

CÔNG THƯƠNG

TẠP CHÍ CÔNG THƯƠNG - CƠ QUAN THÔNG TIN LÝ LUẬN CỦA BỘ CÔNG THƯƠNG

INDUSTRY AND TRADE MAGAZINE

ISSN: 0866-7756

**KHOA HỌC
& CÔNG NGHỆ**



**HOÀN THIỆN KHUNG TIÊU CHUẨN THỰC PHẨM:
BỘ CÔNG THƯƠNG BAN HÀNH QUY CHUẨN QUỐC GIA
VỀ DẦU THỰC VẬT TINH CHẾ VÀ SỮA DẠNG LỎNG**



CHUYÊN SAN KH&CN (Số 01 - 2026)

TRONG SỐ NÀY

ISSN: 0866-7756 CHUYÊN SAN KH&CN (Số 01 - 2026)



HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

Bà Nguyễn Thị Lâm Giang

Cục trưởng Cục Đổi mới sáng tạo,

Chuyển đổi xanh và Khuyến công

THÀNH VIÊN HỘI ĐỒNG

TS. Đào Duy Anh

ThS. Đặng Hải Dũng

ThS. Trần Minh

TS. Nguyễn Việt Tấn

TS. Dương Xuân Diêu

ThS. Đào Xuân Diệp

TS. Kiều Nguyễn Việt Hà

TS. Đàm Hải Nam

TS. Đỗ Hồng Nga

ThS. Cù Huy Quang

TS. Đặng Tất Thành

TỔNG BIÊN TẬP

Nhà báo Phạm Thị Lệ Nhung

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Nhà báo Ngô Thị Diệu Thúy

TÒA SOẠN

Tầng 8, số 655 Phạm Văn Đồng,

phường Nghĩa Đô, Hà Nội.

ĐT: 0243. 2088856 - 0936.131861

Email: tapchicongthuong.moit@gmail.com

Giấy phép hoạt động báo chí số:

196/GP-BTTTT cấp ngày 05/6/2023

In tại: Công ty CP Đầu tư và Hợp tác quốc tế

TIN TỨC - SỰ KIỆN

- Xăng sinh học: Xu hướng toàn cầu trong chuyển dịch năng lượng
- Hoàn thiện khung tiêu chuẩn thực phẩm: Bộ Công Thương ban hành quy chuẩn quốc gia về dầu thực vật tinh chế và sữa dạng lỏng
- Đổi mới sáng tạo - nền tảng phát triển bền vững của Viện Công nghiệp Thực phẩm trong giai đoạn mới

NGHIÊN CỨU & TRIỂN KHAI

- Đánh giá thực trạng nhiễm vi sinh vật trong sản phẩm bún phở tươi tại Việt Nam
- Thực trạng an toàn thực phẩm trong sản xuất và quản lý các sản phẩm ăn liền chế biến từ bột nhào tại Việt Nam
- Ảnh hưởng của pH, nhiệt độ và tổng hàm lượng khô trong dịch đen đến hiệu suất thu hồi lignin từ dịch đen
- Nghiên cứu điều kiện lên men sinh tổng hợp pectinase của chủng nấm *Trichoderma longibrachiatum* T2
- Nghiên cứu sản xuất chất phân tán sinh học từ *S. mexicanus* CXĐN-3 nhằm kiểm soát sự hình thành mảng bám trong các nhà máy giấy
- Nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ sản xuất giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây từ bột giấy hóa học tẩy trắng
- Công nghiệp cộng sinh - Động lực mới cho tăng trưởng xanh ở Việt Nam
- Kết quả lai hữu tính tạo dòng vùng có năng suất, hàm lượng acid linoleic cao
- Sản xuất, tách chiết và xác định đặc tính của chất phân tán sinh học từ *Bacillus subtilis* S343
- Đánh giá các giải pháp ior/eor đã triển khai tại các mỏ trên thềm lục địa Việt Nam và đề xuất giải pháp khả thi
- Về việc đề xuất khung triển khai ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong vấn đề đánh giá và tối ưu tài nguyên năng lượng tái tạo: thử nghiệm với tiềm năng gió trên khu vực ven biển Vịnh Bắc Bộ
- Ảnh hưởng của độ mặn nước tưới đến sinh trưởng của cây dừa ta giai đoạn vườn ươm
- Ảnh hưởng nhận thức thẩm mỹ tới lòng tin của người dùng trên nền tảng thương mại điện tử từ yếu tố thiết kế kiểu chữ và bảng màu
- Kết quả trẻ hóa một số nguồn gen hạt thuốc lá năm 2025
- Nghiên cứu một số yếu tố công nghệ ảnh hưởng đến hệ gel nhũ tương dầu thực vật và khả năng thay thế mỡ heo trong sản xuất xúc xích cá măng (*elopichthys bambusa*)

DOANH NGHIỆP VỚI KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

- Nhiệt điện Phú Mỹ: Đổi mới sáng tạo vì sự phát triển bền vững
- Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulô đẩy mạnh nghiên cứu khoa học và đổi mới sáng tạo

VĂN BẢN MỚI

- Bộ Công Thương ban hành Kế hoạch chuyển đổi số giai đoạn 2026-2030
- Chỉ thị 07/CT-TTg: Đẩy mạnh phát triển nhiên liệu sinh học

XĂNG SINH HỌC: XU HƯỚNG TOÀN CẦU TRONG CHUYỂN DỊCH NĂNG LƯỢNG

Căng thẳng địa chính trị tại Trung Đông khiến thị trường dầu mỏ thế giới liên tục biến động, giá dầu thô tăng cao và nguồn cung năng lượng truyền thống đối mặt nhiều rủi ro. Trong bối cảnh đó, phát triển nhiên liệu sinh học và các nguồn năng lượng sạch đang trở thành xu hướng tất yếu nhằm giảm phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch, bảo đảm an ninh năng lượng và thúc đẩy chuyển dịch năng lượng bền vững.

HỒ NGÀ

XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN NGUỒN NĂNG LƯỢNG MỚI

Những diễn biến căng thẳng tại Trung Đông thời gian gần đây tiếp tục làm gia tăng rủi ro đối với thị trường năng lượng toàn cầu. Giá dầu thô và các sản phẩm xăng dầu liên tục biến động, trong khi chuỗi cung ứng năng lượng truyền thống tiềm ẩn nguy cơ gián đoạn.

Trong bối cảnh đó, nhiều quốc gia đang đẩy nhanh quá trình chuyển dịch năng lượng, tăng cường sử dụng các nguồn nhiên liệu thay thế nhằm giảm phụ thuộc vào dầu mỏ. Nhiên liệu sinh học, đặc biệt là xăng sinh học, được xem

là một trong những giải pháp quan trọng giúp đa dạng hóa nguồn cung năng lượng.

Phát biểu tại Hội nghị phổ biến lộ trình phối trộn nhiên liệu sinh học với nhiên liệu truyền thống trong thời kỳ mới do Bộ Công Thương tổ chức mới đây, Thứ trưởng Bộ Công Thương Nguyễn Sinh Nhật Tân nhấn mạnh rằng “việc phát triển và mở rộng sử dụng nhiên liệu sinh học là xu thế tất yếu trong quá trình chuyển dịch năng lượng trên thế giới”.

Theo Thứ trưởng, việc thúc đẩy sử dụng xăng sinh học E5, E10 không chỉ giúp giảm phát thải khí

nhà kính so với xăng khoáng truyền thống, góp phần bảo vệ môi trường mà còn thúc đẩy phát triển ngành công nghiệp nhiên liệu sinh học, tạo đầu ra ổn định cho sản xuất nông nghiệp, tạo việc làm và đóng góp vào phát triển kinh tế - xã hội.

Đồng thời, trong bối cảnh nguồn cung năng lượng thế giới luôn tiềm ẩn nhiều biến động do xung đột vũ trang và cạnh tranh địa chính trị, việc phát triển nhiên liệu sinh học còn góp phần giảm phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch và tăng cường khả năng tự chủ năng lượng của mỗi quốc gia.



Hội nghị phổ biến lộ trình phối trộn nhiên liệu sinh học với nhiên liệu truyền thống trong thời kỳ mới do Bộ Công Thương tổ chức



Các đại biểu tham dự Hội nghị

LỘ TRÌNH XĂNG E10 - BƯỚC ĐI QUAN TRỌNG CỦA VIỆT NAM

Tại Việt Nam, nhiên liệu sinh học đã được triển khai trong nhiều năm qua. Từ năm 2018, xăng sinh học E5 RON92 đã được phân phối trên toàn quốc. Đến ngày 1/8/2025, xăng E10 RON95 bắt đầu được thí điểm đưa ra thị trường.

Để thúc đẩy thị trường nhiên liệu sinh học phát triển bền vững, Bộ Công Thương đã ban hành Thông tư số 50/2025/TT-BCT quy định lộ trình áp dụng tỷ lệ phối trộn nhiên liệu sinh học với nhiên liệu truyền thống tại Việt Nam.

Theo TS. Đặng Tất Thành, Chuyên viên chính Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công (Bộ Công Thương), việc ban hành Thông tư 50 nhằm xây dựng lộ trình mới phù hợp với bối cảnh phát triển hiện nay và định hướng chuyển dịch năng lượng xanh của Việt Nam.

Theo quy định tại Thông tư này, từ ngày 1/6/2026, toàn bộ xăng không chì theo quy chuẩn kỹ thuật hiện hành sẽ được phối trộn ethanol để trở thành xăng sinh học E10 và sử dụng cho các phương tiện động cơ xăng trên phạm vi

toàn quốc. Trong khi đó, xăng sinh học E5 RON92 vẫn tiếp tục được sử dụng đến hết ngày 31/12/2030 nhằm bảo đảm nguồn cung và tạo điều kiện cho thị trường thích ứng.

Việc triển khai lộ trình này được kỳ vọng sẽ tạo lập thị trường ổn định và lâu dài cho nhiên liệu sinh học tại Việt Nam, đồng thời thúc đẩy quá trình chuyển dịch năng lượng theo hướng xanh và bền vững.

GIẢM ÁP LỰC NGUỒN CUNG XĂNG DẦU, TĂNG KHẢ NĂNG TỰ CHỦ NĂNG LƯỢNG

Trong bối cảnh thị trường năng lượng toàn cầu biến động, việc phát triển xăng sinh học còn mang ý nghĩa quan trọng đối với an ninh năng lượng.

Theo ông Đỗ Văn Tuấn - Chủ tịch Hiệp hội Nhiên liệu sinh học Việt Nam, nguồn cung xăng dầu của Việt Nam hiện nay vẫn phụ thuộc nhiều vào nhập khẩu. Việt Nam nhập khẩu khoảng 32% các sản phẩm xăng dầu thành phẩm, trong khi các nhà máy lọc dầu trong nước cũng phải nhập khẩu một phần đáng kể dầu thô để chế biến.

Ông Tuấn cho biết Nhà máy lọc hóa dầu Nghi Sơn hiện nhập khẩu gần như toàn bộ dầu thô từ Kuwait, còn Nhà máy lọc dầu Bình Sơn

nhập khẩu khoảng 30-35% nguyên liệu từ nước ngoài. Điều này cho thấy nguồn cung năng lượng trong nước vẫn chịu tác động đáng kể từ thị trường quốc tế.

Trong bối cảnh đó, việc phát triển nhiên liệu sinh học được xem là giải pháp quan trọng để giảm phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch. Hiện nay, mỗi năm Việt Nam tiêu thụ khoảng 12 triệu m³ xăng. Nếu triển khai xăng E10 trên diện rộng, khoảng 10% lượng xăng tiêu thụ sẽ được thay thế bằng ethanol, tương đương khoảng 1,2 triệu m³ ethanol mỗi năm.

Bên cạnh đó, theo ông Tuấn, giá ethanol thường ít biến động hơn so với giá dầu thô. Thực tế cho thấy trong thời điểm giá dầu thô và xăng MOGAS83 tăng khoảng 50%, giá ethanol chỉ tăng khoảng 4%, qua đó góp phần giảm áp lực tăng giá đối với xăng dầu. "Nếu chúng ta đưa xăng E10 vào sử dụng càng sớm càng tốt sẽ góp phần giảm được áp lực trong vấn đề xăng khoáng bởi nó đã thay thế được 10% xăng khoáng" - ông Tuấn nhấn mạnh.

Về năng lực cung ứng, ông Trịnh Quang Khanh - Phó Chủ tịch Hiệp hội Xăng dầu Việt Nam cho biết, các doanh nghiệp trong nước hoàn toàn đủ khả năng phối trộn và

cung ứng xăng sinh học trên phạm vi toàn quốc. Hiện tổng năng lực phối trộn của các doanh nghiệp lớn đạt khoảng 965.000 m³ mỗi tháng, đủ đáp ứng nhu cầu thị trường khi triển khai lộ trình E10.

HOÀN THIỆN CHÍNH SÁCH, THÚC ĐẨY THỊ TRƯỜNG NHIÊN LIỆU SINH HỌC

Tại Hội nghị, TS. Đào Duy Anh - Phó Cục trưởng Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công (ĐCK) cho biết các ý kiến tham luận đã phân tích toàn diện lộ trình phát triển nhiên liệu sinh học tại Việt Nam, đồng thời đánh giá khách quan thực trạng sản xuất, nguồn cung và hạ tầng phối trộn, phân phối xăng sinh học trong thời gian qua.

Theo ông Đào Duy Anh, trên cơ sở các ý kiến tại Hội nghị, Bộ Công Thương sẽ tiếp tục tổng hợp, nghiên cứu để hoàn thiện cơ chế, chính sách và các giải pháp triển khai lộ trình phối trộn nhiên liệu sinh học trong thời gian tới. Trong đó tập trung hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật; tăng cường kiểm tra, giám sát việc thực hiện lộ trình; đồng thời thúc đẩy đầu tư hạ tầng phối trộn, tồn trữ và phân phối xăng sinh học.

Cùng với đó, các địa phương được khuyến khích quy hoạch phát triển vùng nguyên liệu phục vụ sản xuất ethanol, tạo điều kiện thuận lợi cho doanh nghiệp đầu tư và hình thành chuỗi liên kết bền vững giữa sản xuất nông nghiệp và công nghiệp chế biến.

Việc triển khai lộ trình phối trộn nhiên liệu sinh học với nhiên liệu truyền thống vì vậy được kỳ vọng sẽ góp phần bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia, thúc đẩy phát triển kinh tế xanh và hướng tới mục tiêu phát thải ròng bằng "0" vào năm 2050❖

Ngày 19/3/2026, Thủ tướng Chính phủ đã ký ban hành Chỉ thị 09/CT-TTg về việc tăng cường thực hiện tiết kiệm năng lượng, thúc đẩy chuyển dịch năng lượng và phát triển phương tiện giao thông điện. Thủ tướng giao Bộ Công Thương chủ trì theo dõi sát diễn biến thị trường năng lượng thế giới; kịp thời báo cáo Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ các giải pháp điều hành phù hợp, hiệu quả. Trong đó, có việc đẩy mạnh sử dụng xăng sinh học (E10), rà soát các điều kiện để sớm triển khai lộ trình chuyển đổi sang nhiên liệu sinh học (E10) trong tháng 4/2026 để góp phần giảm 10% lượng tiêu thụ xăng khoáng.

Trước đó, ngày 26/2/2026, Thủ tướng Chính phủ ban hành Chỉ thị số 07/CT-TTg về việc đẩy mạnh sản xuất, phối trộn, phân phối và sử dụng nhiên liệu sinh học tại Việt Nam. Chỉ thị nhằm tạo chuyển biến rõ rệt trong việc triển khai lộ trình sử dụng nhiên liệu sinh học, góp phần bảo đảm an ninh năng lượng và phát triển bền vững.

Ngày 9/3/2026, Bộ Công Thương ban hành Chỉ thị số 06/CT-BCT về việc tăng cường các giải pháp bảo đảm an ninh năng lượng trước diễn biến phức tạp của cuộc xung đột quân sự tại Trung Đông. Chỉ thị nhằm ứng phó với các biến động của thị trường năng lượng quốc tế, bảo đảm nguồn cung xăng phục vụ hoạt động sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp và nhu cầu tiêu dùng của người dân.



HOÀN THIỆN KHUNG TIÊU CHUẨN THỰC PHẨM:

BỘ CÔNG THƯƠNG BAN HÀNH QUY CHUẨN QUỐC GIA VỀ DẦU THỰC VẬT TINH CHẾ VÀ SỮA DẠNG LỎNG

Ngày 26/2/2026, Bộ Công Thương đã ký ban hành hai Thông tư quan trọng, đưa vào áp dụng các Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với dầu thực vật tinh chế và các sản phẩm sữa dạng lỏng. Việc xây dựng và ban hành các quy chuẩn này góp phần hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật trong lĩnh vực thực phẩm, tăng cường kiểm soát chất lượng, bảo đảm an toàn cho người tiêu dùng và tạo môi trường minh bạch cho hoạt động sản xuất, kinh doanh.

HOÀNG HỒ

QUY CHUẨN KỸ THUẬT QUỐC GIA VỀ DẦU THỰC VẬT TINH CHẾ

Theo Thông tư số 10/2026/TT-BCT, Bộ Công Thương ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về dầu thực vật tinh chế (QCVN 29:2026/BCT), quy định các mức giới hạn chỉ tiêu chất lượng, an toàn và các yêu cầu quản lý đối với sản phẩm dầu thực vật tinh chế dùng làm thực phẩm. Thông tư có hiệu lực từ ngày 1/12/2026.

Quy chuẩn áp dụng đối với tổ chức, cá nhân sản xuất, kinh doanh, nhập khẩu dầu thực vật tinh chế trên lãnh thổ Việt Nam và các tổ chức, cá nhân có liên quan. Đối với các sản phẩm đã tự công bố trước khi thông tư có hiệu lực, doanh nghiệp được tiếp tục sản xuất, nhập khẩu và kinh doanh cho đến khi hoàn tất đăng ký bản công bố hợp quy theo quy định hiện hành.

Theo quy chuẩn, dầu thực vật tinh chế dùng làm thực phẩm là loại dầu có thành phần chủ yếu gồm triglyceride (glyxerit của axit béo)



có nguồn gốc thực vật, đã trải qua các quá trình tinh chế như trung hòa, tẩy màu và khử mùi nhằm loại bỏ tạp chất, đáp ứng yêu cầu về an toàn và chất lượng để sử dụng trực tiếp hoặc làm nguyên liệu chế biến thực phẩm.

Quy chuẩn cũng phân loại rõ các sản phẩm dầu thực vật tinh chế, bao gồm:

- Dầu thực vật tinh chế đơn chất, được sản xuất từ nguyên liệu của một loài thực vật duy nhất.

- Dầu thực vật tinh chế hỗn hợp, được phối trộn từ hai loại dầu thực vật tinh chế trở lên theo tỷ lệ nhất định.

Bên cạnh đó, văn bản định nghĩa cụ thể nhiều loại dầu phổ biến trên thị trường như dầu lạc, dầu dừa,

dầu phôi ngô, dầu cọ, dầu nhân cọ, dầu đậu tương, dầu mè, dầu hướng dương, dầu cám gạo, dầu ô liu, cùng các phân đoạn của dầu cọ như olein, stearin và siêu olein.

Ngoài các khái niệm và phân loại, quy chuẩn còn quy định chi tiết về chỉ tiêu kỹ thuật, phương pháp lấy mẫu và thử nghiệm, yêu cầu quản lý, trách nhiệm của tổ chức, cá nhân và tổ chức thực hiện, nhằm bảo đảm việc kiểm soát chất lượng sản phẩm trong toàn bộ quá trình sản xuất, lưu thông trên thị trường.

Việc ban hành quy chuẩn này được xem là bước quan trọng trong việc chuẩn hóa các tiêu chí chất lượng đối với dầu thực vật tinh chế, một nhóm sản phẩm được sử dụng rộng rãi trong chế biến thực phẩm và tiêu dùng hằng ngày.

BAN HÀNH QUY CHUẨN ĐỐI VỚI CÁC SẢN PHẨM SỮA DẠNG LỎNG

Cũng trong ngày 26/2/2026, Bộ Công Thương ban hành Thông tư số 09/2026/TT-BCT, kèm theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với các sản phẩm sữa dạng lỏng (QCVN 28:2026/BCT). Thông tư có hiệu lực từ ngày 1/9/2026.

Quy chuẩn quy định các mức giới hạn chỉ tiêu hóa lý, an toàn và các yêu cầu quản lý đối với các sản phẩm sữa dạng lỏng lưu thông trên thị trường. Đối tượng áp dụng là tổ chức, cá nhân sản xuất, kinh doanh, nhập khẩu các sản phẩm sữa dạng lỏng tại Việt Nam và các tổ chức, cá nhân có liên quan.

Tương tự quy chuẩn đối với dầu thực vật tinh chế, các sản phẩm sữa dạng lỏng đã tự công bố trước thời điểm thông tư có hiệu lực vẫn được tiếp tục sản xuất, kinh doanh, nhập khẩu cho đến khi hoàn tất đăng ký bản công bố hợp quy theo quy định.

Quy chuẩn xác định 6 nhóm sản phẩm sữa dạng lỏng, bao gồm:

1. Nhóm sữa tươi (sữa tươi nguyên chất thanh trùng/tiệt trùng,



sữa tươi thanh trùng/tiệt trùng, sữa tươi tách béo thanh trùng/tiệt trùng);

2. Sữa hoàn nguyên, sữa pha lại, sữa hỗn hợp;

3. Sữa cô đặc;

4. Sữa đặc có đường;

5. Sữa gầy cô đặc bổ sung chất béo thực vật;

6. Sữa gầy đặc có đường bổ sung chất béo thực vật.

Trong đó, quy chuẩn làm rõ nhiều khái niệm quan trọng. Ví dụ, sữa tươi nguyên chất thanh trùng hoặc tiệt trùng là sản phẩm được chế biến hoàn toàn từ sữa tươi nguyên liệu và không bổ sung bất kỳ thành phần nào khác, kể cả phụ gia thực phẩm. Trong khi đó, sữa tươi thanh trùng hoặc tiệt trùng có thể bổ sung đường hoặc nguyên liệu khác như nước quả, cacao, cà phê nhưng sữa tươi nguyên liệu phải chiếm tối thiểu 90% khối lượng sản phẩm cuối cùng.

Quy chuẩn cũng nêu rõ đặc điểm của các sản phẩm như sữa hoàn nguyên (pha lại từ sữa bột hoặc sữa cô đặc), sữa pha lại (kết hợp chất béo sữa và chất khô không béo), sữa cô đặc, sữa đặc có đường, đồng thời quy định về kỹ thuật, phương pháp thử, yêu cầu quản lý và trách nhiệm của các tổ chức, cá

nhân liên quan.

Đáng chú ý, quy chuẩn không áp dụng đối với sữa công thức dành cho trẻ đến 36 tháng tuổi, sữa cho mục đích y tế đặc biệt dành cho trẻ sơ sinh và thực phẩm chức năng.

HOÀN THIỆN HÀNH LANG KỸ THUẬT CHO THỊ TRƯỜNG THỰC PHẨM

Việc Bộ Công Thương đồng thời ban hành hai quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với dầu thực vật tinh chế và các sản phẩm sữa dạng lỏng cho thấy nỗ lực tiếp tục hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn trong lĩnh vực thực phẩm.

Các quy chuẩn này không chỉ thiết lập các yêu cầu về chất lượng và an toàn, mà còn tạo cơ sở pháp lý cho công tác quản lý nhà nước, kiểm tra, giám sát sản phẩm trên thị trường, đồng thời giúp doanh nghiệp có căn cứ rõ ràng để tổ chức sản xuất, kinh doanh đúng quy định.

Trong bối cảnh thị trường thực phẩm ngày càng đa dạng về chủng loại và nguồn gốc sản phẩm, việc xây dựng các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia có ý nghĩa quan trọng nhằm bảo đảm minh bạch thông tin sản phẩm, bảo vệ quyền lợi người tiêu dùng và thúc đẩy phát triển bền vững ngành công nghiệp thực phẩm❖

VIỆN CÔNG NGHIỆP THỰC PHẨM:
ĐỔI MỚI SÁNG TẠO
LÀ NỀN TẢNG PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
TRONG GIAI ĐOẠN MỚI

PGS.TS. VŨ NGUYỄN THÀNH
Viện trưởng Viện Công nghiệp thực phẩm

Trong bối cảnh ngành công nghiệp thực phẩm Việt Nam chuyển dịch mạnh sang mô hình tăng trưởng dựa trên khoa học công nghệ, Viện Công nghiệp Thực phẩm xác định đổi mới sáng tạo là trụ cột xuyên suốt, gắn nghiên cứu với quản lý nhà nước và nhu cầu thực tiễn của doanh nghiệp.

Công nghiệp chế biến thực phẩm giữ vai trò đặc biệt quan trọng trong nền kinh tế và an sinh xã hội, là mắt xích quyết định để nâng cao giá trị gia tăng của nông nghiệp, phát triển thị trường trong nước và tạo nền tảng cho xuất khẩu bền vững. Đây cũng là một trong những ngành sản xuất then chốt của ngành Công Thương, đóng góp đáng kể vào tăng trưởng GDP và tạo việc làm cho xã hội. Năm 2024, giá trị sản xuất của ngành chế biến thực phẩm Việt Nam đạt khoảng 79,3 tỷ USD, tăng 7,4% so với năm trước và chiếm gần 20% tổng giá trị sản xuất công nghiệp của cả nước. Thị trường thực phẩm và đồ uống trong nước đạt khoảng 26,5 tỷ USD, tăng khoảng 16% so với năm 2023, phản ánh sự mở rộng nhanh của tiêu dùng nội địa và hệ thống phân phối hiện đại. Cùng với đó, kim ngạch xuất khẩu nông, lâm, thủy sản và thực phẩm chế biến đạt trên 60 tỷ USD và tiếp tục duy trì đà tăng trưởng, khẳng định vị thế ngày càng rõ của Việt Nam trong chuỗi cung ứng thực phẩm toàn cầu.

Những con số trên cho thấy quy mô lớn và dư địa phát triển còn rất rộng của ngành công nghiệp thực phẩm. Tuy nhiên, sự gia tăng về quy mô cũng đồng thời đặt ra những yêu cầu ngày càng cao từ thị trường trong nước và quốc tế. Nhu cầu hiện nay không còn dừng lại ở sản lượng, mà chuyển mạnh sang các tiêu chí về chất lượng, an toàn thực phẩm, truy xuất nguồn gốc, minh bạch thông tin, giảm phát thải và mức độ làm chủ công nghệ. Đây là sự chuyển dịch mang tính căn bản của mô hình tăng trưởng, từ dựa vào tài nguyên và lao động sang dựa trên khoa học công nghệ và đổi mới sáng tạo.

Thực tiễn phát triển cũng cho thấy ngành công nghiệp thực phẩm Việt Nam còn tồn tại những hạn chế mang tính cấu trúc. Tỷ lệ chế biến sâu chưa tương xứng với tiềm năng nguồn nguyên liệu phong phú; nhiều doanh nghiệp, đặc biệt là doanh nghiệp vừa và nhỏ, còn phụ thuộc lớn vào enzyme, phụ gia và thiết bị nhập khẩu; năng lực chuẩn hóa quy trình sản xuất và kiểm soát chất lượng chưa đồng đều. Hạ tầng

kiểm nghiệm, giám định, truy xuất nguồn gốc và dữ liệu phục vụ quản lý nhà nước vẫn còn phân tán, thiếu tính liên thông. Đây chính là những khoảng trống lớn giữa nghiên cứu khoa học và thương mại hóa công nghệ, đòi hỏi vai trò chủ động và dài hạn của các viện nghiên cứu công lập.

Trong bối cảnh đó, Viện Công nghiệp Thực phẩm xác định rõ vai trò của mình không chỉ là đơn vị nghiên cứu khoa học, mà còn là hạ tầng kỹ thuật và tri thức phục vụ trực tiếp cho quản lý nhà nước của Bộ Công Thương, đồng thời đồng hành cùng doanh nghiệp trong quá trình đổi mới công nghệ. Giai đoạn 2020–2025, Viện đã tập trung thực hiện đồng thời hai nhóm nhiệm vụ lớn: hỗ trợ quản lý nhà nước và đẩy mạnh nghiên cứu, đổi mới sáng tạo gắn với chuyển giao công nghệ.

Về hỗ trợ quản lý nhà nước, Viện tham gia rà soát, xây dựng và hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia áp dụng cho các nhóm ngành hàng quan trọng thuộc phạm vi quản lý của Bộ Công Thương, như sữa, dầu tinh luyện, đồ uống có cồn, bột và tinh bột. Viện duy trì hoạt động phân tích, giám định thông qua Trung tâm Phân tích và Giám định Thực phẩm Quốc gia, vận hành theo các tiêu chuẩn quốc tế ISO/IEC 17025, thực hiện phân tích, giám định phục vụ doanh nghiệp và cơ quan quản lý. Trong nhiều tình huống phát sinh liên quan đến xuất khẩu và an toàn thực phẩm, các kết quả phân tích, giám định của Viện đã góp phần cung cấp căn cứ khoa học, nâng cao tính minh bạch và khả năng phản ứng chính sách trước yêu cầu của thị trường trong nước và quốc tế.

Song song với nhiệm vụ hỗ trợ quản lý, Viện Công nghiệp Thực phẩm xác định nghiên cứu khoa học và đổi mới sáng tạo là nền tảng cốt lõi cho phát triển dài hạn. Trong giai đoạn 2020–2025, Viện đã triển khai 38 nhiệm vụ khoa học công nghệ, bao gồm 5 đề tài cấp Nhà nước, 18 nhiệm vụ cấp Bộ Công Thương, 10 đề tài cấp địa phương và nhánh, cùng 5 nhiệm vụ hợp tác quốc tế. Hoạt động nghiên cứu được tổ chức theo hướng tập trung vào các công nghệ có nhu cầu thị trường rõ ràng, gắn với lợi thế nguyên liệu trong nước và có khả năng ứng dụng vào sản xuất. Kết quả nghiên cứu được công bố thông qua hơn 100 bài báo khoa học, trong đó có 20 bài báo quốc tế, đồng thời Viện đã đăng ký 2 giải pháp hữu ích, góp phần



từng bước nâng cao năng lực làm chủ công nghệ.

Một trong những tài sản khoa học có giá trị lâu dài của Viện là hệ thống bảo tồn và khai thác nguồn gen vi sinh vật công nghiệp. Hiện nay, Viện đang lưu giữ hơn 1.700 chủng vi sinh vật công nghiệp, vừa phục vụ nghiên cứu, đào tạo, vừa cung cấp giống cho sản xuất và làm chủng tham chiếu cho các phòng thí nghiệm. Đây là nền tảng quan trọng để phát triển các công nghệ sinh học trong lĩnh vực thực phẩm, đặc biệt là công nghệ enzyme và công nghệ lên men, những lĩnh vực có vai trò ngày càng lớn trong nâng cao chất lượng và giá trị sản phẩm.

Trong hoạt động chuyển giao công nghệ, Viện tập trung vào các hướng công nghệ có khả năng ứng dụng cao và phù hợp với yêu cầu chuyển đổi xanh của ngành. Các công nghệ như tinh bột biến tính, sản xuất oligosaccharide từ tinh bột, enzyme và vi sinh cho công nghiệp lên men, chiết xuất hợp chất thiên nhiên phục vụ thực phẩm và thực phẩm chức năng đã được nghiên cứu, hoàn thiện và chuyển giao cho doanh nghiệp. Điểm chung của các công nghệ này là góp phần giảm tiêu hao năng lượng, giảm phát thải, nâng cao chất lượng và độ ổn định của sản phẩm, đồng thời gia tăng mức độ chủ động về công nghệ cho doanh nghiệp trong nước.

Trước yêu cầu phát triển nhanh và bền vững của ngành công nghiệp thực phẩm, Viện Công nghiệp Thực phẩm xác định đổi mới sáng tạo không chỉ là hoạt động nghiên cứu đơn lẻ, mà là một chu trình khép kín từ nghiên cứu, thử nghiệm, trình diễn đến chuyển giao và hỗ trợ chính sách. Trên cơ sở đó, Viện định hướng phát triển theo ba trụ cột gắn bó chặt chẽ với nhau: phát triển khoa học công nghệ và đổi mới sáng tạo; hỗ trợ hiệu quả công tác quản lý nhà nước; và tăng cường kết nối với doanh nghiệp thông qua hoạt động trình diễn, pilot, chuyển giao và đào tạo.

Định hướng đến năm 2030, Viện Công nghiệp Thực phẩm phấn đấu trở thành trung tâm nghiên cứu, đổi mới sáng tạo và chuyển giao công nghệ hàng đầu của Việt Nam trong lĩnh vực công nghiệp thực phẩm và công nghiệp sinh học, đóng vai trò hạ tầng kỹ thuật nòng cốt của Bộ Công Thương về tiêu chuẩn, quy chuẩn, giám định và an toàn thực phẩm. Xa hơn, đến năm 2045, Viện hướng tới

mô hình viện, trung tâm quốc gia có năng lực cạnh tranh trong khu vực, làm chủ một số công nghệ chiến lược, đồng hành cùng quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước dựa trên khoa học công nghệ.

Để hiện thực hóa các mục tiêu này, Viện Công nghiệp Thực phẩm tiếp tục đổi mới tổ chức, nhân lực và phương thức quản trị theo hướng tinh gọn, hiệu lực và hiệu quả; đồng thời tăng cường hợp tác trong nước và quốc tế, gắn hoạt động nghiên cứu với nhu cầu thực tiễn của quản lý nhà nước và doanh nghiệp. Đổi mới sáng tạo vì vậy không chỉ là định hướng phát triển, mà là nền tảng xuyên suốt để Viện thực hiện tốt vai trò của một viện nghiên cứu đầu ngành trực thuộc Bộ Công Thương, góp phần nâng cao giá trị gia tăng, tăng tính tự chủ công nghệ và phát triển bền vững cho ngành công nghiệp thực phẩm Việt Nam.

Từ thực tiễn hoạt động nghiên cứu và chuyển giao công nghệ, Viện Công nghiệp Thực phẩm kiến nghị Bộ Công Thương tiếp tục hoàn thiện các cơ chế, chính sách nhằm phát huy vai trò của hệ thống nghiên cứu công lập trong phát triển ngành công nghiệp thực phẩm theo hướng bền vững và chuyển đổi xanh.

Trước hết, Viện đề nghị Bộ Công Thương hình thành cơ chế đặt hàng thường xuyên đối với các nhiệm vụ khoa học công nghệ phục vụ trực tiếp công tác quản lý nhà nước, tập trung vào xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, đánh giá rủi ro và cơ sở dữ liệu ngành thực phẩm. Cơ chế đặt hàng cần gắn với mục tiêu quản lý, có lộ trình rõ ràng, bảo đảm tính liên tục và tích lũy dữ liệu dài hạn.

Bên cạnh đó, Viện kiến nghị Bộ Công Thương ưu tiên đầu tư hạ tầng đổi mới sáng tạo cấp ngành theo mô hình trung tâm trình diễn và chuyển giao công nghệ, trong đó sớm phê duyệt và bố trí nguồn lực cho Trung tâm Kết nối, Trình diễn và Chuyển giao Công nghệ trong lĩnh vực công nghiệp sinh học và thực phẩm đạt tiêu chuẩn GMP, nhằm giảm rủi ro cho doanh nghiệp khi tiếp nhận công nghệ và rút ngắn thời gian thương mại hóa.

Viện cũng đề nghị tiếp tục hoàn thiện cơ chế tự chủ đối với các đơn vị nghiên cứu công lập trực thuộc Bộ theo hướng trao quyền gắn với trách nhiệm giải trình và đánh giá theo kết quả, tạo điều kiện thu hút nhân lực chất lượng cao và nâng cao hiệu quả sử dụng nguồn lực.

Ngoài ra, Viện đề xuất Bộ Công Thương chỉ đạo xây dựng cơ sở dữ liệu ngành thực phẩm và hệ thống cảnh báo rủi ro an toàn thực phẩm theo hướng liên thông giữa tiêu chuẩn, quy chuẩn, kết quả kiểm nghiệm và thông tin thị trường; trong đó Viện Công nghiệp Thực phẩm sẵn sàng tham gia với vai trò đầu mối kỹ thuật triển khai.

Trong bối cảnh yêu cầu phát triển ngành công nghiệp thực phẩm ngày càng cao, Viện Công nghiệp Thực phẩm xác định rõ trách nhiệm của một viện nghiên cứu đầu ngành trực thuộc Bộ Công Thương, tiếp tục đổi mới mạnh mẽ hoạt động nghiên cứu và chuyển giao công nghệ, gắn khoa học công nghệ với thực tiễn quản lý và sản xuất, góp phần nâng cao giá trị gia tăng, tăng tính tự chủ công nghệ và phát triển bền vững ngành công nghiệp thực phẩm Việt Nam ❖

ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG NHIỄM VI SINH VẬT TRONG SẢN PHẨM BÚN PHỞ TƯƠI TẠI VIỆT NAM

TRƯƠNG HƯƠNG LAN, BÙI QUANG THUẬT, ĐỖ TRỌNG HƯNG, BÙI BÍCH NGỌC

TÓM TẮT:

Bún và phở tươi là những thực phẩm truyền thống có độ ẩm cao, dễ bị hư hỏng do bị nhiễm vi sinh vật trong quá trình chế biến, bảo quản và phân phối. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá mức độ nhiễm vi sinh vật trên 205 mẫu bún và phở tươi được thu thập tại các cơ sở chế biến và chợ truyền thống. Kết quả cho thấy vi sinh vật hiện diện phổ biến trong đại đa số các mẫu bún, phở tươi khảo sát với các mức độ khác nhau, trong đó mức độ nhiễm cao và rất cao đối với tổng số vi khuẩn hiếu khí là 36,1% và tổng số nấm men, nấm mốc là 20,9%. Đáng chú ý, phở tươi có mức độ nhiễm Coliform (32%) cao hơn so với bún tươi, đồng thời là nhóm duy nhất ghi nhận sự hiện diện của *E. coli* với tỷ lệ 7%. Sự khác biệt này có liên quan đến đặc điểm công nghệ chế biến, trong đó quá trình lên men ở bún tươi góp phần ức chế hiệu quả nhóm vi khuẩn đường ruột. Một kết quả tích cực là không phát hiện các tác nhân gây ngộ độc cấp tính như *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus* và *Clostridium perfringens* trong toàn bộ các mẫu phân tích. Tuy nhiên, mức độ nhiễm nấm men và nấm mốc cao tại nhiều mẫu phản ánh điều kiện vệ sinh chưa đạt yêu cầu. Nghiên cứu nhấn mạnh cần tăng cường kiểm soát vệ sinh an toàn thực phẩm, đặc biệt là trong các công đoạn chế biến, bảo quản và bán lẻ để đảm bảo sức khỏe người tiêu dùng.

Từ khóa: Bún tươi, phở tươi, vi sinh vật, an toàn thực phẩm.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Bún và phở tươi là những thực phẩm truyền thống thiết yếu ở nước ta. Với ưu thế về đặc tính cảm quan và sự linh hoạt trong chế biến thành nhiều món ăn khác nhau, chúng trở thành thành phần không thể thiếu trong chế độ dinh dưỡng hàng ngày của người dân Việt Nam và các nước Đông Nam Á. Tuy nhiên, do chứa hàm lượng tinh bột dồi dào và có độ ẩm lớn, các sản phẩm này trở thành môi trường lý tưởng cho sự phát triển của nhiều nhóm vi sinh vật gây hại. Một số nghiên cứu trong nước đã chỉ ra rằng xuất hiện vi khuẩn hiếu khí, nấm men, nấm mốc, vi khuẩn chỉ thị như Coliforms hay *E. coli* là khá phổ biến ở các sản phẩm thức ăn đường phố như bánh canh, bún hến [1,2]. Tương tự, một nghiên cứu của Campuchia cũng công bố bún gạo Khmer đã bị nhiễm nhiều loại vi sinh vật do thực hành vệ sinh không tốt từ quá trình sản xuất, môi trường chế biến và trong quá trình bán lẻ tại chợ [8]. Vi khuẩn hiếu khí, nấm men, nấm mốc là những tác nhân chính gây ra hiện tượng biến đổi chất lượng, làm xuất hiện mùi chua, vị lạ và hiện tượng "nhớt hóa" bề mặt sản phẩm. Bên cạnh đó, sự hiện diện của các vi khuẩn chỉ thị như Coliforms hay *E. coli* không chỉ phản ánh điều kiện vệ sinh kém mà còn tiềm ẩn nguy cơ gây bệnh đường ruột cho người tiêu dùng. Nhiễm khuẩn *B. cereus* đã gây ra ngộ độc với

mức ảnh hưởng nghiêm trọng đã diễn ra ở Trung Quốc trong những năm gần đây [5].

Trong bối cảnh sản xuất tại các làng nghề và hộ kinh doanh cá thể còn mang tính thủ công, việc kiểm soát vệ sinh an toàn thực phẩm đang đối mặt với nhiều thách thức, đặc biệt là nguy cơ nhiễm chéo trong quá trình chế biến và phân phối. Việc đánh giá mức độ nhiễm vi sinh vật trong các sản phẩm bún phở tươi không chỉ giúp xác định các điểm nguy cơ trong chuỗi sản xuất mà còn là cơ sở khoa học để đề xuất các biện pháp quản lý an toàn thực phẩm phù hợp. Xuất phát từ thực tế đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát mức độ nhiễm vi khuẩn hiếu khí, nấm men, nấm mốc và các vi sinh vật gây bệnh đáng quan tâm trong 205 mẫu bún, phở tươi được sản xuất tại các làng nghề và tại các điểm bán lẻ khác nhau ở chợ. Kết quả của nghiên cứu sẽ đóng góp dữ liệu quan trọng cho việc hoàn thiện các tiêu chuẩn vệ sinh và nâng cao chất lượng an toàn thực phẩm đối với nhóm sản phẩm được chế biến từ gạo truyền thống.

NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguyên liệu

- Bún tươi (n=105), phở và hủ tiếu tươi (gộp chung là phở tươi, n=100) được sản xuất từ gạo, lấy mẫu từ các

cơ sở sản xuất bún, phở ở Hà Nội (làng nghề Tứ Kỳ, Phú Đô, Mạch Tràng, Thanh Lương), Phú Thọ (làng nghề Hoà Loan), Tuyên Quang, Đồng Tháp (làng nghề Sa Đéc), Quảng Trị (làng nghề Linh Chiểu), Vĩnh Long (hộ kinh doanh Ba Khánh). Ngoài ra, mẫu còn được lấy tại các chợ truyền thống của Hà Nội, Hải Dương, Tuyên Quang, Bắc Ninh, Ninh Bình, Hưng Yên, Huế, Đà Nẵng, Hà Tĩnh.

- Nhóm vi sinh vật đánh giá: tổng số vi khuẩn hiếu khí, tổng số nấm men, nấm mốc, Coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp.*, *Bacillus cereus*.

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp lấy mẫu: mẫu được thu thập tại các địa điểm lấy mẫu, bao gói trong nilon sạch và vô trùng, bảo quản lạnh đông ngay và mang về phòng thí nghiệm phân tích.

Thời gian lấy mẫu: tháng 6/2025 đến tháng 11/2025.

Phương pháp chuẩn bị mẫu: Theo TCVN 6507-1:2009.

Phương pháp định lượng vi sinh vật: theo bảng 1.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Phân bố mức độ nhiễm vi khuẩn hiếu khí trong các sản phẩm bún, phở tươi

Phân tích 205 mẫu bún phở tươi thu thập từ các làng nghề, chợ truyền thống, kết quả về mức độ nhiễm vi sinh vật hiếu khí được trình bày ở bảng 2.

Kết quả bảng 2 cho thấy vi khuẩn hiếu khí xuất hiện trong phần lớn các mẫu bún, phở tươi khảo sát. Trong tổng số 205 mẫu phân tích, chỉ có 3,9% mẫu không phát hiện, trong khi đó có đến 96,1% mẫu có xuất hiện vi khuẩn hiếu khí với mức độ nhiễm khác nhau từ thấp ($\leq 10^3$ CFU/g) đến rất cao ($\geq 10^6$ CFU/g). Phần lớn các mẫu bún, phở không phát hiện nhiễm vi sinh vật hiếu khí hoặc nhiễm ở mức thấp cũng là những mẫu có mặt các chất bảo quản natri benzoate hoặc hỗn hợp natri benzoate và kalisorbate (số liệu đã có và sẽ được trình bày trong một bài báo tiếp theo). Đây chính là những

chất bảo quản có tác dụng ức chế vi sinh vật trong quá trình chế biến và tiêu thụ. Trong số các mẫu nhiễm, tỷ lệ mẫu nhiễm ở mức thấp và trung bình chiếm 60%, trong khi đó tỷ lệ mẫu nhiễm ở mức độ cao và rất cao chiếm 36,1%, cho thấy sản phẩm có nguy cơ hư hỏng nhanh trong quá trình lưu trữ và phân phối.

