa bền nhẹ

Thêm vào đó cũng có rất nhiều nghiên cứu khác đã cho thấy các chất phụ gia được liệt kê trong bảng 2 cũng được báo cáo rằng có nguy cơ gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Nhiều nghiên cứu đã cho thấy chất hóa dẻo được xem như chất phụ gia có nguy cơ gây độc hại. Nó làm thay đổi lipid và nội tiết của con người. Việc tiếp xúc với chất hóa dẻo trước khi sinh có khả năng dẫn đến việc sinh non nguyên nhân là do quá trình chuyển hóa di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) trong nước tiểu của phụ nữ mang thai [11].

Bảng 2. Các polyme được sản xuất phổ biến nhất và các chất phụ gia nhựa liên quan

Polymer	Chất phụ gia	Chất hóa học trong phụ gia
PP	Chất chống oxy hóa	Bisphenol A; Octylphenol; Nonylphenol
HDPE	Chất chống cháy	Chất chống cháy Brom hóa, Boric acid;
LDPE		Tris (2 chloroethyl)phosphate
PVC	Chất hóa dẻo	Phthalate
	Chất ổn định	Bisphenol A; Nonylphenol
PUR	Chất chống cháy	Chất chống cháy Brom hóa, Boric acid; Tris(2-chloroethyl) phosphate

2.2 Những rủi ro từ các chất phụ gia có trong nhựa

2.2.1 Những rủi ro từ các chất phụ gia có trong nhựa

Bên cạnh những lợi ích mà các chất phụ gia mang đến thì chúng cũng là một trong những nguồn có khả năng gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người vì một số chất phụ gia có chứa các kim loại nặng như chì, antimony hoặc các thành phần halogen dễ dàng thôi nhiễm vào thực phẩm dưới tác động của nhiệt độ. Bảng 2 thể hiện các hợp chất hóa học được sử dụng làm phụ gia trong sản xuất nhựa [4].

Các chất hóa học trong nhóm chất phụ gia chức năng cần được quan tâm là BPA và phthalates vì chúng xuất hiện hầu hết trong các nhóm chất phụ gia trong quá trình sản xuất nhựa, đặc biệt là các sản phẩm nhựa PVC. BPA và phthalates đã được xác định là những chất gây rối loạn nội tiết và được phân loại là những chất hóa học đáng được quan tâm bởi Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA) [12]. Thêm vào đó, các công bố về độc tính của phthalate và BPA ngày càng được tiến hành rộng rãi.

Bảng 3. Các hợp hóa học có mặt trong chất phụ gia được sử dụng trong nhựa [4]

Chất phụ gia	Hợp chất độc hại
Chất hóa dẻo	Diisooheptylphthalate (DIHP); DHNUP; Benzyl butyl phthalate (BBP); Bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP); Bis(2-methoxyethyl) phthalate (DMEP); Dibutyl phthalate (DBP); dipentyl phthalate (DPP), di-(2-ethylhexyl) adipate (DEHA), di-octyladipate (DOA), diethyl phthalates (DEP), diisobutylphthalate (DiBP); Tris (2 chloroethyl) phosphate (TCEP); dicyclohexyl phthalate (DCHP), butyl benzyl phthalate (BBP), diheptyl adipate (DHA), heptyl adipate (HAD), and heptyl octyl adipate (HOA)
Chất chống cháy	parafin clo hóa chuỗi trung bình và : Diisooheptylphthalate (DIHP); DHNUP; Benzyl butyl phthalate (BBP); Bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP); Bis (2-methoxyethyl) phthalate (DMEP); Dibutyl phthalate (DBP); dipentyl phthalate (DPP), di- (2-ethylhexyl) adipate (DEHA), di-octyladipate (DOA), diethyl phthalate (DEP), diisobutylphthalate (DiBP); Tris (2 chloroethyl) phosphate (TCEP); dicyclohexyl phthalate (DCHP), butyl benzyl phthalate (BBP), diheptyl adipate (DHA), heptyl adipate (HAD) và heptyl octyl adipate (HOA). Parafin clo hóa chuỗi ngắn, trung bình, dài: Axit boric; Chất chống cháy được brom hóa với antimon (Sb) làm chất đồng vận (ví dụ: ete diphenyl polybrom hóa (PBDEs); Decabromodiphenylethane; tetrabromobisphenol A (TBBPA)); Chất chống cháy photpho (ví dụ: Tris (2-cloroetyl) photphat (TCEP) Tris (2-clorisopropyl) photphat (TCPP)), hexabromocyclohexane (HBCDD)
Chất chống oxy hóa và ổn định tia UV	Bisphenol A (BPA); Hợp chất cadimi và chì; Nonylphenol compounds; Octylphenol; 1,3,5- Tris(oxiran-2-ylmethyl)- 1,3,5-triazinane-2,4,6-trione (TGIC)/1,3,5-tris[(2S and 2R)- 2,3- epoxypropyl]-1,3,5- triazine-2,4,6-(1H,3H,5H)- trione (□-TGIC), Butylated hydroxytoluene (BHT), 2- and 3-t-butyl-4 hydroxyanisole (BHA), tetrakis(methylene-(3,5- di-t-butyl-4-hydroxyhydrocinnamate) methane (Irganox 1010), and bisphenolics such as Cyanox 2246 and 425, Tris-nonyl-phenyl phosphate (TNPP), tris (2, 4-di-tert-butylphenyl) phosphite, (Irgafos 168)
Chất ổn định nhiệt	Hợp chất Cadmium và Chì; Nonylphenol (muối bari và canxi)
Chất bôi trơn	Các amit axit béo (erucamit chính và oleamit), este axit béo, stearat kim loại (ví dụ, stearat kẽm)
Chất đóng rắn	4,4- Diaminodiphenylmethane (MDA); 2,2-dichloro-4,4- methylenedianiline (MOCA); Formaldehyde – reaction products with aniline; Hydrazine; 1,3,5-Tris(oxiran-2-ylmethyl)- 1,3,5-triazinane-2,4,6-trione (TGIC)/1,3,5-tris[(2S and 2R)- 2,3-epoxypropyl]- 1,3,5-triazine-2,4,6-(1H,3H,5H)- trione (□-TGIC)
Chất diệt khuẩn	Các hợp chất asen; hợp chất thiếc hữu cơ; triclosan
Chất màu hữu cơ	Coban (II)
Chất màu vô cơ	Coban (II), hợp chất cadimi; hợp chất crom; các hợp chất chì