Bảng 2 cũng cho thấy có sự khác nhau giữa tỷ lệ nhiễm tổng số vi khuẩn hiếu khí trong sản phẩm bún tươi và phở tươi khảo sát. Ở các mẫu bún tươi, tỷ lệ các mẫu có mức độ nhiễm từ trung bình đến rất cao chiếm 77,1 % tổng số mẫu, trong khi đó mức độ nhiễm này ở phở tươi chiếm đến 95%, phản ánh tình trạng nhiễm vi khuẩn hiếu khí phổ biến trong sản phẩm phở tươi cao hơn bún tươi. Việc phân bố nhiễm ở các mức độ khác nhau cũng rất khác nhau giữa bún tươi và phở tươi. Tỷ lệ nhiễm tổng số vi khuẩn hiếu khí thấp ($< 10^3$ CFU/g) chiếm 18,1% số mẫu bún tươi thì ở phở tươi chỉ có 2%. Tuy nhiên, phần lớn các mẫu phở tươi lại chỉ nhiễm tổng số vi khuẩn hiếu khí ở mức độ trung bình (63%), còn mức độ nhiễm cao và rất cao là 32%, trong khi đó ở bún tươi các giá trị tương ứng này là 37,1% và 40%. Vi khuẩn hiếu khí là chỉ tiêu phản ánh mức độ nhiễm vi sinh vật chung và điều kiện vệ sinh trong quá trình sản xuất, bảo quản thực phẩm. Hàm lượng vi khuẩn hiếu khí cao trong các mẫu bún, phở tươi có thể liên quan đến chất lượng nguyên liệu đầu vào, nguồn nước sử dụng, điều kiện vệ sinh của thiết bị, cũng như quá trình bảo quản và phân phối sản phẩm ở nhiệt độ môi trường. Mặc dù các tiêu chuẩn Quốc tế đều không quy định mức giới hạn tổng số vi khuẩn hiếu khí cho bún, phở tươi và các sản phẩm tương tự [7,9] nhưng các sản phẩm có mức nhiễm cao và rất cao có nguy cơ bị biến đổi chất lượng nhanh, rút ngắn thời gian bảo quản và tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn thực phẩm nếu không được kiểm soát tốt.

Phân bố mức độ nhiễm nấm men, nấm mốc trong các sản phẩm bún, phở tươi

Nấm men và nấm mốc là nhóm vi sinh vật chủ yếu

Bảng 1. Phương pháp định lượng vi sinh vật

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp thử
1	Tổng số vi khuẩn hiếu khí	TCVN 4884-1:2015
2	Tổng số nấm men, nấm mốc	TCVN 8275-2:2010
3	Coliforms	TCVN 6846:2007
4	<i>Escherichia coli</i>	TCVN 4882:2007
5	<i>Staphylococcus aureus</i>	TCVN 11039-6:2015
6	<i>Clostridium perfringens</i>	TCVN 4991:2005
7	<i>Salmonella spp.</i>	TCVN 11039-5:2015
8	<i>Bacillus cereus</i>	TCVN 4992:2005

Bảng 2. Kết quả phân bố mức độ nhiễm vi khuẩn hiếu khí trong các sản phẩm bún, phở tươi

Mức độ nhiễm	Quy ước phân loại	Số mẫu	Tỷ lệ (%)
Bún tươi			
Không phát hiện (KPH)	< 10	5	4,8
Thấp	$\leq 10^3$ CFU/g	19	18,1
Trung bình	$> 10^3 - \leq 10^5$ CFU/g	39	37,1
Cao	$> 10^5 - \leq 10^6$ CFU/g	25	23,8
Rất cao	$> 10^6$ CFU/g	17	16,2
Cộng		105	100
Phở tươi			
Không phát hiện (KPH)	< 10	3	3
Thấp	$\leq 10^3$ CFU/g	2	2
Trung bình	$> 10^3 - \leq 10^5$ CFU/g	63	63
Cao	$> 10^5 - \leq 10^6$ CFU/g	20	20
Rất cao	$> 10^6$ CFU/g	12	12
Cộng		100	100
Bún phở tươi tổng số			
Không phát hiện (KPH)	< 10	8	3,9
Thấp	$\leq 10^3$ CFU/g	21	10,3
Trung bình	$> 10^3 - \leq 10^5$ CFU/g	102	49,7
Cao	$> 10^5 - \leq 10^6$ CFU/g	45	22,0
Rất cao	$> 10^6$ CFU/g	29	14,1
Cộng		205	100

gây hư hỏng thực phẩm giàu tinh bột và có độ ẩm cao như bún tươi, phở tươi. Phân tích tổng số nấm men và nấm mốc trong 205 sản phẩm bún, phở tươi, kết quả được trình bày ở bảng 3.

Kết quả phân tích trên bảng 3 cho thấy nấm men, nấm mốc được phát hiện trong phần lớn các mẫu bún, phở tươi khảo sát. Trong đó, các mẫu có mức độ nhiễm trung bình đến rất cao chiếm 70,5% tổng số mẫu bún tươi và 79% tổng số mẫu phở tươi. Theo các khuyến nghị của Codex Alimentarius và Ủy ban Tiêu chuẩn Vi sinh Thực phẩm Quốc tế (ICMSF), đối với các sản phẩm thực phẩm có độ ẩm cao và giàu carbohydrate như bún, phở tươi, tổng số nấm men, nấm mốc nên được duy trì ở mức $\leq 10^3$ CFU/g nhằm đảm bảo chất lượng và kéo dài thời gian bảo quản [3,4]. Như vậy, trong nghiên cứu này, chỉ có 29,5% số mẫu bún tươi và 21% số mẫu phở tươi có tổng số nấm men, nấm mốc ở mức $\leq 10^3$ CFU/g, trong khi phần lớn các mẫu vượt quá ngưỡng khuyến nghị. Đáng lưu ý, tỷ lệ mẫu có mức nhiễm cao và rất cao ($\geq 10^5$ CFU/g) chiếm 20% ở bún tươi và 22% ở phở tươi, vượt xa các giá trị chấp nhận được đối với thực phẩm dạng ẩm. Mặc dù nấm men, nấm mốc không được quy định giới hạn bắt buộc trong một số quy định ở

Trung Quốc, Thái Lan [7,9] nhưng mức nhiễm cao như vậy được xem là chỉ dấu của điều kiện sản xuất và bảo quản không đạt yêu cầu, đồng thời làm gia tăng nguy cơ xuất hiện các loài nấm mốc sinh độc tố. Điều này đặc biệt đáng quan ngại đối với các sản phẩm bún, phở tươi thường được tiêu thụ trực tiếp hoặc sau xử lý nhiệt không đáng kể.

Phân bố mức độ ô nhiễm Coliform và *E. coli* trong bún phở tươi

Coliforms thường được sử dụng như một chỉ thị cho mức độ vệ sinh và khả năng nhiễm chéo sau chế biến, trong khi *E. coli* là chỉ thị đặc hiệu hơn cho ô nhiễm có nguồn gốc phân. Kết quả phân tích 205 mẫu bún tươi và phở tươi (bảng 4) cho thấy sự khác biệt rõ rệt về mức độ nhiễm Coliform và *E. coli* giữa hai nhóm sản phẩm. Đối với bún tươi 89,5% mẫu không phát hiện Coliform và 100% mẫu không phát hiện *E. coli*, chỉ có 10,5% mẫu nhiễm Coliform ở mức $\leq 10^2$ MPN/g. Ngược lại, phở tươi ghi nhận tỷ lệ nhiễm Coliform 32% và *E. coli* 7%. Xét chung 205 mẫu bún, phở tươi, 79% mẫu không phát hiện Coliform và 96,6% mẫu không phát hiện *E. coli*, tuy nhiên vẫn ghi nhận 21% mẫu nhiễm Coliform và 3,4% mẫu nhiễm *E. coli* ở mức $\leq 10^2$ MPN/g. Kết quả nghiên

Bảng 3. Kết quả phân bố mức độ nhiễm tổng số nấm men, nấm mốc trong các sản phẩm bún, phở tươi

Mức độ nhiễm	Quy ước phân loại	Số mẫu	Tỷ lệ (%)
Bún tươi			
Không phát hiện (KPH)	< 10	7	6,7
Thấp	$\leq 10^3$ CFU/g	24	22,8
Trung bình	$> 10^3 - \leq 10^5$ CFU/g	53	50,5
Cao	$> 10^5 - \leq 10^6$ CFU/g	15	14,3
Rất cao	$> 10^6$ CFU/g	6	5,7
Cộng		105	100
Phở tươi			
Không phát hiện (KPH)	< 10	3	3
Thấp	$\leq 10^3$ CFU/g	18	18
Trung bình	$> 10^3 - \leq 10^5$ CFU/g	57	57
Cao	$> 10^5 - \leq 10^6$ CFU/g	15	15
Rất cao	$> 10^6$ CFU/g	7	7
Cộng		100	100
Bún phở tươi tổng số			
Không phát hiện (KPH)	< 10	10	4,9
Thấp	$\leq 10^3$ CFU/g	42	20,5
Trung bình	$> 10^3 - \leq 10^5$ CFU/g	110	53,7
Cao	$> 10^5 - \leq 10^6$ CFU/g	30	14,6
Rất cao		13	6,3
Cộng		205	100

cứu cho thấy phở tươi có mức độ nhiễm Coliform và *E. coli* cao hơn so với bún tươi, phản ánh sự khác biệt về điều kiện vệ sinh và đặc điểm công nghệ chế biến giữa hai sản phẩm. Bún tươi thường trải qua quá trình ngâm và lên men kéo dài từ 1-2 ngày, làm giảm pH và tạo điều kiện cho vi khuẩn lactic phát triển và sinh acid hữu cơ, làm giảm pH của khối bột. FAO/WHO và Codex Alimentarius đều ghi nhận rằng môi trường pH thấp và sự hiện diện của hệ vi khuẩn lactic có tác dụng ức chế sự phát triển của các vi khuẩn đường ruột, bao gồm Coliform và *E. coli*, thông qua cả cơ chế acid hóa và cạnh tranh sinh học [11,3]. Ngược lại, phở tươi không có giai đoạn lên men rõ rệt do thời gian ngâm gạo trong nước ngắn, pH sản phẩm thường cao hơn và quy trình chế biến gồm nhiều công đoạn cán, cắt và bày bán ở nhiệt độ môi trường, làm gia tăng nguy cơ nhiễm chéo vi sinh. Kết quả nghiên cứu của Sopheap và cộng sự [8] cũng có kết quả tương tự khi quan sát thấy các tác nhân gây bệnh xuất hiện với số lượng cao hơn ở nhóm bún gạo không lên men so với nhóm bún lên men trên các sản phẩm bún Campuchia.

Mặc dù mật độ Coliform và *E. coli* ghi nhận chủ yếu

ở mức thấp ($\leq 10^2$ MPN/g), sự hiện diện của *E. coli* trong phở tươi vẫn là chỉ dấu cảnh báo về ô nhiễm vệ sinh và nguy cơ tiềm ẩn đối với an toàn thực phẩm, đặc biệt đối với các sản phẩm được tiêu thụ trực tiếp hoặc xử lý nhiệt không đầy đủ. Tỷ lệ phát hiện Coliforms cao hơn đáng kể so với *E. coli* cho thấy tình trạng ô nhiễm vi sinh trong các mẫu nghiên cứu chủ yếu liên quan đến điều kiện vệ sinh chung trong quá trình sản xuất, bảo quản và phân phối, hơn là ô nhiễm phân. Việc *E. coli* chỉ xuất hiện ở tỷ lệ thấp và với hàm lượng nhỏ cho thấy nguy cơ ô nhiễm phân nghiêm trọng trong các sản phẩm nghiên cứu là không phổ biến.

***Clostridium perfringens*, *S.aureus*, *B. cereus* và *Salmonella* spp**

Kết quả nghiên cứu trên 205 mẫu bún tươi và phở tươi thu thập tại các tỉnh đại diện cho ba miền Bắc, Trung và Nam cho thấy không phát hiện sự hiện diện của các vi khuẩn gây ngộ độc thực phẩm cấp tính, bao gồm *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* và *Clostridium perfringens*. Đây là một kết quả có ý nghĩa quan trọng về mặt an toàn thực phẩm, bởi các vi sinh vật này được Ủy ban Tiêu chuẩn Vi sinh Thực

Bảng 4. Kết quả phân bố mức độ nhiễm Coliform và *E. coli* trong các sản phẩm bún, phở tươi

Mức độ nhiễm	Quy ước phân loại	Coliform		<i>E. coli</i>	
Bún tươi		Số mẫu	Tỷ lệ (%)	Số mẫu	Tỷ lệ (%)
Không phát hiện	LOD < 0	94	89,5	105	100
Nhiễm	$\leq 10^2$ MPN/g	11	10,5	0	0
Cộng		105	100	105	100
Phở tươi					
Không phát hiện	LOD < 0	68	68	93	93
Nhiễm	$\leq 10^2$ MPN/g	32	32	7	7
Cộng		100	100	100	100
Bún phở tươi tổng số					
Không phát hiện	LOD < 0	162	79	198	96,6
Nhiễm	$\leq 10^2$ MPN/g	43	21	7	3,4
Cộng		205	100	205	100

phẩm Quốc tế và FAO/WHO xác định là những tác nhân hàng đầu gây ra các vụ ngộ độc thực phẩm cấp tính liên quan đến thực phẩm giàu tinh bột và thực phẩm ăn liền [4,11].

Kết quả này đặc biệt đáng chú ý khi so sánh với một số nghiên cứu quốc tế, nhất là tại Trung Quốc, nơi *B. cereus* thường được ghi nhận với tỷ lệ tương đối cao trong các sản phẩm bún gạo tươi [6,10]. Nghiên cứu của Lu và cộng sự cho thấy mức độ phổ biến của *B. cereus* lên đến 85% trong các mẫu nguyên liệu thô (bột gạo ướt), 50% trong các mẫu tại cơ sở sản xuất và 43,17% trong giai đoạn bán lẻ [6]. Năm 2018, một vụ ngộ độc thực phẩm đã xảy ra tại một trường trung học cơ sở tại Trung Quốc gây tiêu chảy cho 68 trường hợp, nguyên nhân là do ăn bún tươi bị nhiễm *B. cereus* [5]. Nghiên cứu của Wu và cộng sự cho thấy sự xuất hiện của *Staphylococcus*, *Escherichia*, *Listeria*, *Bacillus cereus* và *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7 và *Listeria monocytogenes* trong cả nguyên liệu thô và sản phẩm bún gạo, cho thấy rủi ro về an toàn thực phẩm đối với việc sản xuất và tiêu thụ bún gạo [12].

Sự khác biệt trong việc không phát hiện thấy *Bacillus cereus* trong các mẫu bún phở tươi ở nghiên cứu này có thể được giải thích bởi điều kiện công nghệ và mô hình tiêu thụ, theo đó bún và phở tươi tại Việt Nam thường được sản xuất với chu kỳ ngắn, tiêu thụ trong ngày và trải qua nhiều bước xử lý nhiệt liên tiếp, làm giảm khả năng tồn tại và nảy mầm của bào tử *B. cereus*.

Lời cảm ơn:

Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn Bộ Công Thương đã cấp kinh phí để thực hiện nghiên cứu này trong khuôn khổ của đề tài “Nghiên cứu đánh giá thực trạng an toàn thực phẩm trong sản xuất và đề xuất các giải pháp nhằm bảo đảm an toàn thực phẩm cho các sản phẩm ăn liền chế biến từ bột nhào tại Việt Nam”.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu đánh giá thực trạng nhiễm vi sinh vật trên 205 mẫu bún và phở tươi cho thấy mức độ nhiễm hệ vi sinh nền cao, với tỷ lệ vi khuẩn hiếu khí và tổng số nấm men, nấm mốc xuất hiện trong phần lớn các mẫu khảo sát. Đáng chú ý, tỷ lệ mẫu có mức độ nhiễm cao đến rất cao chiếm ưu thế, phản ánh nguy cơ hư hỏng nhanh chóng ở nhóm sản phẩm chế biến từ tinh bột có độ ẩm cao này.

Kết quả ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa về đặc điểm ô nhiễm giữa hai nhóm sản phẩm bún tươi và phở tươi. Phở tươi có mức độ nhiễm Coliform (32%) và *E. coli* (7%) cao hơn so với bún tươi. Điều này có thể giải thích do quy trình chế biến phở tươi thiếu giai đoạn lên men tạo pH thấp như bún tươi, kết hợp với các công đoạn thủ công trong quá trình sản xuất còn nhiều hạn chế làm gia tăng nguy cơ nhiễm chéo. Kết quả không phát hiện các tác nhân gây ngộ độc cấp tính như *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus* và *C.perfringens* trong toàn bộ các mẫu bún phở tươi nghiên cứu là một tín hiệu khá quan trọng trong việc kiểm soát vi khuẩn gây bệnh nguy hiểm ở những sản phẩm được sản xuất và bán lẻ trong ngày. Tuy nhiên, tình trạng nhiễm nấm men, nấm mốc và Coliform vượt ngưỡng khuyến nghị quốc tế vẫn là một thách thức lớn đối với an toàn thực phẩm. Điều này nhấn mạnh sự cần thiết phải chuẩn hóa quy trình vệ sinh trong sản xuất, đặc biệt là kiểm soát điều kiện môi trường ở khâu làm nguội và bày bán để đảm bảo chất lượng và kéo dài thời gian bảo quản cho các sản phẩm truyền thống chế biến từ gạo.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Thị Ngọc Lan, Ngô Thị Bảo Châu, Trần Thị Hoàng Oanh (2019). Đánh giá một số chỉ tiêu vi sinh vật trong thức ăn đường phố ở phường An Cựu, thành phố Huế. Tạp chí Kiểm nghiệm và An toàn thực phẩm, Tập 2, Số 3, tr. 42-49.
2. Phạm Thị Ngọc Lan, Hồ Thị Thu Như, Ngô Thị Bảo Châu (2019). Đánh giá mức độ ô nhiễm vi sinh vật của cháo bánh canh ở một số tuyến đường khu vực Nam sông Hương, thành phố Huế. Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.
3. Codex Alimentarius Commission (2020). General principles of food hygiene (CXC 1-1969, Rev. 2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization.
4. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (2005). Microorganisms in foods 6: Microbial ecology of food commodities (2nd ed.). Springer.
5. Li, T., Zou, Q., Chen, C., Li, Q., Luo, S., Li, Z., & Qi, L. (2023). A foodborne outbreak linked to *Bacillus cereus* at two middle schools in a rural area of Chongqing, China, 2021. Plos one, 18(10), e0293114.
6. Lu, Zhou, Zheng, Kailun, Huang, Qiong, Lin, Limei, Li, Chunjie, Wang, Haixia, & Huang, Ribo. (2021). Study on the Risk and Control of *B. cereus* contamination in wet rice noodles. Chinese Journal of Food Hygiene, 33(2), 166-177.
7. Ministry of Public Health (Thailand) (2020). Notification No. 416 B.E. 2563: Prescribing the quality or standard, principles, conditions, and methods of analysis for pathogenic microorganisms in foods. Food and Drug Administration, Ministry of Public Health, Thailand.
8. Sopheap, E., Inatsu, Y., Zaman, S., & Buntong, B. (2018). Assessment of microbiological quality and safety of fermented and non-fermented Khmer Rice Noodles in Cambodia. Bangladesh Journal of Microbiology, 35(2), 82-88.
9. Standardization Administration of China (2021). GB 31607-2021: National food safety standard - Limits of pathogenic bacteria in bulk ready to eat food.
10. Wang, X., Huang, Q., & Huang, R. (2023). Quantitative risk assessment of *Bacillus cereus* in wet rice noodles from raw material to marketing phase. Heliyon, 9(3).
11. World Health Organization (2007). Evaluation of certain food additives and contaminants. World Health Organization.
12. Wu, Y., Liu, L. L., Wu, Y. M., Dai, S. Q., Shang, Y., Cao, J. X., & Han, P. (2022). Analysis of foodborne pathogenic bacteria in rice noodles by high-throughput 16S rDNA sequencing.

Ngày nhận bài: 17/11/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 15/12/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 9/01/2026

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thị Minh Tú - Đại học Bách khoa Hà Nội

Thông tin tác giả:

TRƯƠNG HƯƠNG LAN, BUI QUANG THUẬT, ĐỖ TRỌNG HƯNG, BUI BÍCH NGỌC
Viện Công nghiệp thực phẩm

ASSESSMENT OF MICROBIAL CONTAMINATION IN FRESH RICE NOODLES IN VIETNAM

TRUONG HUONG LAN, BUI QUANG THUAT, DO TRONG HUNG, BUI BICH NGOC

Food Industries Research Institute

ABSTRACT

Fresh rice noodles are traditional high-moisture foods that are highly susceptible to spoilage due to microbial contamination during processing, storage, and distribution. This study was conducted to evaluate the level of microbial contamination in 205 samples of fresh fermented rice noodles (bún) and fresh non-fermented rice noodles (phở) collected from processing facilities and traditional markets.

The results indicated that microorganisms were prevalent across the majority of the surveyed samples at varying levels. Specifically, high and very high contamination levels were observed in 36.1% of samples for total aerobic count and 20.9% for total yeasts and molds. Notably, fresh non-fermented rice noodles exhibited a higher coliform contamination rate (32%) compared to fresh fermented rice noodles and were the only group where *E. coli* was detected (7%). This disparity is attributed to differences in processing technology, particularly the fermentation process in fresh fermented rice noodles, which contributes to the effective inhibition of enteric bacteria. A positive finding of the study was that no acute foodborne pathogens, including *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, and *Clostridium perfringens*, were detected in any of the analyzed samples. However, the high levels of yeast and mold contamination observed in many samples indicate inadequate hygienic conditions. The study highlights the necessity of strengthening food safety and hygiene control, particularly during processing, storage, and retail stages, to ensure consumer health protection.

Keywords: *fresh fermented rice noodles, fresh non-fermented rice noodles, microorganisms, food safety.*

THỰC TRẠNG AN TOÀN THỰC PHẨM TRONG SẢN XUẤT VÀ QUẢN LÝ CÁC SẢN PHẨM ĂN LIỀN CHẾ BIẾN TỪ BỘT NHÀO TẠI VIỆT NAM

KHUẤT THỊ THỦY¹, TRƯƠNG HƯƠNG LAN¹, ĐỖ TRỌNG HƯNG¹, BÙI THỊ BÍCH NGỌC¹,
BÙI QUANG THUẬT^{1*}

TÓM TẮT

Các sản phẩm chế biến từ bột nhào bao gồm mì ăn liền, phở, bún, miến khô và nhóm sản phẩm tươi như phở tươi, bún tươi, bánh cuốn là nhóm thực phẩm có mức tiêu thụ lớn và ổn định tại Việt Nam, đồng thời là nhóm sản phẩm xuất khẩu có giá trị. Với đặc điểm nguyên liệu chủ yếu là tinh bột, trải qua nhiều công đoạn chế biến và sự đa dạng về quy mô sản xuất, nhóm sản phẩm này tiềm ẩn nhiều nguy cơ về an toàn thực phẩm. Bài báo tổng quan các nhóm chỉ tiêu quan trọng gồm: vi sinh vật, độc tố vi nấm, kim loại nặng, phụ gia thực phẩm, chất cấm và EO/2-CE, đồng thời phân tích chúng trong bối cảnh hệ thống quy chuẩn – quy định hiện hành. Kết quả tổng hợp cho thấy nguy cơ hóa học cơ bản đang dần được kiểm soát tốt hơn, trong khi nguy cơ vi sinh vật và việc sử dụng phụ gia ở sản phẩm tươi vẫn cần được quan tâm kiểm soát. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất các định hướng và giải pháp nhằm nâng cao mức độ an toàn cho nhóm sản phẩm này.

Từ khóa: sản phẩm bột nhào; mì ăn liền; phở; bún; bánh cuốn; an toàn thực phẩm; EO; phụ gia; vi sinh vật.

1. MỞ ĐẦU

Bột nhào (dough) là hỗn hợp bột và chất lỏng với các thành phần khác như men, shortening, đường, muối, trứng và các hương liệu khác nhau để làm các sản phẩm nướng như bánh mì, bánh ngọt, pizza... Một hỗn hợp tương tự, ở dạng lỏng hơn, được gọi là bột nhồi (batter) được sử dụng để sản xuất mì sợi, mì ăn liền là các sản phẩm được tiêu thụ rộng rãi ở các nước châu Á [1]. Tại Việt Nam, các sản phẩm từ bột nhào còn có các sản phẩm bún, phở, miến, bánh canh, hủ tiếu ... tươi, khô, ăn liền.

Trong số các sản phẩm chế biến từ bột nhào, nhóm các sản phẩm ăn liền từ bột nhào dạng đóng gói như mì ăn liền, phở/mỳ gạo, bún, miến ăn liền cũng như các sản phẩm bún, bánh phở, bánh cuốn ... ở dạng tươi đóng vai trò quan trọng và phổ biến với bữa ăn hàng ngày của nhiều gia đình Việt. Các sản phẩm này được nghiên cứu trong bài báo này.

Việt Nam nằm trong nhóm quốc gia có mức tiêu thụ mì ăn liền cao nhất thế giới với sản lượng khoảng 8 – 8,5 tỷ gói/năm [2]. Ngoài tiêu thụ nội địa, Việt Nam cũng là nhà sản xuất và xuất khẩu sản phẩm ăn liền quan trọng tại khu vực châu Á – Thái Bình Dương. Bên cạnh đó, các sản phẩm bún, phở được chế biến từ bột gạo, sản phẩm miến được chế biến từ bột củ dong. Đây là các sản phẩm truyền thống được tiêu dùng rộng rãi trong nhân dân trong các bữa ăn hàng ngày. Gần đây, các sản phẩm phở,

bún, miến không những đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng trong nước mà còn được xuất khẩu sang nước ngoài. Sản phẩm được ưa chuộng không chỉ ở thị trường châu Á mà còn ở các nước Mỹ, Pháp, Nhật... [3].

Sự tồn tại đan xen giữa sản xuất công nghiệp hiện đại và sản xuất thủ công truyền thống tạo nên đặc thù của thị trường sản phẩm bột nhào tại Việt Nam, đồng thời dẫn đến sự khác biệt đáng kể về điều kiện vệ sinh, công nghệ, hệ thống quản lý và mức độ kiểm soát an toàn thực phẩm.

Bối cảnh hội nhập quốc tế, cùng với sự xuất hiện của các chỉ tiêu mới như Ethylene Oxide (EO) và 2-Chloroethanol (2-CE), yêu cầu ngày càng khắt khe về truy xuất nguồn gốc, phụ gia và vật liệu bao gói, đặt ngành sản phẩm bột nhào trước yêu cầu nâng cao và chuẩn hóa chất lượng. Do đó, việc tổng quan thực trạng an toàn thực phẩm đối với nhóm sản phẩm này, đối chiếu với các quy chuẩn – quy định kỹ thuật hiện hành, có ý nghĩa quan trọng đối với cơ quan quản lý, doanh nghiệp và giới nghiên cứu. Bài báo tập trung phân tích các nhóm nguy cơ trọng điểm và đề xuất một số gợi ý cho quản lý trong tương lai.

2. ĐẶC ĐIỂM SẢN XUẤT CÁC NHÓM SẢN PHẨM BỘT NHÀO

2.1. Nhóm sản phẩm khô ăn liền

Mì ăn liền và các sản phẩm phở khô, bún khô, miến

khô chủ yếu được sản xuất theo quy mô công nghiệp hoặc bán công nghiệp. Quy trình thường gồm:

- Chuẩn bị nguyên liệu tinh bột (bột mì, bột gạo, tinh bột dong)

- Nhào bột – cán – tạo sợi
- Hấp, sấy hoặc chiên
- Làm nguội – đóng gói kín

Đặc điểm của nhóm sản phẩm khô là có độ ẩm thấp để hạn chế phát triển của sinh vật, thời gian bảo quản dài. Các sản phẩm này có nguy cơ ô nhiễm các chất hóa học. Nguyên nhân có thể chất lượng nguyên liệu, điều kiện bảo quản dài, việc nhiễm chéo trong dây chuyền đóng gói và việc sử dụng chất phụ gia (chất tạo màu...). Xu hướng thị trường hiện nay hướng tới giảm dầu chiên, giảm phụ gia, nhưng do áp lực cạnh tranh và nhiều nguyên nhân khác khiến nhiều doanh nghiệp nhất là các doanh nghiệp nhỏ chưa theo kịp xu hướng này.

2.2. Nhóm sản phẩm tươi (phở – bún – bánh cuốn)

Nhóm sản phẩm tươi được sản xuất phổ biến tại các cơ sở hộ gia đình, làng nghề truyền thống và các cơ sở quy mô nhỏ. Quy trình phổ biến bao gồm:

- Ngâm gạo → xay bột ướt → lọc bột → ủ → tráng bánh → hấp → làm nguội
- Tạo sợi (phở, bún) hoặc cuốn (bánh cuốn)

Các sản phẩm dạng tươi có đặc điểm là thường được tiêu thụ trong ngày hoặc bảo quản thời gian ngắn do sản phẩm có lượng nước cao, hoạt độ nước lớn tạo điều kiện cho sự phát triển nhanh của vi sinh vật. Bên cạnh đó, quá trình sản xuất qua nhiều công đoạn thủ công, tiếp xúc môi trường mở và không qua công đoạn xử lý nhiệt cuối. Do đó, đây là nhóm sản phẩm có nguy cơ nhiễm vi sinh vật cao nhất trong toàn bộ nhóm thực phẩm bột nhào.

3. KHUNG PHÁP LÝ VÀ CÁC QUY ĐỊNH LIÊN QUAN ĐẾN KIỂM SOÁT AN TOÀN THỰC PHẨM TRONG SẢN XUẤT CÁC SẢN PHẨM ĂN LIỀN TỪ BỘT NHAO

3.1. Hệ thống luật

Luật An toàn thực phẩm 55/2010/QH12 đưa ra khung quản lý nhà nước về an toàn thực phẩm. Tiếp theo, Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa (2007) và Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật (2006) tạo nền tảng cho hệ thống tiêu chuẩn–quy chuẩn. Gần đây, Luật sửa đổi, bổ sung Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa năm 2025 ra đời đã tăng cường quản lý chất lượng theo rủi ro, phối hợp quản lý, bảo vệ người tiêu dùng; tạo cơ sở kết nối tiêu chuẩn–quy chuẩn với chuyển đổi số. Luật sửa đổi, bổ sung Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật năm 2025 tiếp tục hoàn thiện quy trình xây dựng, công bố, cập nhật QCVN/TCVN; thúc đẩy hài hòa với tiêu chuẩn quốc tế, tăng tính ràng buộc và khả năng truy xuất.

Cùng với đó là các nghị định và thông tư hướng dẫn. Nghị định 15/2018/NĐ-CP hướng dẫn áp dụng Luật ATTP. Thông tư 24/2019/TT-BYT quy định Danh mục & mức sử dụng phụ gia thực phẩm [4]. Thông tư số 17/2023/

TT-BYT sửa đổi, bổ sung và bãi bỏ một số văn bản quy phạm pháp luật về an toàn thực phẩm do Bộ trưởng Bộ Y tế ban hành [5]. Thông tư số 15/2024/TT-BYT ban hành danh mục thực phẩm, phụ gia thực phẩm và dụng cụ chứa đựng thực phẩm, vật liệu bao gói tiếp xúc trực tiếp với thực phẩm đã được xác định mã số hàng hóa theo danh mục hàng hóa xuất khẩu, nhập khẩu Việt Nam phải kiểm tra nhà nước về an toàn thực phẩm nhập khẩu thuộc phạm vi quản lý của Bộ Y tế [6]. Khung pháp lý hiện hành tạo nền tảng tương đối đầy đủ cho chỉ tiêu hóa học và phụ gia, nhưng cần bổ sung cơ sở kỹ thuật rõ ràng hơn cho sản phẩm bột nhào tươi. Thông tư 50/2016/TT-BYT quy định giới hạn tối đa dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong thực phẩm [7].

3.2. Các tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật đối với sản phẩm bột nhào

Trong nhóm sản phẩm bột nhào mới chỉ có 1 tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7879:2008 đối với sản phẩm ngũ cốc dạng sợi ăn liền (tương đương với CODEX STAN 249:2006), áp dụng cho các loại sản phẩm ngũ cốc dạng sợi ăn liền khác nhau. Sản phẩm ngũ cốc dạng sợi ăn liền có thể được đóng gói cùng với gói gia vị, hoặc ở dạng sản phẩm có tẩm gia vị và có hoặc không đóng thành gói lẻ, hoặc gia vị được phun lên sản phẩm và được làm khô sẵn cho sử dụng. Tiêu chuẩn này không áp dụng cho sản phẩm mì sợi, mì ống. Bên cạnh đó, có các quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia do Bộ Y tế quy định về các giới hạn ô nhiễm, QCVN 8-1:2011/BYT: Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia đối với giới hạn ô nhiễm độc tố vi nấm trong thực phẩm [8]. QCVN 8-2:2011/BYT: quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với giới hạn ô nhiễm kim loại nặng trong thực phẩm [9]. QCVN 8-3: 2012/BYT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với ô nhiễm vi sinh vật trong thực phẩm [10]. Tuy nhiên, nhóm sản phẩm bột nhào chưa có mục quy định vi sinh riêng trong QCVN 8-3: 2012/BYT. Trước đây Quyết định 46/2007/QĐ-BYT từng đề cập nhóm ngũ cốc nhưng nay không còn áp dụng. Nhóm bột nào cũng chưa có quy định về ô nhiễm kim loại nặng trong QCVN 8-2:2011/BYT.

Nhóm các sản phẩm truyền thống, được tiêu thụ rộng rãi như bún, phở, miến, hủ tiếu, bánh canh tươi, khô... hiện tại vẫn chưa có tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật được xây dựng cho nhóm ngành này.

4. THỰC TRẠNG KIỂM SOÁT AN TOÀN THỰC PHẨM ĐỐI VỚI SẢN PHẨM CHẾ BIẾN TỪ BỘT NHAO

4.1. Về vi sinh vật

Vi sinh vật là nhóm nguy cơ cần đặc biệt chú ý đối với sản phẩm bột nhào. QCVN 8-3:2012/BYT quy định giới hạn cho nhiều nhóm thực phẩm nhưng không có mục quy định riêng, cụ thể cho từng chỉ tiêu VSV cho sản phẩm bột nhào. TCVN 7879:2008 đối với sản phẩm ngũ cốc dạng sợi ăn liền cũng không đưa ra chỉ tiêu về vi sinh vật. Thực tế, các cơ sở sản xuất bún, phở, miến, hủ tiếu,

bánh canh tươi, khô tự xây dựng các tiêu chuẩn cơ sở (TCCS) riêng. Qua thực tế khảo sát của đề tài, nhiều cơ sở sản xuất bún, phở, miến, hủ tiếu, bánh canh tươi, khô ... không đưa chỉ tiêu vi sinh vật vào tiêu chuẩn cơ sở, có một số cơ sở áp dụng Quyết định 46/2007/QĐ-BYT đối với nhóm sản phẩm ngũ cốc. Tuy nhiên, quyết định này đã hết hiệu lực và chưa có một quy định thay thế nên đã gây ra nhiều lúng túng cho các cơ sở sản xuất và các cơ quan chức năng.

Trong số các sản phẩm từ bột nhào, sản phẩm tươi (phở tươi, bún tươi, bánh cuốn) có nguy cơ cao nhất do hàm lượng nước lớn, nhiều công đoạn thủ công và thời gian sử dụng ngắn. Trong khi đó, sản phẩm khô ít rủi ro hơn nhưng vẫn chịu tác động từ điều kiện sấy, chiên và đóng gói. Trên thực tế đã có những vụ việc mất an toàn thực phẩm xảy ra như vụ bún đổi màu hồng tại chợ Hòa Châu, Đà Nẵng năm 2025 là minh chứng rõ cho việc sự cố an toàn thực phẩm có thể xuất phát từ vi sinh vật phát triển khi sản phẩm bảo quản không đúng cách, dù ban đầu người tiêu dùng nghi ngờ hóa chất [11].

Với đặc thù này, việc xem xét quy định kỹ thuật cụ thể về vi sinh vật cho nhóm sản phẩm bột nhào là việc làm cần thiết để có thể kiểm soát tốt hơn về an toàn thực phẩm cho nhóm sản phẩm này, nhất là các sản phẩm tươi..

4.2. Về độc tố vi nấm

QCVN 8-1:2011/BYT quy định về độc tố vi nấm trong đó quy định giới hạn Aflatoxin B1 ≤ 2 và Aflatoxin tổng số ≤ 4 $\mu\text{g/kg}$ đối với các loại ngũ cốc và sản phẩm chế biến từ ngũ cốc, bao gồm cả sản phẩm ngũ cốc đã qua chế biến (không bao gồm các sản phẩm quy định tại mục 1.7; 1.10). Giới hạn ochratoxin A là 3 $\mu\text{g/kg}$ đối với ngũ cốc sử dụng làm thực phẩm, các sản phẩm từ ngũ cốc (đã và chưa qua chế biến) (không bao gồm các sản phẩm quy định tại phần 2.9 và 2.10). Giới hạn ô nhiễm deoxynivalenol là ≤ 750 $\mu\text{g/kg}$ đối với mỳ ống (khô - hàm lượng nước khoảng 12%), 500 $\mu\text{g/kg}$ đối với bánh mì, bánh nướng (pastries), bánh quy, bánh snack và đồ ăn điểm tâm (breakfast) từ ngũ cốc. Giới hạn ô nhiễm zearalenone là 50 $\mu\text{g/kg}$ đối với Bánh mì, bánh nướng, bánh quy, bánh snack và đồ ăn điểm tâm từ ngũ cốc (không bao gồm bánh snack và đồ ăn điểm tâm từ ngô). Hiện tại, dự thảo QCVN 8-1:2025/BYT mới đã được Bộ Y tế xây dựng đã bổ sung nhóm độc tố T-2 và HT-2 đối với nhóm các sản phẩm từ ngũ cốc.

Độc tố vi nấm như Aflatoxin, DON, Zearalenone có thể xuất hiện trong gạo, bột mì, tinh bột dong và tồn tại trong sản phẩm sau chế biến do tính bền nhiệt. Rủi ro tập trung ở nguyên liệu ngũ cốc bảo quản chưa đúng, sản phẩm khô lưu trữ dài ngày. Qua quá trình khảo sát chúng tôi nhận thấy, nhiều cơ sở sản xuất bún, phở, miến đã đưa chỉ tiêu về ô nhiễm độc tố vi nấm trong QCVN 8-1:2011/BYT vào tiêu chuẩn cơ sở.

4.3. Về kim loại nặng

Các kim loại nặng như Pb, Cd, Hg và As có thể nhiễm

từ nguồn nước, thiết bị và vật liệu sản xuất, môi trường trong và quanh nhà xưởng. Việc nhiễm kim loại nặng có đặc điểm tồn lưu lâu dài trong cơ thể và không bị phân hủy bởi nhiệt, nó tác động đến hệ thần kinh và thận gây ra những tác hại lâu dài đối với cơ thể.

QCVN 8-2:2011/BYT: quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với giới hạn ô nhiễm kim loại nặng trong thực phẩm. Tuy nhiên, quy chuẩn này chưa có quy định cụ thể cho từng kim loại nặng đối với nhóm sản phẩm từ bột nhào.

4.4. Về phụ gia thực phẩm

4.4.1. Chất bảo quản

Theo Thông tư 24/2019/TT-BYT và 17/2023/TT-BYT của Bộ Y tế các chất bảo quản như Natri benzoate, kali sorbat, BHA, BHT, TBHQ được phép sử dụng trong các sản phẩm ăn liền từ bột nhào nhưng rất dễ xảy ra lạm dụng các chất này nhất là trong các sản phẩm tươi nhằm kéo dài thời gian bảo quản bởi các sản phẩm này có độ ẩm cao nên dễ bị nhiễm VSV.

4.4.2. Chất màu

Các chất màu như Tartrazine, Sunset Yellow... được phép trong mì ăn liền và trong các sản phẩm khô khác nhưng không khuyến khích dùng trong các sản phẩm tươi. Cần kiểm soát sử dụng vượt liều lượng quy định hay sử dụng chất màu không rõ nguồn gốc xuất xứ hay không ghi rõ, đầy đủ trên nhãn mác.

4.4.3. Các hợp chất Sulfit

Các hợp chất sulfit được dùng để giữ màu, ức chế VSV hay để tẩy trắng có thể sử dụng đúng đối tượng và liều lượng. Cần kiểm soát chặt vì có thể gây phản ứng bất lợi cho người nhạy cảm [4].

4.5. Về chất cấm

Hàn the, formaldehyde, Tinopal là những chất bị cấm tuyệt đối sử dụng. Những năm trước đây, đã có nhiều cơ sở sản xuất phở tươi sử dụng fooc môn trong sản xuất phở tươi bị xử phạt hành chính. Đầu năm 2025, Công an tỉnh Lào Cai khởi tố chủ cơ sở Hoàng Cao Khải do sử dụng hàn the trong sản xuất thực phẩm. Vụ việc cho thấy nguy cơ sử dụng chất cấm vẫn tồn tại ở một số cơ sở nhỏ [12].

4.6. Về EO và 2-CE

EO và 2-CE liên quan nhiều đến sản phẩm mì ăn liền và các sản phẩm khô ăn liền khác, đặc biệt khi xuất khẩu sang EU. Trong thời gian vừa qua, các cấp các ngành, các doanh nghiệp đã tiến hành kiểm soát chặt chẽ hai loại chất này. Tình hình kiểm soát ngày một tốt hơn. Tuy nhiên cần có những biện pháp nhằm kiểm soát bền vững, lâu dài.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy nguy cơ ô nhiễm hóa học (kim loại nặng, độc tố vi nấm, chất cấm, EO/2-CE) nhìn chung đang dần được kiểm soát hiệu quả hơn nhờ cải thiện công nghệ, quản lý tốt nguyên liệu đầu vào và tăng cường hậu kiểm. Tuy nhiên, nguy cơ vi sinh vật vẫn là vấn đề cần được quan tâm hơn, nhất là sản phẩm tươi tại cơ sở nhỏ không sử dụng chất bảo quản. Phụ gia

thực phẩm, đặc biệt chất bảo quản, dễ bị sử dụng không đúng đối tượng hoặc vượt ngưỡng, cần được hướng dẫn và kiểm soát chặt chẽ hơn. Các phân tích cho thấy cần

tiếp tục hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật và hỗ trợ kỹ thuật cho cơ sở sản xuất và tạo điều kiện cho việc quản lý của các cấp các ngành❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Monika Bijlwan, Bindu Naik, Deepak Sharma, Ajay Singh and Vijay Kumar (2019); Recent developments in dough based bakery products: a mini review; The Pharma Innovation Journal, Vol. 8 Issues 5, pp. 654-658.
2. Tạp chí điện tử kinh tế và Đồ uống ngày 07/7/2023
3. <https://baodautu.vn/doanh-nghiep-viet-thu-loi-trieu-do-tu-xuat-khau-phong-tom-banh-trang-pho-kho-d68438.html>
4. Thông tư 24/2019/TT-BYT về phụ gia thực phẩm.
5. Thông tư 17/2023/TT-BYT sửa đổi Thông tư 24/2019.
6. Thông tư 15/2024/TT-BYT về kiểm tra nhà nước đối với thực phẩm nhập khẩu
7. Thông tư 50/2016/TT-BYT quy định giới hạn tối đa dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong thực phẩm.
8. QCVN 8-1:2011/BYT – Giới hạn độc tố vi nấm.
9. QCVN 8-2:2011/BYT – Giới hạn kim loại nặng.
10. QCVN 8-3:2012/BYT – Giới hạn vi sinh vật.
11. Báo điện tử Thanh niên (07/7/2025), Thông tin 'bún đổi màu hồng' gây lo lắng: Phân tích của chuyên gia. <https://thanhnien.vn/thong-tin-bun-doi-mau-hong-gay-lo-lang-phan-tich-cua-chuyen-gia-185250711173040593.htm>.
12. Báo điện tử Lao Cai (20/9/2025), Khởi tố vụ án, khởi tố bị can đối với chủ cơ sở sử dụng chất cấm để sản xuất giò chả. <https://baolaocai.vn/khoi-to-vu-an-khoi-to-bi-can-doi-voi-chu-co-so-su-dung-chat-cam-de-san-xuat-gio-cha-post882533.html>

Ngày nhận bài: 14/11/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 15/12/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 9/01/2026

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thị Minh Tú – Đại học Bách khoa Hà Nội

Thông tin tác giả:

**KHUẤT THỊ THỦY¹, TRƯƠNG HƯƠNG LAN¹, ĐỖ TRỌNG HƯNG¹, BÙI THỊ BÍCH NGỌC¹,
BÙI QUANG THUẬT^{1*}**

Viện Công nghiệp thực phẩm

^{1*}Liên hệ: PGS. TS. Bùi Quang Thuật

FOOD SAFETY MANAGEMENT OF DOUGH-BASED PROCESSED PRODUCTS UNDER CURRENT REGULATIONS

**KHUAT THI THUY¹, TRUONG HUONG LAN¹, DO TRONG HUNG¹,
BUI THI BICH NGOC¹, BUI QUANG THUAT^{1*}**

¹Food Industries Research Institute

ABSTRACT

Dough-based processed products, including instant noodles, dried pho, vermicelli, glass noodles, as well as fresh products such as fresh pho, fresh vermicelli, and steamed rice rolls, constitute a food group with large and stable consumption in Vietnam and are also products of significant export value. Owing to their predominantly starch-based raw materials, reliance on multiple processing stages, and the diversity of production scales, this product group presents various potential food safety risks.

This review summarizes key safety indicators, including microorganisms, mycotoxins, heavy metals, food additives, prohibited substances, and ethylene oxide/2-chloroethanol (EO/2-CE), and analyzes them within the context of the current regulatory and standards framework. The synthesized findings indicate that major chemical hazards are increasingly better controlled, whereas microbiological risks and the use of food additives in fresh products continue to require greater attention. On this basis, the paper proposes directions and solutions to enhance the safety level of this product group.

Keywords: *dough-based products; instant noodles; pho; vermicelli; steamed rice rolls; food safety; ethylene oxide (EO); food additives; microorganisms.*

ẢNH HƯỞNG CỦA pH, NHIỆT ĐỘ VÀ TỔNG HÀM LƯỢNG KHÔ TRONG DỊCH ĐEN ĐẾN HIỆU SUẤT THU HỒI LIGNIN TỪ DỊCH ĐEN

HOÀNG VĂN PHONG, BÙI HỮU THƯỜNG, HOÀNG THỊ TÁM, ĐOÀN THỊ BÍCH NGỌC,
LƯU QUỐC THÀNH, TRẦN VĂN VŨ

TÓM TẮT:

Lignin, một loại polymer sinh học phức tạp và không đồng nhất có nguồn gốc từ gỗ, đã cho thấy tiềm năng lớn trong việc sản xuất nhiên liệu và các hóa chất có giá trị gia tăng. Trong nghiên cứu này tập trung khảo sát quá trình kết tủa lignin từ dịch đen thu được trong quá trình nấu bột giấy sunphat từ gỗ lá rộng (keo và bạch đàn) bằng phương pháp axit hóa CO_2 , nhằm lấp đầy khoảng trống dữ liệu so với các nghiên cứu truyền thống trên gỗ lá kim. Kết quả thực nghiệm xác lập được bộ thông số tối ưu gồm: pH 9,25; nhiệt độ $72,5^\circ\text{C}$ và hàm lượng khô 37,5%. Tại điều kiện này, hiệu suất thu hồi lignin đạt 26 – 33% với độ tinh khiết cao (hàm lượng tro thấp, từ 0,67 – 0,87%). Điểm mới nổi bật của nghiên cứu là làm rõ cơ chế tương tác đa biến giữa hàm lượng khô, nhiệt độ và pH đối với đặc tính lignin gỗ lá rộng nhiệt đới. Những phát hiện này không chỉ cung cấp hiểu biết sâu sắc về các yếu tố chi phối quá trình kết tủa mà còn tạo cơ sở khoa học quan trọng để triển khai công nghệ LignoBoost tại Việt Nam. Kết quả nghiên cứu góp phần thúc đẩy chuyển đổi các nhà máy bột giấy truyền thống sang mô hình nhà máy lọc sinh học (biorefinery), giúp tối ưu hóa giá trị kinh tế và hướng tới sản xuất bền vững.

Từ khóa: lignin, gỗ cứng; dịch đen, thiết kế thí nghiệm(DoE); bột giấy và giấy.

1. LỜI NÓI ĐẦU

Thành phần hóa học của gỗ rất phức tạp vì nó bao gồm một số lượng lớn các chất khác nhau, thay đổi tùy thuộc vào loài thực vật. Cấu trúc hóa học của gỗ được chia thành bốn thành phần chính: cellulose, hemicellulose, lignin và các chất chiết xuất. Trong các quá trình sản xuất bột giấy sunphat, sản phẩm thu được gồm cellulose và hemicellulose được sử dụng một cách hiệu quả. Tuy nhiên, gần đây một quy trình mới đã được phát triển để thu hồi lignin từ dịch đen, được đặt tên là LignoBoost. Trong quy trình này, lignin được thu hồi từ dịch đen thông qua ba bước quan trọng, đó là: kết tủa, lọc và rửa.

Việc tách lignin từ dịch đen là một giải pháp thiết thực mà các nhà máy sản xuất bột giấy nên xem xét vì nhiều lý do: thứ nhất, vì nhiều nhà máy có hệ thống chung bốc dịch đen bị hạn chế khả năng truyền nhiệt. Do đó, việc loại bỏ một phần lignin từ dịch đen sẽ làm giảm tải nhiệt cho hệ thống chung bốc và tăng sản lượng sản xuất bột giấy. Theo Domingos Barbosa, (2010) nếu thu hồi 25% lignin, công suất của hệ thống chung bốc dịch đen có thể tăng lên, tương ứng với sản lượng bột giấy của nhà máy tăng thêm 20 – 25% so với thông thường. Tương tự, nếu cần năng lượng trong quá trình sản xuất, năng lượng từ lignin có thể được sử dụng để thay thế dầu nhiên liệu trong lò nung vôi hoặc được đốt cháy trong lò đốt thu hồi phục vụ phát điện.

Thứ hai, nhiên liệu sinh học dạng rắn thu được khi

lignin được tách ra khỏi dịch đen bằng phương pháp kết tủa. Nhiên liệu sinh học dạng rắn này có thể được sử dụng cho nhiều ngành công nghiệp như xi măng, luyện kim, năng lượng,... Mặt khác, các quy trình mới để sản xuất nhiên liệu sinh học đang được phát triển và lignin là một nguyên liệu thô tiềm năng cho các quy trình này vì nó có thể được thu hồi với số lượng lớn. Việc kết tủa lignin từ dịch đen (BL) đã được thảo luận trong gần một thế kỷ; tuy nhiên, sự phức tạp của polyme có nguồn gốc từ gỗ này và sự biến đổi của nó giữa các loài, vị trí phát triển và các biện pháp biến tính trong quá trình xử lý cản trở việc hiểu biết và việc sử dụng lignin. Tuy nhiên, Theo Hubbe và cộng sự, (2019), việc thu hồi lignin từ dịch đen đã được chứng minh là khả thi về mặt thương mại; do đó, có lý do để kỳ vọng lượng lignin sunphat ngày càng tăng sẽ có sẵn trong những năm tới với chi phí tương đối thấp.

Một động lực quan trọng cho việc thu hồi lignin là để sử dụng cho các ứng dụng có giá trị cao hơn như sợi carbon, keo phenolic và than hoạt tính. Tuy nhiên, có lẽ do cấu trúc phức tạp của lignin, tiến độ thực hiện các lựa chọn gia tăng giá trị như vậy còn chậm. Theo Gellerstedt, (2013) lignin cũng có thể được sử dụng làm nhiên liệu có thể vận chuyển được hoặc được sử dụng làm nguyên liệu đầu vào để sản xuất dầu diesel sinh học, trong một số trường hợp có thể có giá trị cao hơn so với việc đốt cháy vật liệu này như một phần của quy trình thu hồi hóa chất trong nhà máy bột giấy. Cuối cùng, có

thể có cơ hội để xem xét lại toàn bộ quy trình sản xuất bột giấy như một nhà máy lọc sinh học, trong đó nhiều trường hợp hóa học, bao gồm các sản phẩm phân hủy của polysaccharid, được phân tách, tạo ra các chất thay thế cho các hóa chất có nguồn gốc từ dầu mỏ.

Một số nghiên cứu trước đây đã chứng minh tác động của nhiệt độ và pH lên cấu trúc lignin, với những ảnh hưởng đáng chú ý đến kích thước hạt, màu sắc, trong lượng phân tử. Trong bài báo này xem xét và xác định ảnh hưởng của các điều kiện kết tủa đến các tính chất lignin công nghệ thu được, tập trung vào nhiệt độ, hàm lượng chất khô và độ pH của bước kết tủa axit. Kết tủa axit thường được sử dụng để thu hồi lignin từ dịch đen, bao gồm việc giảm dần độ pH bằng cách thêm axit mạnh. Các công nghệ hướng tới mục tiêu cao hơn- thu hồi lignin có trong nước thải từ quá trình sản xuất bột giấy sunphat, tức là “dịch đen”. Trọng tâm được đặt vào các khía cạnh hiệu suất thu hồi và hàm lượng tro khi qua trình tách lignin được thực hiện bằng cách axit hóa, sử dụng khí CO_2 và một số công nghệ liên quan khác. Vì lignin được thu hồi có thể được sử dụng như bước đầu tiên trong sản xuất các hóa chất và hoặc vật liệu “xanh” mới để thay thế dầu mỏ làm nguyên liệu thô, nhưng đây là một viễn cảnh mang tính tương lai hơn. Trong bài báo này nghiên cứu quá trình thu hồi lignin từ dịch đen đặc biệt là bước kết tủa. Trước tiên, nghiên cứu ảnh hưởng của một số điều kiện quan trọng của quá trình (nhiệt độ, hàm lượng chất khô, và pH) đến hàm lượng lignin trong dịch sau khi kết tủa và hiệu suất thu được. Điều này được thực hiện bằng cách tiến hành nhiều thí nghiệm kết tủa ở các mức pH, hàm lượng chất khô dịch đen và nhiệt độ khác nhau. Phương pháp thiết kế thí nghiệm (DoE) được sử dụng để kiểm soát các biến số tiềm năng và đánh giá tác động của các yếu tố thí nghiệm, cụ thể là pH, hàm lượng chất khô và nhiệt độ đến các đặc tính của lignin. Các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm, được hỗ trợ bởi các phương pháp mô hình hóa, đã được tiếp nối bằng các thí nghiệm thu hồi lignin quy mô thí điểm được tiến hành.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Các phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu này là các phương pháp thực nghiệm được sử dụng trong phòng thí nghiệm và phương pháp phân tích xử lý số liệu.

2.1. Dịch đen được sử dụng

Dịch đen từ gỗ lá rộng của Phân xưởng Bột - Nhà máy giấy - Tổng Công ty Giấy Việt Nam đã được sử dụng trong tất cả các thí nghiệm. Dịch đen (mẫu) được lấy từ cùng một nhà máy, cùng vị trí nhưng vào các thời điểm khác nhau.

2.2 Thí nghiệm quy mô phòng thí nghiệm

2.2.1. Kết tủa lignin

Trong nghiên cứu thực nghiệm này, các thí nghiệm được tiến hành trong các bình thủy tinh có nắp đậy kín

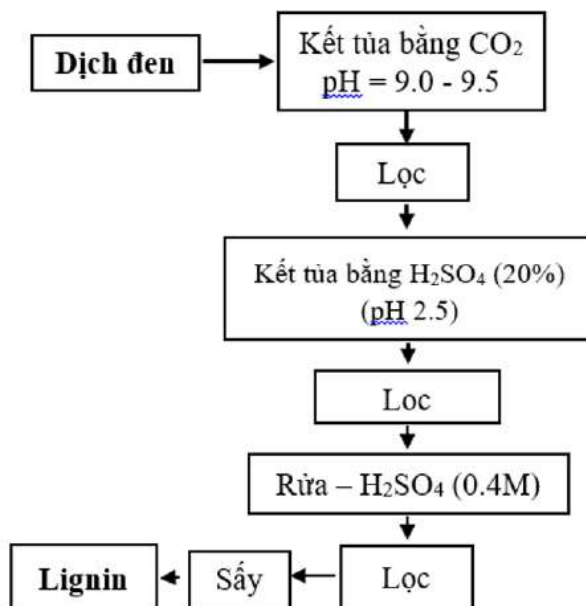
và nhiệt độ được kiểm soát bằng cách đặt các bình thủy tinh vào nồi gia nhiệt.

Thí nghiệm được thực hiện theo các bước sau: Lấy 200g dịch đen có pH = 12,016 đựng trong cốc thủy tinh để lắng qua đêm, gạn loại bỏ cặn. Nạp dịch đen vào bình sau đó gia nhiệt đến nhiệt độ 70 – 75°C dùng khí CO_2 với áp suất khí 1L/phút sục điều chỉnh pH của dịch đen tới pH = 9 – 10.5, duy trì ở nhiệt độ 70 - 75°C trong thời gian 45 phút sau đó lọc lấy kết tủa. Sau khi sục khí CO_2 khi pH kết tủa đạt được mức độ yêu cầu (pH = 9.0 - 9.5) được dừng lại và lignin dạng huyền phù được duy trì nhiệt độ và khuấy thêm 60 phút. Sau đó lignin dạng huyền phù được hạ nhiệt xuống khoảng 55°C và được lọc, thí nghiệm được thực hiện theo Bảng 1 và Hình 1 dưới đây liệt kê các điều kiện được nghiên cứu trong thí nghiệm này.

Thiết kế thí nghiệm gồm 3 nhân tố, mỗi nhân tố ở 2 mức, được bố trí như Bảng 1.

2.2.2. Lignin kết tủa – Rửa

Lignin huyền phù được thu hồi bằng cách kết tủa



Hình 1. Sơ đồ kết tủa lignin từ dịch đen

lignin từ dịch đen theo quy trình được mô tả trong Hình 1. Lignin huyền phù được lọc bằng phễu Büchner và giấy lọc. Thiết bị lọc được đặt trên bình chân không và tiến hành hút chân không. Khi quá trình lọc kết thúc, lignin lọc được kết tủa và rửa liên tục bằng rửa bằng axit H_2SO_4 , khối lượng lignin lọc ra được rửa bằng dung dịch axit H_2SO_4 loãng (0.4M) nước rửa có độ pH 2.5. Thí nghiệm dừng lại khi đạt độ pH cần đạt. Lignin được lấy ra và sấy khô lignin ở nhiệt độ 60°C trong 72 giờ.

* Xác định hiệu suất thu hồi lignin theo TAPPI cm250-1985b

Hiệu suất thu hồi lignin được tính toán theo khối lượng lignin tinh khiết thu hồi từ tổng lignin trong dịch đen ban đầu theo công thức sau:

Bảng 1: Các thông số quy trình được nghiên cứu

Công thức	Giá trị pH	Hàm lượng khô dịch đen	Nhiệt độ
1	9.0	35%	70°C
2	9.0	35%	75°C
3	9.0	40%	70°C
4	9.0	40%	75°C
5	9.5	35%	70°C
6	9.5	35%	75°C
7	9,5	40%	70°C
8	9,5	40%	75°C

Cần xác định khối lượng lignin để tính hiệu suất thu hồi lignin theo công thức sau:

$$H_{\text{lignin thu hồi}} = \frac{M_{\text{lignin sau kết tủa}}}{M_{\text{dịch đen}}} \times 100, \%$$

Trong đó: $H_{\text{lignin thu hồi}}$: Hiệu suất thu hồi lignin (%)

$M_{\text{lignin sau kết tủa}}$: khối lượng lignin kết tủa thu được sau khi sấy khô, (g)

$M_{\text{dịch đen}}$: hàm lượng chất khô của 200 g dịch đen (g)

* Xác định hàm lượng tro theo phương pháp TAPPI T211 om-02

Công thức tính toán hàm lượng tro như sau:

$$\text{Độ tro, \%} = \frac{A}{B} \times 100$$

Trong đó: A khối lượng tro, g.

B khối lượng mẫu thử, g.

* Tối ưu hóa các tham số

Tối ưu hóa các điều kiện pH

Dựa vào loại axit nào được sử dụng, có nhiều cường độ thực tế ảnh hưởng đến quyết định khoảng giá trị pH nào cuối cùng hay giá trị nên đạt khi axit hóa dịch đen. Uloth và Wearing (1989) đã sử dụng kết hợp axit sunphuric với chlorine dioxide (ClO_2), đáng chú ý các thử nghiệm đạt giá trị pH thấp hơn 7 hiệu suất đạt được phát thải khí cực nặng mùi, kể cả khí CO_2 và H_2S . Thêm vào đó, các điều kiện pH thấp dẫn đến hạt lignin kết tủa rất mịn, điều đó khó khăn cho lọc. Cũng giống như Kuoisni và cộng sự (2016) đã ghi chú rằng ở giá trị pH thấp dưới 11 có tiềm năng để giảm hợp chất lưu huỳnh giải phóng, trừ khi các kết quả đo cụ thể được làm để tránh các kết quả. Marton (1971) đã đề xuất axit hóa hai giai đoạn như là một chiến lược để đạt khả năng lọc tốt hơn. Trong giai đoạn đầu, dịch đen được axit hóa hoặc bằng khí CO_2 hay axit sunphuric tới một pH vào khoảng 9-10, và kết tủa được lọc. Chất kết tủa sau đó ở thể huyền phù lơ lửng trong nước và axit bằng axit sunphuric tới pH = 2-3.

Độ biến thiên tiến triển mức pH thấp hơn đã được xem xét bởi một số nhà nghiên cứu như là phương tách lignin vào trong các công đoạn có thể hữu ích. Santos

và cộng sự (2012) đã quan sát thấy rằng khi giảm pH kết tủa từ 4 xuống 2 có xu hướng tăng hàm lượng axit carboxylic của lignin kết tủa. Các kết quả phù hợp với nguyên tắc loại axit carboxylic hydroxy có thể xảy ra để duy trì khả năng hòa tan cho tới khi pH được giảm xuống dưới khoảng 3.5. Như vấn đề sẽ được xem xét chi tiết hơn khi thảo luận có khả năng sử dụng cuối cùng cho lignin thu hồi.

Ảnh hưởng của nhiệt độ

Do các công nghệ axit hóa khác nhau lôi cuốn sử dụng các bồn điều áp, các tài liệu đã xuất bản kể cả xem xét về các nhiệt độ cả trên lẫn dưới điểm sôi của nước. Các công trình tại áp lực xung quanh, theo Weinhaus và cộng sự (1990), trong các nghiên cứu của họ về các dịch đen sunphat, cho thấy rằng điều đó có lợi cho kết tủa lignin ở nhiệt độ trong khoảng 60 – 80°C, nhưng sau đó tăng nhiệt nếu sự cần thiết lên 80°C cho khả năng lọc tốt hơn. Các kết quả tương tự đã đạt được theo một số nhà nghiên cứu. Alen và cộng sự (1979) đã quan sát thấy sự kết tủa lignin xu hướng tăng với thời gian tăng và cả với áp suất của khí CO_2 trong thiết bị chịu áp tăng. Velezz và Thies (2016) đã nghiên cứu những ảnh hưởng của điều kiện quy trình, nhiệt độ và áp lực; ba loại dịch đen được đánh giá, hai loại từ gỗ mềm và một từ gỗ cứng. Một hiệu suất tăng đạt được ở nhiệt độ axit hóa cao hơn, và nhiệt độ cũng ảnh hưởng các tính chất phân tử.

Tomlinson và Tomlinson (1946) đã yêu cầu một quy trình mà dịch đen được axit hóa ở nhiệt độ khoảng 45°C cho thấy thuận lợi cho lignin lắng xuống. Nhưng sau đó nhiệt độ được tăng lên 90°C lại thuận lợi cho tách chất lỏng có độ nhớt từ giai đoạn nước. Sự kết tủa ở nhiệt độ trên 76,7°C, sử dụng một thiết bị chịu áp suất đã được yêu cầu. Ưu điểm về điều kiện lignin kết tủa được duy trì trong một trạng thái lỏng, làm cho thuận lợi tách hai giai đoạn dịch khác nhau về tỷ trọng. Velez và Thies (2013) đã báo cáo các mẫu lỏng lignin chứa khoảng 32-48% nước, các tác giả đã đề xuất khả năng dung môi của nước góp phần tính chất dịch của giai đoạn lignin tách với sự bổ xung khí CO_2 ở nhiệt độ cao. Cách vận hành này dưới áp suất được làm theo Lake và Blackburn

(2011, 2014), các quy trình của họ kể cả tăng nhiệt trở lại lignin để các mức xem như cao hơn. Quá trình axit hóa là phát nhiệt nó góp phần tăng nhiệt độ. Kihlman (2016) cho rằng 10°C tăng do nhiệt của sự trung hòa trong quá trình.

Ảnh hưởng của hàm lượng chất khô dịch đen

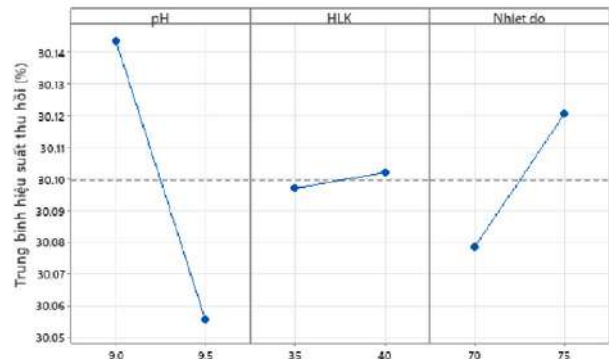
Hàm lượng chất khô của dịch đen tăng dần trong các giai đoạn chưng cất, từ các tubel lắp nối tiếp, liên tục. Vì vậy có nhiều khả năng phán đoán liệu hàm lượng chất khô ở mức độ nào có thể thuận lợi nhất cho thu hồi lignin bằng axit hóa. Alen và cộng sự (1979, 1985b) đã cho thấy rằng tách lignin hiệu quả nhất xảy ra khi dịch đen đã được cô đặc, bằng cách chưng cất làm bay hơi một phần nước tới hàm lượng khô khoảng 30%. Tại mức hàm lượng khô này, sự tách bọt dầu nhựa thông là cũng có hiệu quả và bọt này có thể tách ra từ dịch đen bằng cách tách bọt trước khi các bon hóa dịch. Một hàm lượng khô cao hơn có thể được xem là một ưu điểm vì có ít khối lượng được axit hóa. Mặt khác, độ nhớt cao hơn liên quan đến hàm lượng khô cao hơn có thể gây ra khó khăn trong thực tế sản xuất. Velez và Thies (2016) đã quan sát thấy rằng dịch đen với hàm lượng khô cao hay hàm lượng các chất vô cơ cao làm tăng khối lượng tro cao hơn trong lignin được tách ra. Moosavifar (2008) đã quan sát thấy rằng, lignin được kết tủa từ dịch đen có hàm lượng chất khô thấp hơn thì chứa ít lưu huỳnh.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Việc tối ưu hóa các điều kiện thí nghiệm mong muốn được thực hiện một cách có hệ thống bằng cách sử dụng phần mềm Statistographic software (phiên bản 22). Quá trình tối ưu hóa dựa trên một phương trình hồi quy. Việc sử dụng tạo điều kiện thuận lợi cho việc khám phá không gian tham số thực nghiệm một cách hiệu quả và có hệ thống, đảm bảo tìm ra các điều kiện mang lại kết quả tối ưu cho kết quả cụ thể được xem xét.

Hiệu suất thu hồi và độ tro lignin từ dịch đen ở giá trị hàm lượng khô, pH, nhiệt độ với các chế độ thí nghiệm được chỉ ra trong Bảng 2:

Phương trình tương quan hiệu suất thu hồi lignin:
 $HSTH(\%) = 30.114 - 0.052 \text{ pH} + 0.009 \text{ HLK} + 0.013 \text{ Nhiệt độ} - 0.081 \text{ pH} \cdot \text{HLK} + 0.024 \text{ HLK} \cdot \text{Nhiệt độ} - 0.107 \text{ pH} \cdot \text{HLK} \cdot \text{Nhiệt độ}$



Hình 2. Đồ thị các ảnh hưởng chính của hiệu suất thu hồi

Qua bảng 2 và Hình 2 cho thấy kết quả phân tích ANOVA với độ tin cậy ($p < 0.05$) giữa các yếu tố cho thấy hàm lượng khô ở mức 40% có hiệu suất thu hồi cao hơn hàm lượng khô ở mức 35%

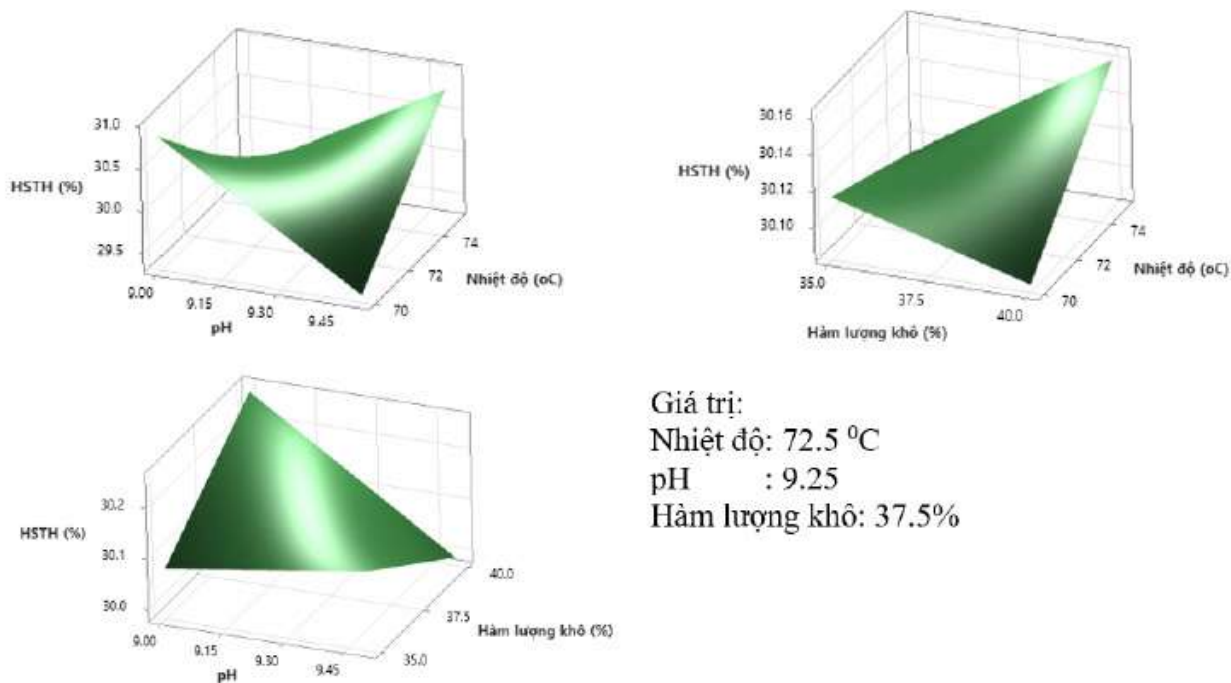
So sánh giữa các yếu tố pH và nhiệt độ, kết quả trên cho biết các mức pH=9.0 và nhiệt độ $T = 75^\circ\text{C}$ có hiệu suất thu hồi hiệu quả hơn mức pH=9.5 và nhiệt độ $T = 70^\circ\text{C}$.

Ngoài ra, với giá trị pH = 9.0 và nhiệt độ 75°C cũng có hiệu suất thu hồi lignin cao hơn pH=9.5 và nhiệt độ $T=70^\circ\text{C}$. Các hiệu suất cao nhất đạt được ở giá trị pH thấp nhất điều này được cho là bởi vì sự proton của các nhóm phenolic ion hóa tăng phân tử lignin trung hòa điện tích bề mặt. Lực đẩy bị giảm và sự kết tủa/ kết tụ của lignin xảy ra.

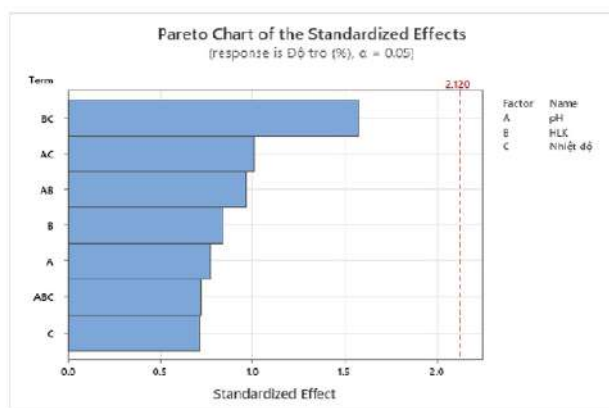
So sánh sự kết tủa hình thành ở nhiệt độ 70 và 75°C trong bảng 2 có thể thấy rằng hiệu suất thu hồi lignin tăng đáng kể với nhiệt độ tăng. Điều này có thể do lực đẩy tĩnh điện giữa phân tử lignin tăng với nhiệt độ tăng là cũng lớn hơn và điều này cũng thuận lợi khả năng hòa tan của lignin. Theo lý thuyết DLVO (Vans 2014)

Bảng 2. Hiệu suất thu hồi và độ tro lignin

Mẫu	Kí hiệu mẫu	Hiệu suất thu hồi (%)	Độ tro (%)
1	H.9.0.(35).70.1	$31,52 \pm 0,45$	$0,79 \pm 0,07$
2	H.9.5.(35).70.2	$26,84 \pm 0,36$	$0,71 \pm 0,04$
3	H.9.0.(40).70.3	$32,47 \pm 0,52$	$0,87 \pm 0,07$
4	H.9.5.(40).70.4	$27,37 \pm 0,23$	$0,86 \pm 0,05$
5	H.9.0.(35).75.5	$33,15 \pm 0,70$	$0,67 \pm 0,05$
6	H.9.5.(35).75.6	$28,31 \pm 0,39$	$0,83 \pm 0,03$
7	H.9.0.(40).75.7	$32,96 \pm 0,74$	$0,68 \pm 0,04$
8	H.9.5.(40).75.8	$28,29 \pm 0,37$	$0,75 \pm 0,04$



Hình 3. Đồ thị bề mặt về hiệu suất thu hồi với pH, nhiệt độ và hàm lượng khô



Hình 4. Đồ thị Pareto của các yếu tố ảnh hưởng về độ tro nếu lực đẩy kiểm soát sau đó các chế độ sẽ được ổn định hơn và do đó khả năng hòa tan lignin ở nhiệt độ cao hơn là cao hơn. Tuy nhiên, theo Lee và các cộng sự (2012) lực hút cũng đóng một vai trò có khả năng ổn định của chế độ.

Một điều thấy rõ trong Bảng 2, hiệu suất tăng với việc sục khí CO₂ khi giảm pH được phân tích trong khoảng pH từ 9.0 – 9.5. Qua đó có thể thấy được, trong các điều kiện thí nghiệm đã chọn, giá trị pH kết tủa có ảnh hưởng mạnh hơn nhiệt độ lên hiệu suất kết tủa.

Lời cảm ơn:

Bài báo này là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài độc lập cấp Bộ "Nghiên cứu công nghệ thu hồi lignin từ dịch đen trong sản xuất bột giấy, ứng dụng tạo keo Lignin Phenol Formaldehyde (LPF) để sản xuất ván gỗ dán chịu ẩm." theo Quyết định số Quyết định số 1701/QĐ-BNN-KHCN ngày 28/4/2023 của Bộ trưởng Bộ NN&PTNT. Tác giả xin cảm ơn Bộ Nông nghiệp và Môi trường đã tài trợ kinh phí cho nghiên cứu này. Tác giả xin chân thành cảm ơn các Chuyên gia phản biện và Ban biên tập đã có các góp ý quý báu để bài báo có chất lượng tốt hơn, đáp ứng được yêu cầu của Tạp chí.

Phương trình tương quan độ tro: Độ tro (%) = 0.30 + 0.0675 pH + 0.00736 HLK - 0.00626 Nhiệt độ.

Trên đồ thị hình 4, sử dụng giá trị mức ý nghĩa α để vẽ đường giới hạn (có hoàng độ 2,12 trên đồ thị). Các giá trị ảnh hưởng, các yếu tố ảnh hưởng. Đồ thị cho thấy các yếu tố pH, hàm lượng khô, và nhiệt độ là những yếu tố có ảnh hưởng yếu đến độ tro.

KẾT LUẬN

- Theo kết quả nghiên cứu, khi hàm lượng chất khô và nhiệt độ kết tủa tăng cho hiệu suất thu hồi lignin tăng và pH khi giảm cho hiệu suất thu hồi tăng và hiệu suất thu hồi lignin đạt 26-33%.

- Nghiên cứu hiệu suất thu hồi và hàm lượng tro cũng đã chỉ ra rằng các yếu tố kết tủa không ảnh hưởng đến hàm lượng tro của lignin. Độ tro đạt 0,67 – 0,87%

Dựa vào kết quả thí nghiệm đồng thời kết hợp với phân tích tối ưu thông số trong khoảng thí nghiệm, kết quả thu được từ ảnh hưởng chính từ hiệu suất thu hồi và độ tro xác định được tối ưu thông số thu hồi lignin như sau:

- + Độ pH = 9.25
- + Hàm lượng khô: 37,5%
- + Nhiệt độ kết tủa: 72,5°C❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alen, R., Patja, P., & Sjöström, E. (1979). Carbon dioxide precipitation of lignin from pine kraft black liquor. *Tappi*, 62(11), 108-110.
2. Andeme Ela, R.C.; Spahn, L.; Safaie, N.; Ferrier, R.C.; Ong, R.G. Understanding the Effect of Precipitation Process Variables on Hardwood Lignin Characteristics and Recovery from Black Liquor. *ACS Sustain. Chem. Eng.* 2020
3. Domingos Barbosa, (2010). Precipitation of lignin from kraft black liquor
4. Gellerstedt, G., Tomani, P., Axegård, P., and Backlund, B. (2013). "Lignin recovery and lignin-based products," in: *Integrated Forest Biorefineries – Challenges and Opportunities*, C.
5. Hubbe, M.; Alén, R.; Paleologou, M.; Kannangara, M.; Kihlman, J. Lignin recovery from spent alkaline pulping liquors using acidification, membrane separation, and related processing steps: A review. *Bioresources* 2019, 14, 2300–2351.
6. Kihlman, J. (2016). "The sequential liquid-lignin recovery and purification process: Analysis of integration aspects for a kraft pulp mill
7. Kouisni, L., Gagne, A., Maki, K., Holt-Hindle, P., and Paleologou, M. (2016). "LignoForce system for the recovery of lignin from black liquor: Feedstock options, odor profile, and product characterization,"
8. Lake, M. A., and Blackburn, J. C. (2011). "Process for recovering lignin," U.S. Patent No. 2011/0294991.
9. Lake, M. A., and Blackburn, J. C. (2014). "SLRP (TM) - An innovative lignin-recovery technology," *Cellulose Chem. Technol.* 48(9-10), 799-804.
10. Lee, R., Stack, K., Richardson, D., Lewis, T., & Garnier, G. (2012). Effect of shear, temperature and pH on the dynamics of salt induced coagulation of wood resin colloids.
11. Marton, J. (1971). "Reactions in alkaline pulping," in: *Lignins. Occurrence, Formation, Structure and Reactions*, K. V. Sarkanen and C. H. Ludwig (eds.), Wiley-Interscience, New York, NY, Ch. 16, pp. 639-694.
12. Moosavifar, A. (2008). "Lignin extraction from black liquor – Properties of the liquors and sulphur content in the lignin," Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
13. Santos, R.B.; Capanema, E.A.; Balakshin, M.Y.; Chang, H.M.; Jameel, H. Lignin Structural Variation in Hardwood Species. *J. Agric. Food Chem.* 2012
14. Tomlinson Sr., G., and Tomlinson Jr., G. (1946). "Method of treating cellulosic material,"
15. Zhu, W. Z., and Theliander, H. (2015). "Precipitation of lignin from softwood black liquor: An investigation of the equilibrium and molecular properties of lignin,"
16. Uloth, V., and Wearing, J. T. (1989a). "Kraft lignin recovery. Acid precipitation versus ultrafiltration, Part 1: Laboratory test results,"
17. VanCaeseele, S. (2014). LIGNOFORCE Lignin Recovery from the Kraft Pulping Process. Retrieved from <http://www.canbio.ca/upload/documents/van-12-presentations/van-caeseele-shane.pdf>
18. Velez, J., and Thies, M. C. (2016). "Liquid lignin from the SLRP process: The effect of processing conditions and black-liquor properties,"
19. Velez, J., and Thies, M. C. (2013). "Solvated liquid-lignin fractions from a kraft black liquor,"
20. Weinhaus, O., Bernaczky, Z., and Pecina, H. (1990). "Research into the precipitation of lignin from sulfate black liquors, particularly by carbon-dioxide,"

Ngày nhận bài: 14/01/2026; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 10/02/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 25/02/2026

Người phản biện: ThS. Ngô Văn Hữu – Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulô

Thông tin tác giả:

**HOÀNG VĂN PHONG, BUI HỮU THƯƠNG, HOÀNG THỊ TÁM, ĐOÀN THỊ BÍCH NGỌC,
LƯU QUỐC THÀNH, TRẦN VĂN VŨ**
Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng

THE EFFECT OF THE PH, TEMPERATURE AND BLACK LIQUOR TOTAL SOLIDS CONTENT ON LIGNIN RECOVERY YIELD FROM BLACK LIQUOR

**HOANG VAN PHONG, BUI HUU THUONG, HOANG THI TAM, DOAN THI BICH NGOC,
HOANG THI TAM, LUU QUOC THANH, TRAN VAN VU**

Research Institute of Forest Industry

ABSTRACT

Lignin, a complex and heterogeneous biopolymer derived from wood, has demonstrated significant potential to produce fuels and value-added chemicals. This study investigates the lignin precipitation process from hardwood kraft black liquor (acacia and eucalyptus) via CO₂ acidification, aiming to fill the data gap currently dominated by softwood-based research. Experimental results established the optimal parameters as follows: pH 9.25, a temperature of 72.5°C, and a total solids content of 37.5%. Under these conditions, the lignin recovery yield reached 26–33% with high purity, characterized by a low ash content ranging from 0.67–0.87%. The primary novelty of this research lies in elucidating the multivariate interactions between solids content, temperature, and pH regarding the characteristics of tropical hardwood lignin. These findings not only provide profound insights into the fundamental factors governing the precipitation process but also establish a critical scientific foundation for implementing LignoBoost technology in Vietnam. The results contribute to accelerating the transition of traditional pulp mills toward a biorefinery model, optimizing economic value and promoting sustainable production.

Keywords: lignin; hardwood; black liquor; design of experiments (DoE); pulp and paper

NGHIÊN CỨU ĐIỀU KIỆN LÊN MEN SINH TỔNG HỢP PECTINASE CỦA CHỦNG NẤM *TRICHODERMA LONGIBRACHIATUM* T2

NGUYỄN THỊ HỒNG LIÊN, NGUYỄN VĂN HIẾU, TRẦN THỊ HƯƠNG, LÊ THỊ TRÀ, PHAN THỊ HỒNG THẢO

TÓM TẮT:

Pectinase là nhóm enzyme xúc tác quá trình phân hủy hợp chất pectin – thành phần chính của lớp cambium trong vỏ cây. Đây cũng là enzyme được ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp, chiếm khoảng 25% thị trường enzyme công nghiệp toàn cầu. Chủng T2 sinh pectinase cao được nghiên cứu một số đặc điểm sinh học, định danh, lựa chọn môi trường và điều kiện lên men thích hợp cho sinh tổng hợp pectinase. Chủng T2 có thể sinh trưởng trên nhiều môi trường nhờ vào khả năng đồng hóa nhiều nguồn carbon, nitơ và hệ enzyme ngoại bào phong phú, trong khoảng nhiệt độ 25÷45°C, pH 4÷9. Chủng T2 có đặc điểm tương đồng cao (99%) với loài *Trichoderma longibrachiatum* và được đặt tên là *T. longibrachiatum* T2. Hoạt tính pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2 đạt cao nhất 4627,19 U/L trong môi trường NB chứa 1,0% saccharose, 0,5% pepton và 1,0% vỏ cam, pH ban đầu 7,0, nhiệt độ 30°C, sau 6 ngày lên men.

Từ khóa: *Trichoderma longibrachiatum*, điều kiện, lên men, môi trường, pectinase.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Pectinase là nhóm enzyme thuộc họ polysaccharidases có tác dụng phân hủy pectin để tạo thành galacturonic acid, galactose, methanol... Enzyme này được ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp như thực phẩm, dệt may, giấy, thức ăn chăn nuôi, sản xuất sợi bông sinh học, xử lý nước thải chứa pectic... [2]. Pectinase chủ yếu được sản xuất nhờ vào quá trình lên men vi sinh vật. Trong đó, nấm mốc có khả năng sinh tổng hợp enzyme cao, phải sử dụng chất dinh dưỡng từ môi trường bên ngoài để sinh trưởng nên cần tạo ra một lượng lớn các enzyme ngoại bào cần thiết để chuyển hóa các hợp chất hữu cơ. Ngoài ra, quá trình thu nhận và tinh chế các enzyme được sản xuất từ nấm mốc thường dễ dàng nên nấm mốc trở thành nguồn cung cấp các enzyme chính trong sản xuất công nghiệp [3]. Hiện nay, enzyme từ nấm chiếm phần lớn tổng số enzyme có mặt trên thị trường và được sản xuất bởi các nấm mốc chính như *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium* và *Rhizopus* [6]. Do nhu cầu sử dụng pectinase ngày càng tăng nên việc phân lập, tìm kiếm các nguồn vi sinh vật mới sinh pectinase và mở rộng khả năng ứng dụng pectinase trong các lĩnh vực mới luôn được quan tâm.

Quá trình lên men sinh tổng hợp pectinase cũng như các enzyme khác từ vi sinh vật phụ thuộc vào nhiều yếu tố như chủng giống, thành phần môi trường lên men, các vi chất dinh dưỡng, khoáng chất và điều kiện lên men [2]. Nhiều nhóm nghiên cứu sử dụng các phụ phẩm nông nghiệp bao gồm vỏ dứa, vỏ cam, mùn

cưa, bã mía và cám lúa mì, bã củ cải, bã đậu, vỏ chanh, bã táo... không chỉ là nguồn cacbon mà còn là cơ chất cảm ứng cho sinh tổng hợp pectinase từ vi sinh vật

Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu lựa chọn thành phần môi trường và điều kiện lên men sinh tổng hợp của pectinase từ chủng nấm T2.

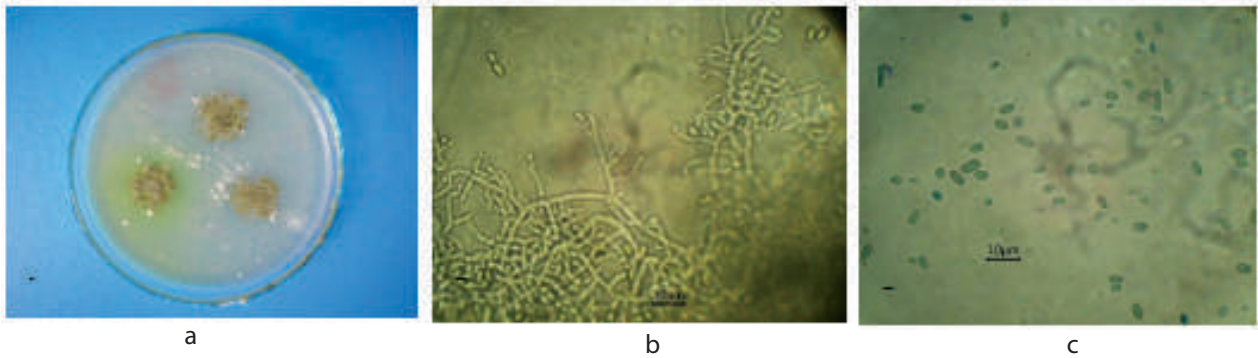
2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu nghiên cứu: Chủng nấm T2 được phân lập từ mẫu vỏ cây keo thu từ nhà máy giấy Bãi Bằng (Phù Ninh, Phú Thọ). Các hóa chất sử dụng từ hãng Sigma-Aldrich (Mỹ), Merck, Serva (Đức), Himedia (Ấn Độ).

Nghiên cứu lựa chọn môi trường và điều kiện nuôi cấy cho sinh tổng hợp pectinase của chủng T2: Chủng nấm được nuôi cấy trong các môi trường cơ bản như là PSAM [6], YEP [7], DTH [4], NB [3], Hansen và MS [8]. Trên môi trường thích hợp, bổ sung một trong các nguồn cacbon (1%), nitơ (0,5%) và cơ chất cảm ứng (1%). Ảnh hưởng của điều kiện nhiệt độ và pH được nghiên cứu trong dải nhiệt độ 25 - 45°C và pH 4 – 9. Tất cả các thí nghiệm được tiến hành trong bình tam giác 250ml chứa 50 ml dịch môi trường, bổ sung 0,5 ml dịch nhân giống 24 giờ (mật độ 10⁸ CFU/ml) nuôi cấy trên máy lắc tròn với tốc độ 150 vòng/phút.

Định tính pectinase với thuốc thử Lugol theo phương pháp của Khalil và cs (2020) [8].

Hoạt tính pectinase được xác định bằng phương pháp đo galacturonic acid sinh ra từ 0,5% (w/v) pectin phản ứng với 3,5-dinitrosalicylic acid (DNSA) hấp thụ cực đại ở 540 nm. Một đơn vị hoạt độ pectinase được



Hình 1. Hình thái khuẩn lạc và bào tử của chủng T2:
(a) Khuẩn lạc trên môi trường Czapek; (b) Cơ quan sinh bào tử; (c) Bào tử trần (x 1000)

định nghĩa là lượng enzyme cần thiết để giải phóng 1 μmol galacturonic acid trong điều kiện thí nghiệm [8].

Các kết quả thu được là các giá trị trung bình, được xử lý theo phương pháp thống kê, sử dụng phần mềm thống kê phân tích dữ liệu Excel 2016 để tính toán.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Một số đặc điểm sinh học của chủng nấm *Trichoderma longibrachiatum* T2

Chủng nấm T2 có khuẩn lạc màu lục trắng nhạt, sau tạo thành các đám màu lục tươi, lục sẫm xen lẫn các đám sợi khí sinh màu trắng. Mặt trái khuẩn lạc không màu hoặc lục nhạt. Bào tử áo ở giữa sợi nấm hoặc ở đỉnh các nhánh, hình trứng đến gần cầu, nhẵn hoặc ráp nhẹ, $\phi = 7-8 \mu\text{m}$ (Hình 1a). Giá bào tử trần ngắn vach, ít phân nhánh, thường mang một nhánh đơn. Bào tử trần hình elip, nhẵn, kích thước $5-7 \times 3-3,5 \mu\text{m}$, thành đám màu lục (Hình 1b và 1c).

Chủng T2 có khả năng đồng hóa nhiều loại đường (glucose, saccharose, xylose, maltose, fructose, arabinose) và các nguồn nitơ (pepton, cao thịt, cao nấm men, ure, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KNO_3 , NaNO_3). Chủng sinh trưởng trong dải nhiệt độ $25 - 45^\circ\text{C}$, pH 4 – 9. Ngoài pectinase, chủng nấm T2 có hệ enzyme ngoại bào phong phú như xylanase, protease, amylase, laccase và cellulase giúp chủng có thể sinh trưởng được trên nhiều môi trường cơ chất khác nhau.

Đối chiếu các đặc điểm phân loại theo các khóa định tên nấm mốc, chủng T2 được xếp thuộc chi *Trichoderma*. Trình tự gen 18S-rDNA được đối chiếu với các gen tương ứng của các chủng nấm có họ hàng gần trong cơ sở dữ liệu GenBank cho thấy gen 18S-rDNA của chủng T2 có độ tương đồng cao ($>99\%$) với gen 18S-rDNA của chủng nấm *Trichoderma longibrachiatum* (NR_120298). Do đó, chủng T2 thuộc loài *Trichoderma longibrachiatum* và được đặt tên là *T. longibrachiatum* T2

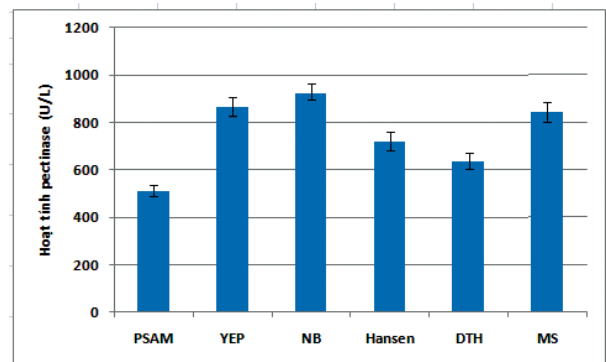
Lựa chọn môi trường và điều kiện lên men sinh pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2

Môi trường lên men

Khả năng sinh trưởng và sinh enzyme của nấm chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi thành phần môi trường dinh

dưỡng và điều kiện nuôi cấy. Trong bài báo này, 6 môi trường lên men được sử dụng để đánh giá sinh trưởng và sinh pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2.