2.2.2 BPA

Bisphenol A (BPA) hoặc 4,40 -dihydroxy-2,2-diphenylpropan là một hợp chất hữu cơ bao gồm hai vòng phenol được nối với nhau bởi một cacbon duy nhất mang hai nhóm metyl. BPA chủ yếu được tìm thấy trong nhựa polycarbonate chủ yếu được sử dụng cho túi nhựa, chai và bao bì, đặc biệt là nước và chai sữa, hộp thiếc có tráng phủ, đặc biệt là đồ hộp thực phẩm và đồ uống, và đồ dùng trong lò vi sóng[11]. Nguồn tiếp xúc chính với BPA là thông qua con đường ăn uống. BPA có trong các hộp đựng thực phẩm có thể thôi nhiễm vào thực phẩm trong quá trình đun nóng. Ở người, BPA được hấp phụ qua đường tiêu hóa, chuyển hóa ở gan và cuối cùng được bài tiết qua nước tiểu. Một số nghiên cứu đã cho thấy BPA gây tác động tiêu cực đến hệ sinh sản do BPA thể hiện ái lực cao với ER và có khả năng bắt chước và kích thích hệ thống estrogen do đó nó được giả thiết rằng có liên quan đến một số bệnh của hệ thống sinh sản đặc biệt là về suy giảm chức năng nội tiết, ảnh hưởng hình thái và chức năng của buồng trứng và tử cung dẫn đến vô sinh [13], [14]. Do trong phản ứng trùng hợp của BPA khiến một số monome không liên kết với nhau tạo điều kiện cho các phân tử BPA có thể được giải phóng từ hộp đựng thực phẩm vào thức ăn. Một số nghiên cứu đã được thực hiện và cho thấy rằng việc tiếp xúc với BPA trong thời kỳ mang thai sẽ ảnh hưởng đến sự phát triển của não và hành vi của trẻ. Việc tiếp xúc với BPA sẽ làm giảm tổng lượng thyroxin (T4) ở phụ nữ mang thai và hormone kích thích tuyến giáp (TSH) ở trẻ sơ sinh nam, suy giảm nồng độ canxi trong máu của chu kỳ sinh sản có thể gây ra tình trạng suy giảm chức năng thần kinh. Việc người mẹ tiếp xúc với BPA cũng gây ra những thay đổi về giới tính, phụ thuộc vào liều lượng và vùng não trong sự biểu hiện của các gen mã hóa các thụ thể estrogen. Nhiều nghiên cứu đã báo cáo rằng việc tiếp xúc với BPA có thể gây ung thư. BPA làm tăng cường sự di chuyển và xâm nhập của tế bào ung thư buồng trứng và di căn tế bào ung thư qua việc kích hoạt đường truyền tín hiệu WNT. Một liều lượng BPA thấp cũng có thể thúc đẩy việc biệt hóa tế bào ung thư buồng trứng thành tế bào ung thư gốc qua việc điều tiết các dấu hiệu tế bào gốc ở mức mRNA và protein [15].

2.2.3 Phthalates

Phthalates là este của 1,2-dibenzene dicarboxylic- một nhóm hóa chất nhân tạo được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng công nghiệp bao gồm các phthalate cao phổ biến như diisononyl phthalate (DINP), diisodecyl phthalate (DIDP) và dipropylheptyl phthalate (DHP) được sử dụng làm chất hóa dẻo trong sản xuất nhựa vinyl dẻo, trong các sản phẩm tiêu dùng, sản phẩm tiếp xúc với thực phẩm và thiết bị y tế và các phthalate trọng lượng phân tử thấp bao gồm di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) và dibutyl phthalate (DBP) thường được sử dụng làm dung môi trong các sản phẩm chăm sóc cá nhân, sơn mài, vecni và lớp phủ[16]. Do việc sử dụng phổ biến các sản phẩm cá nhân và tiêu dùng nên các chất phthalate có nguy cơ phơi nhiễm qua đường tiêu hóa, hít thở và qua da. Việc tiếp xúc với các chất phthalate có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe. Bảng 3 thể hiện các nguồn tiếp xúc và ảnh hưởng đến sức khỏe của các phthalates.

Bảng 4. Các nguồn tiếp xúc và ảnh hưởng đến sức khỏe của các Phthalates[17]

Phthalate diester	Nguồn phơi nhiễm tiềm ẩn	Ảnh hưởng sức khỏe tiềm ẩn
Diethyl phthalate	Sản phẩm chăm sóc cá nhân (ví dụ: nước hoa), chất phủ (ví dụ: dược phẩm), thuốc nhuộm, thuốc diệt côn trùng	Tốc độ tăng trưởng giảm, tiêu thụ thực phẩm và tăng trọng lượng nội tạng
Di-n-butyl phthalate	Nhựa xenluloza axetat, các sản phẩm chăm sóc cá nhân (ví dụ: sơn móng tay, mỹ phẩm), sơn mài, vecni, sơn phủ (ví dụ: dược phẩm)	Ảnh hưởng đến gan và thận, ảnh hưởng đến sự phát triển và sinh sản, giảm trọng lượng thai nhi, gây bệnh đái tháo đường, giảm giác mạc

Butylbenzyl phthalate	Sàn vinyl, chất kết dính và chất bịt kín, sản phẩm chăm sóc xe hơi, đồ chơi, bao bì thực phẩm, da tổng hợp, dung môi công nghiệp, sản phẩm chăm sóc cá nhân	Nhiễm độc tinh hoàn, gây bệnh đái tháo đường, thu hẹp tăng sinh môn, gây quái thai, điều chỉnh nồng độ hormone steroid
Di(2-ethylhexyl) phthalate	Nhựa PVC được sử dụng trong các sản phẩm gia dụng (ví dụ: đồ chơi, sàn nhà gạch và đồ nội thất bọc, lớp phủ tường), bao bì thực phẩm, túi đựng máu và thiết bị y tế	Ung thư biểu mô tế bào gan, nhiễm độc tinh hoàn, rụng trứng, gây quái thai ở liều cao, ảnh hưởng đến sự phát triển của thai nhi

2.3 Tiêu chuẩn quy chuẩn quốc gia

Các tiêu chuẩn và quy chuẩn quốc gia được đặt ra để quy định các chất độc hại trong các sản phẩm nhựa. Tùy thuộc vào hàm lượng hóa chất có mặt trong nhựa ta có thể quy định thông qua nhiều khuôn khổ tiêu chuẩn pháp lý khác nhau, tức là cùng một sản phẩm có thể được quy định bởi một số điều luật. Dưới đây là một số tiêu chuẩn pháp lý được liệt kê bao gồm các tiêu chuẩn pháp lý Việt Nam và quốc tế.