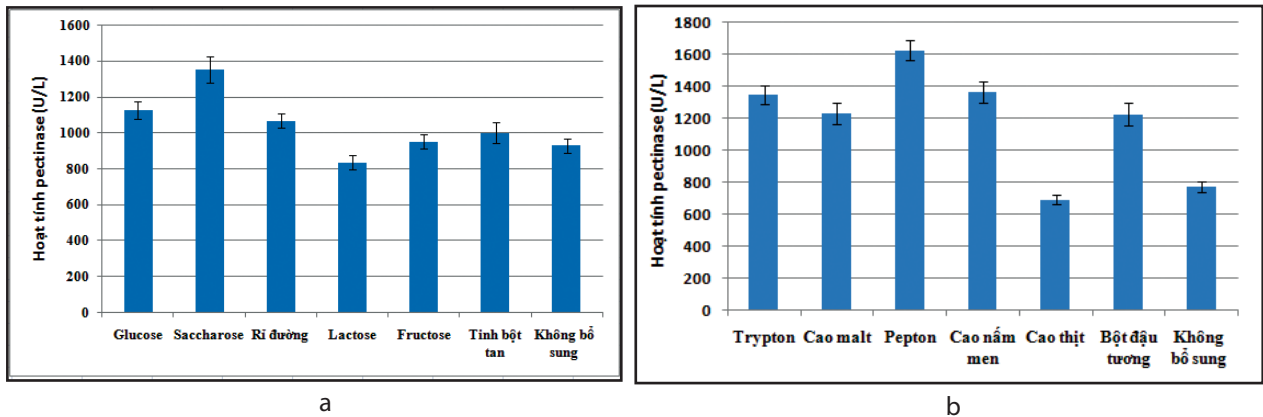
Các môi trường lên men ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến khả năng sinh pectinase của chủng T2 (Hình 2). Ngoại trừ môi trường PSAM cho hoạt tính pectinase khá thấp, 5 môi trường còn lại đều giúp chủng nấm T2 sinh pectinase tốt, trong đó hoạt độ pectinase đạt cao nhất trong môi trường NB ($929,35 \pm 41,80 \text{ U/L}$).



Hình 2. Hoạt tính pectinase của chủng T2 trong các môi trường

Nguồn cacbon có tác động lớn đến sự phát triển ban đầu của vi sinh vật, do đó việc bổ sung nguồn cacbon phù hợp giúp xây dựng sinh khối, từ đó hỗ trợ sản xuất enzyme. Bên cạnh đó, việc cung cấp đủ nitơ là vô cùng quan trọng, không chỉ để đạt được sự phát triển tối ưu của vi sinh vật mà còn ảnh hưởng đến tốc độ trao đổi chất của chúng [1]. Saccharose và pepton là nguồn cacbon và nitơ thích hợp nhất cho chủng *T. longibrachiatum* T2 sinh pectinase, hoạt tính pectinase lần lượt đạt được là $1355,31 \pm 58,95$ (Hình 3a) và $1627,25 \pm 86,24 \text{ U/L}$ (Hình 3b). Vậy nên, lựa chọn bổ sung saccharose 1% và pepton 0,5% vào trong môi trường lên men sinh tổng hợp pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2. Nhóm nghiên cứu của Satapathy (2021) cũng đã sử dụng saccharose và pepton khi lên men sản xuất pectinase từ chủng *Aspergillus parvisclerotigenus* KX928754 nhưng với hàm lượng cao hơn (saccharose 2,0% và pepton 3,0%).

Đối với pectinase, cơ chất cảm ứng tương thích là

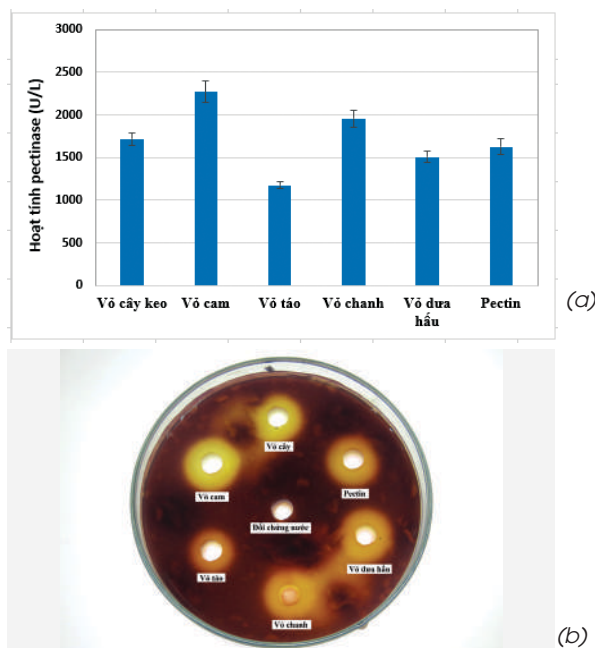


Hình 3. Khả năng sinh pectinase của chủng T2 khi bổ sung các nguồn cacbon (a) và nguồn nitơ (b)

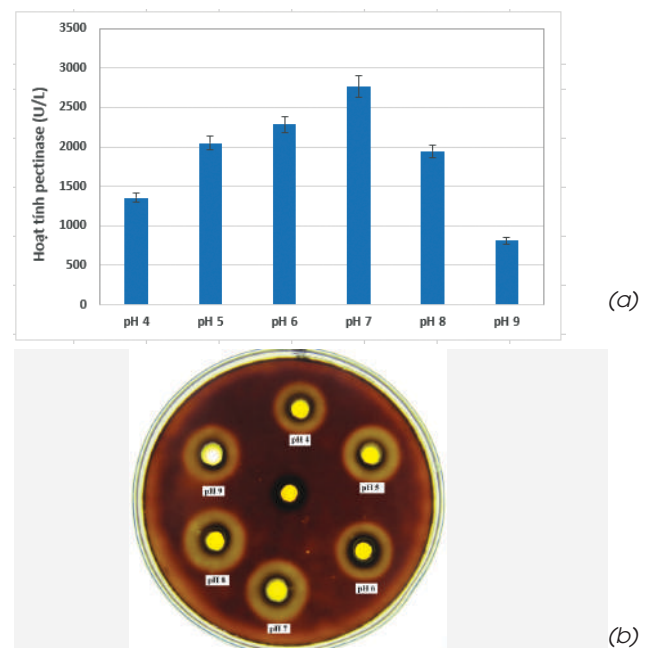
pectin, acid pectic, D-galacturonate và một số nguồn carbohydrate khác. Các phụ phẩm nông nghiệp được ưa chuộng nhất với hàm lượng pectin cao ($15 \pm 25\%$) như cám mì, bã mía, bã củ cải đường, bã đậu cove, vỏ chanh và bã táo [1, 6] được xem là nguồn cơ chất thích hợp cho việc sản xuất pectinase từ vi sinh vật. Các cơ chất cảm ứng bổ sung vào môi trường lên men đã có tác động đáng kể đến khả năng sinh tổng hợp pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2. Chủng *T. longibrachiatum* T2 đã được vỏ cam kích thích sinh tổng hợp pectinase cao nhất, đạt $2271,45 \pm 109,03$ U/L (Hình 4a). Vỏ cam là một trong những loại vỏ thường được dùng trong lên men sản xuất pectinase từ nấm do không những giúp tăng hoạt tính pectinase mà còn là nguồn phụ phẩm nông nghiệp dễ kiếm, rẻ tiền và được thu nhận quanh năm.

Như vậy, môi trường lên men sinh pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2 có thành phần (g/L): saccharose 10; pepton 5; vỏ cam 10, nước cất 1 lít.

Độ pH ban đầu của môi trường nuôi cấy có vai trò quan trọng trong việc sản xuất enzyme của vi sinh vật. Đa số các báo cáo chỉ ra mức độ pH ban đầu được đặt trong khoảng từ pH 4 đến 6 trước khi cấy, nhưng pH không được kiểm soát trong phần lớn các quá trình lên men [6]. Chủng nấm *T. longibrachiatum* T2 có thể sinh tổng hợp pectinase trong khoảng pH khá rộng. Trong môi trường axit hoặc kiềm, chủng vẫn có thể sinh trưởng và sinh tổng hợp pectinase khá tốt. Hoạt tính pectinase đạt cao nhất ($2287,34 \pm 105,21$ U/L) khi chủng *T. longibrachiatum* T2 được lên men trong môi trường có pH ban đầu trung tính (pH 7,0) (Hình 5a). Đây cũng là pH ban đầu tối ưu của môi trường lên men sinh



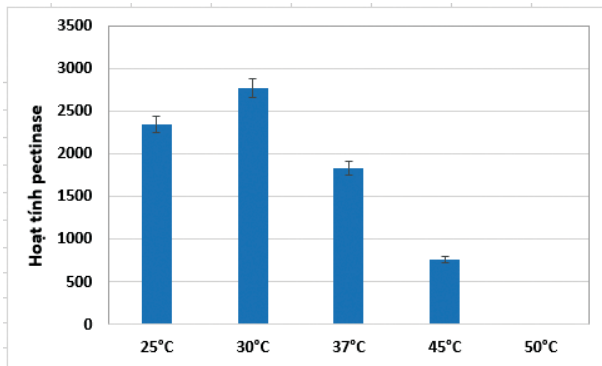
Hình 4. Ảnh hưởng của các cơ chất đến khả năng sinh pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2 (Hoạt tính pectinase (a) và vòng phân giải cơ chất pectin (b) của dịch lên men với các cơ chất)



Hình 5. Ảnh hưởng của pH môi trường lên men đến sinh tổng hợp pectinase của *T. longibrachiatum* T2 (Hoạt tính pectinase (a) và vòng phân giải cơ chất pectin (b) của dịch lên men ở các pH ban đầu khác nhau)

tổng hợp pectinase từ *A. flavus* [5] hay chủng nấm men *Meyerozyma* sp. VITPCT75 [9].

Bên cạnh pH thì nhiệt độ lên men luôn là yếu tố môi trường quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng sinh tổng hợp enzyme nói chung và pectinase nói riêng. Tiến hành lên men sinh tổng hợp pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2 ở các nhiệt độ: 25°C, 30°C, 37°C, 45°C và 50°C. Chủng nấm *T. longibrachiatum*



Hình 6. Khả năng sinh pectinase ở các nhiệt độ và thời gian khác nhau

T2 sinh tổng hợp pectinase cao nhất ($2773,28 \pm 144,19$ U/L) ở 30°C (Hình 6), cao hơn có ý nghĩa thống kê so với các nhiệt độ nuôi cấy khác. Nhiệt độ nuôi cấy cao hơn không thích hợp cho việc sinh trưởng và sinh tổng hợp pectinase của nấm. Ở nhiệt độ 45°C, hoạt tính pectinase chỉ còn $759,64 \pm 33,42$ U/L, giảm 72% so với khi lên men ở 30°C.

Thời gian là yếu tố quyết định đến khả năng thu nhận enzyme trong quá trình lên men, kết quả được thể hiện trên Hình 7.

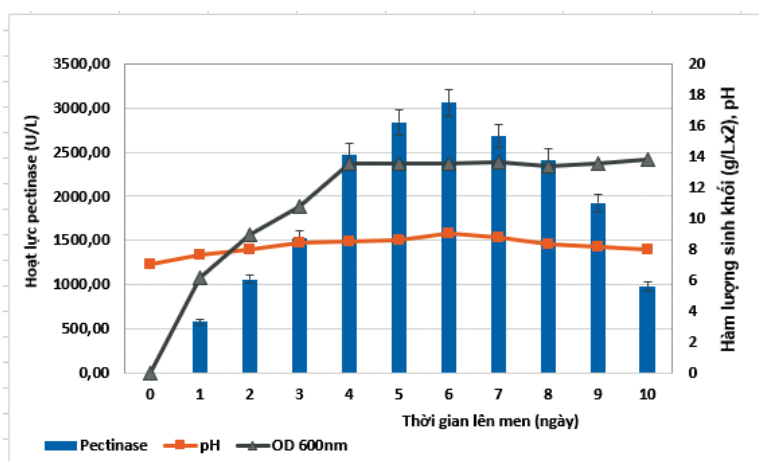
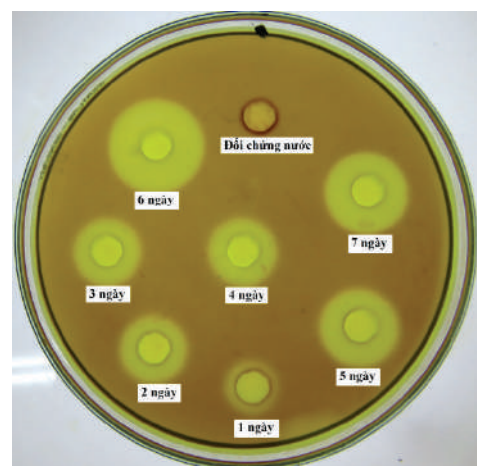
Chủng *T. longibrachiatum* T2 sinh trưởng và phát triển tốt nhất tại ngày lên men thứ 4 và sinh pectinase tốt nhất tại ngày thứ 6, hoạt tính đạt $3063,67 \pm 159,31$ U/L (Hình 7a), tương ứng với vòng phân giải cơ chất

pectin có đường kính lớn và sáng nhất (Hình 7b). Dịch lên men có pH tăng dần trong 6 ngày đầu sau đó cũng giảm nhẹ, nhưng duy trì khoảng pH 8 cho đến khi kết thúc lên men. Chủng *T. longibrachiatum* T2 sinh tổng hợp pectinase tốt trong môi trường kiềm nhẹ, có pH 8 (Hình 7a). Do đó, lựa chọn lên men sản xuất pectinase từ chủng nấm *T. longibrachiatum* T2 trong thời gian là 6 ngày. Một số chủng nấm cũng đều cần 6 ngày để có thể lên men sinh tổng hợp pectinase tốt nhất như *Aspergillus parvisclerotigenus* KX928754 [10], *Aspergillus sojae* [2], *Aspergillus flavus* [5].

Đã lựa chọn được môi trường và điều kiện lên men thích hợp cho sinh tổng hợp pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2: Môi trường lên men NB (g/L): saccharose 10; pecton 5; vỏ cam 10; nước cất 1000 mL; pH 5,0; nhiệt độ 30°C, tỷ lệ tiếp giống 1% và thời gian lên men là 6 ngày.

KẾT LUẬN

Chủng nấm T2 có khả năng sinh tổng hợp pectinase. Một số đặc điểm sinh học chính của chủng là: Chủng nấm T2 có khuẩn lạc màu lục trắng nhạt, sau tạo thành các đám màu lục tươi, lục sẫm xen lẫn các đám sợi khí sinh màu trắng. Mặt trái khuẩn lạc không màu hoặc lục nhạt. Chủng T2 có khả năng sử dụng một số nguồn cacbon glucose, saccharose, xylose, maltose, fructose và arabinose, phát triển tốt trên hầu hết các môi trường nuôi cấy trong khoảng 25-45°C, pH 4-9 và nồng độ muối là 0-7%. Chủng T2 có đặc điểm rất gần với loài *Trichoderma longibrachiatum* nên có thể định tên là *T. longibrachiatum* T2. Môi trường và điều kiện lên men thích hợp cho sinh tổng hợp pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2: Môi trường NB (g/L): saccharose 10; pepton 5; vỏ cam 10; nước cất 1000 mL; pH 5,0; nhiệt độ 30°C, tỷ lệ tiếp giống 1% và thời gian lên men là 6 ngày❖



Hình 7. Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng sinh tổng hợp pectinase của chủng *T. longibrachiatum* T2
(a): Động thái lên men sinh tổng hợp pectinase; (b) Vòng phân giải cơ chất pectin của dịch lên men theo ngày

Lời cảm ơn:

Công trình được sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài “Nghiên cứu quy trình công nghệ và mô hình thiết bị sản xuất chế phẩm enzyme pectinase và hemicellulase ứng dụng bóc vỏ cây nguyên liệu gỗ cứng.” mã số ĐTKHCN.017/22 cấp Bộ Công Thương và trang thiết bị của Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alqahtani F, Aly M, Bokhari F, El-Nogoumy BA, Alshehri W (2021) Isolation and characterization of exopectinase from *Bacillus licheniformis* FMB9 isolated from agricultural soil. *J. Contemp. Med. Sci.* 7(5).
2. Bajpai P (2018) *Biotechnology for Pulp and Paper Processing, Biodebarking*, Second Edition, Springer, 57 – 65.
3. Bibi N., Ali S., Tabassum R. (2018) Isolation and Identification of Novel Indigenous Bacterial Strain as a Low Cost Pectinase Source, *Braz. Arch. Biol. Technol.* v.61: e18160653 2018.
4. Đỗ Thị Hiền (2020). Bón tính sạch và ứng dụng enzyme pectinase từ nấm mốc *Aspergillus niger* vào xử lý nước ép táo và nho, *Tạp chí Khoa học Đại học Mở Thành phố Hồ Chí Minh*, 15(1): 58-71.
5. Ghomary AE., Shoukry AA., and EL-Kotkat M.B. (2021) Productivity of pectinase enzymes by *Aspergillus* sp. isolated from Egyptian soil. *J. Agri.. Res. V.* 46(2): 79-87
6. Ikani E., Ado S. A. and Abdullahi, I. O. (2021) Screening of Moulds from Soil for Pectinase Production, *Niger. J. Microbiol.*, 35(1): 5550 - 5555
7. Jayani R.S., Saxena S., and Gupta R. (2005), Microbial pectinolytic enzymes: a review, *Process. Biochem.* 40(9): 2931–2944.
8. Khalil M., Sajjad Khattak S., Ali Q., Javed Anver Qureshi4, Arif Malik (2020) Isolation and chracterization of pectinase producing *Aspergillus niger* from orange, *Int. J. Bot. Stud.*, 5(2): 45-48.
9. Meena B., Sowmeya V.G., Praveen AB., Swetha A., Sarath Chandra DN. and Kavitha M. (2021) Pectin Degradation in Fruit Juices by Pectinase from *Meyerozyma* sp. VITPCT75 Isolated from *Phyllanthus emblica*, *J. Pure. Appl. Microbiol.*, 15(2): 926-935.
10. Satapathya S., Soren JP., Mondalb KC., Srivastavac S. et al. (2021) , Industrially relevant pectinase production from *Aspergillus parvisclerotigenus* KX928754 using apple pomace as the promising substrate, *J. Taibah Uni. Sci.*, 15(1): 347-356.

Ngày nhận bài: 12/01/2026; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 10/02/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 25/02/2026

Người phản biện: TS. Nguyễn Mạnh Đạt – Viện Công nghiệp thực phẩm

Thông tin tác giả:

NGUYỄN THỊ HỒNG LIÊN, NGUYỄN VĂN HIẾU, TRẦN THỊ HƯƠNG, LÊ THỊ TRÀ, PHAN THỊ HỒNG THẢO*
Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

STUDY ON FERMENTATION CONDITIONS FOR PECTINASE BIOSYNTHESIS BY THE FUNGAL STRAIN TRICHODERMA LONGIBRACHIATUM T2

NGUYEN THI HONG LIEN, NGUYEN VAN HIEU, TRAN THI HUONG, LE THI TRA, PHAN THI HONG THAO*

Institute of Biology, Vietnam Academy of Science and Technology

ABSTRACT

Pectinase is a group of enzymes that catalyze the decomposition of pectin compounds - the main component of the cambium layer in the bark. This enzyme is widely used in many industries such as food, textile, paper and pulp, bioethanol production, wastewater treatment. etc., accounting for about 25% of the global industrial enzyme market. The T2 strain with high pectinase production was studied biocharacteristics, identified, and suitable fermentation medium and conditions were selected for pectinase biosynthesis. The colonies of T2 strain are light green, then turn into bright green, dark green patches mixed with white aerial hyphae. Strain T2 can grow in many environments because of its ability to assimilate many carbon sources and a rich extracellular enzyme system. in 25÷45°C with wide pH range (pH 4÷9). Strain T2 has high similarity (99%) to *Trichoderma longibrachiatum* and is named *T. longibrachiatum* T2. The pectinase activity of strain *T. longibrachiatum* T2 reached its highest value of 3063.67 U/L in NB medium containing 1.0% sucrose, 0.5% peptone, and 1.0% orange peel, with an initial pH of 7.0 and a temperature of 30°C, after 6 days of fermentation.

Keywords: *trichoderma longibrachiatum, condition, fermentation, medium, pectinase.*

NGHIÊN CỨU SẢN XUẤT CHẤT PHÂN TÁN SINH HỌC TỪ *S. MEXICANUS* CXĐN-3 NHẪM KIỂM SOÁT SỰ HÌNH THÀNH MẢNG BÁM TRONG CÁC NHÀ MÁY GIẤY

TRẦN THỊ HƯƠNG, LÊ THỊ TRÀ, NGUYỄN THỊ HỒNG LIÊN, CAO VĂN SƠN, PHAN THỊ HỒNG THẢO

TÓM TẮT:

Chất phân tán sinh học đóng một vai trò quan trọng trong quá trình kiểm soát sự hình thành mảng bám sinh học nhờ vào khả năng phá vỡ và phân tán các hạt, ngăn chặn chúng kết tụ và lắng đọng. Quá trình tích tụ mảng bám trong các đường ống nước thải hay trên các thiết bị thường gây ra nhiều thiệt hại lớn trong quá trình sản xuất giấy. Trong nghiên cứu này, chủng xạ khuẩn *Streptomyces mexicanus* CXĐN-3 được phân lập từ mẫu đất xung quang Tổng công ty giấy Việt Nam có khả năng sinh tổng hợp chất phân giảm sự hình thành mảng bám sinh học được nghiên cứu. Trên môi trường MT4, ở nhiệt độ 30 -35oC, pH 6 – 7, sau 6 ngày lên men thu được hàm lượng chất phân tán cao nhất đạt 8,37 g/L, chỉ số nhũ hóa E24 đạt 63,67% và khả năng giảm mảng bám đạt 51,71- 53,68%. Do đó, chất phân tán sinh học thu nhận từ chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 có tiềm năng lớn trong giảm sự hình thành mảng bám trên đường ống nước thải ở các nhà máy giấy.

Từ khóa: Chất phân tán sinh học, bột giấy, giấy tái chế, *Streptomyces mexicanus*, 16S rRNA

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gần đây, sử dụng giấy bao bì công nghiệp được xem là xu hướng chung trên toàn thế giới với sự gia tăng sản lượng tiêu dùng, đa dạng mẫu mã và nhiều mục đích sử dụng. Nguyên liệu sử dụng cho sản xuất giấy bao bì công nghiệp chủ yếu là giấy tái chế có bổ sung thêm các chất phụ gia, tinh bột và hoá chất sử dụng trong ngành giấy, chúng là nguyên nhân làm giàu dinh dưỡng cho dòng nước tuần hoàn, thuận lợi cho vi sinh vật gây mảng bám phát triển trên các thiết bị sản xuất giấy. Các vi sinh vật trên mảng bám chủ yếu thuộc các chi *Desulfovibrio*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Proteus*, *Aerobacter*, *Micrococcus*, *Serratia*, *Ascomyces*, *Clonostachys*, *Chlamydocyberia*, *Bacillus*, *Aspergillus*, *Cephalosporium*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Monilia*, *Deinococcus*, *E. coli*, thường sản xuất các polysaccharide ngoại bào có cấu trúc khá đa dạng, chứa protein, axit nucleic và hợp chất polymer lipid kết dính tạo thành khối ứ đọng bám vào các thiết bị ở các chỗ dòng chảy rối rơi vào dòng bột gây ra giấy lỗi, mùi hôi trong sản xuất, tăng thời gian ngừng hoạt động của máy dẫn tới tăng chi phí bảo trì và các lỗi trong hệ thống dây truyền sản xuất giấy [1]. Vi sinh vật thường gây ra mảng bám khi phát triển có khả năng chịu được nồng độ chất diệt khuẩn cao nên rất khó loại bỏ. Các

chất diệt khuẩn có khả năng kiểm soát chất nhờn trong nhà máy giấy nhưng chúng lại không đáng ứng được yêu cầu về môi trường và pháp lý nên dần được thay thế bằng việc sử dụng enzyme, các vi sinh vật cạnh tranh và chất phân tán sinh học [1]. Chất phân tán là hợp chất hữu cơ lưỡng tính có chứa các gốc ưa nước và kỵ nước, có tác dụng làm giảm sức căng bề mặt tại bề mặt tiếp xúc của hai chất lỏng, do đó tăng khả năng hoà tan các chất bám dính trên bề mặt. Chất phân tán sinh học có khả năng ức chế sự hình thành mảng bám, kiểm soát sự phát triển của tế bào phù du, giảm sự xâm chiếm thứ cấp, phá vỡ cấu trúc mảng bám thành các hạt nhỏ và giữ chúng phân bố lơ lửng trong nước nên chúng có thể ngăn chặn sự tạo thành mảng bám và hỗ trợ quá trình loại bỏ các mảng bám vi sinh trong đường ống. Ngoài ra, chất phân tán sinh học hoạt động như một chất tẩy rửa, mở màng sinh học và cho phép các chất diệt khuẩn xâm nhập vào exo-polysaccharides tạo cơ hội cho chất diệt khuẩn dễ dàng xâm nhập vào trong mảng bám và tiêu diệt các vi sinh vật [2]. Khi bị tác động bởi chất phân tán, các mảng bám trở nên lỏng lẻo nên có thể bị loại bỏ nhờ chuyển động sức của nước tuần hoàn [3] nhờ đó có thể giảm nồng độ sử dụng của các chất diệt khuẩn [2].

Trong nghiên cứu này, xạ khuẩn *Streptomyces*

mexicanus CXĐN-3 sản xuất chất phân tán sinh học được phân lập từ mẫu đất xung quanh Tổng công ty giấy Việt Nam có khả năng ức chế sự hình thành mảng bám trong các đường ống nước và thiết bị sản xuất giấy. Chất phân tán có nguồn gốc vi sinh vật có một số ưu điểm hơn chất hoạt động bề mặt tổng hợp hoặc hóa học trong việc kiểm soát sự hình thành biofilm như: chịu được nhiệt độ cao hơn, ổn định trong sự thay đổi pH, khả năng chịu mặn cao, tốc độ phân hủy cao hơn, ít độc tính hơn và tính chọn lọc tốt hơn. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu là khảo sát các điều kiện sản xuất chất phân tán sinh học và khả năng xử lý mảng bám trong các đường ống nước thải của nhà máy giấy từ chủng *S. mexicanus* CXĐN-3.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Chủng *Streptomyces mexicanus* CXĐN-3 được phân lập từ mẫu đất thu nhận từ Tổng công ty giấy Việt Nam, Phù Ninh, Phú Thọ. Chủng giống được lưu giữ tại phòng Công nghệ Omics và Ứng dụng, Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ.

Tập đoàn vi sinh vật sinh mangan được thu thập từ nhà máy giấy Mộc Sơn, Thanh Hoá được sử dụng để nuôi cấy thử nghiệm giảm mangan.

Môi trường nuôi cấy: Môi trường Nayariseri (MT1) [4]. Môi trường Cooper (MT2) [5]. Môi trường Kim (MT3) [6]. Môi trường Sharma (MT 4) (g/L): NH_4Cl 2g, KH_2PO_4 5g, Na_2HPO_4 4g, MnSO_4 0,2g, MgSO_4 0,2g, FeCl_3 0,05g, CaCl_2 0,001g, pH 7. Môi trường Elkhawaga (MT5) (g/L): Cellulose 10g, Cao nấm men 2g, NaCl 10g, dầu oliu 1% pH 7. Môi trường Sucrose-ammonium (g/l): Cao nấm men, 0,5; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,6; KH_2PO_4 3,18; K_2HPO_4 5,2; MgSO_4 0,3; CaCl_2 0,05; ZnSO_4 0,2; Sucrose, 100; CuSO_4 0,2mg; MnSO_4 0,2mg; CaCl_2 0,2mg; FeSO_4 0,6mg.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu đặc điểm hình thái: Đặc điểm sinh học được nghiên cứu theo phương pháp trong ISP (1974) và khóa phân loại Bergey và Shirling và Gottlieb (1966) trên bảng màu của Tresner & Backus [7]. Hình dạng cuống sinh bào tử và bào tử được quan sát và chụp ảnh dưới kính hiển vi quang học có độ phóng đại x 400.

Phân loại và định danh dựa trên phân tích trình tự gen 16rRNA: ADN tổng số của chủng xạ khuẩn được tách chiết theo phương pháp của Sambrook và Russell (2001). Vùng gen 16S rRNA của chủng CXĐN-3 được khuếch đại bằng phản ứng PCR với cặp mồi 27F (5'-TAACACATGCAAGTCGAACG-3') và 1492R (5'-GGTTACCTTGTTACGACTT-3'). Sản phẩm PCR được phân tích bằng đầu đọc trình tự Máy phân tích di truyền ABI PRISM 3100 Avant, được xử lý bằng phần mềm SeqAssem v. 01/2005 và Sequencher v. 4.0.5. Trình tự nucleotide 16S rRNA đã được phân tích và so sánh với các trình tự khác trong cơ sở dữ liệu GenBank bằng

BLAST (www.ncbi.nlm.nih.gov). Cây phát sinh chủng loài được xây dựng bằng ứng dụng Mega 11, bootstrap 1000.

Phương pháp xác định hoạt tính lan truyền dầu được mô tả theo Meenakshi và cộng sự [8].

Phương pháp xác định khả năng tan giọt dầu được xác định theo Youssef và cộng sự năm 2004 [9].

Phương pháp xác định chỉ số nhũ hoá (E24%) được xác định theo phương pháp của Santos và cộng sự (2021) [10].

Phương pháp xác định hoạt tính tán huyết được thử nghiệm trên môi trường thạch máu đĩa chứa 5 % máu cừu (v/v) theo mô tả của Carrillo và cộng sự (1996) [11].

Phương pháp kết tủa muối (SAT) được sử dụng để xác định tính bề mặt kỵ nước theo mô tả bởi Lindahl và cộng sự [12].

Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của yếu tố đến quá trình lên men sản xuất chất phân tán sinh học: Chủng CXĐN-3 được lên men trong các môi trường MT1, MT2, MT3, MT4, MT5, ở các thời điểm 2, 3, 4, 5, 6, 7 ngày, nhiệt độ lên men 25, 30, 35, 40°C, pH 4,5, 6, 7, 8, 9 với tỉ lệ giống bổ sung 1% , tốc độ lắc 180 rpm để xác định được điều kiện lên men tối ưu nhất cho quá trình sản xuất chất phân tán sinh học. Dịch sau lên men sẽ được ly tâm ở tốc độ 10000 rpm. Dịch nổi phía trên được thu hồi và tiến hành xác định hoạt tính chất phân tán sinh học thông qua phản ứng lan truyền dầu, tan dầu, nhũ tương và khả năng làm giảm mảng bám trên đĩa 96 giếng.

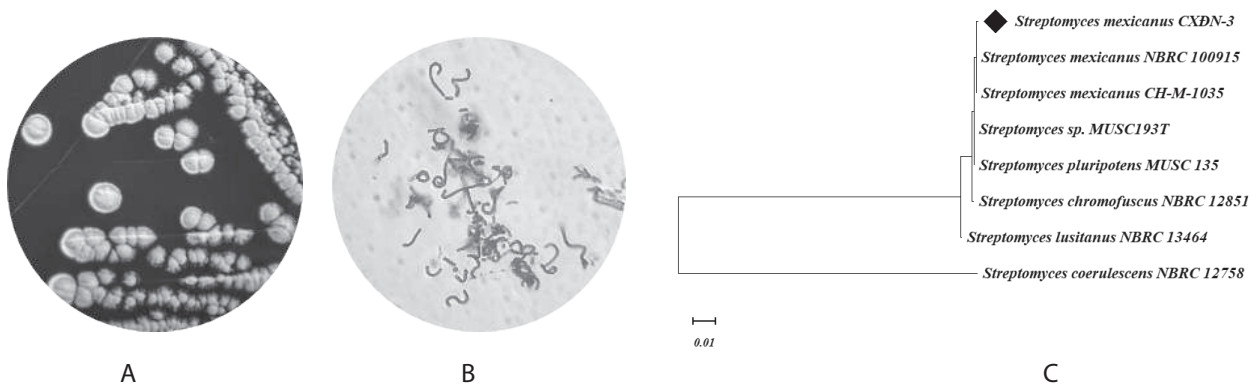
Phương pháp đánh giá khả năng hạn chế sự hình thành mảng bám của các chủng vi sinh vật tuyển chọn thông qua định lượng màng sinh học.

Định lượng khả năng sinh trưởng của mảng bám sinh học được tiến hành trên đĩa 96 giếng. Dịch lên men vi khuẩn mảng bám (mật độ 108 CFU/ml) được chuyển sang đĩa nhựa vô trùng 96 giếng, mỗi giếng chứa 250 µl dịch nuôi lỏng, 50 µl chất phân tán thu nhận từ các chủng CXĐN-3 (nồng độ 0,25g/ml) được bổ sung vào mỗi giếng thí nghiệm và ủ ở 37°C trong vòng 48 giờ. Vi khuẩn không bám sẽ được rửa bằng PBS 1x và nhuộm màng sinh học bằng 300 ml dung dịch tím kết tinh 1% trong 10 phút ở nhiệt độ phòng. Rửa sạch dung dịch tím kết tinh dư bằng nước, sau đó bổ sung 300 ml methanol và đo mật độ quang của thuốc nhuộm tím kết tinh được giữ lại trong màng sinh học ở bước sóng 600nm. Mẫu đối chứng thực hiện tương tự như thí nghiệm nhưng thay chất phân tán sinh học bằng 50 µl dịch nuôi cấy mảng bám. Sự ức chế khả năng hình thành mảng bám được đánh giá thông qua tỷ lệ % giá trị OD giảm so với mẫu đối chứng [13].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đặc điểm sinh học và định danh chủng CXĐN-3

Chủng CXĐN-3 có kích thước 2 -4 mm, bề mặt khuẩn lạc khô, dạng vôi và xẻ thùy (Hình 1.a). Khuẩn ty kí sinh có màu xám đến nâu xám khi phát triển tốt



Hình 1. (A) Hình thái khuẩn lạc trên môi trường ISP2, (B) Hình thái cuống sinh bào tử trên kính hiển vi quang học (X400) và (C) cây phát sinh loài của chủng CXĐN-3

trên môi trường ISP2, ISP 3, ISP 4, ISP5, Gause I và Gause II. Chủng sinh sắc tố màu vàng nhạt trên môi trường ISP1 và ISP2. Khuẩn ty khí sinh có màu nâu trên môi trường ISP3 và ISP5 và màu xám trên môi trường ISP4, ISP8, Gause I và Gause II. Chuỗi bào tử có dạng móc câu hoặc xoắn nhẹ (Hình 1.b). Trong nuôi cấy, xạ khuẩn CXĐN-3 sinh trưởng ở nhiệt độ $20 \div 55^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tối ưu $20 \div 45^{\circ}\text{C}$, pH $5 \div 9$, pH tối ưu $7 \div 9$ và sinh trưởng được đến nồng độ NaCl $\leq 7\%$. Chủng CXĐN-3 có khả năng phân huỷ một số cơ chất như protein, tinh bột, carboxymethyl cellulose, cellulose tinh thể (thể hiện khả năng sinh tổng hợp các enzym ngoại bào phân huỷ các cơ chất này). Xạ khuẩn nghiên cứu có khả năng đồng hoá các nguồn carbon đồng hoá như: D-glucose, D-fructose, D-raffinose, D-maltose, lactose và D-xylose. Với những đặc điểm nghiên cứu và so sánh với khoá phân loại theo hệ thống ISP và Bergey, CXĐN-3 được xác định thuộc chi xạ khuẩn *Streptomyces* sp.

Vùng gen 16S-rRNA của chủng (1100bp) đã được xác định và xây dựng trên cây phát sinh loài (Hình 1.c) trên phần mềm Mega 11, cây Kimura và phương pháp Bootstrap 1000. Kết quả định danh cho thấy chủng CXĐN-3 nằm trên nhánh loài *Streptomyces mexicanus* và có độ tương đồng cao với *S. mexicanus* NBRC 100915 và *S. mexicanus* CH-M-1035 (99,91%). Ngoài ra, sự

tương đồng ở vùng gen 16S-rRNA còn được tìm thấy ở *Streptomyces* sp. MUSC193T (99,73%), *S. pluripotens* MUSC 135 (99,82%), *S. chromofuscus* NBRC 12851 (99,64%), *S. lusitanus* strain NBRC 13464 (99,18%) và *S. coeruleus* NBRC 12758 (97,73%). Từ những kết quả nghiên cứu về đặc điểm sinh học kết hợp với phân tích trình tự gen 16S-rRNA chủng CXĐN-3 được xếp vào loài *Streptomyces mexicanus* và được đặt tên là *Streptomyces mexicanus* CXĐN-3.

Khả năng sinh tổng hợp chất phân tán sinh học của chủng *Streptomyces mexicanus* CXĐN-3

Dịch lên men thô từ chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 trên môi trường (MT1) đã loại bỏ sinh khối được dùng trong thử nghiệm này nhằm xác định sự có mặt của chất phân tán sinh học thông qua các phản ứng sinh hóa (khả năng lan truyền dầu, khả năng tan dầu, chỉ số nhũ hóa (E24), xét nghiệm tan huyết và thử nghiệm kết tụ muối) được thể hiện trên Bảng 1. Natri dodecyl sunfat (SDS) 10mM được sử dụng làm đối chứng dương và môi trường Nayarissari không nuôi cấy chủng được sử dụng làm đối chứng âm.

Khả năng lan truyền dầu cho thấy sự hiện diện của chất phân tán ngoại bào. Morikawa và cộng sự đã chỉ ra rằng diện tích dịch chuyển (đường kính của vòng dầu loang) tỷ lệ thuận với sự hiện diện của chất hoạt

Bảng 1. Tiềm năng sinh tổng hợp chất phân tán sinh học từ chủng *Streptomyces mexicanus* CXĐN-3 thông qua các phản ứng sinh hóa như khả năng lan truyền dầu, khả năng tan dầu, chỉ số nhũ hóa (E24), xét nghiệm tan huyết và thử nghiệm kết tụ muối.

Chủng	Khả năng lan truyền dầu	Khả năng tan dầu	Chỉ số nhũ hóa (E24) %	Xét nghiệm tan huyết	Thử nghiệm kết tụ muối
<i>Streptomyces mexicanus</i> CXĐN-3	63	+	$56,67 \pm 2,47$	-	0,2
Môi trường Nayarissari	0	-	0	-	-
SDS 10mM	56	+	$26,67 \pm 1,23$		

Ghi chú: (+) phản ứng dương tính, (-) phản ứng âm tính

động bề mặt có trong dịch lên men thu nhận. Kết quả cho thấy chủng *Streptomyces mexicanus* CXĐN-3 có thể tạo vòng lan truyền dầu 63 mm cao hơn so với mẫu đối chứng dương (SDS 10mM) 56 mm. Đối chứng âm là môi trường Nayariseri không thể hiện các hoạt tính phân tán. Thí nghiệm tan dầu được cho là một thí nghiệm nhạy cảm để nhận biết chất phân tán sinh học. Khả năng tan dầu có sự tương quan với khả năng giảm sức căng bề mặt của chất phân tán sinh học và có nhiều ưu điểm nổi bật như phạm vi đo hiệu quả hơn và không cần các thiết bị chuyên dụng. Nayariseri và cộng sự (2018) cũng đưa ra sự tương quan giữa phản ứng tan dầu và sức căng bề mặt *Bacillus subtilis* ANSKLAB03 [4], thời gian làm tan giọt dầu càng nhanh thì sức căng bề mặt càng giảm. Dịch lên men từ *S. mexicanus* CXĐN-3 có khả năng làm tan giọt dầu sau 86s và giọt SDS 10mM sục đổ 54s, trong khi môi trường đối chứng không làm sục đổ giọt dầu. Ngoài ra, dịch lên men của chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 còn có khả năng kết tụ muối amoni sunfat ở nồng độ thấp (0,2M), cho thấy tính kỵ nước của tế bào cao. Từ những kết quả nghiên cứu về các phản ứng sinh hóa có thể thấy, chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 có khả năng sinh tổng hợp chất phân tán ngoại bào.

Điều kiện lên men sinh tổng hợp chất phân tán sinh học của chủng *S. mexicanus* CXĐN-3

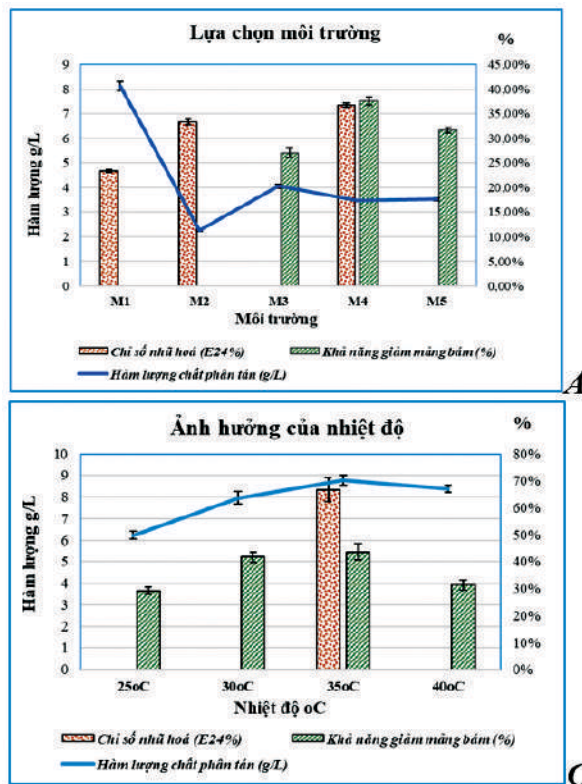
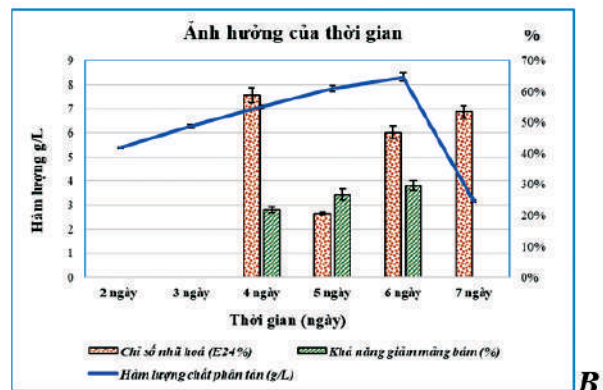
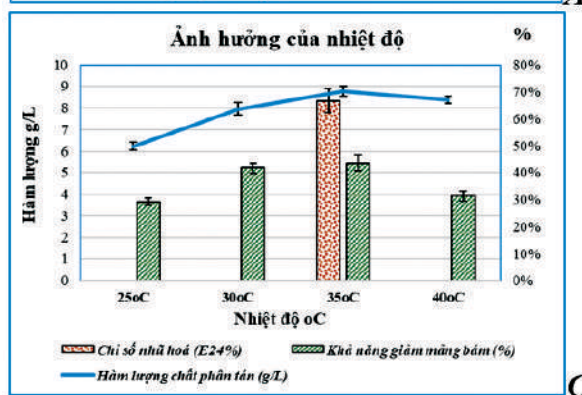
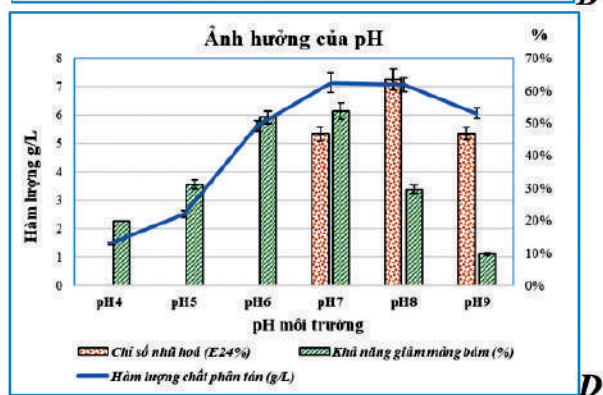
Môi trường lên men

Các môi trường Nayariseri (MT1), Cooper (MT2),

Kim (MT3), Sharma (MT4), GYEB (MT5) được sử dụng trong nghiên cứu tuyển chọn môi trường cho lên men sản xuất chất phân tán sinh học từ chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 (Hình 2.a). Hàm lượng chất phân tán thô thu nhận từ chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 cao nhất trên môi trường MT1 đạt $8,12 \pm 0,187$ g/L, chỉ số nhũ hoá E24 đạt $23,33 \pm 0,33$ %, tuy nhiên chất phân tán không có khả năng giảm mủm bám sinh học. Khả năng giảm mủm bám sinh học tốt nhất đạt $37,59 \pm 0,86$ % và chỉ số nhũ hoá cao nhất đạt $36,67 \pm 0,42$ % khi nuôi cấy chủng trên môi trường MT4, hàm lượng chất phân tán thu nhận được trên môi trường này là $3,46 \pm 0,034$ g/L. Chất phân tán sinh học tạo ra trên các môi trường MT3 và MT5 cũng có khả năng giảm mủm bám tương ứng $27,05 \pm 0,9$ % và $31,61 \pm 0,56$ %. và hàm lượng chất phân tán đạt lần lượt là $4,05 \pm 0,034$ và $3,52 \pm 0,063$ g/L. Do vậy, MT4 được xem là môi trường tiềm năng cho lên men sinh tổng hợp chất phân tán sinh học.

Khảo sát thời gian thu nhận chất phân tán sinh học

Yếu tố thời gian cũng ảnh hưởng nhiều đến quá trình sinh tổng hợp chất phân tán trong quá trình lên men ở vi sinh vật. *S. mexicanus* CXĐN-3 được khảo sát quá trình sinh tổng hợp chất phân tán sinh học trong 7 ngày (Hình 2.b). Hàm lượng chất thu nhận từ chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 tăng dần từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 6 với khối lượng tăng từ $5,38 \pm 0,037$ - $8,3 \pm 0,165$ g/L và giảm mạnh sau 7 ngày nuôi cấy ($3,16 \pm 0,033$ g/L). Bên cạnh đó, khả năng giảm mủm bám của



Hình 2. Lựa chọn trường tối ưu (A) và ảnh hưởng của các yếu tố thời gian (B), nhiệt độ (C), pH (D) đến quá trình sản xuất chất phân tán sinh học (được đánh giá thông qua hàm lượng chất phân tán sinh học, chỉ số nhũ hoá E24 và khả năng giảm mủm bám sinh học)

chúng cũng tăng dần theo thời gian lên men và đạt cao nhất tại thời điểm 6 ngày ($29,57 \pm 1,50$ %), sau 7 ngày không còn thể hiện hoạt tính này. Chỉ số nhũ hoá của *S. mexicanus* CXĐN-3 cao nhất tại thời điểm 4 ngày đạt $58,82 \pm 2,45$ %.

Ảnh hưởng của nhiệt độ, pH đến khả năng sinh tổng hợp chất phân tán sinh học

Dựa trên môi trường và thời gian thích hợp, tiến hành khảo sát nhiệt độ và pH lên men. Khi khảo sát ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ đến quá trình sinh tổng hợp chất phân tán từ chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 cho thấy, hoạt tính chất phân tán thu nhận tốt nhất khi nuôi ở nhiệt độ 35°C với hàm lượng chất phân tán tủa được đạt $8,79 \pm 0,235$ g/L, chỉ số nhũ hoá E_{24} đạt $66,67 \pm 4,43$ % và khả năng giảm màng bám đạt $43,68 \pm 2,90$ %. Ở nhiệt độ 30°C , hàm lượng chất phân tán thu nhận đạt $7,96 \pm 0,29$ g/L và khả năng giảm màng bám đạt $41,71 \pm 1,87$ %. Hoạt tính chất phân tán bị giảm dần khi nuôi ở 40°C , hàm lượng thu nhận đạt $8,37 \pm 0,156$ g/L và khả năng giảm màng bám đạt $31,34 \pm 1,82$ %. Như vậy, nhiệt độ thích hợp cho nhận nuôi thu nhận chất phân tán sinh học từ chủng xạ khuẩn nghiên cứu trong khoảng từ $30-35^{\circ}\text{C}$.

Hàm lượng chất phân tán sinh học thu nhận tăng dần khi pH môi trường tăng từ 4-7 ($1,48 \pm 0,058 - 7,13 \pm 0,338$ g/L và giảm dần từ pH 8-9 ($7,06 \pm 0,246 - 6,05 \pm 0,182$ g/L). Điều này liên quan đến sinh trưởng của chủng xạ khuẩn thích hợp và tốt nhất trong khoảng pH 6-8. Chỉ số nhũ hoá của chủng xuất hiện khi nuôi cấy trên môi trường có pH kiềm (7-9) đạt trên $46,67 \pm$

$2,13$ %, cao nhất khi nuôi cấy trên môi trường pH 8 đạt $63,33 \pm 3,26$ %. Khả năng giảm màng bám từ chất phân tán thu nhận tốt nhất khi nuôi cấy *S. mexicanus* CXĐN-3 trên môi trường có pH từ 6-7 với hoạt tính đạt $51,71 \pm 1,93 - 53,68 \pm 2,55$ % (Hình 2.d).

KẾT LUẬN

Chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 có khả năng sản xuất chất phân tán loại bỏ màng bám sinh học. Hoạt tính chất phân tán sinh học của chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 được thể hiện qua khả năng lan truyền dầu tạo vòng trong có đường kính ≥ 6 mm, khả năng tan dầu sau 86s, chỉ số nhũ hoá trên 56,67% và tính kỵ nước của tế bào thông qua phản ứng kết tụ muối amon sunfate ở nồng độ 0,2M. Các yếu tố môi trường và điều kiện nuôi cấy có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình sinh tổng hợp chất phân tán sinh học từ chủng. Trên môi trường Sharma (MT4) NH_4Cl 2g, KH_2PO_4 5g, Na_2HPO_4 4g, MnSO_4 0,2g, MgSO_4 0,2g, FeCl_3 0,05g, CaCl_2 0,001g, 1% dầu oliu, nuôi cấy ở nhiệt độ $30-35^{\circ}\text{C}$, pH 6 – 7, tại thời điểm 6 ngày lên men được xem là điều kiện tối ưu cho việc sinh tổng hợp chất phân tán sinh học, khả năng giảm màng bám đạt $51,71 \pm 1,93 - 53,68 \pm 2,55$ %. Từ những kết quả nghiên cứu trên, chủng *S. mexicanus* CXĐN-3 là chủng tiềm năng trong lên men sản xuất chất phân tán sinh học ứng dụng trong loại bỏ màng bám sinh học trong sản xuất giấy. Trong nghiên cứu tiếp theo, nhóm nghiên cứu sẽ tiếp tục đánh giá khả năng loại bỏ màng bám của chất phân tán sinh học từ xạ khuẩn CXĐN-3 và làm rõ bản chất và thành phần của chất phân tán thu nhận từ xạ khuẩn này❖

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được hỗ trợ kinh phí từ Đề tài ĐTKHCN.016/22, thuộc Chương trình đề tài cấp Bộ Công Thương "Nghiên cứu tạo chế phẩm phân tán sinh học ứng dụng cho xử lý màng bám vi sinh trong dây chuyền sản xuất giấy bao bì công nghiệp" Đơn vị chủ trì Viện Sinh học, Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Pathak, P., Kumar, V., Bhardwaj, N. K., & Sharma, C. (2021). Slime control in paper mill using biological agents as biocides. *Physical Sciences Reviews*, 6(6), 149-173.
2. Bajpai, P. (2018). Slime Control. *Biotechnology for Pulp and Paper Processing*, 371-418.
3. Cloete T.E., Jacobs L., Brözel V.S. (1998). The chemical control of biofouling in industrial water systems. *Biodegradation*, 9:23–37.
4. Nayariseri, A., Singh, P., & Singh, S. K. (2018). Screening, isolation and characterization of biosurfactant producing *Bacillus subtilis* strain ANSKLAB03. *Bioinformation*, 14(6), 304-314.
5. Cooper J. (2021). "Biocide dosing and bio dispersants in cooling tower water treatment". Available at: <https://www.bvwater.co.uk/b-v-water-news/biocides-bio-dispersants-cooling-tower-water-treatment>.
6. Kim, H. S., Jeon, J. W., Kim, B. H., Ahn, C. Y., Oh, H. M., & Yoon, B. D. (2006). Extracellular production of a glycolipid biosurfactant, mannosylerythritol lipid, by *Candida* sp. SY16 using fed-batch fermentation. *Applied microbiology and biotechnology*, 70, 391-396.
7. Tresner, H. D., & Backus, E. J. (1963). System of color wheels for *Streptomyces* taxonomy. *Applied microbiology*, 11(4), 335-338.
8. Meenakshi S. M., Pramila, M., & Rameshwari, R. (2016). Isolation and screening of biosurfactant-producing bacteria from Uyyakondan river, Tiruchirappalli district, Tamilnadu. *International Journal of Advanced Research*, 4(1), 107-176.
9. Youssef, N. H., Duncan, K. E., Nagle, D. P., Savage, K. N., Knapp, R. M., & McInerney, M. J. (2004). Comparison of methods to detect biosurfactant production by diverse microorganisms. *Journal of microbiological methods*, 56(3), 339-347.
10. Santos, D., Rufino, R., Luna, J., Santos, V., & Sarubbo, L. (2016). Biosurfactants: Multifunctional Biomolecules of the 21st Century. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(3), 401. <https://doi.org/10.3390/ijms17030401>
11. Carrillo P. G., Mardaraz C., Pitta-Alvarez S. I. & Giulietti A. M. (1996). Isolation and selection of biosurfactant-producing bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 12(1), 82-84.

12. Lindahl, M., Faris, A., Wadström, T., & Hjerten, S. (1981). A new test based on 'salting out' to measure relative hydrophobicity of bacterial cells. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 677(3-4), 471-476.

13. Stepanović S., Vuković D., Hola V., Bonaventura G. D., Djukić S. F., Ruzicka Q., Ćirković I. (2007). Biofilm in Microtiter Plates: Overview of Testing Conditions and Practical recommendations for Assessment of Biofilm Production by Staphylococci, *Apmis*, Vol. 115, No. 8, pp. 891-899.

Ngày nhận bài: 14/11/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 15/12/2025; Ngày chấp nhận đăng bài: 9/01/2026

Người phản biện: TS. Nguyễn Mạnh Đạt – Viện Công nghiệp thực phẩm

Thông tin tác giả:

TRẦN THỊ HƯƠNG¹, LÊ THỊ TRÀ¹, NGUYỄN THỊ HỒNG LIÊN¹, CAO VĂN SƠN², PHAN THỊ HỒNG THẢO^{1*}

¹Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulô

RESEARCH ON THE PRODUCTION OF BIODISPERSANTS FROM *S. MEXICANUS* CXDN-3 FOR CONTROL OF BIOFILM FORMATION IN PAPER MILLS

**TRAN THI HUONG¹, LE THI TRA¹, NGUYEN THI HONG LIEN¹,
CAO VAN SON², PHAN THI HONG THAO¹**

¹Institute of Biology, Vietnam Academy of Science and Technology

²Research Institute of Pulp and Paper Industry

ABSTRACT

Biodispersants had an important role in controlling slime formation due to break down and disperse particles, preventing them from aggregating and settling. Slime in wastewater or equipments of paper manufacture caused a variety of damage in paper production. In this study, *Streptomyces mexicanus* CXDN-3 strain, isolated from soil samples around the Bai Bang Paper Corporation, was found to be ability to produce biodispersants that retreated slimes. In MT4 medium, at a temperature of 30-35°C and pH 6-7, after 6 days were the optimal factors for fermentation to produce biodispersants. The highest dispersant content reached 8.37 g/L, the emulsification index E24 reached 63.67%, and the plaque reduction capacity reached 51.71-53.68%. Therefore, the bio-dispersant obtained from the *S. mexicanus* CXDN-3 strain has great potential in slime control in paper mills.

Keywords: Biodispersants, pulp, recycled paper, *Streptomyces mexicanus*, 16S rRNA

Bộ Công Thương thúc đẩy phát triển khoa học - công nghệ và đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực công nghiệp và năng lượng

Ngày 11/02/2026, Bộ Công Thương tổ chức cuộc họp về thúc đẩy, phát triển khoa học - công nghệ và đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực công nghiệp và năng lượng, triển khai Chương trình công tác năm 2026 của Ban Chỉ đạo Trung ương về phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số (Chương trình số 02-CTr/BCĐTW).

Tại cuộc họp, bà Nguyễn Thị Lâm Giang - Cục trưởng Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công (Cục ĐCK) cho biết, theo Chương trình số 02-CTr/BCĐTW, Bộ Công Thương dự kiến có 37 nhiệm vụ; trong đó có 8 nhiệm vụ được giao trực tiếp và 29 nhiệm vụ giao các bộ, ngành phối hợp thực hiện.

Căn cứ nội dung giao nhiệm vụ tại Chương trình số 02-CTr/BCĐTW và chức năng, nhiệm vụ của các đơn vị

thuộc Bộ, Cục ĐCK đã dự kiến phương án phân công nhiệm vụ cụ thể. Theo đó, Cục dự kiến đảm nhận 13 nhiệm vụ, chủ yếu liên quan đến công tác tham mưu, phục vụ chỉ đạo, điều hành và các nội dung về khoa học - công nghệ, đổi mới sáng tạo. Cục Thương mại điện tử và Kinh tế số dự kiến thực hiện 13 nhiệm vụ, tập trung vào các nội dung về chuyển đổi số. Văn phòng Bộ có 3 nhiệm vụ liên quan đến cải cách hành chính; Vụ Tổ chức cán bộ có 3 nhiệm vụ gắn với phát triển nguồn nhân lực; Vụ Pháp chế có 2 nhiệm vụ; Cục Công nghiệp có 3 nhiệm vụ liên quan đến phát triển công nghiệp.

Trên cơ sở các nhiệm vụ nêu trên, Cục ĐCK sẽ tiếp tục hoàn thiện Kế hoạch năm 2026 của Bộ Công Thương triển khai Nghị quyết số 57-NQ/TW.

MT

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT GIẤY BAO GÓI DÙNG CHO BẢO VỆ TRÁI CÂY TỪ BỘT GIẤY HÓA HỌC TẮY TRẮNG

ĐOÀN THỊ LỆ HUYỀN, NGUYỄN THỊ HẰNG, NGÔ VĂN HỮU, NGUYỄN THỊ THANH

TÓM TẮT:

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ sản xuất giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây từ nguyên liệu bột hóa học tẩy trắng. Đã xây dựng được điều kiện công nghệ thích hợp như thành phần nguyên liệu sử dụng hỗn hợp gồm 30 % bột giấy gỗ mềm và 70 % bột giấy gỗ cứng, bổ sung 1,0% tinh bột, 1,5% keo AKD, 0,5% chất tăng bền so với khối lượng bột giấy; xử lý bề mặt giấy bằng hóa chất chống thấm. Triển khai chế thử giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây ở quy mô thực nghiệm cho giấy định lượng 51,8 g/m²; độ hút nước Cobb₆₀ 12,6 g/m²; độ thấm khí 185ml/phút; chỉ số độ bền kéo trung bình cả hai chiều 63,7N.m/g; chỉ số độ bền xé trung bình cả hai chiều 7,2mN.m²/g; độ ẩm 7,9%.

Từ khóa: giấy bao gói, giấy và bột giấy, túi giấy bao trái cây.

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, diện tích cây ăn quả trên cả nước là khoảng 1,3 triệu ha, đa dạng về chủng loại trái cây với sản lượng hơn 16 triệu tấn. Để đảm bảo trái cây phục vụ nhu cầu tiêu dùng trong nước và xuất khẩu, cần nâng cao năng suất chất lượng cây trồng như trao đổi nguồn gen mới; nghiên cứu chọn, tạo, nhập giống mới hay thực hiện quy trình canh tác cây ăn quả an toàn, hiệu quả...[1]. Trong đó, với biện pháp sử dụng túi bao trái cây trong thời kỳ sinh trưởng và phát triển nhằm hạn chế các tác động bên ngoài của môi trường như mưa gió làm trầy xước, rạn nứt do nhiều nắng hay hạn chế các sâu bệnh đẻ trứng lên quả, làm quả chậm phát triển hoặc hư hỏng. Ngoài ra, túi bao trái cây làm giảm lượng thuốc trừ sâu bám vào quả, nâng cao năng suất, chất lượng và giá trị của trái cây.

Trên thị trường có rất nhiều loại túi bao trái cây được sản xuất bằng nhiều chất liệu như: túi giấy tráng lớp sáp chống thấm nước, túi PE, túi bằng vải không dệt, túi bằng xốp hay túi nylon [2,3]. Với việc sử dụng túi nylon, xốp, bên cạnh những lợi ích bao bọc trái cây, cũng có một số hạn chế như tạo nên "hiệu ứng nhà kính" khiến trái cây không thể sinh trưởng phát triển bình thường, gây ra hiện tượng héo và rụng nhiều trong mùa khô do không thể trao đổi chất với môi trường bên ngoài. Mặt khác, thải túi xốp hay túi nylon ảnh hưởng tới môi trường hay hóa chất từ túi tráng PE, túi xốp theo thời gian được đi vào trái cây gây ảnh hưởng tới sức khỏe người tiêu dùng. Chính vì vậy sản phẩm túi giấy bao gói trái cây đang dần được lựa chọn bởi sự an toàn, thân thiện và tự phân hủy không gây ô nhiễm môi trường.

Túi giấy bao gói bảo vệ trái cây sử dụng trong suốt quá trình sinh trưởng, phát triển của quả nên giấy làm túi cần có những đặc thù cơ bản như: độ bền cơ học cao, có khả năng chống thấm nước, độ thấm khí đảm bảo khả

năng quang hợp của trái cây. Chính vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng công nghệ sản xuất giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây trong quá trình canh tác. Chất lượng giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây đáp ứng được yêu cầu như: độ hút nước Cobb₆₀ ≤ 20g/m², độ thấm khí ≥ 100ml/phút, chỉ số độ bền kéo trung bình cả hai chiều ≥ 40 N.m/g, chỉ số độ bền xé trung bình cả hai chiều ≥ 5 mN.m²/g. Để đạt được kết quả đó, cần nghiên cứu chất lượng của nguyên liệu bột giấy, chế độ nghiền và độ nghiêng thích hợp [4]. Mặt khác, giấy bao gói cần được tráng phủ lớp chống thấm nước, hóa chất phụ gia phải đảm bảo tiêu chuẩn vệ sinh an toàn thực phẩm, không chứa các chất độc hại gây hại cho trái cây trong quá trình sinh trưởng và phát triển [5].

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguyên vật liệu, hóa chất và thiết bị

Bột giấy sử dụng cho nghiên cứu: bột giấy hóa học gỗ cứng tẩy trắng (BHKP) nhập khẩu từ Indonesia và bột giấy hóa học tẩy trắng gỗ mềm (BSKP) nhập khẩu từ Mỹ.

Hóa chất, phụ gia: Tinh bột cation, keo AKD, chất tăng bền xuất xứ Trung Quốc, Việt Nam, chất tráng phủ bề mặt (SYL-OFF) cung cấp bởi công ty Dow Chemical.

Các thiết bị sử dụng trong nghiên cứu: máy đánh tơi PFI, nghiền PFI, máy xeo Rappid, thiết bị gia keo bề mặt giấy (Việt Nam) và các thiết bị đo tính chất cơ lý của bột giấy và giấy.

Phương pháp thực nghiệm

Quá trình chế tạo giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây bao gồm các công đoạn chính như: đánh tơi bột giấy, nghiền bột giấy, phối trộn phụ gia và phụ liệu, xeo giấy, gia keo bề mặt, sấy và hoàn thành sản phẩm và được minh họa trên Hình 1 dưới đây.

Bột giấy hóa học tẩy trắng được đánh tơi trên thiết bị đánh tơi 5lít trong thời gian 10 phút. Sau đó được

nghiên trên máy nghiền PFI đến độ nghiền phù hợp. Bột sau nghiền được phối trộn với nhau theo các tỷ lệ nghiền cứu và bổ sung các gia phụ liệu như tinh bột, keo AKD, chất tăng bền. Huyền phù bột giấy được khuấy trộn đều và xeo trên máy xeo Rapid – Kothen với định lượng $50 \pm 5 \text{ g/m}^2$, ép, sấy khô ở 93°C . Mẫu giấy sau sấy được điều hòa ổn định trước khi xác định tính chất cơ lý.

Xử lý bề mặt giấy được thực hiện bằng thiết bị gia keo 2 lô ép phòng thí nghiệm với công thức, điều kiện phù thích hợp, định lượng lớp keo từ $2,0 \div 4,0 \text{ g/m}^2$.

Mẫu giấy sau khi gia keo xử lý bề mặt, được để khô tự nhiên trong 4h, sau đó sấy giấy ở nhiệt độ 93°C . Mẫu giấy sau sấy được bảo quản ở điều kiện tiêu chuẩn, sau đó tiến hành xác định các tính chất của giấy.

Tiêu chuẩn và phương pháp phân tích sử dụng:

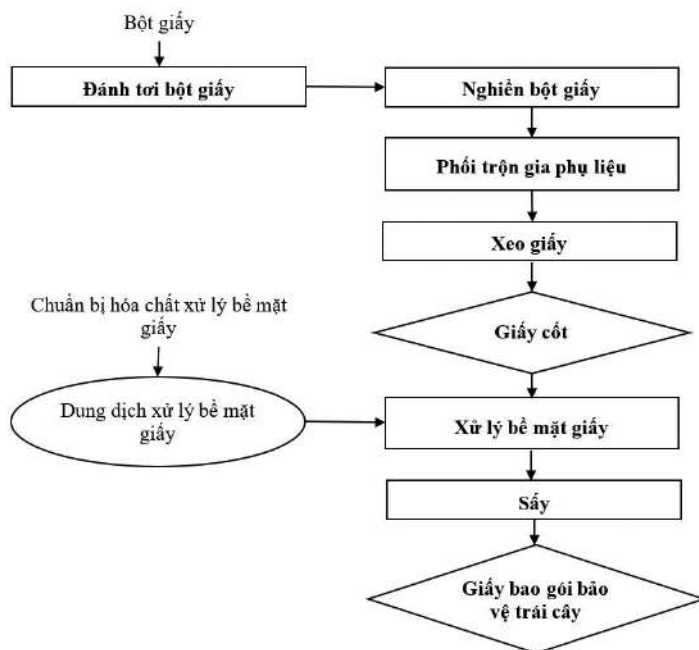
Chỉ tiêu phân tích tính chất của giấy được xác định theo các tiêu chuẩn sau: xác định định lượng (TCVN 7091:2002), độ thấu khí (TCVN 6946:2001), độ bền kéo (TCVN 1862-2:2010), độ ẩm (TCVN 1867:2010), độ bền xé (TCVN 3229:2015), độ hút nước (TCVN 6726:2017).

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Nghiệm cứu, lựa chọn tỷ lệ phối trộn bột giấy

Tiến hành một loạt thực nghiệm thăm dò, từ 02 loại bột giấy được nghiền riêng tới độ nghiền lựa chọn là 50°SR , với tỷ lệ phối trộn bột BHKP/BSKP ở các mức 90/10, 80/20, 70/30, 60/40. Kết quả được chỉ ra ở hình 2.

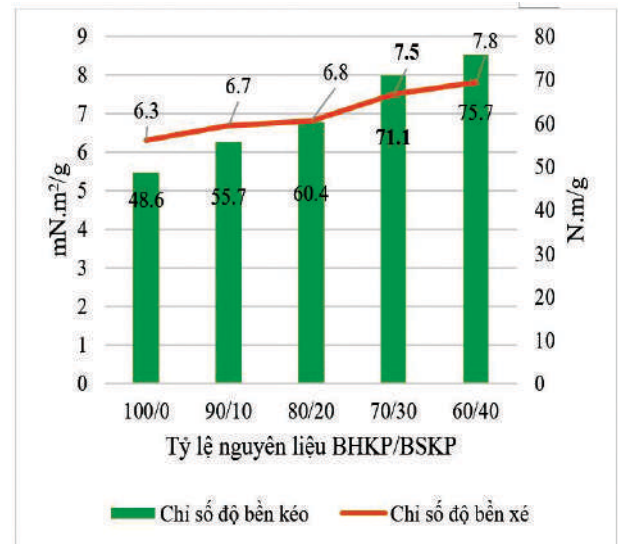
Kết quả phân tích độ bền cơ lý của giấy cho thấy, khi bổ sung thêm bột BSKP cải thiện được độ bền cơ học của giấy nhờ xơ sợi dài từ bột giấy gỗ mềm. Khi tăng tỷ lệ sử dụng bột BSKP từ 10% lên 40% thì tính chất cơ lý của giấy tăng. Tuy nhiên với mức dùng bột BSKP cao (trên 30%) khiến khó vận hành máy và tăng chi phí sản xuất. Do đó, tỷ lệ bột BHKP/BSKP được lựa chọn là 70/30.



Hình 1: Sơ đồ khối quá trình chế tạo giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây

3.2. Ảnh hưởng của độ nghiền đến tính chất của giấy

Giấy bao gói hoa quả có những yêu cầu về mặt chất



Hình 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn nguyên liệu đến tính chất cơ lý của giấy để

lượng như: giấy có định lượng thấp, có độ thấu khí đảm bảo khả năng quang hợp, đồng thời sự hình thành và phân tán xơ sợi đồng đều để độ bền cơ lý cao. Với các yêu cầu như trên, đòi hỏi bột giấy cần có độ nghiền cao, bột giấy phân tơi chổi hóa, ít cắt ngắn. Từ các yêu cầu trên, nhóm thực hiện đề tài thực hiện một loạt các thí nghiệm với độ nghiền từ $45 \div 65^\circ\text{SR}$.

Kết quả trong bảng 1 cho thấy khi tăng độ nghiền, các chỉ số như độ bền kéo tăng, độ thấu khí giảm nhưng không đáng kể trong khi đó độ bền xé giảm nhiều, vì khi đó xơ sợi được phân tơi chổi hóa làm tăng lực liên kết giữa các xơ sợi, đồng thời các xơ sợi bị cắt ngắn, mịn hơn, cấu trúc của giấy chặt hơn làm cho độ thấu khí giảm tương ứng. Với yêu cầu đặt ra, nhóm thực hiện đề tài lựa chọn độ nghiền phù hợp cho chế tạo giấy để là $50 \pm 2^\circ\text{SR}$ vừa đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật mà không tiêu hao quá nhiều năng lượng nghiền.

3.3. Lựa chọn hóa chất phụ gia phần ướt cho quá trình chế tạo giấy để

Hóa chất phụ gia phần ướt được sử dụng cho giấy bao gói bao gồm: chất tăng bền và chất chống thấm nội bộ. Chúng là thành phần ảnh hưởng đến đặc tính của giấy. Tinh bột cation là chất được sử dụng rộng rãi nhất trong thực tế do hiệu quả tăng độ bền khô và khả năng cạnh tranh về giá thành.

Kế thừa các nghiên cứu và các thí nghiệm về ảnh hưởng của tinh bột cation đến tính chất của giấy để, nhóm thực hiện đề tài lựa chọn sử dụng mức dùng tinh bột cation cho gia keo nội bộ là 1,0% so với bột khô tuyệt đối.

Tính chất của giấy bao gói dùng để bảo vệ trái cây trong suốt thời gian sinh trưởng, giấy

cần có tính chống thấm nước cao, đảm bảo độ bền của giấy ở điều kiện thời tiết như mưa, nắng, gió... Do vậy, keo chống thấm AKD được lựa chọn bởi tính thông dụng trong sản xuất giấy, có ưu điểm như môi trường sử dụng trung tính, dễ dàng bảo quản, chi phí sản xuất hợp lý. Với yêu cầu độ hút nước của giấy để phải nhỏ hơn 25g/m², lựa chọn mức dùng keo AKD 1,5% so với bột khô tuyệt đối cho chế tạo giấy để.

Chất tăng bền được sử dụng làm tăng khả năng liên kết các xơ sợi xenlulo, tăng độ bền cơ lý của giấy và khi giấy gặp nước thì sẽ làm chậm quá trình tan rã của giấy. Hóa chất tăng bền được lựa chọn là HP-330 với mức dùng 0,5% so với bột khô tuyệt đối.

Từ các nghiên cứu, chế độ công nghệ sản xuất giấy để cho sản xuất giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây được xác lập như sau:

- Tỷ lệ nguyên liệu (bột BSKP/BHKP) là 30/70 (%);
- Chế độ nghiền: nghiền riêng;
- Độ nghiền: 50±2°SR;
- Gia phụ liệu được bổ sung như sau: tinh bột cation

1% so với bột khô tuyệt đối; keo chống thấm nội bộ AKD là 1,5% so với bột khô tuyệt đối, chất tăng bền là 0,5% so với bột khô tuyệt đối.

Với chế độ công nghệ như trên, giấy để được chế tạo phục vụ cho quá trình nghiên cứu công nghệ ở công đoạn xử lý bề mặt để đạt được các tính chất của giấy bao gói dùng để bảo vệ trái cây.

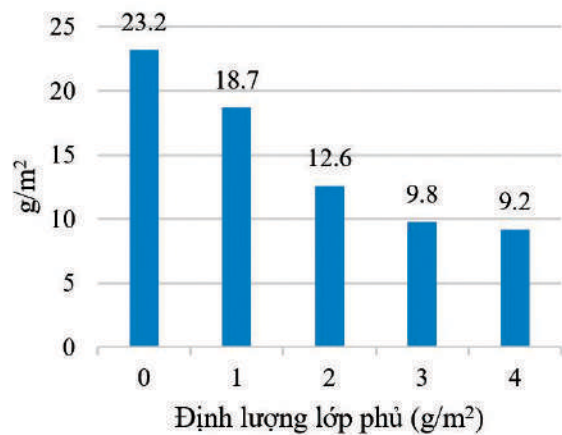
3.4. Nghiên cứu công nghệ xử lý bề mặt phù hợp cho sản xuất giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây

a. Nghiên cứu mức dùng hóa chất xử lý bề mặt

Đặc tính quan trọng đối với giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây chính là khả năng chống thấm nước của giấy. Các chất tráng phủ bề mặt với thành phần chính là acrylic copolymer latex, silicon hay paraffin có chứa các nhóm kỵ nước, tạo lớp màng dày đặc phủ lên bề mặt xơ sợi gây cản trở sự xâm nhập của nước. Do đó, trong

nghiên cứu này đã lựa chọn hóa chất SYL-OFF 7978 làm chất tráng phủ bề mặt, chống thấm cho giấy. Theo khuyến cáo của nhà cung cấp, ở điều kiện pH dung dịch, nhiệt độ nhỏ hơn 40°C với mức dùng chất chống thấm từ 20-25% theo khối lượng thì giấy có tính chống thấm nước từ 8÷20g/m². Mức dùng chất tráng phủ quyết định khả năng chống thấm nước của giấy và cũng ảnh hưởng tới giá thành sản phẩm, do vậy cần phải lựa chọn được mức dùng phù hợp. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của mức dùng SYL-OFF 7978 trong dung dịch gia keo bề mặt đến tính chất của giấy được chỉ ra ở bảng 2.

Từ bảng kết quả cho thấy, độ thấm khí của giấy không có sự thay đổi nhiều, tính chống thấm nước của giấy nhỏ hơn 20g/m², đảm bảo độ hút nước theo yêu cầu cho chế tạo giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây. Tuy nhiên, để phù hợp cho quá trình sản xuất, cũng như chi phí và so sánh chất lượng với mẫu giấy trên thị trường, lựa chọn mức dùng chất xử lý bề mặt là 23ml/100ml dịch tráng là phù hợp.



Hình 3. Ảnh hưởng của định lượng lớp phủ đến tính chất của giấy

Bảng 1. Ảnh hưởng của độ nghiền đến tính chất của giấy để

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Yêu cầu cần đạt	Độ nghiền bột giấy, °SR				
				45±2	50±2	55±2	60±2	65±2
1	Chỉ số độ bền kéo	N.m/g	≥ 40,0	60,5	71,1	73,8	72,1	71,9
2	Chỉ số độ bền xé	mN.m ² /g	≥ 5,0	4,7	7,5	6,9	6,3	4,4
3	Độ thấm khí	ml/phút	≥ 100	465	310	265	240	210

Bảng 2. Ảnh hưởng của mức dùng hóa chất xử lý bề mặt đến tính chất của giấy

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Mức dùng SYL-OFF trong dung dịch gia keo, ml/100ml		
			20,0	23,0	25,0
1	Định lượng lớp tráng phủ	g/m ²	2,3	2,4	2,6
2	Độ thấm khí	ml/phút	220	190	175
3	Độ hút nước, Cobb ₆₀	g/m ²	18,8	11,5	8,6

b. Nghiên cứu, lựa chọn định lượng lớp phủ phù hợp

Như đã nói ở trên lớp phủ phù hợp tạo ra rào cản chống thấm nước, chất tráng phủ SYL-OFF phủ lớp silicon với định lượng thấp tạo cho giấy bao gói có khả năng chống thấm nước vượt trội. Do đó, nhóm đề tài nghiên cứu 1 loạt thí nghiệm đưa ra định lượng lớp phủ phù hợp với giấy bao gói trái cây.

Từ hình 3 cho thấy, khi định lượng lớp phủ tăng lên 2g/m² thì độ hút nước giảm từ 23,2g/m² xuống 12,6g/m² - giảm gần khoảng 50%. Tiếp tục tăng định lượng lớp phủ, thì độ hút nước giảm rất ít, điều này cho thấy dịch tráng phủ đã bão hòa trên bề mặt giấy, tạo ra lớp màng kỵ nước trên bề mặt giấy. Mặt khác, để phù hợp với thực tế sản xuất và khả năng chống thấm nước của giấy thì với định lượng lớp phủ khoảng 2-3g/m² là lựa chọn phù hợp.

4. KẾT LUẬN

Trên các cơ sở kết quả nghiên cứu đã xác định được quy trình công nghệ sản xuất giấy bao gói dùng cho

bảo vệ trái cây từ bột hóa học tẩy trắng gỗ cứng và gỗ mềm quy mô phòng thí nghiệm như sau:

- Điều kiện công nghệ chế tạo giấy đế:
 - + Nguyên liệu: bột hóa học tẩy trắng BHKP/ BSKP: 70/30;
 - + Độ nghiền bột giấy: 50±2°SR, nghiền riêng;
 - + Mức dùng tinh bột cation: 1,0% so với bột KTĐ;
 - + Mức dùng keo AKD: 1,5% so với bột KTĐ;
 - + Mức dùng chất tăng bền HP-330: 0,5% so với bột KTĐ;
- Điều kiện công nghệ xử lý bề mặt:
 - + Mức dùng chất tráng phủ SYL-OFF 7978: 23 ml/100ml dung dịch;
 - + Định lượng lớp phủ: 2-3 g/m².

Các chỉ tiêu chất lượng của giấy bao gói dùng cho bảo vệ trái cây chế tạo được đạt chất lượng theo yêu cầu và tương đương với mẫu giấy bao gói đang bán trên thị trường trong nước ❖

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được hỗ trợ kinh phí từ Đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ số 056.2023.ĐT.BO/HĐKH-CN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đẩy mạnh sản xuất và tiêu thụ sản phẩm cây ăn quả, <https://nhandan.vn/day-manh-san-xuat-va-tieu-thu-san-pham-cay-an-qua-post855518.html>
2. Túi bọc trái cây những hiệu quả và hạn chế, <https://bacmy.vn/blogs/tin-tuc-nong-nghiep/tui-boc-trai-cay-nhung-hieu-qua-va-han-che>
3. Muhammad Moaaz Ali, Raheel Anwar, Ahmed F. Yousef, Binqi Li, Andrea Luvisi, Luigi De Bellis, Alessio Aprile, Faxing Chen (2021), Influence of Bagging on the Development and Quality of Fruits, Plants 2021
4. Cao Thị Nhung (2005), Các yếu tố công nghệ và tính chất các loại giấy, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh
5. <https://www.dow.com/en-us/product-technology/pt-silicone-hybrids-silanes.html>

Ngày nhận bài: 14/01/2026; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 10/02/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 25/02/2026

Người phản biện: PGS.TS. Phan Huy Hoàng – Đại học Bách khoa Hà Nội

Thông tin tác giả:

ĐOÀN THỊ LỆ HUYỀN*, NGUYỄN THỊ HẰNG, NGÔ VĂN HỮU, NGUYỄN THỊ THANH

Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulô

RESEARCH ON TECHNOLOGY OF PACKAGING PAPER PRODUCTION FOR PROTECTING FRUIT FROM BLEACHED PULP

DOAN THI LE HUYEN, NGUYEN THI HANG, NGO VAN HUU, NGUYEN THI THANH

Research Institute of Pulp and Paper Industry

ABSTRACT

This paper presents some research results of packaging paper production from bleached chemical pulp, that could be used for protecting fruit. Appropriate technological conditions have been established such as the raw material composition using a mixture of 30% softwood pulp and 70% hardwood pulp, 1.0% starch, 1.5% AKD, 0.5% strengthening agent of the pulp. Treating the surface paper with waterproof chemicals. The trial production of packaging paper for protecting fruit at pilot scale was successfully performed which produced the paper 51,8g/m²; the water absorption Cobb60 of 12.6g/m²; the air permeability was 170ml/min; tensile strength index average of 63.7N.m/g; tear strength index average of 7.2mN.m²/g and humidity of 7.9%.

Keywords: *packaging paper, paper and pulp, fruit paper bags*

CÔNG NGHIỆP CỘNG SINH - ĐỘNG LỰC MỚI CHO TĂNG TRƯỞNG XANH Ở VIỆT NAM

TS. LÊ BÁ TÂM

TÓM TẮT:

Công nghiệp cộng sinh (Industrial Symbiosis - IS) là mô hình hợp tác giữa các doanh nghiệp nhằm tận dụng phụ phẩm, năng lượng và vật liệu dư thừa làm đầu vào cho đơn vị khác, đóng vai trò quan trọng trong kinh tế tuần hoàn và khu công nghiệp sinh thái (Eco-Industrial Park - EIP). Mô hình này giúp giảm khai thác tài nguyên, tiết kiệm chi phí, giảm phát thải và tạo giá trị kinh tế - xã hội bền vững. Với 478 khu công nghiệp (KCN) đang hoạt động, Việt Nam có tiềm năng lớn để phát triển công nghiệp cộng sinh. Tuy nhiên, việc triển khai còn gặp khó khăn về chính sách, nhận thức, cơ chế phối hợp và nguồn lực đầu tư. Vì vậy, cần hoàn thiện chính sách và thúc đẩy liên kết doanh nghiệp để mở rộng mô hình này.

Từ khóa: Công nghiệp cộng sinh; động lực mới; tăng trưởng xanh.

1. MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh phát triển hiện nay, mô hình công nghiệp truyền thống đang bộc lộ nhiều giới hạn khi phụ thuộc mạnh vào khai thác tài nguyên thiên nhiên và sử dụng năng lượng theo hướng tuyến tính “khai thác - sản xuất - thải bỏ”. Điều này làm gia tăng áp lực lên môi trường với hàng loạt hệ lụy như suy giảm tài nguyên, ô nhiễm không khí, nước và đất, cùng với lượng phát thải khí nhà kính ngày càng lớn. Đối với Việt Nam, tốc độ công nghiệp hóa và đô thị hóa nhanh chóng, cùng sự hình thành dày đặc các KCN và khu kinh tế, đã khiến nhu cầu chuyển đổi sang mô hình phát triển bền vững trở nên cấp bách hơn bao giờ hết. Việc tìm kiếm hướng đi mới phù hợp xu thế toàn cầu về kinh tế tuần hoàn và tăng trưởng xanh đang trở thành yêu cầu mang tính chiến lược.

Trong bối cảnh đó, công nghiệp cộng sinh nổi lên như một giải pháp đầy triển vọng. Đây là mô hình liên kết giữa các doanh nghiệp nhằm tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên thông qua chia sẻ dòng nguyên liệu, năng lượng, nước, chất thải và phụ phẩm; theo đó, chất thải của doanh nghiệp này có thể trở thành nguồn đầu vào của doanh nghiệp khác, giống như các chu trình vật chất tự nhiên. Công nghiệp cộng sinh là trụ cột của kinh tế tuần hoàn, đồng thời nằm trong khuôn khổ phát triển KCN sinh thái - một mô hình được Liên Hợp Quốc và nhiều tổ chức quốc tế khuyến khích áp dụng. Những lợi ích mà công nghiệp cộng sinh mang lại rất đa chiều: giúp tiết kiệm chi phí sản xuất, giảm sử dụng tài nguyên thô, cắt giảm phát thải CO₂, tăng hiệu quả vận hành, và tạo ra giá trị kinh tế mới từ chính các dòng phụ phẩm vốn thường bị bỏ phí.

Chính vì vậy, việc nghiên cứu và thúc đẩy áp dụng công nghiệp cộng sinh tại Việt Nam mang ý nghĩa quan trọng đối với mục tiêu tăng trưởng xanh và chuyển đổi sang nền kinh tế phát triển bền vững. Bài viết hướng đến việc phân tích tiềm năng và lợi ích của công nghiệp cộng sinh trong bối cảnh Việt Nam đang mở rộng công nghiệp hóa, đồng thời làm rõ các cơ hội và thách thức trong quá trình triển khai mô hình này. Qua đó, bài viết đề xuất những định hướng giải pháp về chính sách, quản trị và thực tiễn doanh nghiệp nhằm khai thác hiệu quả công nghiệp cộng sinh như một

động lực mới cho tăng trưởng xanh tại Việt Nam.

Bài báo tiếp cận theo hướng kết hợp lý luận và thực tiễn. Nghiên cứu dựa trên khung lý thuyết về công nghiệp cộng sinh, kinh tế tuần hoàn và khu công nghiệp sinh thái; đồng thời phân tích, tổng hợp tài liệu chính sách và số liệu thực tiễn tại Việt Nam. Trên cơ sở đó, bài viết đánh giá thực trạng và đề xuất giải pháp thúc đẩy phát triển công nghiệp cộng sinh tại Việt Nam.

2. NỘI DUNG

2.1. Cơ sở lý luận và tổng quan nghiên cứu

Mô hình công nghiệp cộng sinh đã có hành trình phát triển lâu dài, với ví dụ nổi bật nhất và được trích dẫn nhiều nhất là Kalundborg Eco-industrial Park tại Đan Mạch. Đây được xem là minh chứng thực tiễn đầu tiên của công nghiệp cộng sinh khi từ những năm 1960-1970, các doanh nghiệp trong khu vực đã hình thành những trao đổi ban đầu như chia sẻ nước, trước khi phát triển thành mạng lưới cộng sinh phức tạp giữa các công ty năng lượng, hóa chất, sản xuất giấy và thực phẩm. Các dòng phụ phẩm, chất thải và nhiệt thừa được tái sử dụng trực tiếp, giúp tiết kiệm tài nguyên và mang lại lợi ích môi trường - kinh tế rõ rệt (Gilles Paché, 2024). Công nghiệp cộng sinh ngày càng phát triển rộng rãi và được nghiên cứu bài bản trong cộng đồng học thuật quốc tế. Nhiều tổng quan khoa học đã chỉ ra rằng công nghiệp cộng sinh mang lại lợi ích rõ nét về hiệu quả tài nguyên, giảm phát thải và tiết kiệm chi phí, đồng thời phù hợp với sự phát triển của các KCN sinh thái trên toàn cầu (Angela Neves, Radu Godina, Susana G. Azevedo, João C.O. Matias, 2019). Công nghiệp cộng sinh có lợi ích to lớn:

Thứ nhất, về lợi ích môi trường, công nghiệp cộng sinh giúp giảm tiêu thụ nguyên vật liệu thô, tiết kiệm nước và năng lượng, đồng thời giảm phát thải khí nhà kính và lượng chất thải cần xử lý. Năm 2025, tại Trung Quốc, một nghiên cứu mô hình công nghiệp cộng sinh khu vực cho thấy, việc xử lý bùn thải và tái sử dụng trong ngành bê tông có thể giảm tới 86.24% lượng carbon phát thải, đồng thời tiết kiệm năng lượng 65.16% và giảm chi phí 52.04% so với kịch bản không tái sử dụng (Bin Huang, Yan Zhuge, Rameez Rameezdeen, Ke Xing, Yue Liu, 2025).

Thứ hai, về lợi ích kinh tế của doanh nghiệp, công nghiệp cộng sinh mang lại lợi ích mạnh mẽ cho doanh nghiệp thông qua tiết kiệm chi phí sản xuất, giảm chi phí xử lý chất thải, tận dụng phụ phẩm để tái sản xuất hoặc bán thương mại, đồng thời cải thiện hiệu quả vận hành. Nghiên cứu tại Tây Ban Nha và Thụy Điển, ứng dụng MFCA kết hợp CBA, cho thấy công nghiệp cộng sinh giúp giảm 50% chi phí vận hành tại Tây Ban Nha, tăng 30% hiệu quả sử dụng tài nguyên tại Thụy Điển (Héctor Leiva, Ignacio Julian, Lucía Ventura, 2022).

Thứ ba, về lợi ích xã hội, công nghiệp cộng sinh tạo ra tác động vượt ra ngoài môi trường và kinh tế, góp phần hình thành cộng đồng doanh nghiệp bền vững. Công nghiệp cộng sinh mở ra nhiều việc làm mới trong các hoạt động thu gom, phân loại phụ phẩm, tái sử dụng vật liệu, vận hành hệ thống trao đổi năng lượng, logistics xanh và quản lý chất thải. Khi doanh nghiệp liên kết trong mô hình này, nhu cầu nhân lực cho các lĩnh vực như vận hành chuỗi cung ứng tuần hoàn, kiểm toán vật liệu và phân tích dòng tài nguyên tăng lên đáng kể. Đồng thời, công nghiệp cộng sinh thúc đẩy minh bạch và hợp tác giữa doanh nghiệp, tạo dựng niềm tin và giảm xung đột lợi ích, từ đó hình thành mạng lưới sản xuất xanh. Điều này giúp cải thiện quản trị nội bộ và nâng cao hình ảnh doanh nghiệp trong bối cảnh tiêu chuẩn môi trường, xã hội và quản trị (ESG) ngày càng trở nên bắt buộc trên thị trường toàn cầu. Công nghiệp cộng sinh không chỉ giúp tối ưu hóa môi trường và tiết kiệm tài nguyên, mà còn tạo ra các giá trị xã hội như: thúc đẩy hợp tác khu vực, cải thiện phúc lợi cộng đồng, hỗ trợ phát triển nguồn nhân lực địa phương và khuyến khích doanh nghiệp theo đuổi đổi mới bền vững. Nghiên cứu cho thấy, công nghiệp cộng sinh có thể trở thành công cụ chiến lược giúp hình thành các cụm công nghiệp bền vững, nơi doanh nghiệp không chỉ chia sẻ tài nguyên mà còn chia sẻ tri thức, công nghệ và các giá trị tăng trưởng xanh (Angela Neves, Radu Godina, Susana G. Azevedo, João C.O. Matias, 2020).