Bảng 5. Quy chuẩn về các hợp chất độc hại trong nhựa và vật dụng nhựa

	Quy chuẩn	Năm	Nội dung
Việt Nam	QCVN 12-1:2011/BYT	2011	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn vệ sinh đối với bao bì, dụng cụ bằng nhựa tổng hợp tiếp xúc trực tiếp với thực phẩm
	TCVN 6238-3:2011	2011	Tiêu chuẩn quốc gia về An toàn đồ chơi trẻ em
	RoHS (Directive 2011/65/EC)	2011	Tiêu chuẩn hạn chế hàm lượng chất độc hại trong các sản phẩm nhựa dùng cho điện tử
Châu Âu	Directive 94/62/EC	1994	Chỉ thị chất thải bao bì và bao bì châu Âu 94/62 / EC liên quan đến các vấn đề về chất thải bao bì và hàm lượng kim loại nặng hiện được phép trong bao bì
	Directive 2002/72/EC	2002	Chỉ thị liên quan đến vật liệu nhựa và các vật phẩm dự định tiếp xúc với thực phẩm
	Phụ lục XVII của REACH	2007	Danh sách các chất bị giới hạn trong sản phẩm nhựa

2.3.1 Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 12-1/2011/BYT

Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 12-1:2011/BYT do Ban soạn thảo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về bao bì và các vật liệu tiếp xúc trực tiếp với thực phẩm biên soạn và được ban hành theo Thông tư số 34/2011/TT-BYT ngày 30 tháng 8 năm 2011 của Bộ trưởng Bộ Y tế. Quy chuẩn này quy định các yêu cầu kỹ thuật và quản lý về vệ sinh an toàn đối với bao bì, dụng cụ bằng nhựa tổng hợp tiếp xúc trực tiếp với thực phẩm (gọi tắt là bao bì, dụng cụ nhựa). Quy chuẩn được áp dụng đối với các tổ chức, cá nhân nhập khẩu, sản xuất, buôn bán và sử dụng các sản phẩm bao bì, dụng cụ nhựa và các cơ quan quản lý nhà nước có liên quan. Tại quy chuẩn này các chất độc hại trong nhựa được quy định về yêu cầu chung đối với chỉ tiêu Chì và Cadmi có giới hạn tối đa là 100ppm. Yêu cầu kỹ thuật đối với các chỉ tiêu khác như antimony, germani, phenol,... sẽ được quy định dựa vào tùy loại nhựa bao gồm bao bì, dụng cụ từ nhựa Phenol, Melamin và Ure, nhựa Formaldehyd, PVC, PE, PP, PS, PVDC, PET, PMMA, PA, PMP, PC, PLA và PVA. Đồng thời, quy chuẩn cũng quy định phương pháp thử vật liệu và thử thời nhiễm đối với bao bì, dụng cụ nhựa tiếp xúc với thực phẩm[18].

2.3.2 Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6238-3:2011[19]

TCVN 6238-3:2011 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 181 An toàn đồ chơi trẻ em biên soạn quy định về giới hạn thôi nhiễm của một số nguyên tố độc hại trong đó quy định phạm vi áp dụng cho các vật liệu polyme và các vật liệu tương tự, bao gồm các vật liệu bản mỏng hoặc không được gia cường bằng vật liệu dệt, nhưng loại trừ các vật liệu dệt và không dệt khác. Tiêu chuẩn này quy định mức chấp nhận được tối đa, phương pháp lấy mẫu và chiết trước khi phân tích mức thôi nhiễm của các nguyên tố antimon, asen, bari, cadimi, crom, chì, thủy ngân và selen từ các vật liệu làm đồ chơi và từ các bộ phận của đồ chơi. Các giới hạn đối với các nguyên tố độc hại từ vật liệu đồ chơi được quy định như sau antimony < 60ppm, asen < 25ppm, bari < 1000ppm, cadimi < 75ppm, crom < 60ppm, chì < 90, thủy ngân < 60 và selen < 500ppm.

2.3.3 REACH

REACH là viết tắt của Đăng ký, Đánh giá, Cấp phép và Hạn chế Hóa chất là một quy định của Liên minh Châu Âu có hiệu lực vào ngày 01/6/2007. Mục tiêu chính của REACH là đảm bảo mức độ bảo vệ cao đối với sức khỏe con người và môi trường bao gồm cả việc thúc đẩy thay thế các phương pháp thử nghiệm trên động vật cũng như việc lưu hành tự do các chất trên thị trường nội bộ và tăng cường khả năng cạnh tranh và đổi mới. Nó ảnh hưởng đến một loạt các công ty trong nhiều lĩnh vực ngoài ngành công nghiệp hóa chất. REACH đòi hỏi các hình thức hợp tác mới giữa các công ty, tăng cường giao tiếp dọc theo chuỗi cung ứng cũng như phát triển các công cụ để hướng dẫn và hỗ trợ các công ty và cơ quan công quyền trong việc thực hiện. Điều này được thực hiện bởi bốn quy trình của REACH, cụ thể là đăng ký, đánh giá, ủy quyền và hạn chế hóa chất. Về nguyên tắc, REACH áp dụng cho tất cả các chất hóa học được sử dụng trong công nghiệp và đời sống như các sản phẩm đồ nội thất, thiết bị điện [20]

REACH bao gồm 17 phụ lục trong đó phụ lục XVII quy định danh sách các chất bị giới hạn trong đó bao gồm các sản phẩm nhựa. Trong tiêu chuẩn này một số chất bị hạn chế trong nhựa bao gồm [20]:

- › Cadmi: Phụ lục XVII của quy chuẩn REACH quy định trong mọi trường hợp dù cho mục đích gì việc đưa ra thị trường các sản phẩm được sản xuất từ polyme hoặc copolyme của vinyl clorua được ổn định bằng các chất có chứa cadimi sẽ bị cấm nếu hàm lượng cadimi của chúng (thể hiện như kim loại Cd) vượt quá 0,01% khối lượng của polyme.
- › Chloroform: không được sử dụng với nồng độ bằng hoặc lớn hơn 0,1% trọng lượng trong các chất và chế phẩm được bày bán trên thị trường.
- › Các phthalate bao gồm bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), dibutyl phthalate (DBP), benzyl butyl phthalate (BBP) sẽ không được sử dụng làm chất hoặc thành phần của chế phẩm ở nồng độ cao hơn 0,1% khối lượng của vật liệu dẻo, trong đồ chơi và đồ dùng chăm sóc trẻ em. Đồ chơi và đồ dùng chăm sóc trẻ em có chứa các phthalate này nếu nồng độ cao hơn 0,1% khối lượng của chất dẻo hóa sẽ không được đưa ra thị trường.
- › Các chất chống cháy như Polybromobiphenyls (PBB), Polybrominatedbiphenyls (PBDE): sẽ không được sử dụng dùng cho mục đích tiếp xúc với da.

2.3.4 Chỉ thị RoHS

Chỉ thị RoHS (Restriction of hazardous substances directive in electrical and electronic equipment 2002/95/EC) là chỉ thị về hạn chế các chất nguy hiểm trong các thiết bị điện và điện tử được Liên minh châu Âu thông qua vào tháng 2 năm 2003 và có hiệu lực vào ngày 01 tháng 7 năm 2006 với mục đích hạn chế việc sử dụng các chất độc hại trong thiết bị điện và điện tử, và góp phần bảo vệ sức khỏe con người, phục hồi và xử lý WEEE một cách lành mạnh về môi trường. Chỉ thị này hạn chế việc sử dụng sáu vật liệu nguy hiểm được tìm thấy trong các sản phẩm điện và điện tử bao gồm bốn kim loại nặng như chì (0,1%), thủy ngân (0,1%), cadmium (0,01%), crom hóa trị sáu (0,1%) và hai chất chống cháy là Biphenyls polybromated (PBB) (0,1%) và Ete diphenyl polybrom hóa (PBDE) (0,1%). Nó áp dụng cho tám trong số. Chỉ thị RoHS cho phép tối đa 0,1% trọng lượng trong vật liệu đồng nhất của chì, thủy ngân, crom hóa trị sáu, PBB và PBDE và lên đến 0,01% trọng lượng của cadimi [21], [22].

EU RoHS2 đề cập đến Chỉ thị 2011/65 / EU về việc hạn chế sử dụng một số chất độc hại trong thiết bị điện và điện tử (EEE). Nó thay thế chỉ thị RoHS đầu tiên của EU 2002/95 / EC (RoHS 1) và có hiệu lực vào ngày 21 tháng 7 năm 2011. Giống như RoHS 1, RoHS 2 hạn chế việc sử dụng một số chất độc hại (chì, thủy ngân, cadmium, crom hóa trị sáu, biphenyl polybrominated, polybrominated diphenyl etc) trong thiết

bị điện và điện tử (EEE) tuy nhiên so với RoHS1 thì RoHS2 có những điểm khác biệt về các khía cạnh như sau:[23]

- › Phạm vi: mở rộng dần các yêu cầu đối với tất cả các thiết bị điện và điện tử (EEE), cáp và phụ tùng.
- › Hạn chế chất mới:
 - Là một phương pháp luận để đánh giá nhằm hạn chế các chất độc hại mới trong EEE chủ yếu dựa trên các tiêu chí liên quan đến chất thải;
 - Cơ hội để các Quốc gia Thành viên đề xuất các hạn chế về chất mới.
- › Miễn trừ:
 - Các quy tắc rõ ràng và minh bạch hơn để cấp, gia hạn hoặc xóa bỏ các trường hợp miễn trừ;
 - Quy định nghĩa vụ của nhà sản xuất trong việc nộp đơn xin miễn trừ và thực hiện các đánh giá cần thiết.
- › Nhất quán với các Luật khác của Liên minh châu Âu:
 - Khuôn khổ lập pháp mới
 - Quy định (EC) số 1907/2006 về Đăng ký, Đánh giá, Cấp phép và Hạn chế Hóa chất (REACH).

Vào tháng 6/2015 RoHS2 bổ sung thêm 4 chất cấm khác vào. 4 chất này có tính chất làm mềm dẻo cho nhựa Vinyl. Các chất này là Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), Butyl benzyl phthalate (BBP), Dibutyl phthalate (DBP), Diisobutyl phthalate (DIBP) vào danh sách hạn chế. Nồng độ các chất được quy định không vượt quá 0.1% tương đương với 1000ppm [23].

2.3.5 Chỉ thị 95/62/EC[24]

Chỉ thị 95/62/EC là chỉ thị của EU về chất thải bao bì và đóng gói. Chỉ thị nhằm mục đích hài hòa các biện pháp quốc gia liên quan đến việc quản lý chất thải bao bì và đóng gói để ngăn chặn các tác động của chúng đối với môi trường để một mặt ngăn chặn, hạn chế tác động của chúng đối với môi trường của các Quốc gia thành viên cũng như của các nước thứ ba đồng thời đảm bảo hoạt động của thị trường nội bộ và tránh các trở ngại cho thương mại, bóp méo và hạn chế cạnh tranh trong cộng đồng. Để đạt được mục tiêu đó, Chỉ thị này đưa ra các biện pháp nhằm mục đích ưu tiên hàng đầu là ngăn chặn việc sản xuất chất thải bao bì và bổ sung các nguyên tắc cơ bản trong việc tái sử dụng, tái chế và các hình thức thu hồi chất thải bao bì khác nhằm mục đích giảm công đoạn xử lý cuối cùng của chất thải để góp phần vào nền kinh tế tuần hoàn. Phạm vi của chỉ thị bao gồm tất cả các bao bì và chất thải bao bì- đóng gói trong khu công nghiệp, thương mại, dịch vụ, hộ gia đình hoặc tất cả những lĩnh vực khác có sử dụng bao bì. Chỉ thị này sẽ được áp dụng mà không ảnh hưởng đến các yêu cầu chất lượng hiện có đối với bao bì ví dụ như những vấn đề liên quan đến an toàn, bảo vệ sức khỏe và vệ sinh của các sản phẩm được đóng gói hoặc phương tiện vận chuyển hiện có các yêu cầu hoặc các quy định của Chỉ thị Hội đồng 91/689 / EEC ngày 12 tháng 12 năm 1991 về nguy hiểm chất thải. Các quốc gia thành viên sẽ có hiệu lực các luật, quy định và quy định hành chính cần thiết để tuân thủ Chỉ thị này trước ngày 30 tháng 6 năm 1996 và phải đảm bảo rằng tổng các mức nồng độ của chì, cadimi, thủy ngân và crom hóa trị sáu có trong bao bì hoặc các thành phần đóng gói không được vượt quá mức sau: 600 ppm tính theo trọng lượng sau hai năm; 250 ppm tính theo trọng lượng sau ba năm; 100 ppm tính theo trọng lượng sau năm năm kể từ ngày được nêu phía trên.

2.3.6 Chỉ thị 2002/72/EC [25]

Chỉ thị 2002/72/EC là chỉ thị liên quan đến vật liệu nhựa và các sản phẩm có tiếp xúc với thực phẩm. Chỉ thị này được áp dụng cho các vật liệu, vật phẩm bằng nhựa và các bộ phận của chúng bao gồm chất dẻo hoặc hai hay nhiều chất vật liệu, mỗi lớp chỉ có chất dẻo và được liên kết với nhau bằng chất kết dính tạo thành thành phẩm nhằm mục đích tiếp xúc với thực phẩm. Đối với các vật liệu và vật phẩm có cấu tạo từ hai lớp trở lên mà một hoặc nhiều lớp trong số đó không chỉ có vật liệu nhựa ngay cả khi vật liệu và vật phẩm dự định tiếp xúc với trực tiếp với thực phẩm được thiết kế không chỉ riêng nhựa. Chỉ thị 2002/72/EC quy định thành phần của các vật liệu và các sản phẩm bằng chất dẻo không được di chuyển sang thực phẩm vượt quá 10mg/dm². Tuy nhiên, trong các trường hợp sau giới hạn giải phóng các chất sẽ tăng là 60mg thành phần giải phóng trên kg thực phẩm khi chúng là các sản phẩm dùng làm vật chứa có dung tích dưới

500ml và không quá 10 lít; các sản phẩm không thể ước tính được diện tích bề mặt khi tiếp xúc với thực phẩm và các trường hợp nếu như sản phẩm đó là nắp, miếng đệm, nút đậy hoặc sản phẩm tương tự dùng cho mục đích làm kín. Chỉ thị đính kèm bao gồm tám phụ lục. Trong đó, phụ lục II và III của chỉ thị sẽ bao gồm danh sách các chất monome và các chất ban đầu, các chất phụ gia được sử dụng trong sản xuất vật liệu và sản phẩm nhựa.