Để đánh giá hiệu quả công nghiệp cộng sinh, một trong những xu hướng quan trọng trong nghiên cứu hiện nay là ứng dụng các mô hình phân tích định lượng nhằm đo lường hiệu quả môi trường - kinh tế một cách rõ ràng và minh bạch.

Thứ nhất, sử dụng phương pháp kỹ thuật - kinh tế. Việc kết hợp MFCA và CBA giúp đánh giá trực tiếp hiệu quả của các dòng vật liệu, xác định chi phí ẩn và đo lường giá trị thu được từ việc tái sử dụng phụ phẩm. Nghiên cứu thực tiễn cho thấy, một doanh nghiệp thép ống tại Ấn Độ tiết kiệm được 302.350 USD/năm với chi phí đầu tư ban đầu chỉ 7.123 USD, đồng thời tăng hiệu quả sử dụng nguyên liệu khoảng 26,6% (Aditya Kumar Sahu, R.K. Padhy, 2021). Tại Việt Nam, một nhà máy gang thép ở Thái Nguyên phát hiện chi phí thất thoát vật liệu chiếm tới 22,8% tổng chi phí sản xuất trước khi áp dụng kế toán chi phí theo dòng vật liệu (Nguyễn Mạnh Hiển, Lê Thu Hoa, 2014). Tương tự, một cơ sở chế biến thủy sản ghi nhận lãng phí vật liệu chiếm tới 58,92% tổng chi phí nếu không quản lý theo dòng vật liệu (Võ Trần Thị Bích Châu, 2017). Các số liệu này minh chứng rằng MFCA - khi kết hợp CBA - là công cụ hiệu quả để tối ưu hóa chi phí, sử dụng tài nguyên và đánh giá tính bền vững trong sản xuất công nghiệp.

Thứ hai, một hướng nghiên cứu khác tập trung vào phân tích các dòng trao đổi vật liệu, nước, năng lượng trong

KCN. Nghiên cứu tại một KCN sinh thái ở Trung Quốc ghi nhận đã tăng năng suất sử dụng nguyên liệu trực tiếp 33%; Tăng năng suất sử dụng nước 36.5%; Tăng hiệu quả năng lượng 38%; Giảm phát thải 30.9%; Tăng chỉ số phát triển bền vững 32.7% (Xinyi Chen, Miaoxin Dong, Long Zhang, Xiaoyu Luan, Xiaowei Cui, Zhaojie Cui, 2022).

Một nghiên cứu năm 2024 tại Đông Nam Á đã ứng dụng mô hình kết hợp MFCA - Lean - IoT để tối ưu hiệu suất sử dụng nước trong ngành đồ uống. Sự tích hợp này cho phép theo dõi dòng vật liệu theo thời gian thực, nhận diện nhanh thất thoát trong các công đoạn rửa chai, vệ sinh thiết bị và đóng gói, từ đó giảm chi phí và cải thiện quy trình. MFCA giúp lượng hóa chi phí ẩn từ lãng phí nước và năng lượng, Lean loại bỏ thao tác dư thừa, còn IoT cung cấp dữ liệu liên tục để phát hiện rò rỉ chỉ trong vài phút. Nhờ vậy, hiệu suất sử dụng nước tăng 15-20%, thời gian dừng máy và lượng hóa chất giảm, chi phí sản xuất trên mỗi lít đồ uống được tối ưu. Kết quả cho thấy cách tiếp cận này phù hợp với doanh nghiệp thực phẩm - đồ uống trong bối cảnh yêu cầu tiết kiệm tài nguyên ngày càng cao, đồng thời tạo tiền đề cho phát triển cộng sinh công nghiệp thông qua chia sẻ nước tái chế, năng lượng dư thừa và phụ phẩm trong chuỗi giá trị (Thanwarhat Sodkomkham, Chavalit Ratanatamskul, Achara Chandrachai, 2024).

2.2. Thực trạng và tiềm năng phát triển công nghiệp cộng sinh ở Việt Nam

Tính đến cuối năm 2025, Việt Nam có 478 khu công nghiệp và khu chế xuất đã thành lập trên toàn quốc, với tổng diện tích quy hoạch khoảng 146.000 ha, trong đó khoảng 101.600 ha là đất công nghiệp thực tế sẵn sàng cho sản xuất - đây là cơ sở vật chất rộng lớn cho việc phát triển mô hình công nghiệp cộng sinh (Thu Dịu, 2025). Tuy nhiên, số KCN được công nhận là khu công nghiệp sinh thái - với mạng lưới trao đổi vật liệu, năng lượng, phụ phẩm theo mô hình tuần hoàn - vẫn rất hạn chế, chỉ 7 KCN đang thử nghiệm mô hình EIP (chiếm khoảng 2,3%) theo tiêu chí mong muốn (VNA, 2025).

Hiện nay, xu hướng chuyển đổi từ KCN truyền thống sang KCN sinh thái tại Việt Nam ngày càng được nhấn mạnh. Các cơ quan quản lý nhà nước, doanh nghiệp và Tổ chức Phát triển Công nghiệp Liên Hợp Quốc (UNIDO) đã phối hợp thực hiện nhiều dự án nhằm thúc đẩy sản xuất sạch hơn, sử dụng tài nguyên hiệu quả, tái chế phụ phẩm, và tái sử dụng chất thải. Theo mô tả từ các nguồn trong nước, KCN sinh thái được xem là một trụ cột quan trọng trong chiến lược phát triển công nghiệp bền vững, đón đầu xu hướng toàn cầu về kinh tế tuần hoàn, hỗ trợ doanh nghiệp chuyển đổi năng lực sản xuất, nâng cao hiệu quả sử dụng các nguồn lực, đồng thời mở ra cơ hội tiếp cận “tài chính xanh” và đầu tư bền vững. Ví dụ, khả năng áp dụng IS/EIP tại Việt Nam là quá trình cải tạo, chuyển đổi các KCN truyền thống tại các địa phương như Hải Phòng, Đà Nẵng, Đồng Nai, Cần Thơ, TP. Hồ Chí Minh... dưới khuôn khổ hợp tác giữa UNIDO và Bộ Tài chính. Từ 2020-2024, dưới sự hỗ trợ kỹ thuật và tài chính từ chính phủ Thụy Sĩ và hợp tác với UNIDO, Việt Nam đã thực hiện các dự án thí điểm EIP tại các KCN như Hiep Phuoc Industrial Park (TP. Hồ Chí Minh), Amata Industrial Park (Đồng Nai), Dinh Vu Industrial Park (Hải Phòng) và Hoa Khanh Industrial Park (Đà Nẵng). Đến tháng 5/2024, có khoảng 90 doanh nghiệp được hỗ trợ thực

hiện 889 giải pháp “Sản xuất sạch & sử dụng tài nguyên hiệu quả” (RECP); trong đó 429 giải pháp đã được triển khai, giúp tiết kiệm năng lượng, nước, giảm phát thải CO₂ và mang lại lợi ích kinh tế cho doanh nghiệp. Có 603 dự án tại các KCN đã được thực hiện nhằm nâng cao hiệu quả nguồn lực và giảm phát thải. Nhờ những cải tiến này, ước tính đã tiết kiệm được khoảng 69,2 tỷ đồng/năm và giảm khoảng 8.910 tấn CO₂/năm (Thanh Tú - Cát Lam, 2024). Đây là minh chứng rõ ràng rằng Việt Nam không chỉ có tiềm năng mà đã bắt đầu thực hiện các bước hiện thực hoá mô hình EIP / IS.

Tại Khu công nghiệp Khánh Phú (tỉnh Ninh Bình), Công ty Khí ga Ninh Bình đã triển khai mô hình lấy phụ phẩm khí thải từ Nhà máy Dạm Ninh Bình làm nguyên liệu sản xuất CO₂ hóa lỏng trong 3 năm, với công suất 6.000 m³/giờ, giúp giảm hơn 74.000 tấn khí thải mỗi năm. Mô hình này minh họa rõ cách một dòng phụ phẩm được tái sử dụng thành sản phẩm có giá trị, đồng thời giảm tác động môi trường của toàn KCN. Cơ chế vận hành gồm hợp tác giữa các doanh nghiệp trong KCN, điều phối bởi Ban quản lý để đảm bảo chia sẻ nguồn nguyên liệu và lợi ích kinh tế – môi trường thực tế. Trường hợp này chứng minh rằng khi có cơ chế điều phối, hợp tác và minh bạch dữ liệu, công nghiệp cộng sinh không chỉ bảo vệ môi trường mà còn mang lại lợi ích kinh tế rõ rệt cho doanh nghiệp và khu công nghiệp (Khanh Chau, 2024).

Tuy nhiên, thực tế cho thấy việc áp dụng công nghiệp cộng sinh tại Việt Nam vẫn đang gặp nhiều “điểm nghẽn” đáng kể. Một trong những rào cản lớn là hiện nay chưa có KCN nào đủ điều kiện để được cấp chứng nhận chính thức là KCN sinh thái. Hơn nữa, nhiều KCN vốn được xây dựng theo mô hình truyền thống - hạ tầng, quy hoạch, cơ sở xử lý chất thải, cấp nước, tái chế - không được thiết kế để hỗ trợ một hệ sinh thái tuần hoàn. Điều này khiến cho việc chuyển đổi sang mô hình IS / EIP đòi hỏi chi phí đầu tư rất lớn, đồng thời yêu cầu sự phối hợp chặt chẽ giữa doanh nghiệp, ban quản lý KCN, và cơ quan quản lý nhà nước. Một rào cản khác là nhận thức và hiểu biết của doanh nghiệp về IS / EIP còn hạn chế. Theo khảo sát năm 2024, có tới 50% đại diện KCN cho biết họ chưa từng nghe hoặc chưa hiểu rõ về mô hình “KCN bền vững / sinh thái” (Thanh Thanh, 2025). Thêm vào đó, quy định pháp lý liên quan đến tái sử dụng chất thải, tái chế, xử lý nước thải hoặc sử dụng phụ phẩm công nghiệp để làm nguyên liệu đầu vào lại còn thiếu rõ ràng, chưa đồng bộ - gây khó khăn cho doanh nghiệp muốn tham gia vào mạng lưới trao đổi phụ phẩm. Điều này cho thấy, mặc dù tiềm năng rất lớn, việc lan tỏa và nhân rộng công nghiệp cộng sinh tại Việt Nam phụ thuộc rất nhiều vào chính sách, khung pháp lý, đồng thời cần nâng cao nhận thức và năng lực kỹ thuật của doanh nghiệp.

Tóm lại, Việt Nam với 478 KCN và hàng loạt dự án chuyển đổi sang KCN sinh thái - tiềm năng để phát triển công nghiệp cộng sinh là rõ ràng và có cơ sở thực tiễn. Nhưng để khai thác tiềm năng đó, cần vượt qua các rào cản về pháp lý, nhận thức, công nghệ và chi phí đầu tư. Nếu những “điểm nghẽn” này được tháo gỡ, công nghiệp cộng sinh có thể trở thành đòn bẩy mạnh mẽ cho tăng trưởng xanh, phát triển công nghiệp bền vững và kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam.

2.3. Công nghiệp cộng sinh trở thành động lực mới cho tăng trưởng xanh ở Việt Nam

Công nghiệp cộng sinh có tiềm năng trở thành một động lực quan trọng cho tăng trưởng xanh tại Việt Nam

nhờ khả năng cải thiện hiệu quả sử dụng tài nguyên theo cách mà mô hình công nghiệp truyền thống không thể đạt được. Cốt lõi của công nghiệp cộng sinh là biến phụ phẩm, chất thải hoặc năng lượng dư thừa của một doanh nghiệp thành nguyên liệu đầu vào cho doanh nghiệp khác, từ đó giảm mạnh nhu cầu khai thác nguyên liệu mới, giảm áp lực lên các nguồn tài nguyên thiên nhiên đang ngày càng cạn kiệt. Đối với nền kinh tế Việt Nam - vốn phụ thuộc nhiều vào tài nguyên và năng lượng nhập khẩu - cơ chế này đặc biệt hữu ích trong việc giảm chi phí, giảm rủi ro và nâng cao khả năng tự chủ của ngành công nghiệp.

Song song với đó, công nghiệp cộng sinh giúp các doanh nghiệp giảm đáng kể chi phí sản xuất thông qua tiết kiệm nguyên liệu, nước, năng lượng và chi phí xử lý chất thải. Khi phụ phẩm được tái sử dụng, doanh nghiệp không chỉ giảm chi phí mua nguyên liệu mới mà còn giảm chi phí vận hành tổng thể, từ đó nâng cao sức cạnh tranh. Trên thực tế, nhiều nghiên cứu quốc tế cho thấy doanh nghiệp áp dụng công nghiệp cộng sinh có thể giảm 20-50% chi phí vận hành nhờ tận dụng dòng phụ phẩm - điều hoàn toàn phù hợp với điều kiện doanh nghiệp Việt Nam, đặc biệt là nhóm doanh nghiệp vừa và nhỏ vốn chịu áp lực chi phí lớn.

Về mặt môi trường, công nghiệp cộng sinh trực tiếp góp phần vào mục tiêu giảm phát thải mà Việt Nam đã cam kết trong các thỏa thuận quốc tế. Việc tái sử dụng vật liệu và năng lượng không chỉ giảm lượng chất thải ra môi trường mà còn cắt giảm phát thải CO₂ thông qua hạn chế hoạt động sản xuất nguyên liệu đầu vào - vốn là một trong những lĩnh vực tiêu tốn nhiều năng lượng và phát thải cao. Đồng thời, các mô hình công nghiệp cộng sinh cũng giúp tiết kiệm đáng kể nước và năng lượng, đóng góp trực tiếp vào mục tiêu kinh tế tuần hoàn và chiến lược tăng trưởng xanh quốc gia.

Không chỉ mang lại lợi ích môi trường và kinh tế, công nghiệp cộng sinh còn tạo ra tác động xã hội tích cực. Việc hình thành chuỗi liên kết công nghiệp mới xung quanh quá trình tái chế, tái sử dụng và logistics liên quan tới phụ phẩm sẽ tạo ra việc làm mới, đồng thời mở ra cơ hội kinh doanh trong các lĩnh vực công nghệ tái chế, dịch vụ môi trường và quản lý tài nguyên. Các doanh nghiệp áp dụng công nghiệp cộng sinh cũng có hình ảnh xanh hơn, đáp ứng tốt hơn các tiêu chuẩn ESG. - yếu tố ngày càng được các nhà đầu tư nước ngoài và các tập đoàn đa quốc gia xem như điều kiện tiên quyết để hợp tác.

Công nghiệp cộng sinh còn phù hợp với bối cảnh hội nhập quốc tế của Việt Nam. Trong khi nhiều thị trường lớn như EU, Nhật Bản hay Hàn Quốc áp dụng các yêu cầu nghiêm ngặt về giảm phát thải, tuần hoàn vật liệu và minh bạch ESG, công nghiệp cộng sinh trở thành một giải pháp khả thi giúp doanh nghiệp Việt Nam đáp ứng tiêu chuẩn và duy trì khả năng tiếp cận thị trường. Với xu hướng toàn cầu hóa xanh, năng lực áp dụng công nghiệp cộng sinh sẽ là một lợi thế cạnh tranh cho các ngành xuất khẩu chủ lực của Việt Nam.

Cuối cùng, những phương pháp đánh giá hiện đại như MFCA kết hợp CBA đã chứng minh rằng công nghiệp cộng sinh không chỉ mang lại lợi ích môi trường mà còn mang lại giá trị kinh tế rõ ràng. Các nghiên cứu công bố trên Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) cho thấy việc lượng hóa dòng vật liệu và chi phí ẩn giúp doanh nghiệp nhận ra lợi ích tài chính trực tiếp từ việc tái sử dụng

phụ phẩm, giảm lãng phí và tối ưu hóa năng lượng - qua đó cho thấy công nghiệp cộng sinh phù hợp với cả mục tiêu “xanh” và mục tiêu “tăng trưởng cạnh tranh”.

2.4. Giải pháp thúc đẩy phát triển công nghiệp cộng sinh tại Việt Nam

Để công nghiệp cộng sinh thực sự trở thành động lực mới cho tăng trưởng xanh, Việt Nam cần một hệ thống giải pháp toàn diện từ cấp chính sách đến thực tiễn triển khai trong KCN và doanh nghiệp.

Một là, hoàn thiện khung chính sách, pháp lý và cơ chế hỗ trợ đóng vai trò then chốt.

Chính phủ và các bộ như Bộ Tài chính, Bộ Nông nghiệp và Môi trường cần sửa đổi, bổ sung nghị định và thông tư theo hướng: (i) công nhận phụ phẩm đủ điều kiện là “tài nguyên thứ cấp”; (ii) quy định rõ tiêu chí xác nhận dự án cộng sinh để làm căn cứ hưởng ưu đãi. Điều kiện áp dụng là doanh nghiệp phải có hợp đồng trao đổi phụ phẩm, đáp ứng tiêu chuẩn môi trường và được Ban Quản lý KCN xác nhận.

Về cơ chế tài chính, Nhà nước có thể áp dụng miễn, giảm thuế thu nhập doanh nghiệp trong thời hạn nhất định; giảm tiền thuê đất đối với hạ tầng dùng chung (hệ thống tái sử dụng nước, thu hồi nhiệt thải); và hỗ trợ lãi suất thông qua các chương trình tín dụng xanh do ngân hàng thương mại triển khai. Đối tượng ưu tiên là doanh nghiệp nhỏ và vừa, doanh nghiệp đầu tư đổi mới công nghệ sạch.

Ở cấp địa phương, UBND tỉnh và Ban quản lý KCN đóng vai trò điều phối, xây dựng cơ sở dữ liệu về dòng nguyên liệu, kết nối doanh nghiệp và giám sát thực hiện. Song song đó, cần triển khai chương trình hỗ trợ kỹ thuật, tư vấn xây dựng lộ trình chuyển đổi phù hợp với quy mô từng doanh nghiệp, bảo đảm khả thi và hiệu quả lâu dài.

Hai là, phát triển và mở rộng mô hình KCN sinh thái, coi đây là nền tảng lan tỏa công nghiệp cộng sinh trên quy mô lớn.

Theo định hướng của Bộ Xây dựng và Tổ chức Phát triển Công nghiệp Liên Hợp Quốc, các KCN cần được quy hoạch và chuyển đổi theo mô hình tuần hoàn, trong đó cơ chế trao đổi phụ phẩm, chất thải, nước và năng lượng giữa các doanh nghiệp trở thành tiêu chí bắt buộc khi xét công nhận KCN sinh thái.

Về cơ chế thực thi, UBND cấp tỉnh và Ban Quản lý KCN là chủ thể tổ chức lập đề án chuyển đổi; Bộ, ngành trung ương ban hành tiêu chí, hướng dẫn kỹ thuật và cơ chế ưu đãi. Điều kiện áp dụng gồm: KCN có hạ tầng môi trường đạt chuẩn, có tối thiểu một số liên kết cộng sinh khả thi và cam kết tham gia của doanh nghiệp thứ cấp.

Quá trình chuyển đổi đòi hỏi đầu tư đồng bộ vào hạ tầng dùng chung như trung tâm tái chế, nhà máy xử lý phụ phẩm, hệ thống logistics nội khu, trạm chia sẻ năng lượng và đặc biệt là nền tảng số quản lý - giám sát luồng vật liệu. Nhà nước có thể hỗ trợ thông qua vốn vay ưu đãi, hợp tác công - tư (PPP) hoặc quỹ môi trường địa phương. Cách tiếp cận này giúp doanh nghiệp, nhất là doanh nghiệp nhỏ và vừa, tham gia công nghiệp cộng sinh mà không phải tự đầu tư toàn bộ hạ tầng (Ngọc Tiến, 2025).

Ba là, nâng cao nhận thức, thúc đẩy hợp tác và chia sẻ dữ liệu giữa các doanh nghiệp trong KCN là điều kiện tiên quyết để công nghiệp cộng sinh vận hành hiệu quả.

Thực tế cho thấy nhiều doanh nghiệp chưa nhận diện

đầy đủ lợi ích kinh tế - môi trường của mô hình này hoặc còn e ngại chia sẻ thông tin về phụ phẩm do lo ngại rủi ro cạnh tranh và bảo mật dữ liệu.

Về chủ thể thực hiện, Ban Quản lý KCN và hiệp hội doanh nghiệp địa phương cần đóng vai trò đầu mối tổ chức truyền thông, kết nối và điều phối. Ở cấp trung ương, Bộ Tài chính và Bộ Công Thương có thể phối hợp xây dựng chương trình đào tạo, hướng dẫn kỹ thuật và bộ tài liệu chuẩn về công nghiệp cộng sinh. Các sáng kiến như Hội thảo Công nghiệp cộng sinh của Asian Productivity Organization (APO 2024) là ví dụ điển hình về diễn đàn chia sẻ kinh nghiệm quốc tế và kết nối doanh nghiệp.

Về cơ chế thực thi, cần thiết lập nền tảng dữ liệu dùng chung trong KCN do Ban quản lý vận hành, cho phép doanh nghiệp cập nhật thông tin về nhu cầu - nguồn cung phụ phẩm theo nguyên tắc bảo mật và phân quyền truy cập. Đồng thời, xây dựng bộ quy tắc hợp tác nội khu quy định rõ trách nhiệm, quyền lợi và cơ chế giải quyết tranh chấp. Điều kiện áp dụng là có sự cam kết tự nguyện của doanh nghiệp và cơ chế bảo đảm an toàn thông tin. Khi niềm tin được củng cố và thông tin minh bạch, mạng lưới cộng sinh sẽ hình thành và vận hành bền vững hơn.

Bốn là, thể chế hóa việc áp dụng các công cụ MFCA, CBA, mô hình tối ưu hóa dòng vật liệu và công nghệ số vào quản lý KCN sinh thái.

Về cơ chế thực thi, Chính phủ có thể quy định bắt buộc hoặc khuyến khích áp dụng MFCA đối với doanh nghiệp trong KCN đăng ký chuyển đổi sang mô hình sinh thái; đưa tiêu chí đánh giá hiệu quả sử dụng tài nguyên vào hồ sơ xét công nhận KCN sinh thái. Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành hướng dẫn kỹ thuật, tiêu chuẩn đo lường; Bộ Kế hoạch và Đầu tư tích hợp yêu cầu báo cáo dòng vật liệu vào hệ thống giám sát KCN; Bộ Tài chính hướng dẫn cơ chế hạch toán chi phí tài nguyên và ưu đãi thuế cho doanh nghiệp thực hiện.

Về chủ thể thực hiện, Ban quản lý KCN đóng vai trò điều phối, xây dựng nền tảng dữ liệu chung; doanh nghiệp chịu trách nhiệm thu thập, chuẩn hóa và báo cáo dữ liệu nguyên liệu - năng lượng; các đơn vị tư vấn, viện nghiên cứu hỗ trợ đào tạo và triển khai thí điểm.

Điều kiện áp dụng gồm: doanh nghiệp có hệ thống kế toán - quản trị nội bộ rõ ràng; có hạ tầng đo lường (đồng hồ năng lượng, cảm biến IoT); cam kết chia sẻ dữ liệu theo cơ chế bảo mật và phân quyền. Nhà nước có thể hỗ trợ thông qua quỹ đổi mới công nghệ, tín dụng xanh hoặc chương trình chuyển đổi số, đặc biệt ưu tiên doanh nghiệp nhỏ và vừa để bảo đảm tính khả thi và lan tỏa. (Hanoi Times, 2024).

Tổng thể, bốn nhóm giải pháp trên cần được triển khai đồng bộ nhằm tạo môi trường thuận lợi cho công nghiệp cộng sinh phát triển mạnh mẽ tại Việt Nam. Khi chính sách đầy đủ, hạ tầng phù hợp, doanh nghiệp hợp tác, và công cụ đánh giá - quản lý được áp dụng đúng cách, công nghiệp cộng sinh sẽ trở thành nền tảng quan trọng của chuyển đổi xanh, hỗ trợ Việt Nam đạt được các mục tiêu kinh tế tuần hoàn, tăng trưởng bền vững và hội nhập sâu vào chuỗi giá trị xanh toàn cầu.

3. KẾT LUẬN

Công nghiệp cộng sinh, thông qua cơ chế tận dụng phụ phẩm, chia sẻ nguồn lực và hợp tác giữa các doanh nghiệp, thể hiện tiềm năng trở thành động lực mới cho tăng trưởng

xanh và phát triển bền vững tại Việt Nam. Mô hình này không chỉ giúp giảm khai thác tài nguyên, cắt giảm chi phí sản xuất và phát thải môi trường, mà còn tạo ra cơ hội kinh tế mới, cải thiện hình ảnh doanh nghiệp và tăng cường hợp tác trong cộng đồng công nghiệp.

Để công nghiệp cộng sinh thực sự phát huy hiệu quả, cần có sự phối hợp đồng bộ giữa nhiều yếu tố: hoàn thiện

chính sách và khung pháp lý, xây dựng hạ tầng và quy hoạch KCN sinh thái, nâng cao nhận thức và hợp tác giữa doanh nghiệp, đồng thời áp dụng các công cụ đánh giá và quản lý hiện đại. Sự phối hợp này không chỉ thúc đẩy việc lan tỏa công nghiệp cộng sinh mà còn bảo đảm rằng mô hình phát triển này vừa “xanh” vừa hiệu quả về kinh tế, đáp ứng các cam kết quốc tế và yêu cầu hội nhập sâu rộng ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phương Anh (2024), KCN kiểu truyền thống cần thay đổi mô hình thành KCN sinh thái, Tạp chí Kinh tế và Dự báo điện tử, ngày 26/08.
2. Angela Neves, Radu Godina, Susana G. Azevedo, João C.O. Matias (2020), A comprehensive review of industrial symbiosis, Journal of Cleaner Production, Volume 247, 20 February 2020, 119113
3. Aditya Kumar Sahu, R.K. Padhy (2021), Improving financial and environmental performance through MFCA: A SME case study, Journal of Cleaner Production, Volume 279, 10 January 2021, 12375
4. Bin Huang, Yan Zhuge, Rameez Rameezdeen, Ke Xing, Yue Liu (2025), Optimizing resource efficiency in regional industrial symbiosis: Integrated modelling and scenario analysis, Journal of Cleaner Production, Volume 489, 15 January
5. Võ Trần Thị Bích Châu (2017), Hiệu quả mô hình quản trị chi phí dòng chảy nguyên vật liệu trong dây chuyền chế biến thủy sản, Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, số 5 (114).2017-quyển 1.
6. Khanh Chau (2024), Industrial symbiosis - solutions to realize a circular economy, <https://en.sggp.org.vn/industrial-symbiosis-solutions-to-realize-a-circular-economy-post109506.html>
7. Thu Dịu (2025), Giai đoạn mới cho hệ sinh thái khu công nghiệp Việt Nam, <https://tapchikinhthetaichinh.vn/giai-doan-moi-cho-he-sinh-thai-khu-cong-nghiep-viet-nam-130294.html>
8. Gilles Paché (2024), Kalundborg Industrial Symbiosis: Circular Strategy in the Light of Mutualism, Journal of Strategic Innovation and Sustainability, Vol. 19 No. 3.
9. Hanoi Times (2024), Vietnam to boost sustainable industrial park development, <https://en.vietstock.vn>, Apr 2nd.
10. Héctor Leiva, Ignacio Julian, Lucía Ventura (2025), Through Industrial Symbiosis: A Technoeconomic Approach Using Material Flow Cost Accounting and Cost-Benefit Analysis, Institute for Multidisciplinary Digital Publishing, 19 March.
11. Nguyễn Mạnh Hiến, Lê Thu Hoa (2014). Áp dụng kế toán chi phí theo dòng vật liệu (MFCA) trong doanh nghiệp sản xuất gang thép, Tạp chí Kinh tế và Phát triển, Số 201 (II), tháng 3.
12. Mai Hoa (2029), Cộng sinh công nghiệp - Xu hướng phát triển bền vững, <https://congnghiepmoitruong.vn>, ngày 02/10.
13. Thanh Thanh (2024), Vietnam to boost sustainable industrial park development, <https://hanoitimes.vn>, Apr 01.
14. Thanh Tú - Cát Lam (2024), Lợi ích chuyển đổi từ KCN thông thường sang mô hình KCN sinh thái? <https://vietstock.vn>, ngày 13/04/2024.
15. Thanwarhat Sodkomkham, Chavalit Ratanatamskul, Achara Chandrachai (2024), A novel integrated material flow cost accounting (MFCA)- IoT-lean management system approach to improving water use efficiency and reducing costs in the beverage industry, Cleaner Environmental Systems, Volume 15, December 2024, 100232
16. VNA (2025), Green transition of industrial parks, <https://english.vtv.vn>, 27 September.
17. Xinyi Chen, Miaoxin Dong, Long Zhang, Xiaoyu Luan, Xiaowei Cui, Zhaojie Cui (2022), Comprehensive evaluation of environmental and economic benefits of industrial symbiosis in industrial parks, Journal of Cleaner Production, Volume 354, 20 June 2022, 131635

Ngày nhận bài: 12/01/2026; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 10/02/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 25/02/2026

Người phản biện: TS. Hà Văn Bình - Trường Đại học Thương mại

Thông tin tác giả:

TS. LÊ BÁ TÂM

Viện Kinh tế chính trị học, Học viện Chính trị quốc gia Hồ Chí Minh

RESEARCH ON TECHNOLOGY OF PACKAGING PAPER PRODUCTION FOR PROTECTING FRUIT FROM BLEACHED PULP

TS. LE BA TAM

Ho Chi Minh National Academy of Politics

ABSTRACT

Industrial symbiosis (IS) is a collaborative model between businesses that utilizes by-products, energy, and surplus materials as inputs for other entities, playing a crucial role in the circular economy and eco-industrial parks (EIPs). This model helps reduce resource exploitation, save costs, reduce emissions, and create sustainable socio-economic value. With 478 operating industrial parks, Vietnam has great potential for developing industrial symbiosis. However, implementation faces challenges related to policy, awareness, coordination mechanisms, and investment resources. Therefore, policy improvements and business linkages need to be promoted to expand this model.

Keywords: *Industrial Symbiosis; new driver; green growth.*

KẾT QUẢ LAI HỮU TÍNH TẠO DÒNG VÙNG CÓ NĂNG SUẤT, HÀM LƯỢNG ACID LINOLEIC CAO

NGUYỄN THỊ ÚT, TRẦN NGỌC THÔNG, HOÀNG HUỆ QUÂN, TRẦN THỊ PHƯƠNG NHUNG,
ĐINH VIỆT TOÀN

TÓM TẮT:

Nghiên cứu lai hữu tính nhằm tạo vật liệu khởi đầu phục vụ chọn tạo giống vùng có năng suất, hàm lượng acid linoleic cao. Bốn giống vùng được sử dụng làm giống bố mẹ ban đầu có đặc điểm năng suất cao (VDM3, VDM23) hoặc hàm lượng acid linoleic cao (SE102, TQ4). Tiến hành lai tích lũy qua ba vụ Thu Đông 2021, Đông Xuân 2021 - 2022, Hè Thu 2022 trong nhà lưới tại TP. Hồ Chí Minh và tỉnh Tây Ninh. Tiếp tục thực hiện đánh giá 16 tổ hợp lai ở thế hệ F4 trong vụ Thu Đông 2022 tại Tây Ninh. Kết quả thu được 10 tổ hợp triển vọng có năng suất thực thu cao $\geq 1,5$ tấn/ha và hàm lượng acid linoleic $>40\%$ là VAC-16, VAC-15, VAC-10, VAC-8, VAC-2, VAC-9, VAC-6, VAC-13, VAC-11, VAC-5. Chọn được 250 cá thể có năng suất hạt cá thể cao (7,00 - 16,87g/cây) tiếp tục đưa vào đánh giá, chọn lọc ra các dòng lai triển vọng.

Từ khóa: Cây vùng (*Sesamum indicum* L.), lai tạo, năng suất, hàm lượng acid linoleic.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng (*Sesamum indicum* L.) là một trong những cây trồng lấy dầu có từ lâu đời và có giá trị cao trên thế giới. Tổng lượng tiêu thụ hạt vùng hàng năm của con người chủ yếu dưới dạng dầu ăn (chiếm khoảng 65%), phần còn lại được sử dụng trực tiếp làm thực phẩm [3]. Dầu vùng có khả năng chống oxy hóa tốt hơn hầu hết các loại dầu thực vật khác nhờ sự hiện diện của các lignan đặc hiệu như sesamin, sesaminol [10]. Hiện nay, nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy hạt vùng và các sản phẩm từ vùng có tác dụng trong việc kiểm soát đường huyết, lipid và chống viêm [1]. Hàm lượng dầu của các mẫu giống vùng thay đổi tùy theo kiểu gen và tương tác với môi trường, dao động từ 41 - 63%, trong đó thành phần acid linoleic (C18:2) trong dầu vùng dao động từ 30 - 52% [7].

Tại Việt Nam, các nghiên cứu trên cây vùng tập trung chủ yếu cải thiện năng suất, các nghiên cứu chuyên sâu về thành phần, hàm lượng dinh dưỡng trong hạt vùng còn hạn chế. Kết quả đánh giá 6 giống vùng thu thập trong nước cho thấy hàm lượng acid linoleic dao động từ 39,45 - 40,67%, ở mức trung bình so với trên thế giới [8], cho thấy tiềm năng cải thiện hàm lượng chỉ tiêu này tại Việt Nam còn rất lớn. Như vậy, bên cạnh mục tiêu cải thiện năng suất, việc nghiên cứu chọn tạo các giống vùng mới có chất lượng cao như hàm lượng acid linoleic là hướng đi cần thiết nhằm nâng cao giá trị và năng lực cạnh tranh của cây vùng trong nước, đặc biệt phục vụ cho ngành công nghiệp ép dầu trong nước đang ngày càng phát triển.

Vì vậy, Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu đã tiến hành lai tích lũy các giống bố mẹ có năng suất, hàm lượng acid linoleic cao trong thời gian từ năm 2021 đến năm 2022 với mục tiêu tạo ra nguồn vật liệu ban đầu vừa có năng suất cao $\geq 1,5$ tấn/ha và hàm lượng acid linoleic

cao $>40\%$ phục vụ công tác so sánh, đánh giá, khảo nghiệm để chọn được giống vùng mới mang giá trị cao.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Lai lần 1: Gồm 02 giống VDM3, VDM23 được chọn làm mẹ có đặc điểm năng suất cao $\geq 1,5$ tấn/ha, thời gian sinh trưởng ngắn (74 - 76 ngày); 02 giống SE102, TQ4 được chọn làm bố có đặc điểm hàm lượng acid linoleic cao (45,69 - 45,94%). Các giống VDM3, VDM23 có năng suất cao nhưng hàm lượng acid linoleic ở mức trung bình, do đó được lai hữu tính với 2 giống SE102, TQ4 với mục tiêu giữ lại đặc điểm năng suất cao và nâng cao hàm lượng acid linoleic của giống.

Lai lần 2: Hạt lai thu được từ 4 tổ hợp lai lần 1 (F₁) được sử dụng làm mẹ. Hai giống VDM3, VDM23 là giống bố nhằm mục tiêu cải thiện năng suất của thế hệ con lai.

Lai lần 3: Hạt lai thu được từ 8 tổ hợp lai lần 2 (BC₁) được sử dụng làm mẹ. Hai giống SE102, TQ4 là giống bố nhằm mục tiêu tích lũy, tăng cường tính trạng acid linoleic cao.

Chọn lọc các dòng lai triển vọng: Hạt lai thu được từ 16 tổ hợp lai lần 3 được gieo riêng rẽ thành từng dòng (mỗi quả là 1 dòng) với mục tiêu chọn được dòng triển vọng có năng suất, hàm lượng acid linoleic cao.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

2.2.1.1. Lai tích lũy tạo vật liệu khởi đầu phục vụ nghiên cứu chọn tạo giống vùng có năng suất, hàm lượng acid linoleic cao

Tiến hành lai hữu tính theo phương pháp lai tích lũy (backcross) qua 3 lần lai.

2.2.1.2. Chọn lọc các dòng lai triển vọng có năng suất, hàm lượng acid linoleic cao

Sử dụng phương pháp chọn lọc phả hệ để chọn lọc cá thể lai theo các tính trạng năng suất cao, hàm lượng acid linoleic cao ở thế hệ F4. Thí nghiệm trồng theo băng có giống bố mẹ đi kèm, không lặp lại, diện tích 3 m²/ô, khoảng cách cây 10 cm, cách hàng 25 cm.

2.2.2. Các chỉ tiêu theo dõi, phương pháp đánh giá

Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá áp dụng theo Quyết định 9796a/QĐ-BCT ngày 20/12/2013 của Bộ Công Thương [4]:

2.2.2.1. Lai tích lũy tạo vật liệu khởi đầu phục vụ nghiên cứu chọn tạo giống vùng có năng suất, hàm lượng acid linoleic cao

Chỉ tiêu theo dõi: Thời gian lai (tính từ ngày bắt đầu đến ngày kết thúc lai), số hoa lai (hoa), số quả lai thu hoạch (quả), năng suất cá thể (g/cây): Cân khối lượng hạt khô/cây. Tỷ lệ đậu quả (%) = (Số quả lai thu hoạch/Số hoa lai) × 100. Theo dõi tại mỗi tổ hợp lai.

Kỹ thuật lai: Sau khi gieo 20 - 25 ngày cây bắt đầu ra hoa, tiến hành lai ở hoa vị trí thứ 3 tính từ gốc lên. Đánh dấu cây mẹ chứa hoa cái chuẩn bị lai từ 17 - 18 giờ. Thu thập hoa đực chứa nhị và phần hoa vào đĩa petri từ 17 đến 18 giờ. Loại bỏ môi cánh hoa, khử đục trên hoa cái (cây mẹ) thời gian từ 5 đến 6 giờ sáng. Sử dụng phần hoa đực thụ phấn vào vòi nhụy của hoa cái cây mẹ đã khử đục. Sử dụng chụp đậy chuyên dùng chụp lên hoa mẹ vừa lai để tránh hỗn giao do côn trùng hoặc mưa gió. Cột chỉ có màu trên hoa vừa lai để đánh dấu, ghi chép thời gian lai (Hình 1).

2.2.2.2. Chọn lọc các dòng lai triển vọng có năng suất, hàm lượng acid linoleic cao

Thời gian ra hoa (ngày): Từ khi gieo đến khi có 75% số cây ra hoa. Thời gian sinh trưởng (ngày): Từ khi gieo tới khi 75% số cây có quả chuyển màu, vỏ hạt có màu đặc trưng. Chiều cao cây (cm): Tính từ gốc đến đỉnh sinh trưởng của thân chính vào thời điểm thu hoạch. Số quả/cây (quả), số hạt/quả (hạt), khối lượng 1.000 hạt (g), năng suất cá thể (g/cây): Theo dõi 10 cây/ô khi thu hoạch, tính trung bình. Năng suất lý thuyết (tấn/ha): Năng suất cá thể × Mật độ cây/ha. Năng suất thực thu (tấn/ha): (Khối lượng hạt khô toàn ô thí nghiệm/Diện tích ô thí nghiệm) × 10.000 m². Hàm lượng acid linoleic (%): Lấy mẫu sau khi phơi khô hạt, xác định thành phần acid béo bằng kỹ thuật sắc ký khí (GC) sử dụng mao quản theo TCVN 9675-4:2017.

Quy trình kỹ thuật canh tác: Áp dụng theo Quy trình

kỹ thuật canh tác cây vừng do Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu ban hành (2022) [9] với mật độ gieo trồng 400.000 cây/ha. Lượng phân bón cho 1 ha/vụ: 2,5 tấn phân chuồng + 300 kg vôi + 90 kg N + 60 kg P₂O₅ + 90 kg K₂O. Kỹ thuật bón: Bón lót theo hàng toàn bộ phân chuồng, vôi, P₂O₅ + 1/2 N và 1/2 K₂O. Bón thúc (15 ngày sau gieo) toàn bộ số phân còn lại, kết hợp làm cỏ, xới xáo.

2.2.3. Xử lý số liệu: Số liệu được tổng hợp và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2016.

2.3. Thời gian và địa điểm thực hiện

Lai hữu tính được thực hiện trong 3 vụ Thu Đông 2021, Đông Xuân 2021 - 2022, Hè Thu 2022 tại Trạm Thực nghiệm Bình Thạnh (TP. Hồ Chí Minh) và Trung tâm Sản xuất Giống Trảng Bàng (tỉnh Tây Ninh). Đánh giá và chọn lọc dòng lai được thực hiện trong vụ Thu Đông 2022 tại xã Hưng Thuận, tỉnh Tây Ninh.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Lai tích lũy tạo vật liệu khởi đầu phục vụ nghiên cứu chọn tạo giống vùng có năng suất, hàm lượng acid linoleic cao

Mục tiêu công việc là thực hiện lai tạo để giữ lại đặc điểm năng suất cao, đồng thời tích lũy đặc điểm hàm lượng acid linoleic cao qua các thế hệ con lai, từ đó tạo vật liệu khởi đầu có tiềm năng về năng suất cao ≥ 1,5 tấn/ha và hàm lượng acid linoleic > 40% phục vụ so sánh, đánh giá.

3.1.1. Lai lần 1 (lai hữu tính)

Tiến hành lai hữu tính giữa 2 giống vùng bố có hàm lượng acid linoleic cao (SE102, TQ4) với 2 giống mẹ có năng suất cao (VDM3, VDM23) đã thu được 4 tổ hợp lai VDM3/SE102; VDM3/TQ4; VDM23/SE102 và VDM23/TQ4. Kết quả cho thấy, tỷ lệ đậu quả các tổ hợp dao động từ 92,0% đến 100%, thu được 96 quả lai chứa 4.777 hạt, số hạt/quả trung bình là 49,8 hạt. Trong đó tổ hợp lai VDM3/TQ4 có tỷ lệ đậu quả cao nhất với toàn bộ số hoa lai đều đậu quả, đồng thời tổng số hạt lai của tổ hợp cũng cao nhất (1.391 hạt). Tổ hợp lai VDM3/SE102 có tỷ lệ đậu quả 96,0%, thu được 24 quả lai với 797 hạt, trung bình 33,2 hạt/quả. Tổ hợp lai VDM23/SE102 có tỷ lệ đậu quả 92,0%, số hạt lai thu được 1.336 hạt, trong đó số hạt/quả trung bình đạt 58,1 hạt, cao nhất trong 4 tổ hợp lai. Tổ hợp lai VDM23/TQ4 có tỷ lệ đậu quả 96,0%, thu được 24 quả lai với 1.253 hạt, trung bình 52,2 hạt/quả. Kết quả này cũng phù hợp với công bố của của Barreto de Andrade và cs



Chọn hoa đực cây bố



Thu phần hoa đực



Tiến hành thụ phấn



Đánh dấu hoa lai



Quả lai thành công

Hình 1. Một số thao tác lai hữu tính trên cây vừng

Bảng 1. Kết quả lai lần 2 thực hiện trong vụ Đông Xuân 2021 - 2022 tại tỉnh Tây Ninh

Tổ hợp lai	Số quả đậu (quả)	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số hạt lai thu được (hạt)	Tổ hợp lai	Số quả đậu (quả)	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số hạt lai thu được (hạt)
BA ₁ M ₁ -1	104	61,2	2.463	BA ₁ M ₁ -5	145	67,4	3.146
BA1M1-2	152	77,9	2.853	BA1M1-6	124	74,7	2.255
BA ₁ M ₁ -3	188	76,1	4.768	BA ₁ M ₁ -7	144	62,6	3.575
BA ₁ M1-4	91	40,4	2.022	BA ₁ M ₁ -8	120	60,9	2.794

(2014) khi thực hiện thụ phấn bằng tay tỷ lệ thành công đạt 80,68% [2] và Nguyễn Thị Hoài Trâm và cs (2011) cho thấy có sự dao động lớn về tỷ lệ đậu quả giữa các tổ hợp lai (37,3 - 100%) [5;6].

3.1.2. Lai lần 2 (lai tích lũy lần 1)

Thực hiện lai lần 2 với mục tiêu củng cố năng suất cho các con lai và hạn chế tình trạng ưu thế lai, sử dụng cây mẹ trồng từ các hạt lai thu được ở lai lần 1 và hai giống bố có năng suất cao (VDM3, VDM23). Tiếp tục thao tác lai tương tự lai lần 1, mỗi tổ hợp thực hiện lai từ 166 - 230 hoa. Kết quả lai lần 2 thu được 8 tổ hợp lai (VDM3/SE61)/VDM3; (VDM3/TQ4)/VDM3; (VDM23/SE61)/VDM3; (VDM23/TQ4)/VDM3; (VDM3/SE61)/VDM23; (VDM3/TQ4)/VDM23; (VDM23/SE61)/VDM23 và (VDM23/TQ4)/VDM23 (kí hiệu lần lượt là BA₁M₁-1 đến BA₁M₁-8).

Bảng 1 tổng hợp kết quả lai lần 2 cho thấy, tỷ lệ đậu quả của các tổ hợp lai dao động từ 40,4 - 77,9%, tỷ lệ này giảm so với lai lần 1, trong đó tổ hợp lai BA₁M₁-6 có tỷ lệ đậu quả cao nhất (77,9%). Tổ hợp lai BA₁M₁-3 thu được số quả lai cao nhất (188 quả). Tổng số hạt lai thu được là 23.876 hạt, số hạt/quả trung bình đạt 22,3 hạt.

3.1.3. Lai lần 3 (lai tích lũy lần 2)

Các hạt lai thu được ở lai lần 2 được sử dụng làm cây mẹ cho lai lần 3, được chia thành 16 tổ hợp kí hiệu từ VAC-1 tới VAC-16. Hai giống bố SE102, TQ4 có hàm lượng acid linoleic cao >45% được gieo thành hàng xen kẽ với các tổ hợp mẹ. Trong quá trình chăm sóc, tiến hành chọn lọc, loại bỏ các cây sinh trưởng yếu, cây khác dạng, sâu

bệnh để đảm bảo chất lượng phần hoa. Tiếp tục thực hiện lai lần 3, thao tác lai tương tự thí nghiệm lai lần 2. Mỗi tổ hợp thực hiện lai từ 105 - 124 hoa, theo dõi quả lai thành công và thu hoạch sau 35 - 40 ngày theo từng tổ hợp.