Phụ lục II là danh sách các monome hoặc các chất ban đầu khác. Danh sách bao gồm:

- › Các chất tham gia vào quá trình polyme hóa bao gồm quá trình trùng ngưng, phản ứng trùng hợp bổ sung hoặc các quy trình tương tự để sản xuất đại phân tử;
- › Các chất đại phân tử tự nhiên hoặc tổng hợp được sử dụng để sản xuất các đại phân tử biến tính;
- › Các chất được sử dụng để sửa đổi các chất tự nhiên hoặc tổng hợp hiện có.

Danh sách không bao gồm các muối của nhôm, amoni, canxi, sắt, magiê, kali, natri và kẽm của các axit, phenol hoặc rượu và các tạp chất, chất trung gian phản ứng, sản phẩm phân hủy có mặt trong thành phẩm; các chất đồng phân, đại phân tử tự nhiên hoặc tổng hợp cũng như hỗn hợp của chúng cũng như hỗn hợp các chất được phép.

Phụ lục III liệt kê các chất phụ gia có thể sử dụng trong quá trình sản xuất nhựa và sản phẩm nhựa. Phụ lục này bao gồm danh sách các chất được kết hợp vào chất dẻo để đạt được hiệu quả kỹ thuật trong thành phẩm; các chất được sử dụng để cung cấp môi trường thích hợp cho phản ứng trùng hợp (ví dụ: chất nhũ hóa, chất hoạt động bề mặt, chất đệm, v.v.). Danh sách này không bao gồm các chất ảnh hưởng trực tiếp đến sự hình thành các polyme (ví dụ: hệ xúc tác) và các chất được quy định trong phụ lục II như muối của nhôm hoặc tạp chất trong thành phẩm.

3 ĐÁNH GIÁ RỦI RO ĐỐI VỚI SỨC KHỎE CON NGƯỜI CỦA CHẤT PHỤ GIA CÓ TRONG NHỰA TRONG QUÁ TRÌNH SỬ DỤNG

3.1 Quá trình thôi nhiễm chất phụ gia vào thực phẩm

Các sản phẩm nhựa dùng cho mục đích đóng gói, bảo quản thực phẩm ngày càng phổ biến đã làm gia tăng mối quan tâm về vấn đề an toàn đối với việc thôi nhiễm các thành phần có nguy cơ độc hại vào thực phẩm. Một trong những vấn đề được quan tâm đó là tác động tiềm ẩn của các chất phụ gia có mặt trong nhựa khi chúng có khả năng vượt quá giới hạn quy định và đi vào thực phẩm. Quá trình khuếch tán các hợp chất hóa học từ polyme là một quá trình rất phức tạp và phụ thuộc vào một số thông số chẳng hạn như nồng độ của các chất trong màng bao gói và thực phẩm, bản chất của thực phẩm, nhiệt độ và khoảng thời gian mà thời gian tiếp xúc. Trong quá trình khuếch tán, các hợp chất này đi vào một chất nền khác (chẳng hạn như thực phẩm), làm thay đổi nồng độ của chúng trong cả bao bì và thực phẩm. Quá trình di chuyển có thể được chia thành 4 bước chính: khuếch tán các hợp chất hóa học qua các polyme, giải hấp các phân tử đã khuếch tán khỏi bề mặt polyme, hấp thụ các hợp chất tại bề mặt nhựa - thực phẩm và giải hấp các hợp chất trong thực phẩm. Khả năng di chuyển monome và oligomer tăng lên khi nhựa tiếp xúc với nhiệt độ cao trong quá trình chế biến nhiệt hoặc khi thực phẩm được bảo quản trong thời gian dài [8], [26]. Ví dụ, Antimony có trong chất chống cháy có thể di chuyển từ vật liệu nhựa sang thực phẩm, đặc biệt là trong lưu trữ lâu dài và trong điều kiện nhiệt độ, ảnh hưởng đến sức khỏe con người như ung thư, tim mạch, phản ứng miễn dịch và rối loạn nội tiết [27]. Chính vì vậy, vấn đề các hợp chất hóa học trong phụ gia nhựa đang trở thành mối quan tâm về sức khỏe.

3.2 Các phương pháp nhận diện và phân loại các chất độc hại trong nhựa thải

Đối với việc tái chế nhựa, tính không đồng nhất của chất thải nhựa gây khó khăn về mặt thực tế và kinh phí vì nó đòi hỏi phải phân loại nhiều polyme. Rác thải nhựa hỗn hợp cũng làm cho việc xác định hàm lượng các chất độc hại trong nhựa trở nên khó khăn hơn. Chính vì vậy, cần phải có phương pháp hiệu quả để phân loại nhựa để thuận tiện cho việc tái chế cũng như mang lại hiệu quả kinh tế [28].

3.2.1 Phân tích chất thải

Để phân tích hàm lượng vật liệu nên ưu tiên chọn mẫu đồng nhất, mẫu đồng nhất không phải là mẫu khi xem xét chất thải. Điều này có nghĩa là kể từ khi chất thải đến cơ sở phân loại/ nhà tái chế sẽ chứa chất thải từ các nguồn khác nhau, khó có thể ngoại suy các kết quả từ phân tích trước đó cho đến lô hiện tại. Vì việc

lấy mẫu liên tục rất tốn kém nên người tái chế sẽ khó thực hiện. Nếu các phương pháp như vậy được phát triển thì việc tái chế sẽ dễ dàng hơn nhiều. Nó thực sự không quá xa và các kỹ thuật cho nó đã có sẵn. Hạn chế của phương pháp này cần phải điều chỉnh cho phù hợp với thực tế tái chế nhựa.

3.2.2 Phân loại thủ công

Việc phân loại thủ công cũng đóng một vai trò quan trọng trong việc xác định và tách các thành phần nhựa có chứa các chất độc hại nói chung. Hàm lượng chất trong các sản phẩm khác nhau làm rõ sản phẩm nào cần được tách biệt với các sản phẩm hoặc thành phần khác và được xử lý bằng phương pháp đốt ở nhiệt độ cao.

3.2.3 Phân loại tự động

Bao gồm các công cụ phân tích: nhựa có chứa BFR có thể được xác định bằng cách sử dụng máy quét tia hồng ngoại gần (NIR), XRF, quang phổ hồng ngoại chuyển đổi fourier (FT-IR), sắc ký lỏng hiệu suất cao (HPLC), sắc ký khí (GC) và quang phổ khối.

3.2.4 Phân loại theo tỷ trọng

Phân loại theo tỷ trọng có thể được áp dụng cho các loại polyme riêng biệt, polyme từ vật liệu khác và các loại polyme cùng loại. Nó cũng được sử dụng rộng rãi để tách chất dẻo đã được brom hóa ra khỏi chất dẻo không được brom hóa. Kỹ thuật tách sử dụng thực tế là các polyme khác nhau có mật độ khác nhau.

Việc nhận diện và phân loại nhựa có thể cho ta biết được mối nguy hại của nhựa dựa trên xếp hạng mức độ nguy hiểm của nhựa bằng việc phân loại thành phần monome và mối nguy về môi trường và sức khỏe của Delilah Lithner và cộng sự [29]. Các lớp nguy cơ CLP đối với mối nguy về môi trường và sức khỏe sẽ được xếp thành 5 mức độ nguy hiểm (I-V).

Các polyme được xếp hạng là nguy hiểm nhất được làm từ các monome được phân loại là gây đột biến hoặc gây ung thư (loại 1A hoặc 1B), chúng thuộc họ polyme gồm polyuretan, polyacrylonitril, polyvinyl clorua, nhựa epoxy, và copolyme styrenic. Số lượng polyme có thể chấp nhận được (31 trong số 55) được tạo ra từ các monome thuộc về hai cấp độ nguy hiểm của mô hình xếp hạng, tức là cấp IV – V. Các polyme được làm từ monome cấp IV là nhựa phenol formaldehyde, polyeste không bão hòa, polycarbonate, polymethyl methacrylate và nhựa urê-formaldehyde. Mỗi cấp độ được ấn định một cấp độ nguy hiểm thô, tăng theo hệ số 10 cho mỗi cấp độ nguy hiểm (I – V), tức là 1–10.000. Hệ số 10 được chọn vì nó phân biệt rõ ràng các mức độ khác nhau và bởi vì nó là hệ số được sử dụng trong GHS để phân tách các loại nguy hiểm trong một số loại nguy hiểm, tức là nguy hiểm đối với môi trường cấp tính và mãn tính, độc tính mục tiêu cụ thể (tiếp xúc nhiều lần) và độc tính cấp tính qua đường miệng.

3.3 Đánh giá rủi ro

Các chất phụ gia có mặt trong các sản phẩm nhựa có nguy cơ gây ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe con người. Chính vì vậy, cần phải có một phương pháp đánh giá tác động của chúng đối với sức khỏe. Một trong những phương pháp phổ biến đang được sử dụng là đánh giá tác động vòng đời sản phẩm (LCIA). Đánh giá tác động của vòng đời sản phẩm là giai đoạn đánh giá vòng đời của sản phẩm, nhằm để hiểu và ước lượng quy mô, ý nghĩa của các tác động môi trường tiềm ẩn đến một hệ thống sản phẩm trong suốt vòng đời của sản phẩm đó [30]. Các tác động được xem xét trong LCIA đáng được quan tâm là độc tính đối với con người (liên quan đến ung thư và không liên quan đến ung thư). Một vài phương pháp đánh giá tác động được sử dụng bao gồm:

› Phương pháp EPS 2000 [31]–[33]

Phương pháp EPS (Chiến lược ưu tiên môi trường trong thiết kế sản phẩm) là một phương pháp của LCIA. Phương pháp EPS được phát triển vào năm 1989 tại Thụy Điển. Nó nhằm mục đích cung cấp một giá trị tiền tệ cho các loại thiệt hại khác nhau bằng cách sử dụng khái niệm “sản sáng trả”. Năm 2000, phương pháp EPS được sửa đổi và quyết định các loại tác động phải dựa trên năm đối tượng tương: sức khỏe con người, khả năng sản xuất hệ sinh thái, nguồn dự trữ phi sinh học, đa dạng sinh học và giá trị văn hóa và giải trí.

Tác động về sức khỏe con người bao gồm cả tác động về sức khỏe và tinh thần. Năm tác động khác nhau được sử dụng cho các tác động đến sức khỏe con người bao gồm: tuổi thọ, bệnh tật nghiêm trọng, bệnh tật,

các mối nguy hại nghiêm trọng và mối nguy hại. Định giá sức khỏe con người được thực hiện bằng cách ước tính những gì xã hội sẵn sàng trả để tránh thiệt hại về sức khỏe.

› **Phương pháp Eco-Indicator 99**[31], [33]

Eco-Indicator 99 là một công cụ đánh giá tác động vòng đời được phát triển bởi PRé Consultants B.V. Eco-Indicator 99 giúp các nhà thiết kế thực hiện đánh giá môi trường của một sản phẩm bằng cách tính toán điểm số chỉ thị sinh thái cho các vật liệu và quy trình được sử dụng. Trong đó thiệt hại về sức khỏe con người cũng được đề cập đến. Các vấn đề về thiệt hại về sức khỏe con người bao gồm số lượng và thời gian mắc bệnh và số năm mất đi do tử vong do suy thoái môi trường. Các tác động được bao gồm chủ yếu do hậu quả của những điều sau: biến đổi khí hậu, suy giảm tầng ôzôn, tác động gây ung thư, ảnh hưởng hô hấp và ion hóa.

› **Phương pháp TRACI (Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts)** [31], [33]

TRACI là công cụ để giảm thiểu và đánh giá các tác động hóa học và môi trường được phát triển bởi Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ. Nó cung cấp các yếu tố đặc trưng cho đánh giá tác động vòng đời của sinh thái công nghiệp và các chỉ số đo lường tính bền vững, tạo điều kiện cho việc mô tả đặc điểm của các tác nhân có các tác động tiềm ẩn đối với môi trường và sức khỏe con người. Tiêu chí về sức khỏe con người bao gồm ảnh hưởng ung thư/không gây ung thư đối với sức khỏe con người.

› **Phương pháp IMPACT 2002+** [31], [33]

IMPACT 2002+ là một phương pháp đánh giá tác động bằng việc tiếp cận điểm giữa/thiệt hại kết hợp, liên kết tất cả các loại kết quả kiểm kê vòng đời. Kết quả kiểm kê đầu tiên được nhóm thành 14 loại tác động trung điểm với cơ chế hoặc con đường tác động tương tự. Phương pháp này giới thiệu những phát triển ban đầu trong việc tính toán độc tính đối với con người và độc tính sinh thái. Về tổng thể cấu trúc của IMPACT 2002+ là nhóm các tác động trung điểm thành bốn loại thiệt hại bao gồm sức khỏe con người, chất lượng hệ sinh thái, biến đổi khí hậu và tài nguyên. Các vấn đề về sức khỏe con người sẽ bao gồm độc tính đối với con người (có thể gây ung thư hoặc không gây ung thư), và các vấn đề môi trường góp phần gây ra thiệt hại về sức khỏe.