Kết quả lai lần 3 thu được 16 tổ hợp lai với tỷ lệ đậu quả từ 46,8 - 78,6%, trong đó tổ hợp lai VAC-2 có tỷ lệ đậu quả cao nhất. Tổng số quả lai thu được là 1.042 quả, trong đó tại mỗi tổ hợp số quả thu được dao động từ 50 - 88 quả/tổ hợp. Số hạt lai thu mỗi tổ hợp dao động từ 1.222 - 2.589 hạt. Trong đó, tổ hợp VAC-2 thu được số quả nhiều nhất và số hạt cao nhất. Tổ hợp VAC-3 có số hạt/quả đạt cao nhất (34,3 hạt/quả), các tổ hợp còn lại có số hạt 18,2 - 33,7 hạt/quả (Bảng 2).

Như vậy, sau khi thực hiện 1 lần lai hữu tính và 2 lần lai tích lũy, đã thu được 16 tổ hợp với 1.042 quả lai (gồm 25.823 hạt lai) phục vụ cho các nội dung tiếp theo.

3.2. Chọn lọc các dòng lai triển vọng có năng suất, hàm lượng acid linoleic cao

Thí nghiệm chọn lọc dòng lai được thực hiện trong vụ Thu Đông 2022 tại tỉnh Tây Ninh nhằm mục đích đánh giá các đặc tính nông sinh học, các yếu tố cấu thành năng suất của các dòng lai và nhân đủ số lượng mẫu phục vụ công tác phân tích hàm lượng acid linoleic của các dòng lai theo hướng có năng suất và hàm lượng acid linoleic cao. Hạt của từng quả lai được trồng thành dòng theo từng tổ hợp để đánh giá cùng 4 giống bố mẹ ban đầu.

Kết quả đánh giá cho thấy, thời gian ra hoa và thời

Bảng 2. Kết quả lai lần 3 thực hiện trong vụ Hè Thu 2022 tại tỉnh Tây Ninh

Tổ hợp lai	Số quả đậu (quả)	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số hạt lai thu được (hạt)	Tổ hợp lai	Số quả đậu (quả)	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số hạt lai thu được (hạt)
VAC-1	67	60,9	1.258	VAC-9	67	60,4	1.222
VAC-2	88	78,6	2.589	VAC-10	59	54,6	1.647
VAC-3	78	74,3	1.987	VAC-11	64	55,7	1.642
VAC-4	56	49,1	1.888	VAC-12	69	63,3	1.357
VAC-5	58	46,8	1.674	VAC-13	70	66,7	1.554
VAC-6	60	54,1	1.589	VAC-14	66	60,6	1.359
VAC-7	64	52,0	1.587	VAC-15	50	47,2	1.540
VAC-8	68	61,3	1.258	VAC-16	58	54,2	1.672

Bảng 3. Phân nhóm các chỉ tiêu cấu thành năng suất và năng suất hạt cá thể của 250 cá thể lai triển vọng có năng suất và hàm lượng acid linoleic cao

TT	Chỉ tiêu	Phân nhóm	Số cá thể chọn
1	Số quả/cây (quả)	≥100	80
		60 - 100	163
		<60	7
2	Số hạt/quả (hạt)	≥100	86
		60 - 100	162
		<60	2

TT	Chỉ tiêu	Phân nhóm	Số cá thể chọn
3	Khối lượng 1.000 hạt (g)	≥3	108
		2,5 - 3,0	104
		<2,5	38
4	Năng suất hạt cá thể (g/cây)	≥10,0	114
		7,0 - 10,0	136
		<7,0	0

gian sinh trưởng của 2 giống bố, 2 giống mẹ và 16 tổ hợp lai đều ở mức sớm với thời gian ra hoa từ 23 - 27 ngày, thời gian sinh trưởng từ 73 - 78 ngày, phù hợp với mục tiêu nghiên cứu chọn được giống vùng có thời gian sinh trưởng ngắn (<80 ngày). Chiều cao cây ở các tổ hợp lai dao động từ 94,4 - 120,4 cm, trong đó tổ hợp lai VAC-4 và VAC-5 có chiều cao cây <100 cm, 14 tổ hợp còn lại có chiều cao cây vượt trội hơn (≥100 cm).

Số quả/cây của các tổ hợp lai dao động từ 68,8 - 93,8 quả, trung bình đạt 79,1 quả/cây. Các tổ hợp có số quả/cây cao (≥85 quả) gồm VAC-16; VAC-8, VAC-15. Số hạt/quả các tổ hợp lai dao động từ 72,5 - 92,9 hạt, trong đó các tổ hợp lai VAC-3, VAC-11, VAC-2, VAC-16, VAC-8, VAC-15 có số hạt/quả cao (>90 hạt). Khối lượng 1000 hạt của các tổ hợp lai từ 2,77 - 3,10 g, trong đó có 5 tổ hợp VAC-16, VAC-8, VAC-5, VAC-3, VAC-5 có khối lượng 1000 hạt cao (>3,00 g).

Năng suất hạt cá thể của các tổ hợp lai trung bình từ 6,60 - 9,96 g/cây, cao hơn hầu hết các giống bố mẹ (4,02 - 7,55 g/cây), trong đó năng suất hạt cá thể trung bình cao nhất tại tổ hợp VAC-16 (9,96 g/cây), VAC-8 (9,82 g/cây), VAC-15 (9,25 g/cây). Năng suất thực thu của các tổ hợp lai dao động từ 1,18 - 1,84 tấn/ha, trong đó 10 tổ hợp VAC-16, VAC-15, VAC-10, VAC-8, VAC-2, VAC-9, VAC-6, VAC-13, VAC-11, VAC-5 có năng suất cao vượt trội (1,50 - 1,84 tấn/ha), phù hợp với mục tiêu nghiên cứu. Tổ hợp VAC-16 có năng suất thực thu cao nhất trong 10 tổ hợp triển vọng.

Hàm lượng acid linoleic của các tổ hợp lai dao động từ 41,71 - 46,15%, trong đó 5 tổ hợp có hàm lượng acid linoleic cao >45% gồm VAC-3, VAC-7, VAC-6, VAC-12, VAC-5. Hàm lượng acid linoleic của các giống mẹ đạt 40,39 - 40,93%, như vậy hàm lượng acid linoleic trong 16 tổ hợp lai đều được cải thiện so với giống mẹ, tăng từ 0,78 - 5,76%. Trong đó tổ hợp VAC-3 có hàm lượng acid linoleic cao nhất (46,15%) và cao hơn giống bố TQ4 (45,49%). Kết quả này cho thấy hàm lượng acid linoleic đã được cải thiện đáng kể trong thế hệ con lai, phù hợp với mục tiêu nghiên cứu.

Như vậy, kết quả của 3 lần lai tích lũy đã tạo ra 16 tổ hợp lai, trong đó có 10 tổ hợp có năng suất cao ≥1,5 tấn và hàm lượng acid linoleic cao >40% (VAC-16, VAC-15, VAC-10, VAC-8, VAC-2, VAC-9, VAC-6, VAC-13, VAC-11, VAC-5). Trên cơ sở đánh giá sơ bộ một số đặc tính nông

sinh học và năng suất trong điều kiện đồng ruộng, trong 16 tổ hợp chọn được 250 cá thể triển vọng có năng suất hạt cá thể cao (>7,0 g/cây), đặc điểm các chỉ tiêu cấu thành năng suất của các cá thể lai được tổng hợp và phân nhóm trong Bảng 3. Các cá thể này được tiếp tục trồng, đánh giá, chọn lọc và so sánh trong các vụ tiếp theo.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Kết quả lai lần 1 thu được 4 tổ hợp lai với tỷ lệ đậu quả từ 92,0% - 100%. Lai lần 2 thu được 8 tổ hợp lai với tỷ lệ đậu quả từ 40,4 - 77,9%. Lai lần 3 thu được 16 tổ hợp lai với tỷ lệ đậu quả từ 46,8 - 78,6%. Đánh giá 16 tổ hợp lai thu được 10 tổ hợp VAC-16, VAC-15, VAC-10, VAC-8, VAC-2, VAC-9, VAC-6, VAC-13, VAC-11, VAC-5 có năng suất cao ≥1,5 tấn và hàm lượng acid linoleic cao >40%. Thực hiện đánh giá trong vụ Thu Đông 2022, chọn được 250 cá thể triển vọng có năng suất hạt cá thể cao đạt 7,00 - 16,87 g/cây để đưa vào đánh giá chọn dòng triển vọng phù hợp mục tiêu nghiên cứu.

4.2. Đề nghị

Tiếp tục trồng, đánh giá 250 dòng vùng triển vọng nhằm tạo dòng thuần, ổn định về mặt di truyền phục vụ nghiên cứu chọn tạo giống vùng mới có năng suất ≥1,5 tấn/ha, hàm lượng acid linoleic cao >40%, từ đó mang lại hiệu quả kinh tế cao, để đưa vào sản xuất ❖



Hình 2. Thí nghiệm chọn lọc dòng lai trong vụ Thu Đông 2022 tại tỉnh Tây Ninh

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được thực hiện từ kinh phí của Bộ Công Thương trong phạm vi nhiệm vụ khoa học và công nghệ “Chọn tạo giống vùng có năng suất, hàm lượng dầu và axit linoleic cao” do Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Atefi, M., Vahedi, H., Darand, M., & Entezari, M. H. (2025). Sesame oil improves biomarkers of glycemic control in women with metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease: A randomized, double-blind, controlled clinical trial. *BMC Nutrition*, 11, 134.
2. Barreto de Andrade, P., Magalhães Freitas, B., Emanuela de Macêdo Rocha, E., & de Lima, J. A. (2014). Floral biology and pollination requirements of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 36(1), 93–99.
3. Biswas, S., Natta, S., Ray, D. P., Mondal, P., & Saha, U. (2018). Til (*Sesamum indicum* L.) – An underexploited but promising oilseed with multifarious applications: A review. *International Journal of Bioresource Science*, 5(2), 127–139.
4. Bộ Công Thương (2013). Quyết định 9796a/QĐ-BCT ngày 20/12/2013 về việc phê duyệt danh mục tạm thời các chỉ tiêu đánh giá nguồn gen thuộc nhiệm vụ quỹ gen cấp bộ của Thứ trưởng Bộ Công Thương.
5. Nguyễn Thị Hoài Trâm, Tạ Hùng, Trần Ngọc Thông, Lương Hiệp, Đinh Viết Toàn (2011). Nghiên cứu chọn tạo giống vùng mới bằng phương pháp lai hữu tính. Báo cáo tổng kết đề tài. Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu, Bộ Công Thương.
6. Nguyễn Thị Hoài Trâm, Trần Ngọc Thông, Nguyễn Thị Thúy Anh, Trần Thị Phương Nhung, Đinh Viết Toàn, Lê Công Nông, Phan Thanh Kiểm, Đào Phước Long, Huỳnh Văn Thương, Lê Thị Xuân Đào (2016). Tuyển chọn và phát triển giống mè mới có năng suất cao, chất lượng tốt phù hợp nhu cầu chuyển đổi cơ cấu cây trồng ở tỉnh Đồng Tháp. Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học đề tài. Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu, Bộ Công Thương.
7. Rauf, S., Basharat, T., Gebeyehu, A., Elsafy, M., Rahmatov, M., Ortiz, R., & Kaya, Y. (2024). Sesame, an underutilized oil seed crop: Breeding achievements and future challenges. *Plants*, 13(18), 2662.
8. Trần Thị Thanh Huyền, Cao Phi Bằng (2014). Xác định hàm lượng lipid, chất khoáng, acid béo và các chỉ số hóa sinh trong hạt vùng (*Sesamum indicum* L.). *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, 2014, tập 12, số 7: 1029-1033.
9. Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu (2022). Quyết định số 37/QĐ-VD ngày 26/8/2022 về việc Ban hành Quy trình kỹ thuật canh tác cây có dầu, cây tinh dầu thuộc các nhiệm vụ khoa học công nghệ do Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu thực hiện - Quy trình kỹ thuật canh tác cây vùng.
10. Wu, W.-H., 2007. The contents of lignans in commercial sesame oils of Taiwan and their changes during heating. *Food Chemistry*, 104(1):341-344.

Ngày nhận bài: 26/12/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 16/01/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 3/02/2026

Người phản biện: TS. Dương Xuân Diêu - Bộ Công Thương

Thông tin tác giả:

NGUYỄN THỊ ÚT, TRẦN NGỌC THÔNG, HOÀNG HUỆ QUÂN, TRẦN THỊ PHƯƠNG NHUNG, ĐINH VIẾT TOÀN

Viện Kinh tế chính trị học, Học viện Chính trị quốc gia Hồ Chí Minh

INITIAL RESULTS OF SEXUAL HYBRIDIZATION FOR DEVELOPING SESAME LINES WITH HIGH YIELD AND LINOLEIC ACID CONTENT

NGUYEN THI UT, TRAN NGOC THONG, HOANG HUE QUAN, TRAN THI PHUONG NHUNG, DINH VIET TOAN

Research Institute for Oil and Oil Plants

ABSTRACT

Four parental varieties were used, including high-yielding varieties (VDM3, VDM23) and varieties with high linoleic acid content (SE102, TQ4). Accumulative hybridization was carried out over three cropping seasons: Autumn-Winter 2021, Winter-Spring 2021-2022 and Summer-Autumn 2022, under net-house conditions in Ho Chi Minh City and Tay Ninh province. Subsequently, 16 promising combinations at the F4 generation were evaluated during the Autumn-Winter 2022 season in Tay Ninh. The results identified 10 promising hybrid combinations with high yield (≥ 1.5 t ha⁻¹) and linoleic acid content exceeding 40%, including VAC-16, VAC-15, VAC-10, VAC-8, VAC-2, VAC-9, VAC-6, VAC-13, VAC-11, and VAC-5. In addition, 250 individuals with high seed yield per plant (7.0 - 16.87 g plant⁻¹) were selected for further evaluation and selection to develop promising hybrid lines.

Keywords: *Sesame (Sesamum indicum L.), crossing, yield, linoleic acid content*

SẢN XUẤT, TÁCH CHIẾT VÀ XÁC ĐỊNH ĐẶC TÍNH CỦA CHẤT PHÂN TÁN SINH HỌC TỪ *BACILLUS SUBTILIS* S343

PHAN THỊ HỒNG THẢO¹, LÊ THỊ TRÀ, TRẦN THỊ HƯƠNG, NGUYỄN THỊ HỒNG LIÊN, NGÔ VĂN HỮU

TÓM TẮT:

Ngày nay, sản xuất chất phân tán sinh học được phát triển như một giải pháp thay thế cho chất phân tán tổng hợp do hoạt tính kháng khuẩn, độc tính thấp và độ ổn định cao trong điều kiện khắc nghiệt. Nghiên cứu này trình bày việc sản xuất và mô tả đặc tính của chất phân tán sinh học thu nhận từ *Bacillus subtilis* S343 được phân lập từ cây dương xỉ, để ứng dụng trong kiểm soát mảng bám vi sinh. Chúng *B. subtilis* S343 được nuôi cấy bằng cách sử dụng tinh bột tan (1%), cao nấm men (0,5%), một số khoáng chất và EDTA (0,05 g/L) để đánh giá động thái lên men trên quy mô lớn theo thời gian. Điều kiện tốt nhất cho sinh tổng hợp chất phân tán sinh học ở 35°C, pH 7, tốc độ khuấy 200 vòng/phút, tỷ lệ giống 5% và thời gian 96-120 giờ. Chất phân tán sinh học được chiết bằng dung môi chloroform:methanol (2:1), pH 2,0 ở điều kiện 4-10°C. Chất phân tán sinh học duy trì sự ổn định ở phạm vi nhiệt độ, pH rộng và độ mặn. Các phân tích HPLC và FTIR đã xác nhận chất phân tán sinh học thuộc nhóm surfactin. Những kết quả này cho thấy ứng dụng tiềm năng của chất phân tán sinh học trong việc phát triển các hợp chất sinh học ứng dụng trong xử lý công nghiệp, nông nghiệp và môi trường.

Từ khóa: Chất phân tán sinh học, surfactin, *Bacillus subtilis* S343.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chất phân tán sinh học là các hợp chất hoạt động bề mặt có nguồn gốc sinh học được sản xuất bởi các vi sinh vật khác nhau, sở hữu đồng thời các vùng ưa nước và kỵ nước nên có khả năng giảm sức căng bề mặt. Do khả năng phân hủy sinh học, độc tính thấp và hiệu quả trong điều kiện khắc nghiệt về nhiệt độ, pH và độ mặn, chất phân tán sinh học được coi là lựa chọn thay thế bền vững cho chất hóa học trong các ngành công nghiệp khác nhau, bao gồm dược phẩm, mỹ phẩm, thực phẩm và xử lý môi trường [1-3]. Ngoài các đặc tính hoạt động bề mặt và nhũ hóa, nhiều chất phân tán sinh học thể hiện hoạt tính kháng khuẩn đã được chứng minh bằng cách làm mất ổn định màng tế bào, kháng khuẩn và phân tán màng sinh học [4-5]. Nghiên cứu gần đây đã nhấn mạnh hiệu quả của các hợp chất này đối với cả vi khuẩn Gram dương và Gram âm, bao gồm các chủng kháng với nhiều loại kháng sinh. Tuy nhiên, sản xuất quy mô lớn, tiêu chuẩn hóa quy trình sản xuất và phát triển, cũng như mô tả đặc tính cấu trúc và chức năng của các chất phân tán sinh học vẫn là những thách thức đáng kể trong lĩnh vực này [6].

Chi *Bacillus*, đặc biệt là loài *Bacillus subtilis*, đã được nghiên cứu rộng rãi như một nhà sản xuất chất phân tán sinh học, đặc biệt là surfactin, có hoạt tính kháng

khuẩn được công nhận và khả năng giảm sức căng bề mặt của môi trường [7]. Chúng sản xuất *B. subtilis* được FDA công nhận chủng là an toàn (GRAS), hỗ trợ việc sử dụng các sản phẩm phụ của nó là an toàn và cho phép chúng được sử dụng khi tiếp xúc trực tiếp với người tiêu dùng và thực phẩm [8]. Surfactin do loài *Bacillus* sản xuất được sử dụng để kiểm soát màng sinh học vì nó làm giảm sự bám dính của vi khuẩn gây bệnh với thực phẩm tiếp xúc với polypropylene [9-10]. Ví dụ, Coronel-León et al. [11] đã chứng minh rằng các chất phân tán sinh học do *B. licheniformis* tạo ra ngăn chặn sự bám dính của vi sinh vật gây bệnh trên bề mặt polypropylene. Mặc dù có những ưu điểm và đặc tính tuyệt vời do chất phân tán sinh học cung cấp, việc sử dụng thương mại của chúng hiện đang bị hạn chế chủ yếu do các vấn đề liên quan đến chi phí sản xuất [12].

Nghiên cứu này nhằm mục đích xác định điều kiện sản xuất, tách chiết và đặc tính của chất phân tán sinh học từ chủng *B. subtilis* S343. Bằng cách tối ưu hóa việc sản xuất chất phân tán sinh học và đánh giá đặc tính của nó, nghiên cứu này mong muốn đóng góp vào lĩnh vực giải pháp công nghệ sinh học thân thiện với môi trường, nhằm đáp ứng các thách thức công nghiệp, nông nghiệp và môi trường hiện nay.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu nghiên cứu: Chủng *B. subtilis* S343 sinh

tổng hợp chất phân tán sinh học, được phân lập từ cây dương xỉ tại Đại Từ, Thái Nguyên, được lưu giữ trong bộ sưu tập giống tại phòng Công nghệ Omics và ứng dụng, Viện Công nghệ Sinh học. Màng bám vi sinh thu thập từ nhà máy giấy Mực Sơn Thanh Hoá.

Môi trường lên men sinh tổng hợp chất phân tán sinh học (g/L): Tinh bột tan 10, cao nấm men 0,5, NH_4Cl 2, KH_2PO_4 5, Na_2HPO_4 4, MnSO_4 0,2, FeCl_3 0,05, CaCl_2 0,001, EDTA 0,05; pH 7 và hấp khử trùng ở 121°C trong 20 phút.

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu nhận chất phân tán sinh học: Chuồng *B. subtilis* S343 được nuôi cấy trên môi trường lên men thích hợp với tỷ lệ giống 5%, ở 35°C trong 6 ngày. Chất phân tán sinh học thô được thu nhận theo Adebajo et al. (2020) [13].

Phương pháp xác định hoạt tính phân tán dầu của chất phân tán sinh học được mô tả theo Nayariseri et al. (2019) [14].

Phương pháp đánh giá hoạt tính tan dầu của chất phân tán sinh học được mô tả theo Youssef et al. (2004) [15].

Phương pháp xác định chỉ số nhũ hóa (E_{24}) của chất phân tán sinh học được thực hiện theo Putri et al. (2015) [16].

Phương pháp đánh giá khả năng ức chế sự hình thành màng bám thông qua định lượng màng sinh học được thực hiện trên đĩa 96 giếng theo Stepanović et al. (2007) [17].

Phương pháp nghiên cứu động thái lên men trên thiết bị lên men 50 lít và 200 lít: Chuồng *B. subtilis* S343 được cấy chuyển với lượng giống 2%, 5% hoặc 10% sang thiết bị lên men 50 lít chứa môi trường lên men

sinh tổng hợp chất phân tán sinh học, điều chỉnh tốc độ khuấy 200 hoặc 300 vòng/phút. Lấy mẫu định kỳ xác định sinh trưởng, sinh tổng hợp và hoạt tính của chất phân tán sinh học.

Phương pháp nghiên cứu điều kiện thu hồi chất phân tán sinh học: Dịch lên men sau ly tâm được bổ sung thể tích tương đương ethanol 70%, ethyl acetate, acetone, dichloromethane hoặc chloroform:methanol (2:1), và được để tĩnh trong 24 giờ ở 4°C. Xác định chất phân tán thu nhận được mô tả theo Adebajo et al. (2020) [13]. pH thu hồi được thực hiện bằng cách điều chỉnh độ pH của môi trường nuôi cấy đã loại bỏ tế bào về giá trị pH khác nhau (1, 2, 3 và 4) bằng cách thêm HCl ở nhiệt độ phòng. Nhiệt độ thu hồi được đánh giá bằng cách ủ dịch tủa ở 4°C hoặc ở nhiệt độ phòng. Đánh giá hoạt tính của chất phân tán thu nhận.

Phương pháp đánh giá độ ổn định của chất phân tán sinh học theo Zhu et al. (2020) [18].

Phương pháp xác định FTIR theo Meenakshi et al. (2025) [19].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Động thái lên men sinh tổng hợp chất phân tán sinh học từ *B. subtilis* S343

a. Ảnh hưởng của tỷ lệ tiếp giống và tốc độ khuấy

Tiến hành lên men trên thiết bị 50 lít với tỷ lệ giống bổ sung là 2, 5 và 10% với tốc độ khuấy cố định 300 vòng/phút và các điều kiện công nghệ khác giữ nguyên. Đánh giá khả năng sinh tổng hợp chất phân tán sinh học và các hoạt tính của chúng.

Khảo sát tỷ lệ tiếp giống trên bình 50 lít cho thấy, lượng giống phù hợp là 5% cho hiệu quả nhất cho thu nhận chất phân tán sinh học của chủng S343. Chất

Bảng 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ giống đến chất phân tán sinh học của chủng *B. subtilis* S343 quy mô 50 lít

Tỷ lệ giống	Ngày	Khối lượng tủa (g/L)	Phân tán dầu (mm)	Tan dầu (s)	Nhũ tương (%)	Giảm biofilm (%)
2%	4	12,76	41	20	23,66	18,57
	5	14,65	30	31	34,89	45,38
	6	16,43	33	60	43,85	46,76
5%	4	19,38	74	30	75,00	23,98
	5	21,71	71	36	15,62	52,76
	6	19,12	52	54	71,00	61,54
10%	4	20,03	68	35	45,00	37,54
	5	18,54	62	30	21,66	50,00
	6	17,98	48	68	63,33	13,68

Bảng 2. Ảnh hưởng của tốc độ khuấy đến chất phân tán sinh học của chủng *B. subtilis* S343 quy mô 50 lít

Tốc độ khuấy (vòng/phút)	Khối lượng tủa (g/L)	Phân tán dầu (mm)	Tan dầu (s)	Nhũ tương (%)	Giảm biofilm (%)
200	18,25	70	>3 phút	56,66	65,64
300	13,27	25	-	36,33	33,16

phân tán sinh học thu nhận làm giảm mảng bám trên 61% sau 6 ngày nuôi cấy (Bảng 1). Tỷ lệ giống 5% được sử dụng trong các nghiên cứu tiếp theo.

Tiến hành lên men trên thiết bị 50 lít với tỷ lệ giống bổ sung là 5% với tốc độ khuấy thay đổi 200 và 300 vòng/phút và giữ nguyên các điều kiện khác. Đánh giá khả năng sinh tổng hợp chất phân tán sinh học và các hoạt tính của chủng (Bảng 2).

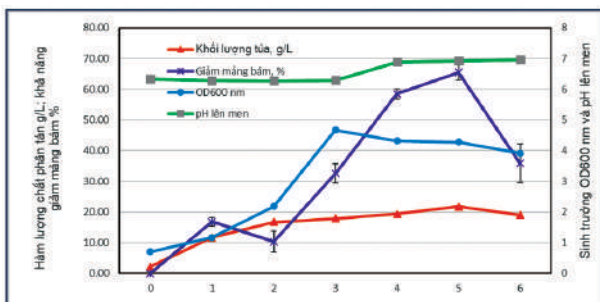
Qua nghiên cứu cho thấy, tốc độ khuấy thích hợp cho sinh tổng hợp chất phân tán sinh học của *B. subtilis* S343 là 200 vòng/phút với hàm lượng đạt

18,25 g/L và giảm mảng bám đạt 65,64% cao gấp 2 lần so với lên men ở tốc độ 300 v/p. Do đó, chúng tôi lựa chọn điều kiện lên men ở tốc độ 200 vòng/phút cho các thí nghiệm tiếp theo.

b. Ảnh hưởng của thời gian lên men

Động thái quá trình lên men trên thiết bị 50 lít được thực hiện trên môi trường thích hợp với tỷ lệ giống bổ sung là 5%, tốc độ khuấy 200 vòng/phút và giữ nguyên các điều kiện khác. Kiểm tra sinh trưởng, sinh tổng hợp chất phân tán và xác định hoạt tính chất phân tán thu nhận theo thời gian.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, chủng S343 sinh tổng hợp chất phân tán ngay cùng thời điểm với sinh trưởng tế bào, đạt cao nhất sau 5 ngày lên men, sinh trưởng của tế bào đạt cao nhất ở 72 giờ lên men. Khả năng giảm mảng bám của chủng đạt cao nhất sau 5 ngày lên men và giảm mạnh khi kéo dài thời gian lên men lên 6 ngày. Hoạt tính lan truyền dầu của chủng đạt ở mức cao sau 24 giờ và giảm ở ngày thứ 6. Hoạt tính nhũ tương tăng dần từ ngày thứ 2 và đạt cao nhất ở ngày thứ 4. Hoạt tính tan dầu xuất hiện sau 24 giờ và duy trì đến hết ngày thứ 6.



Hình 1. Động thái sinh trưởng và sinh tổng hợp chất phân tán sinh học của chủng *B. subtilis* S343 quy mô 50 lít

Bảng 3. Động thái sinh trưởng và sinh tổng hợp chất phân tán sinh học của chủng *B. subtilis* S343 quy mô 200 lít

Thời gian (giờ)	Sinh trưởng (OD 600)	pH	Khối lượng tủa (g/L)	Phân tán dầu (mm)	Tan dầu	Nhũ tương (%)
0	0,26	6,55	1,18	10	-	0
24	2,08	6,67	1,23	29	+	0
48	3,09	5,71	1,64	30	+	0
60	3,31	5,63	0,81	33	-	0
72	3,47	5,67	0,65	29	-	15,38
96	3,46	5,74	5,95	19	-	61,54
108	2,75	5,73	9,30	29	-	61,54
120	2,24	5,79	8,15	24	-	52,45
132	2,71	5,77	2,38	24	+	46,15
144	3,36	5,78	2,51	24	-	53,85

c. Động thái lên men quy mô 200 lít

Chủng *B. subtilis* S343 được tiến hành lên men thu nhận chất phân tán sinh học trên thiết bị 200 lít với tỷ lệ tiếp giống 5%, tốc độ khuấy 200 vòng/phút, nhiệt độ 35°C, pH ban đầu 7.

Trong quá trình lên men, pH giảm xuống còn 5,7 và giữ ổn định tới khi kết thúc, dịch lên men không xuất hiện bọt trắng. Thời điểm thu hồi chất phân tán sinh học tốt nhất của chủng S343 trong khoảng thời điểm 96 - 120 giờ với hàm lượng chất phân tán sinh học cao nhất đạt 9,3 g/L, vòng phân tán dầu đạt 19 - 29 mm, chỉ số nhũ hoá đạt 61,54% và khả năng giảm mảng bám đạt 68,06 - 71,43%. Trong lên men 200 lít, hàm lượng tủa và hoạt tính phân tán dầu thấp hơn so với quy mô lên men 50 lít, tuy nhiên hoạt tính giảm mảng bám đạt ở mức cao. Chủng có thể sinh tổng hợp chất phân tán sinh học phụ thuộc nhiều vào điều kiện và môi trường lên men, vì vậy khi nâng cấp quá trình lên men cần điều chỉnh thêm các thông số để có thể thu nhận hoạt chất cao hơn.

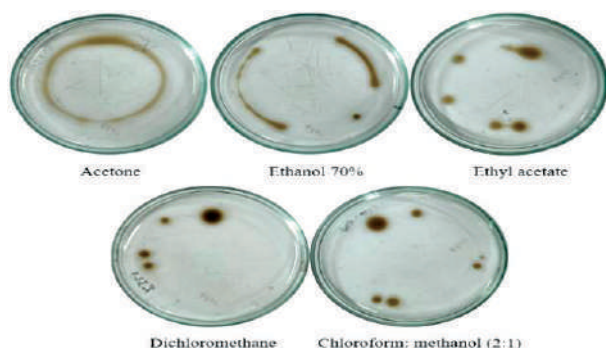
Điều kiện thu hồi chất phân tán sinh học từ *B. subtilis* S343

Thu hồi chất phân tán sinh học từ chủng *B. subtilis* S343 bằng chiết dung môi acetone thu được hàm lượng tủa cao nhất đạt 2,23-3,92 g/L, tiếp theo là ethyl acetate hàm lượng tủa đạt 2,39 đến 2,73 g/L. Tuy nhiên hoạt tính phân tán dầu của chất phân tán sinh học chiết bằng dung môi chloroform:methanol

(2:1) đạt cao nhất 70 mm (Hình 2). Hàm lượng tủa chất phân tán sinh học từ chủng S343 cao nhất đạt 9,4 g/L ở pH 2, hoạt tính lan truyền dầu đạt cao và có khả năng tan dầu thu được từ chất phân tán sinh học ở pH 2, 3 và 4. Vậy pH 2 được lựa chọn cho tủa chất phân tán sinh học từ chủng S343 (Bảng 4). Khi phối hợp cả sử dụng dung môi và hạ pH để tủa, chất phân tán thu được ở điều kiện nhiệt độ phòng và nhiệt độ thấp 4-10°C chỉ sai khác dưới 10%. Vì vậy nếu phối hợp cả dung môi và pH thì có thể tủa ở nhiệt độ phòng. Tuy nhiên nếu tủa bằng cách hạ pH nhưng không bổ sung dung môi thì điều kiện lạnh cho hiệu quả tốt hơn là ở nhiệt độ phòng (chỉ đạt trên 60%). Như vậy nếu chọn phương án tủa bằng axit thì nên thực hiện ở nhiệt độ thấp 4-10°C.

Độ ổn định của chất phân tán sinh học thu nhận từ *B. subtilis* S343

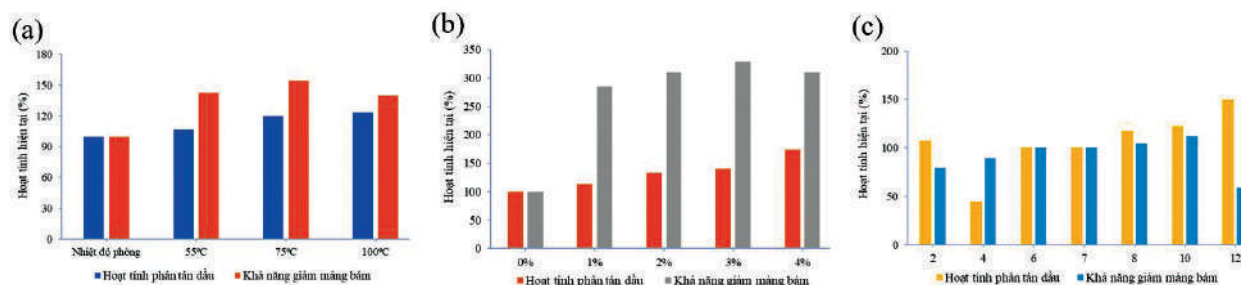
Độ ổn định nhiệt của chất phân tán sinh học được tạo ra từ chủng S343 được đánh giá trong điều kiện nhiệt độ từ khoảng 25°C đến 100°C. Hoạt tính phân tán dầu duy trì trong khoảng hẹp 15 - 18,5 mm. Nhiệt độ cao lên tới 100°C không gây ảnh hưởng đến hoạt tính của chất phân tán sinh học thu nhận từ S343. Khả năng giảm mảng bám lần lượt 76,83%, 84,58% và 78,17% ở 100°C, 75°C và 55°C so với điều kiện nhiệt độ phòng là 54,79% (Hình 3a). Độ chịu mặn của chất phân tán sinh học được tạo ra từ chủng S343 được đánh giá trong điều kiện bổ sung NaCl từ 0% đến 4%.



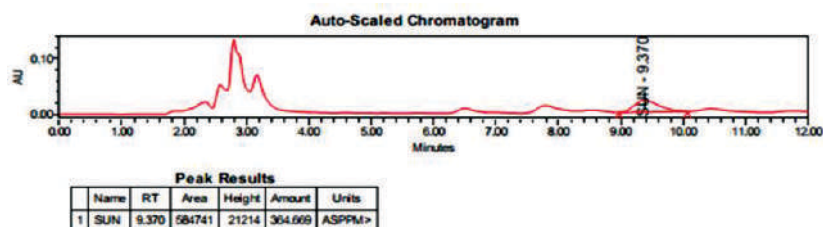
Hình 2. Hoạt tính phân tán dầu của chất phân tán sinh học thu hồi bằng dung môi từ chủng S343

Bảng 4. Ảnh hưởng của pH đến thu hồi chất phân tán sinh học từ chủng S343

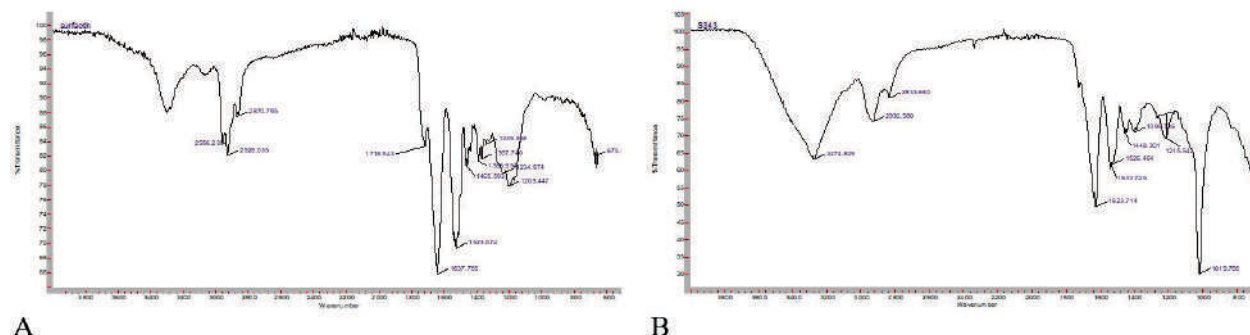
pH tủa	Khối lượng tủa (g/L)	Phân tán dầu (mm)	Tan dầu
pH 1	5,23±0,85	10÷15	-
pH 2	9,40±0,54	63÷65	+
pH 3	5,95±0,78	65÷66	+
pH 4	7,48±0,92	69÷70	+



Hình 3. Độ ổn định nhiệt (a), muối (b) và pH (c) đến chất phân tán sinh học thu nhận từ chủng *B. subtilis* S343



Hình 4. Peak HPLC của chất phân tán sinh học thu nhận từ *B. subtilis* S343



Hình 5. Phổ hồng ngoại FTIR của chất chuẩn surfactin (A) và của chất phân tán sinh học từ *B. subtilis* S343 (B)

Việc bổ sung nồng độ muối lên tới 4% làm tăng hoạt tính của chất phân tán sinh học. So với điều kiện môi trường không bổ sung muối thì hoạt tính phân tán dầu tăng cao nhất lên đến 73,33% ở nồng độ muối 4% và khả năng giảm màng bám tăng cao nhất 228,32% ở nồng độ muối 3% (Hình 3b).

Chất phân tán sinh học từ chủng S343 khá bền với pH khi khảo sát ở pH từ 2 đến 12. Hạ pH xuống 2, hoạt tính giảm màng bám giảm khoảng 17% và pH 12 giảm khoảng 33% so với pH 7. Trong khoảng pH từ 6-10 hoạt tính giảm màng bám ổn định và tăng nhẹ (Hình 3c). Như vậy, chất phân tán sinh học thu nhận từ chủng S343 ít bị tác động bởi pH và có khoảng pH hoạt động rộng rất phù hợp cho hoạt động công nghiệp.

Bản chất của chất phân tán sinh học thu nhận từ *B. subtilis* S343

Chất phân tán sinh học từ S343 sau quá trình tách chiết được hoà trong methanol và chạy kiểm tra bằng phổ hồng ngoại FTIR và HPLC. Kết quả cho thấy, chất phân tán sinh học thu nhận từ chủng S343 có xuất hiện Peak chạy HPLC trùng thời gian với chất chuẩn Surfactin từ chủng *Bacillus subtilis* (sigma) (Hình 4). Phổ FTIR thu được của chất phân tán sinh học từ *B. subtilis* S343 và chất chuẩn surfactin được thể hiện trong Hình 5. Cả hai phổ đều cho thấy các dải đặc trưng tương ứng với thành phần peptide ở 3200–3400 cm⁻¹ (dao động N–H kéo dài), 1650–1700 cm⁻¹ (dao động kéo dài của liên kết CO–N) và ở 1520–1550 cm⁻¹ từ dao động biến dạng của liên kết N–H kết hợp với dao động kéo dài C–N. Mặt khác, sự hiện diện của một chuỗi aliphatic được chỉ ra bởi các dao động C–H ở 2830–3000 cm⁻¹ cũng được quan sát thấy.

Độ hấp thụ ở 1620–1660 cm⁻¹ thuộc về dao động kéo dài C=O của vùng amide I, trong khi một dải được quan sát thấy ở 1710–1750 cm⁻¹ là do một nhóm carbonyl. So với chất chuẩn surfactin, cường độ hấp thụ tăng ở 1330–1470 cm⁻¹ đối với surfactin *B. subtilis* S343. Vùng này tương ứng với các dao động nhóm C–CH₂ và C–CH₃ trong các chuỗi aliphatic và chỉ ra rằng surfactin *B. subtilis* S343 có thể chứa một số tạp chất có cấu trúc hóa học khác nhau. Tuy nhiên, sự giống nhau giữa hai phổ FTIR đã xác nhận rằng chất phân tán sinh học do *B. subtilis* S343 tạo ra có cấu trúc và nhóm chức năng tương tự như surfactin chuẩn, tương tự như các nghiên cứu trước đây [20-21].

KẾT LUẬN

Chủng *Bacillus subtilis* S343 được đánh giá động thái lên men sinh tổng hợp chất phân tán sinh học trên quy mô lớn theo thời gian có sử dụng tinh bột tan (1%), cao nấm men (0,5%), một số khoáng chất và EDTA (0,05 g/L). Điều kiện tốt nhất cho sinh tổng hợp chất phân tán sinh học ở 35°C, pH 7, tốc độ khuấy 200 vòng/phút, tỷ lệ giống 5% và thời gian 96-120 giờ. Thu hồi chất phân tán sinh học có thể chiết bằng dung môi chloroform:methanol (2:1), pH 2 ở điều kiện 4-10°C. Chất phân tán sinh học duy trì sự ổn định trên nhiều phạm vi nhiệt độ, pH và độ mặn. Các phân tích HPLC và FTIR đã xác nhận bản chất lipopeptide của chất phân tán sinh học thu nhận là surfactin. Đây là những kết quả nghiên cứu ban đầu nhưng cũng đã cho thấy tiềm năng ứng dụng của chất phân tán sinh học trong xử lý màng bám và cần nâng dần quy mô sản xuất chế phẩm chất phân tán sinh học và thử nghiệm, tiếp cận với điều kiện sản xuất thực tế quy mô công nghiệp ❖

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được hỗ trợ kinh phí từ Đề tài ĐTKHCN.016/22, thuộc Chương trình đề tài cấp Bộ Công Thương “Nghiên cứu tạo chế phẩm phân tán sinh học ứng dụng cho xử lý mảng bám vi sinh trong dây chuyền sản xuất giấy bao bì công nghiệp” Đơn vị chủ trì Viện Sinh học, Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Caioni, G., Reyes, C. P., Laurenti, D., Chiaradia, C., Dainese, E., Mattioli, R., ... & Francioso, A. (2024). Biochemistry and Future Perspectives of Antibiotic Resistance: An Eye on Active Natural Products. *Antibiotics*, 13(11), 1071. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13111071>.
2. Datta, D., Ghosh, S., Kumar, S., Gangola, S., Majumdar, B., Saha, R., ... & Kar, G. (2024). Microbial biosurfactants: Multifarious applications in sustainable agriculture. *Microbiological Research*, 279, 127551. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127551>.
3. Marchut-Mikołajczyk, O., Drożdżyński, P., Polewczyk, A., Smulek, W., & Antczak, T. (2021). Biosurfactant from endophytic *Bacillus pumilus* 2A: physicochemical characterization, production and optimization and potential for plant growth promotion. *Microbial Cell Factories*, 20(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s12934-021-01533-2>.
4. Ambust, S., Das, A. J., & Kumar, R. (2021). Bioremediation of petroleum contaminated soil through biosurfactant and *Pseudomonas* sp. SA3 amended design treatments. *Current Research in Microbial Sciences*, 2, 100031. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100031>.
5. Gudiña, E. J., Fernandes, E. C., Rodrigues, A. I., Teixeira, J. A., & Rodrigues, L. R. (2015). Biosurfactant production by *Bacillus subtilis* using corn steep liquor as culture medium. *Frontiers in microbiology*, 6, 59. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00059>.
6. Leal, E., Teixeira, J. A., & Gudiña, E. J. (2024). Development of foam-free biosurfactant production processes using *Bacillus licheniformis*. *Fermentation*, 10(7), 340. <https://doi.org/10.3390/fermentation10070340>.
7. Parvin, A., Adhikary, R., Guha, S., Mitra, P. K., & Mandal, V. (2022). Antibiofilm and antimicrobial activity of biosurfactants from two *Lactiplantibacillus pentosus* strains against food and topical pathogens. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(10), e16927. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16927>.
8. De Giani, A., Zampolli, J., & Di Gennaro, P. (2021). Recent trends on biosurfactants with antimicrobial activity produced by bacteria associated with human health: different perspectives on their properties, challenges, and potential applications. *Frontiers in microbiology*, 12, 655150. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.655150>.
9. Mohsin, M. Z., Omer, R., Huang, J., Mohsin, A., Guo, M., Qian, J., & Zhuang, Y. (2021). Advances in engineered *Bacillus subtilis* biofilms and spores, and their applications in bioremediation, biocatalysis, and biomaterials. *Synthetic and systems biotechnology*, 6(3), 180-191. <https://doi.org/10.1016/j.synbio.2021.07.002>.
10. Théâtre, A., Cano-Prieto, C., Bartolini, M., Laurin, Y., Deleu, M., Niehren, J., ... & Jacques, P. (2021). The surfactin-like lipopeptides from *Bacillus* spp.: Natural biodiversity and synthetic biology for a broader application range. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9, 623701. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.623701>.
11. Coronel-León, J., Marqués, A. M., Bastida, J., & Manresa, A. (2016). Optimizing the production of the biosurfactant lichenysin and its application in biofilm control. *Journal of applied microbiology*, 120(1), 99-111. <https://doi.org/10.1111/jam.12992>.
12. Mohanty, S. S., Koul, Y., Varjani, S., Pandey, A., Ngo, H. H., Chang, J. S., ... & Bui, X. T. (2021). A critical review on various feedstocks as sustainable substrates for biosurfactants production: a way towards cleaner production. *Microbial cell factories*, 20(1), 120. <https://doi.org/10.1186/s12934-021-01613-3>.
13. Adebajo, S. O., Akintokun, P. O., Ojo, A. E., Akintokun, A. K., & Badmos, O. A. (2020). Recovery of biosurfactant using different extraction solvent by rhizospheric bacteria isolated from rice-husk and poultry waste biochar amended soil. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 252-266. <https://doi.org/10.1080/2314808X.2020.1797377>.
14. Nayariseri, A., Singh, P., & Singh, S. K. (2019). Screening, isolation and characterization of biosurfactant-producing *Bacillus tequilensis* strain ANSKLAB04 from brackish river water. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(11), 7103-7112. <https://doi.org/10.1007/s13762-018-2089-9>.
15. Youssef, N. H., Duncan, K. E., Nagle, D. P., Savage, K. N., Knapp, R. M., & McInerney, M. J. (2004). Comparison of methods to detect biosurfactant production by diverse microorganisms. *Journal of microbiological methods*, 56(3), 339-347. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2003.11.001>.
16. Putri, M., & Hertadi, R. (2015). Effect of glycerol as carbon source for biosurfactant production by halophilic bacteria *Pseudomonas stutzeri* BK-AB12. *Procedia Chemistry*, 16, 321-327. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.059>.
17. Stepanović, S., Vuković, D., Hola, V., Bonaventura, G. D., Djukić, S., Ćirković, I., & Ruzicka, F. (2007). Quantification of biofilm in microtiter plates: overview of testing conditions and practical recommendations for assessment of biofilm production by staphylococci. *Apmis*, 115(8), 891-899. https://doi.org/10.1111/j.1600-0463.2007.apm_630.x.
18. Zhu, Z., Zhang, B., Cai, Q., Ling, J., Lee, K., & Chen, B. (2020). Fish waste based lipopeptide production and the potential application as a bio-dispersant for oil spill control. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 8, 734. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00734>.
19. Meenakshi, J., Renuka, R., Ragunathan, R., & Johny, J. (2025). Production and characterisation of surfactant produced by *Bacillus subtilis* and its anti microbial study. *Asian Journal of Research in Biochemistry*, 15(2), 124-135. <https://doi.org/10.9734/ajrb/2025/v15i2373>.
20. Pereira, J. F., Gudiña, E. J., Costa, R., Vitorino, R., Teixeira, J. A., Coutinho, J. A., & Rodrigues, L. R. (2013). Optimization and characterization of biosurfactant production by *Bacillus subtilis* isolates towards microbial enhanced oil recovery applications. *Fuel*, 111, 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.04.040>.
21. Joshi, S., Bharucha, C., & Desai, A. J. (2008). Production of biosurfactant and antifungal compound by fermented food isolate *Bacillus subtilis* 20B. *Bioresource technology*, 99(11), 4603-4608. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.07.030>.