› **Phương pháp LIME** [31], [33]

Phương pháp LIME được phát triển tại Nhật Bản. LIME sẽ tập trung vào bốn lĩnh vực: sức khỏe con người, thiệt hại hệ sinh thái được ghi nhận thông qua đa dạng sinh học và năng suất; phúc lợi con người.

› **Phương pháp LUCAS**[31], [33]

LUCAS được phát triển lần đầu tiên vào năm 2005 tại Canada. Nó dựa trên các mô hình đặc tính hiện có từ LCIA hiện có như TRACI và IMPACT 2002+, được tham số hóa lại và phát triển để đánh giá tốt hơn kiểm kê vòng đời. Các tác động được đánh giá bao gồm các vấn đề về axit hóa, sương mù quang hóa, phú dưỡng dưới nước, phú dưỡng trên cạn, độc sinh thái (thủy sinh và trên cạn), độc tính đối với con người.

› **Mô hình USEtox**

Mô hình USEtox là một phương pháp đánh giá tác động của LCIA. Mô hình dùng để đánh giá các tác động tiềm ẩn của hóa chất độc hại trong nhựa đối với sức khỏe con người và môi trường và đầu ra của mô hình USEtox bao gồm, tiêu chí về độc tính đối với con người liên quan đến các kết quả như tỷ lệ mắc bệnh ung thư và không ung thư trong đánh giá tác động vòng đời[34], [35].

USEtox có khả năng trở thành mô hình mặc định để sàng lọc độc tính của các hóa chất trong LCIA, với các mô hình chi tiết hơn được áp dụng cho các nghiên cứu không gian và nâng cao bổ sung[34].

Các vấn đề độc tính trong nhựa hiện đang được quan tâm đặc biệt. Nhiều nghiên cứu cho thấy trong chất thải điện tử, đặc biệt là điện thoại di động có xu hướng gây tác động xấu đến sức khỏe con người và độc tính sinh thái. Các kết quả của LCIA (sử dụng mô hình USEtox) cho thấy sự gia tăng khối lượng tương đối của các vật liệu độc hại có trong điện thoại trên khoảng thời gian 15 năm cho thấy trong số tất cả các kim

loại được xác định, niken có vị trí cao nhất các nguy cơ đáng kể gây ra các bệnh ung thư trong điện thoại cơ bản, theo sau là chì, berili và asenn[36].

Độc tính trong chất thải nhựa điện tử đã được nghiên cứu sâu hơn của tác giả Narendra Singh vào năm 2020. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng ngoài các kim loại nặng được đánh giá trong nghiên cứu trước đó thì thành phần các chất độc hại được đánh giá về rủi ro sức khỏe con người các chất chống cháy brom hóa. Các tác động sinh thái thông qua mô hình USEtox LCIA phát hiện ra rằng Hg là tác nhân gây ung thư và bệnh không phải ung thư quan trọng nhất trong nhựa của điện thoại di động, sự đóng góp của chì cũng rất đáng chú ý, trong khi Cr gây ra nguy cơ độc hại sinh thái đáng kể nhất trong nhựa. Tuy nhiên, kết quả của LCIA nhấn mạnh tầm quan trọng ngày càng tăng của việc xử lý chất thải nhựa bằng phương pháp đốt đặc biệt là nhựa thải điện tử có chứa Hg, Pb, Cr và Sb[34].

4 KẾT LUẬN

Vấn đề ô nhiễm nhựa hiện nay đang trở thành một vấn đề đáng được quan tâm. Nó không chỉ ảnh hưởng đến môi trường mà còn tác động tiêu cực đến sức khỏe con người bởi sự có mặt của các chất phụ gia có trong nhựa. Các vấn đề về tiềm năng di chuyển các chất phụ gia vào thực phẩm cũng đang được nghiên cứu. Bản chất của thực phẩm, các tương tác với phụ gia, thời gian, nhiệt độ, điều kiện bảo quản có thể ảnh hưởng đến quá trình di chuyển của chất phụ gia vào thực phẩm. Đối với các vật liệu nhựa đặc biệt là nhựa tiếp xúc trực tiếp với thực phẩm phải tuân thủ tất cả các yêu cầu về mặt tiêu chuẩn pháp lý do mỗi quốc gia ban hành nhằm mục đích đảm bảo an toàn các sản phẩm nhựa trước khi đưa ra thị trường. Sự hiện diện của các chất độc hại khác nhau có trong phụ gia của các sản phẩm nhựa đã tác động tiêu cực tiềm tàng đối với môi trường và con người trong tất cả các giai đoạn vòng đời của chúng (sử dụng, thải bỏ, thu hồi và tái chế) vì vậy LCIA trở thành một trong những phương pháp được áp dụng để đánh giá rủi ro về sức khỏe thông qua việc sử dụng mô hình USEtox để đưa ra các số liệu đánh giá độc tính đối với con người và môi trường.

LỜI CẢM ƠN

Đề hoàn thành đề tài nghiên cứu khoa học này, em xin chân thành cảm ơn cô TS. Nguyễn Thị Thanh Trúc và TS. Nguyễn Thị Lan Bình – Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường đã tận tình chỉ bảo, hướng dẫn và giúp đỡ em trong suốt quá trình thực hiện đề tài nghiên cứu khoa học này. Ngoài ra em cũng xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Quý thầy cô phản biện đã quan tâm và đóng góp ý kiến để em hoàn thiện đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. U. Halden, Plastics and Health Risks, *Annu. Rev. Public Health*, vol. 31, no. 1, pp. 179–194, 2010.
- [2] H. Ritchie and M. Roser, Plastic Pollution, *OurWorldInData.org*. (2018). [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>
- [3] J. Stubenrauch and F. Ekardt, Plastic pollution in soils: Governance approaches to foster soil health and closed nutrient cycles, *Environ. - MDPI*, vol. 7, no. 5, 2020.
- [4] J. N. Hahladakis, C. A. Velis, R. Weber, E. Iacovidou, and P. Purnell, An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling, *Journal of Hazardous Materials*, vol. 344, pp. 179–199, 2018.
- [5] M. Eriksen *et al.*, Plastic Pollution in the World ' s Oceans More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250 , 000 Tons Afloat at Sea, *PLoS One*, pp. 1–15, 2014..
- [6] G. G. N. Thushari and J. D. M. Senevirathna, Plastic pollution in the marine environment, *Heliyon*, vol. 6, no. 8, p. e04709, 2020.
- [7] P. ; Fauser *et al.*, Risk assessment of harmful types of plastics in the marine environment Fauser, 2019.
- [8] T. M. Guerreiro, D. N. de Oliveira, C. F. O. R. Melo, E. de Oliveira Lima, and R. R. Catharino, Migration from plastic packaging into meat, *Food Res. Int.*, vol. 109, pp. 320–324, 2018.
- [9] L. Hermabessiere *et al.*, Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: A review, *Chemosphere*, vol. 182, no. September, pp. 781–793, 2017.

- [10] E. Hansen, N. H. Nilsson, D. Lithner, and C. Lassen, Hazardous substances in plastic materials, *Hazard. Subst. Plast. Mater.* (2013). [Online]. Available: http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2013/Februar/Hazardous_substances_in_plastic_materials/
- [11] E. Pérez-Albaladejo, M. Solé, and C. Porte, Plastics and plastic additives as inducers of oxidative stress, *Curr. Opin. Toxicol.*, vol. 20–21, pp. 69–76, 2020.
- [12] A. K. Sakhi *et al.*, Concentrations of phthalates and bisphenol A in Norwegian foods and beverages and estimated dietary exposure in adults, *Environ. Int.*, vol. 73, pp. 259–269, 2014.
- [13] G. M. Claudia Pivonello, F. G. , Antonio Nardone, and A. C. and R. P. Donatella Paola Provisiero, Nunzia Verde, Cristina de Angelis, Alessandro Conforti, Mariangela Piscopo, Renata Simona Auriemm, Bisphenol A: an emerging threat to female fertility, *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 2020.
- [14] P. Allard, Bisphenol A, in *Biomarkers in Toxicology*, Elsevier, 2014, pp. 459–474.
- [15] C. J. Catenza, A. Farooq, N. S. Shubear, and K. K. Donkor, A targeted review on fate, occurrence, risk and health implications of bisphenol analogues, *Chemosphere*, vol. 268. 2021.
- [16] J. D. Meeker, S. Sathyanarayana, and S. H. Swan, Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes, *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, vol. 364, no. 1526, pp. 2097–2113, 2009.
- [17] R. Hauser and A. M. Calafat, Phthalates and human health, *Occup. Environ. Med.*, vol. 62, no. 11, pp. 806–818, 2005.
- [18] Bộ Y Tế, QCVN 12-1:2011/BYT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn vệ sinh đối với bao bì, dụng cụ tiếp xúc trực tiếp với thực phẩm bằng nhựa tổng hợp. Bộ Y Tế. (2011). [Online]. Available: http://www.fsi.org.vn/pic/files/qcvn-12-1_2011-byt-bao-bi-tp-bang-nhua-tong-hop.pdf
- [19] Bộ Khoa học Công và Công nghệ, Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6238-3:2011 về an toàn đồ chơi trẻ em - Phần 3: giới hạn mức phơi nhiễm của một số nguyên tố độc hại. 2011.
- [20] Legislation REACH, *European Chemicals Agency*, 2018. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/legislation_en.htm
- [21] Restriction of Hazardous Substances (RoHS) Regulations, *UK Government*. (2014). [Online]. Available: <https://www.gov.uk/guidance/rohs-compliance-and-guidance>
- [22] S. Bogaert, M. van Acoleyen, I. van Tomme, L. De Smet, D. Fleet, and R. Salado, Study on RoHS and WEEE Directives European Commission DG Enterprise and Industry. p. 320, 2008.
- [23] Department for Business Innovation and Skills, Final impact assessment for the recast of the Restriction of Hazardous Substances (RoHS) directive. (2012). [Online]. Available: http://www.legislation.gov.uk/ukia/2012/431/pdfs/ukia_20120431_en.pdf
- [24] European Parliament and the Council of the European Union, Directive 95/62/EC of the European Parliament and of the Council of 13 December 1995 on the application of open network provision (ONP) to voice telephony. 1995.
- [25] Official Journal of the European Communities, Commission Directive 2002/72/EC relating to plastic materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. pp. 18–58. (2002). [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0072&from=EN>
- [26] K. Bhunia, S. S. Sablani, J. Tang, and B. Rasco, Migration of Chemical Compounds from Packaging Polymers during Microwave, Conventional Heat Treatment, and Storage, *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, vol. 12, no. 5, pp. 523–545, 2013.
- [27] S. M. Snedeker, Antimony in Food Contact Materials and Household Plastics: Uses, Exposure, and Health Risk Considerations, in *Molecular and Integrative Toxicology*, S. M. Snedeker, Ed. 2014, pp. 205–230.

- [28] Å. Stenmarck, E. L. Belleza, A. Frâne, N. Busch, Å. Larsen, and M. Wahlström, *Hazardous substances in plastics : – ways to increase recycling*. (2017). [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.6027/TN2017-505%0Ahttp://dx.doi.org/10.6027/TN2017-505%0Ahttp://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1070548/FULLTEXT01.pdf%0Ahttps://doi.org/10.6027/TN2017-505%0Ahttp://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1070548/PREVIEW01.jpg%0Ah>
- [29] D. Lithner, A. Larsson, G. Dave, Å. Larsson, G. Dave, A. Larsson, and G. Dave, Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition, *Science of The Total Environment*, vol 409, 3309–3324, 2011.
- [30] Bộ Khoa học và Công nghệ, Tiêu chuẩn quốc gia TCVN ISO 14040:2009 (ISO 14040:2006) về Quản lý môi trường - Đánh giá vòng đời của sản phẩm - Nguyên tắc và khuôn khổ. 2009.
- [31] O. Jolliet, M. Saade-Sbeih, S. Shaked, A. Jolliet, and P. Crettaz, *Environmental Life Cycle Assessment*. CRC Press, 2015.
- [32] J. Mattsson, *Life Cycle Impact Assessment – A Study of The EPS Method for Use within SCA*, 2012.
- [33] European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook : Analysing of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment, *Eur. Comm.*, p. 115, 2010..
- [34] Y. T. Narendra Singh, Huabo Duan, Toxicity evaluation of E-waste plastics and potential repercussions for human health, *Environ. Int.*, 2020..
- [35] T. B. Westh, M. Z. Hauschild, M. Birkved, M. S. Jørgensen, R. K. Rosenbaum, and P. Fantke, The USEtox story: a survey of model developer visions and user requirements, *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 20, no. 2, pp. 299–310, 2015.
- [36] N. Singh, H. Duan, O. A. Ogunseitan, J. Li, and Y. Tang, Toxicity trends in E-Waste: A comparative analysis of metals in discarded mobile phones, *J. Hazard. Mater.*, vol. 380, 2019.

Young
Scientists
Conference **2021**
INDUSTRIAL UNIVERSITY OF HO CHI MINH CITY

ISBN: 978-604-920-122-6



9 786049 201226
SÁCH KHÔNG BÁN