Ngày nhận bài: 26/12/2026; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 16/01/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 5/02/2026

Người phản biện: TS. Dương Xuân Diệu - Bộ Công Thương

Thông tin tác giả:

PHAN THỊ HỒNG THẢO^{1*}, LÊ THỊ TRÀ¹, TRẦN THỊ HƯƠNG¹, NGUYỄN THỊ HỒNG LIÊN¹, NGÔ VĂN HỮU²

¹Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulô

PRODUCTION, EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF BIODISPERSANT FROM *BACILLUS SUBTILIS* S343

**PHAN THỊ HỒNG THẢO^{1*}, LÊ THỊ TRÀ¹, TRẦN THỊ HƯƠNG¹,
NGUYỄN THỊ HỒNG LIÊN¹, NGÔ VĂN HỮU²**

¹Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulô

ABSTRACT

Nowadays, biodispersant production is developed as an alternative to synthetic surfactants due to their antimicrobial activity, low toxicity, and high stability under extreme conditions. This study presents the production and characterization of a biodispersant from *Bacillus subtilis* S343 isolated from fern, for application in the control of biofilm. Strain *B. subtilis* S343 was cultivated using soluble starch (1%), yeast extract (0.5%), some minerals and EDTA (0.05 g/L) to evaluate the fermentation behavior on a large scale over time. The best conditions for biodispersant biosynthesis were 35°C, pH 7, agitation speed 200 rpm, inoculum ratio 5% and incubation time 96-120 hours. The recovered biodispersant could be extracted using chloroform:methanol (2:1) solvent, pH 2 at 4-10°C. The biodispersant maintaining stability across a wide range of temperatures, pH and salinities. HPLC and FTIR analyses confirmed the nature of the biodispersant as surfactin. These results indicate the potential application of the biodispersant in the development of bio-compounds for industrial, agricultural and environmental remediation applications.

Keywords: *Biodispersant, surfactin, Bacillus subtilis* S343.

Bộ Công Thương: Mục tiêu 100% công chức, viên chức được bồi dưỡng, tập huấn về chuyển đổi số

Bộ Công Thương đặt mục tiêu tổ chức bồi dưỡng, tập huấn về chuyển đổi số và kỹ năng số cho 100% công chức, viên chức và người lao động thuộc các đơn vị hành chính, đơn vị sự nghiệp công lập thuộc và trực thuộc Bộ.

Bộ Công Thương vừa ban hành Quyết định số 296/QĐ-BCT ngày 12/2/2026 về việc phê duyệt Kế hoạch bồi dưỡng, tập huấn về chuyển đổi số năm 2026.

Để triển khai Kế hoạch, Bộ Công Thương giao các đơn vị chức năng tổ chức bồi dưỡng, tập huấn về chuyển đổi số, kỹ năng số cho 100% công chức, viên chức và người lao động trong các đơn vị hành chính, các đơn vị sự nghiệp công lập thuộc và trực thuộc Bộ Công Thương.

Các khóa bồi dưỡng bao gồm: Khóa bồi dưỡng kiến thức chung về chuyển đổi với mục tiêu bồi dưỡng, cập nhật nhận thức chiến lược và bức tranh tổng thể về chuyển đổi số trong công tác quản lý nhà

nước với các nội dung chính: Khái niệm, xu hướng chuyển đổi số và xây dựng chính phủ số; Pháp luật, chính sách chuyển đổi số quốc gia và ngành Công Thương; Hệ sinh thái dữ liệu số trong quản lý nhà nước; Các chỉ số đánh giá chuyển đổi số của Bộ, cơ quan nhà nước. Các khóa bồi dưỡng được triển khai thông qua nhiều hình thức, gồm các khóa học kiến thức chung, chuyên sâu và đào tạo trực tuyến với báo cáo viên là Lãnh đạo chuyên trách về chuyển đổi số từ Bộ Khoa học và Công nghệ, Bộ Công Thương, các chuyên gia có kinh nghiệm, uy tín.

Các khóa bồi dưỡng kiến thức chuyên sâu về kỹ năng ứng dụng Trí tuệ nhân tạo (AI) và công nghệ số do Vụ Tổ chức cán bộ chủ trì, phối hợp với Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp, các cơ sở đào tạo, bồi dưỡng trực thuộc Bộ; Viện Nghiên cứu Chiến lược Chính sách Công Thương tổ chức.

HQ

ĐÁNH GIÁ CÁC GIẢI PHÁP IOR/EOR ĐÃ TRIỂN KHAI TẠI CÁC MỎ TRÊN THỀM LỤC ĐỊA VIỆT NAM VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP KHẢ THI

ĐỖ DUY KHOẢN, TRẦN TẤN NGHĨA, TRẦN VĂN LÂM, HOÀNG NAM HẢI, NGUYỄN DUY HƯNG, VÕ THỊ XUÂN MAI, NGUYỄN PHỤNG TRƯỜNG, KHƯƠNG THÀNH TÚ, TRẦN THỊ TRANG, NGUYỄN BÙI THÚY THÚY

TÓM TẮT:

Trong bối cảnh nhiều mỏ dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam đã và đang bước vào giai đoạn suy giảm sản lượng, việc duy trì hiệu quả khai thác và tối ưu thu hồi trữ lượng còn lại đặt ra yêu cầu cấp thiết. Các phương pháp khai thác truyền thống ngày càng bộc lộ hạn chế, đòi hỏi phải áp dụng các giải pháp kỹ thuật nhằm gia tăng hệ số thu hồi dầu. Nghiên cứu này tổng hợp, đánh giá và so sánh hiệu quả các giải pháp thu hồi thứ cấp (IOR) và thu hồi tam cấp (EOR) đã triển khai tại các mỏ dầu khí Việt Nam, trên cơ sở dữ liệu cập nhật đến năm 2025. Kết quả cho thấy, xét theo mức độ gia tăng trữ lượng, các giải pháp IOR có hiệu quả giảm dần theo thứ tự: gaslift, bơm ép nước, bơm ép khí, khoan đàn dày, lắp đặt bơm điện chìm và các biện pháp can thiệp giếng. Gaslift thể hiện hiệu quả vượt trội và có phạm vi ứng dụng rộng đối với nhiều đối tượng vỉa. Đối với EOR, việc triển khai tại Việt Nam hiện mới dừng ở quy mô thí điểm. Nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc lựa chọn và xếp hạng các giải pháp IOR/EOR phù hợp với từng điều kiện vỉa, góp phần nâng cao hiệu quả phát triển mỏ.

Từ khóa: IOR, EOR, gia tăng thu hồi dầu, thu hồi thứ cấp, thu hồi tam cấp.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ VÀ MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Trong những năm gần đây, nhiều mỏ dầu khí tại Việt Nam đã bước sang giai đoạn suy giảm sản lượng tự nhiên, trong khi áp lực duy trì sản lượng và hiệu quả kinh tế ngày càng gia tăng. Việc áp dụng các giải pháp gia tăng thu hồi dầu (IOR/EOR) được xem là hướng đi tất yếu nhằm khai thác hiệu quả phần trữ lượng còn lại trong vỉa. Tuy nhiên, hiệu quả của mỗi giải pháp phụ thuộc chặt chẽ vào đặc điểm địa chất, tính chất vỉa chứa và điều kiện vận hành của từng mỏ. Do đó, cần có đánh giá tổng hợp và có hệ thống về hiệu quả thực tế của các giải pháp IOR/EOR đã triển khai.

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá hiệu quả gia tăng thu hồi dầu của các giải pháp IOR/EOR tại các mỏ trên thềm lục địa Việt Nam, xếp hạng mức độ hiệu quả theo từng đối tượng vỉa và đề xuất các giải pháp khả thi làm cơ sở tham khảo cho công tác phát triển mỏ trong giai đoạn tiếp theo.

2. CƠ SỞ KHOA HỌC CÁC BIỆN PHÁP GIA TĂNG THU HỒI DẦU

Trong hoạt động khai thác dầu khí, quá trình thu hồi thường được chia thành ba giai đoạn: khai thác sơ cấp, khai thác thứ cấp (IOR) và khai thác tam cấp (EOR) [1], [2].

Các khái niệm và cơ chế IOR/EOR trong nghiên cứu này cũng phù hợp với các tổng quan kinh điển của Lake (2014) và Green & Willhite (1998), trong đó nhấn mạnh vai trò của hiệu quả quét và khả năng kiểm soát độ linh động trong quá trình bơm ép [6], [7].

Ở giai đoạn sơ cấp, dầu được khai thác chủ yếu nhờ năng lượng tự nhiên của vỉa. Khi năng lượng này suy giảm, các giải pháp IOR như bơm ép nước, bơm ép khí, gaslift hoặc các biện pháp can thiệp giếng được áp dụng nhằm duy trì áp suất vỉa và cải thiện khả năng dòng chảy [1].

Về mặt lý thuyết, hệ số thu hồi dầu (Recovery Factor – RF) được xác định theo công thức:

$$RF = N_p / OOIP \quad (1)$$

trong đó, N_p là sản lượng dầu tích lũy khai thác được và $OOIP$ là trữ lượng dầu tại chỗ ban đầu trong vỉa. Mục tiêu của các giải pháp IOR/EOR là làm tăng N_p , từ đó nâng cao RF của mỏ [2].

Khai thác thứ cấp chủ yếu dựa trên cơ chế duy trì áp suất vỉa và cải thiện hiệu quả quét (sweep efficiency). Hiệu quả quét thể tích có thể được biểu diễn thông qua tích của các thành phần:

$$E = E_d \times E_v \times E_a \quad (2)$$

trong đó, E_d là hiệu quả đẩy dầu vi mô (microscopic displacement efficiency), E_v là hiệu quả quét thể tích (volumetric sweep efficiency) và E_a là hiệu quả quét diện (areal sweep efficiency) [1], [3].

Khai thác tam cấp (EOR) được triển khai khi các giải pháp IOR không còn mang lại hiệu quả đáng kể. Các phương pháp EOR tập trung vào việc thay đổi tính chất của hệ dầu – nước – đá chứa thông qua cơ chế nhiệt, hóa học hoặc hòa tan, từ đó giảm độ nhớt dầu, cải thiện tỷ số độ linh động (mobility ratio) và tăng hệ số quét dầu trong vỉa [3], [4].

Tỷ số độ linh động được xác định theo công thức:

$$M = (krw / \mu_w) / (kro / \mu_o) \quad (3)$$

trong đó, krw và kro lần lượt là độ thấm tương đối của nước và dầu, μ_w và μ_o là độ nhớt của nước và dầu. Khi $M < 1$, quá trình bơm ép có xu hướng ổn định hơn và hiệu quả thu hồi dầu cao hơn [1], [4].

Hiệu quả của các giải pháp gia tăng thu hồi dầu phụ thuộc vào nhiều yếu tố như năng lượng vỉa, tính chất đá chứa, đặc tính chất lưu, mật độ và bố trí hệ thống giếng cũng như chế độ khai thác và bơm ép duy trì áp suất [2], [5].

Chi tiết các phương pháp thu hồi và giải pháp gia tăng thu hồi dầu được thể hiện như trong hình 1.

3. CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ

3.1. Cơ sở dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng tổng hợp dữ liệu từ các báo cáo phát triển mỏ (FDP), tài liệu khai thác thực tế, báo cáo đánh giá hiệu quả gia tăng sản lượng và kết quả thử vỉa của các mỏ trên thềm lục địa Việt Nam, cập nhật đến tháng 7 năm 2025.

3.2. Phương pháp đánh giá hiệu quả gia tăng

Để đánh giá định lượng hiệu quả của các giải pháp IOR/EOR đã và đang được áp dụng tại mỏ, nghiên cứu này tiến hành xây dựng và chạy các kịch bản mô phỏng so sánh giữa trường hợp khai thác tự nhiên (primary recovery) và trường hợp khai thác thực tế có can thiệp IOR/EOR. Quy trình thực hiện mô phỏng được tiến hành theo các bước sau:

Bước 1: Lựa chọn và kiểm tra mô hình khai thác cơ sở

Mô hình khai thác được sử dụng trong nghiên cứu là mô hình thủy động mới nhất, đã được khớp hóa lịch sử và phê duyệt chính thức trong Báo cáo Phát triển mỏ mới nhất. Mô hình này được xem là đại diện tốt nhất cho đặc điểm địa chất – địa vật lý, tính chất chất lưu và hành vi động lực học của mỏ tại thời điểm nghiên cứu, qua đó đảm bảo độ tin cậy của các kết quả mô phỏng so sánh.

Bước 2: Xây dựng kịch bản khai thác tự nhiên (Base case – No IOR/EOR)

Trên cơ sở mô hình mỏ đã được phê duyệt, một kịch bản giả định khai thác tự nhiên được thiết lập bằng cách loại bỏ toàn bộ các biện pháp thu hồi tăng cường và cải thiện sản lượng đã được triển khai trong thực tế. Cụ thể, các phương pháp như bơm ép nước, bơm ép khí, gas lift, bơm điện chìm (ESP), nút vỉa thủy lực (hydraulic fracturing), bổ sung bắn mở vỉa (add/perf), khoan đan dày (infill drilling), và các biện pháp kỹ thuật khác đều được giả định không áp dụng. Trong kịch bản này, mỏ được khai thác thuần túy dựa trên năng lượng tự nhiên của vỉa, nhằm tái hiện trường hợp primary recovery.

Bước 3: Xây dựng và chạy các kịch bản IOR/EOR

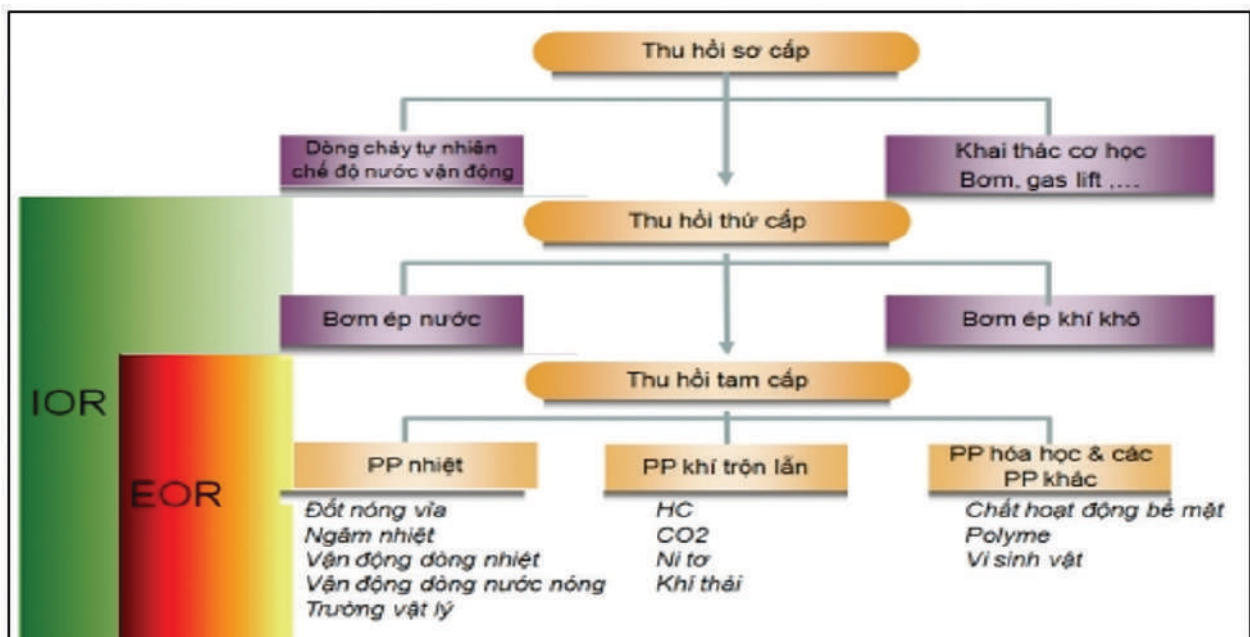
Trên cơ sở mô hình khai thác tự nhiên đã được khớp lịch sử, các kịch bản áp dụng giải pháp IOR/EOR được xây dựng và mô phỏng nhằm đánh giá tác động của từng giải pháp đối với quá trình khai thác mỏ. Các kịch bản bao gồm các phương án IOR/EOR khác nhau, được thiết lập với cùng điều kiện biên và giả thiết kỹ thuật, đảm bảo tính nhất quán và khả năng so sánh giữa các phương án. Các mô phỏng được thực hiện đến thời điểm tháng 07/2025, tương ứng với mốc thời gian dữ liệu khai thác thực tế.

Bước 4: Phân tích và so sánh hệ số thu hồi (RF) của các phương án

Kết quả mô phỏng được trích xuất và phân tích thông qua các chỉ tiêu chính bao gồm sản lượng dầu tích lũy, hệ số thu hồi dầu (RF), diễn biến áp suất vỉa và xu hướng suy giảm sản lượng. Sự chênh lệch về RF và sản lượng tích lũy giữa các kịch bản là cơ sở để đánh giá mức độ đóng góp của từng giải pháp IOR/EOR đối với việc gia tăng hệ số thu hồi và cải thiện hiệu quả khai thác của mỏ, đồng thời phục vụ công tác xếp hạng và lựa chọn các phương án khả thi.

4. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH, NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ GIẢI PHÁP IOR/EOR ĐÃ TRIỂN KHAI TẠI CÁC MỎ TRÊN THỀM LỤC ĐỊA VIỆT NAM

Trên cơ sở thống kê dữ liệu; phương pháp đánh giá;



Hình 1: Cơ chế thu hồi dầu khí [12]

phần mềm công cụ hiện có; nguồn lực, tài liệu và khối lượng công việc, nhóm nghiên cứu đã phân loại theo mức độ đóng góp hiệu quả gia tăng sản lượng của các giải pháp IOR (hình 2 và hình 3), kết quả theo thứ tự ưu tiên như sau:

+ Gaslift

- ✓ Là giải pháp IOR mang lại hiệu quả cao nhất
- ✓ Tầng móng có hiệu quả gaslift tốt nhất và tầng Miocene cho hiệu quả tốt hơn tầng Oligocene.
- ✓ Tầng đá vôi hiện chưa thực hiện gaslift (thời điểm thống kê 7/2025).

+ Bơm ép nước

- ✓ Là giải pháp hiệu quả thứ hai.
- ✓ Tầng Miocene bơm ép nước hiệu quả nhất. Các tầng còn lại có hiệu quả bơm ép nước kém.

+ Bơm ép khí

- ✓ Hiện mới chỉ áp dụng cho tầng Oligocene.

+ Khoan đan dày

- ✓ Tầng móng có hiệu quả infill tốt nhất so với các tầng còn lại.
- ✓ Tầng Miocene cho hiệu quả tốt hơn tầng Oligocen
- ✓ Tầng đá vôi hiện chưa có infill (thời điểm thống kê 7/2025).

+ Lắp đặt bơm điện chìm

- ✓ Được lắp đặt cho tầng Miocene và móng. Các tầng còn lại chưa thấy sử dụng.

+ Các giải pháp còn lại (bổ sung vỉa, acid, nứt vỉa thủy lực...)

- ✓ Cho hiệu quả thấp về gia tăng thu hồi dầu
- ✓ Cho hiệu quả thấp về gia tăng thu hồi dầu.

Đối với hiệu quả gia tăng từ EOR, phần lớn các dự án dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam hiện vẫn đang ở giai đoạn sàng lọc và nghiên cứu các giải pháp EOR phù hợp với đặc trưng mỏ/chất lưu và cấu hình hệ thống khai thác. Tính đến thời điểm tháng 7 năm 2025, chỉ có vỉa Miocene thuộc lô X đã triển khai thành công công nghệ EOR sử dụng khí, ghi nhận sản lượng dầu gia tăng đạt 7,65 triệu thùng (bảng 1).

Kết quả phân tích cho thấy, xét theo mức độ đóng góp gia tăng trữ lượng, các giải pháp IOR được xếp hạng theo

thứ tự: gaslift, bơm ép nước, bơm ép khí, khoan đan dày, lắp đặt bơm điện chìm và các biện pháp can thiệp giếng khác. Xu hướng này phù hợp với các tổng kết và nghiên cứu quốc tế về hiệu quả các giải pháp IOR tại các mỏ đang khai thác ở giai đoạn suy giảm [1], [2].

Gaslift cho hiệu quả cao nhất, đặc biệt tại các vỉa móng và Miocene, do khả năng giảm tỷ trọng cột chất lưu trong giếng và duy trì áp suất đẩy giếng, qua đó cải thiện đáng kể lưu lượng khai thác [1], [8]. Bơm ép nước phát huy hiệu quả rõ rệt tại các vỉa Miocene nhờ cải thiện hiệu quả quét thể tích, trong khi bơm ép khí cho kết quả tốt tại các vỉa Oligocene, phù hợp với các nghiên cứu về bơm ép khí trong điều kiện vỉa có áp suất và tính chất chất lưu tương tự [2], [3], [9].

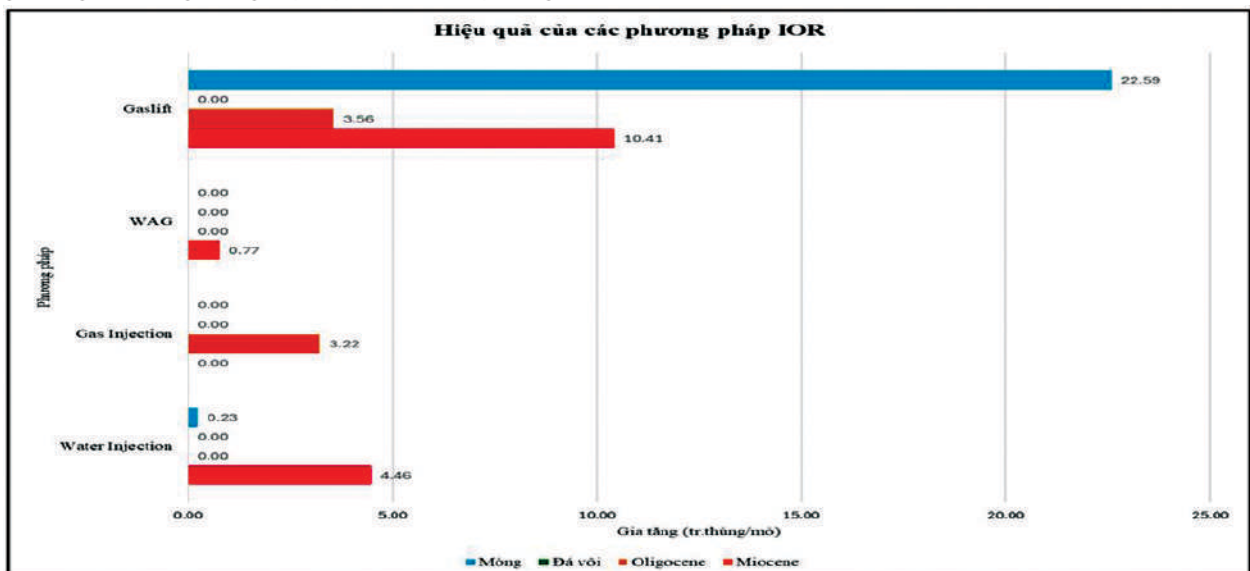
Khoan đan dày mang lại hiệu quả đáng kể tại vỉa móng, nơi tính bất đồng nhất cao của đá chứa làm giảm hiệu quả quét của các phương pháp bơm ép truyền thống; kết quả này phù hợp với nhận định của Verma (2017) về vai trò của infill drilling trong việc nâng cao hệ số thu hồi tại các vỉa nứt nẻ và vỉa móng [2].

Đối với EOR, đến thời điểm nghiên cứu, việc triển khai tại Việt Nam mới chỉ dừng ở quy mô thí điểm tại một mỏ. Kết quả gia tăng sản lượng ghi nhận cho thấy tiềm năng của EOR, tuy nhiên vẫn cần thận trọng khi mở rộng áp dụng do rủi ro kỹ thuật và chi phí đầu tư cao, phù hợp với các tổng kết quốc tế về mức độ sẵn sàng công nghệ EOR tại các mỏ ngoài khơi [3], [4], [10], [11].

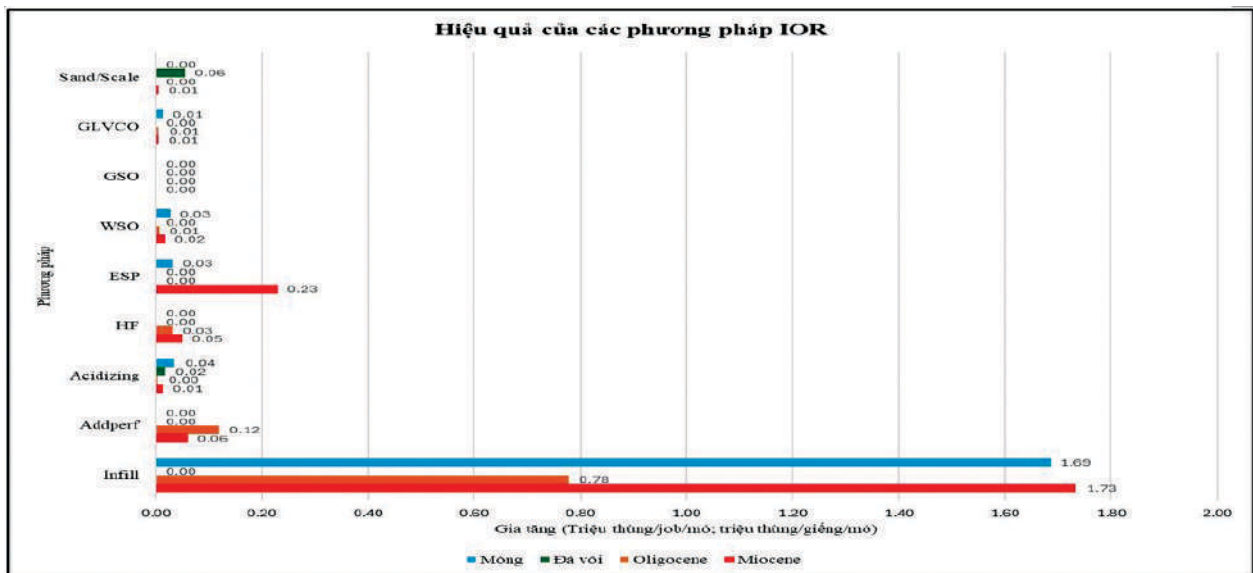
5. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP IOR/EOR KHẢ THI

Các giải pháp IOR đã được triển khai đa dạng tại các tầng chứa dầu ở thềm lục địa Việt Nam. Trong đó, gaslift, bơm ép nước và bơm ép khí là ba giải pháp mang lại hiệu quả gia tăng sản lượng đáng kể nhất.

- ✓ Gaslift – hiệu quả vượt trội ở cả Miocene, Oligocene và đặc biệt là Móng.
- ✓ Bơm ép nước – hiệu quả rõ rệt tại Miocene.
- ✓ Bơm ép khí – áp dụng chủ yếu ở Oligocene.
- ✓ Khoan đan dày – hiệu quả trung bình đến cao, đặc biệt ở Miocene và Móng.
- ✓ Các giải pháp cải thiện giếng (bổ sung vỉa, xử lý



Hình 2: Hiệu quả gia tăng của từng phương pháp IOR



Hình 3: Hiệu quả gia tăng của từng phương pháp IOR (tiếp)

Bảng 1: Hiệu quả gia tăng sản lượng từ giải pháp EOR cho từng đối tượng ở mỏ Y, Lô X

Lô (Dự án)	Mỏ	Đối tượng/via	OHP	GHP	Np@2025	Np@2025	RF	Tính chất dầu	Độ thấm trung bình	Độ rỗng trung bình	EOR screening	EOR Gas/HC Flooding
			(Tr.Thùng)	(Bcf)	(Tr.Thùng)	(Bcf)	%	(độ API)	(mD)	(fraction)		(Tr.Thùng)
Lô X	Mỏ Y	Miocene	431	282	129.23	153.27	36%	38	80-100	0.17	X	7.65
		Oligocene									X	
		Móng									X	

acid, nút vỉa thủy lực, lắp đặt bơm điện chìm, ngăn cách vỉa nước, thay đổi valve gaslift, xử lý cát/cặn) – chỉ mang lại hiệu quả cục bộ, đóng góp hạn chế.

Hiệu quả gia tăng cụ thể ở từng vỉa chứa:

✓ Miocene: Gaslift đạt 9.47 MMStb và Water Injection 4.06 MMStb là hai giải pháp nổi bật. Infill drilling cũng mang lại hiệu quả tốt (1.58 MMStb/giếng). Đây là tầng có nhiều giải pháp IOR được áp dụng và đóng góp đáng kể.

✓ Oligocene: Hiệu quả tập trung vào Gas Injection (3.22 MMStb) và Gaslift (3.56 MMStb). Infill drilling đạt mức gia tăng trung bình (0.78 MMStb/giếng).

✓ Móng (Basement): Gaslift thể hiện hiệu quả vượt trội (22.59 MMStb), kết hợp với Infill drilling (1.69 MMStb/giếng). Đây là tầng có tiềm năng ứng dụng Gaslift hiệu quả nhất.

✓ Đá vôi (Carbonate): Chỉ áp dụng Acidizing, nhưng hiệu quả gia tăng không đáng kể.

Trên cơ sở kết quả đánh giá, nghiên cứu đề xuất ưu tiên áp dụng gaslift cho hầu hết các đối tượng vỉa do hiệu quả cao và phạm vi ứng dụng rộng. Bơm ép nước được khuyến nghị cho các vỉa Miocene, trong khi bơm ép khí phù hợp với các vỉa Oligocene. Khoan đan dày nên được xem xét đối với các vỉa móng nhằm nâng cao hệ số thu hồi. Đối với EOR, cần tiếp tục nghiên cứu chuyên sâu và triển khai thí điểm trước khi áp dụng trên diện rộng.

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá tổng thể hiệu quả các giải pháp IOR/EOR đã triển khai tại các mỏ trên thềm lục địa

Việt Nam. Kết quả cho thấy gaslift là giải pháp mang lại hiệu quả gia tăng thu hồi dầu cao nhất, tiếp theo là bơm ép nước, bơm ép khí và khoan đan dày. Các giải pháp can thiệp giếng khác chỉ mang lại hiệu quả cục bộ. Đối với EOR, việc áp dụng tại Việt Nam hiện mới dừng ở giai đoạn thí điểm và cần thêm các nghiên cứu chuyên sâu trước khi triển khai trên diện rộng.

Từ kết quả nghiên cứu, có thể rút ra một số khuyến nghị mang tính thực tiễn và định hướng chính sách như sau:

(i) Đối với các mỏ đang suy giảm sản lượng, cần ưu tiên các giải pháp IOR có hiệu quả cao, chi phí đầu tư hợp lý và rủi ro kỹ thuật thấp như gaslift và bơm ép nước, trước khi xem xét các giải pháp phức tạp hơn.

(ii) Việc lựa chọn giải pháp IOR/EOR cần gắn chặt với đặc điểm vỉa chứa và điều kiện vận hành cụ thể của từng mỏ; tránh áp dụng dàn trải hoặc sao chép máy móc giữa các mỏ có điều kiện địa chất khác nhau.

(iii) Đối với EOR, cần xây dựng lộ trình nghiên cứu – thử nghiệm – đánh giá hiệu quả kinh tế một cách bài bản, ưu tiên triển khai thí điểm tại các mỏ có điều kiện thuận lợi, đồng thời xem xét cơ chế khuyến khích về chính sách và đầu tư nhằm giảm thiểu rủi ro cho nhà thầu trong giai đoạn đầu áp dụng công nghệ [10], [11].

Các khuyến nghị này là cơ sở tham khảo cho công tác hoạch định chiến lược phát triển mỏ và lựa chọn giải pháp gia tăng thu hồi dầu tại các dự án dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam trong giai đoạn tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ahmed, T. (2010). Reservoir Engineering Handbook (4th ed.). Gulf Professional Publishing.
2. Verma, M. K. (2017). General introduction and recovery factors. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2017–5062.
3. Mansour, E. M., & Ragab, A. (2019). An overview of enhanced chemical oil recovery: recent advances and prospects. International Nano Letters, 9, 171–202.
4. Rehman, M. M. (2019). Conventional versus electrical enhanced oil recovery: a review. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology.
5. AAPG (2020). Enhanced Oil Recovery. AAPG Wiki.
6. Lake, L. W. (2014). Enhanced Oil Recovery. Society of Petroleum Engineers.
7. Green, D. W., & Willhite, G. P. (1998). Enhanced Oil Recovery. SPE Textbook Series.
8. Takacs, G. (2005). Gas Lift Manual. PennWell Books.
9. Sheng, J. (2013). Enhanced Oil Recovery Field Case Studies. Gulf Professional Publishing.
10. Alvarado, V., & Manrique, E. (2010). Enhanced oil recovery: An update review. Energies, 3(9), 1529–1575.
11. SPE (2018). EOR Survey. Society of Petroleum Engineers.
12. Abubaker H. Alagorni (2015). An Overview of Oil Production Stages: Enhanced Oil Recovery Techniques and Nitrogen Injection. International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 6, No. 9, September 2015.

Ngày nhận bài: 9/12/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 5/01/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 28/01/2026

Người phản biện: TS. Dương Thị Hằng - Trường Đại học Điện lực

Thông tin tác giả:

**ĐỖ DUY KHOẢN, TRẦN TẤN NGHĨA, TRẦN VĂN LÂM, HOÀNG NAM HẢI, NGUYỄN DUY HƯNG,
VÕ THỊ XUÂN MAI, NGUYỄN PHỤNG TRƯỜNG, KHƯƠNG THÀNH TÚ, TRẦN THỊ TRANG,
NGUYỄN BUI THUY THUY**

Tổng Công Ty Thăm Dò Khai Thác Dầu Khí (PVEP)

EVALUATION OF IOR/EOR SOLUTIONS IMPLEMENTED IN FIELDS ON THE VIETNAMESE CONTINENTAL SHELF AND PROPOSAL OF FEASIBLE SOLUTIONS

**DO DUY KHOAN*, TRAN TAN NGHIA, TRAN VAN LAM, HOANG NAM HAI, NGUYEN DUY HUNG,
VO THI XUAN MAI, NGUYEN PHUNG TRUONG, KHUONG THANH TU, TRAN THI TRANG,
NGUYEN BUI THUY THUY**

PetroVietnam Exploration Production Corporation (PVEP)

ABSTRACT

As many oil and gas fields on the Vietnamese continental shelf have entered or are approaching the production decline stage, sustaining production efficiency and maximizing the recovery of remaining reserves have become critical challenges. Conventional production methods increasingly exhibit inherent limitations, thereby necessitating the adoption of enhanced technical solutions to improve oil recovery.

This study systematically synthesizes, evaluates, and compares the performance of secondary recovery (IOR) and tertiary recovery (EOR) techniques that have been implemented in Vietnamese oil and gas fields, based on datasets updated to 2025. The results indicate that, with respect to incremental recoverable reserves, the effectiveness of IOR solutions decreases in the following order: gas lift, water injection, gas injection, infill drilling, electric submersible pump installation, and well intervention measures. Among these, gas lift demonstrates superior effectiveness and broad applicability across a wide range of reservoir conditions.

Regarding EOR, applications in Vietnam have thus far been limited to pilot-scale implementations. The outcomes of this study provide a scientific basis for the selection, screening, and prioritization of suitable IOR/EOR solutions under specific reservoir conditions, thereby contributing to improved field development efficiency and enhanced ultimate recovery.

Keyword: IOR, EOR, enhancement oil recovery, secondary recovery, tertiary recovery.

VỀ VIỆC ĐỀ XUẤT KHUNG TRIỂN KHAI ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG VẤN ĐỀ ĐÁNH GIÁ VÀ TỐI ƯU TÀI NGUYÊN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO: THỬ NGHIỆM VỚI TIỀM NĂNG GIÓ TRÊN KHU VỰC VEN BIỂN VỊNH BẮC BỘ

**TS. NGUYỄN THỊ THỰC ANH, PGS. TS. NGUYỄN XUÂN HOÀI, TS. NGUYỄN THỊ HIỀN,
TS. VŨ VĂN TRƯỜNG, TS. NGUYỄN HOÀNG, ThS. NGUYỄN XUÂN LỘC, KSC. NGUYỄN MINH TÙNG,
ThS. ĐẶNG ĐÌNH QUÂN, TS. MAI KHÁNH HƯNG, ThS. TRẦN QUANG NĂNG, TS. DƯ ĐỨC TIẾN**

TÓM TẮT:

Khai thác tài nguyên Trái đất phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, bảo vệ môi trường, giảm phát thải khí nhà kính là một trong những yêu cầu cấp thiết hiện nay. Trong các dạng tài nguyên truyền thống, con người đã tập trung vào khai thác tài nguyên đất, tài nguyên nước, riêng không khí, ngoài việc khai thác phục vụ truyền thông và cung cấp oxy cho sự sống trong hệ sinh thái, gần đây đã được quan tâm phát triển toàn diện hơn. Trong tầng đối lưu, phần không gian tiếp giáp với mặt đất đã trở thành tài nguyên rất giá trị góp phần phát triển năng lượng điện gió, năng lượng tái tạo, giảm tải cho các nguồn năng lượng hóa thạch như than và dầu khí đang dần cạn kiệt. Gió tạo nên các mỏ gió và trở thành dạng tài nguyên Trái đất cần được điều tra, đánh giá, khoanh định làm cơ sở xây dựng các quy hoạch phát triển điện ở mỗi quốc gia. Cũng như các mỏ khoáng sản khác, để đánh giá tiềm năng năng lượng gió cần xây dựng tổ hợp các phương pháp để thực hiện điều tra, đánh giá, tiến tới xác định trữ lượng gió có độ tin cậy cao, giúp các nhà đầu tư phân tích được tính khả thi phát triển dự án điện gió với quy mô lớn. Bài viết đề xuất cách tiếp cận tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) và mô hình vật lý nhằm nâng cao độ tin cậy của đánh giá tiềm năng gió, xây dựng bản đồ gió chi tiết phân giải cao và quy trình tối ưu hóa thiết kế trang trại điện gió. Một số kết quả thử nghiệm cụ thể tại khu vực ngoài khơi Vịnh Bắc Bộ được đưa ra để thấy tính khả thi của quy trình đề xuất dựa trên AI cho bài toán đánh giá tiềm năng gió.

Từ khóa: Biển Đông, tiềm năng gió; Vịnh Bắc Bộ; trí tuệ nhân tạo; tối ưu thiết lập trang trại gió; năng lượng tái tạo; dữ liệu tái phân tích; hạ quy mô động lực

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đánh giá tiềm năng năng lượng gió (TNNLG) ngoài khơi, khoanh định các diện tích để tiếp tục thăm dò, xác định trữ lượng gió và điều kiện khai thác có các bước công tác tương tự như điều tra, đánh giá trữ lượng một mỏ khoáng sản. Tìm được mỏ gió cũng khó khăn như tìm kiếm, thăm dò khoáng sản khác trên Trái đất. Việc khai thác hiệu quả TNNLG ngoài khơi phụ thuộc chặt chẽ vào độ chính xác của công tác đánh giá tài nguyên gió [1,2]. Trên thực tế, đánh giá TNNLG thường dựa trên hai nhóm dữ liệu chính: dữ liệu quan trắc và dữ liệu mô phỏng số về mặt khí tượng học. Các quan trắc chuyên biệt như cột đo gió, phao biển, thiết bị LIDAR hoặc SODAR cung cấp thông tin có độ chính xác cao theo phương thẳng đứng và thời gian, phản ánh trực tiếp đặc trưng gió tại vị trí đo [2]. Tuy nhiên, các hệ thống quan trắc này có chi phí đầu tư và vận hành lớn, phạm vi bao phủ không gian hạn chế

và thường chỉ đại diện cho một khu vực nhỏ, khó đáp ứng yêu cầu đánh giá tiềm năng gió trên quy mô vùng hoặc quốc gia. Do đó, trong nghiên cứu và ứng dụng thực tế, bộ dữ liệu mô phỏng số, đặc biệt là dữ liệu tái phân tích (Reanalysis) khí tượng, được sử dụng rộng rãi như một nguồn thông tin nền cho đánh giá TNNLG [3,4].

Các bộ dữ liệu tái phân tích hiện nay được đánh giá cao nhờ chất lượng dữ liệu đồng nhất, chuỗi thời gian dài cùng khả năng mô tả đầy đủ các đặc trưng hoàn lưu khí quyển và được sử dụng phổ biến trong nhiều nghiên cứu đánh giá TNNLG trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Hạn chế cơ bản của dữ liệu tái phân là độ phân giải không gian còn tương đối thô (~25-50 km), chưa đủ để phản ánh chi tiết các biến thiên gió quy mô nhỏ, đặc biệt tại khu vực ven biển, nơi chịu ảnh hưởng mạnh của tương tác đất - biển, địa hình bờ biển và các quá trình khí động phức tạp. Điều này dẫn đến nhu cầu cấp thiết phải

thực hiện hạ quy mô (downscaling) dữ liệu gió từ các bộ tái phân tích về độ phân giải cao hơn, điển hình ở mức 1–3 km, nhằm phục vụ đánh giá TNNLG và thiết kế các dự án điện gió ngoài khơi một cách tin cậy [2,3].

Quá trình hạ quy mô được thực hiện bằng hai hướng chính: hạ quy mô động lực thông qua mô hình khí tượng số phân giải cao (Numerical Weather Prediction, NWP) và hạ quy mô thống kê thông qua các phương pháp nội suy hoặc hiệu chỉnh thống kê [5]. Các mô hình động lực đòi hỏi chi phí tính toán lớn, thời gian triển khai dài. Phương pháp thống kê và nội suy truyền thống (IDW, Cressman, Barnes...) thường đơn giản, dễ triển khai nhưng khó nắm bắt được các mối quan hệ phi tuyến phức tạp giữa hoàn lưu quy mô lớn và trường gió địa phương, đặc biệt trong các điều kiện khí quyển biến động mạnh như vùng ven biển và ngoài khơi.

Trong những năm gần đây, sự phát triển nhanh chóng của trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence – AI), mở ra hướng tiếp cận mới cho bài toán hạ quy mô khí tượng và đánh giá TNNLG [6]. Các mô hình AI cho thấy khả năng học và khai thác hiệu quả các mối quan hệ phi tuyến, đa chiều giữa dữ liệu khí tượng quy mô lớn và các đặc trưng địa phương. Trong lĩnh vực TNNLG, các phương pháp downscaling dựa trên AI đã được chứng minh có tiềm năng cải thiện đáng kể độ chính xác của trường gió độ phân giải cao so với các phương pháp truyền thống, đồng thời giảm đáng kể chi phí tính toán so với các mô hình động lực phân giải cao. Bên cạnh bài toán đánh giá TNNLG, một vấn đề thực tiễn không kém phần quan trọng là tối ưu hóa khai thác nguồn tài nguyên này trong thiết kế và vận hành các trang trại điện gió ngoài khơi [7,8]. Trong đó, bài toán tối ưu hóa phân bố tuabin gió có xét đến nhiễu động wake – tức vùng dòng khí phía sau tuabin nơi tốc độ gió suy giảm và độ nhiễu loạn gia tăng – đóng vai trò then chốt trong việc tối đa hóa sản lượng điện và giảm tổn thất năng lượng toàn trang trại. Đặc biệt tại các vùng ven biển, nơi hướng gió chủ đạo có tính mùa vụ rõ rệt và không gian bố trí tuabin bị giới hạn bởi điều kiện địa lý, môi trường và quy hoạch, việc kết hợp trường gió độ phân giải cao với các mô hình wake-aware để tối ưu bố trí tuabin là yêu cầu mang tính thực tiễn cao.

Xuất phát từ các vấn đề nêu trên, nghiên cứu giới thiệu, đề xuất khung ứng dụng giữa AI và mô hình vật lý cho bài toán đánh giá và tối ưu tài nguyên TNNLG ven biển nói chung và thử nghiệm cho riêng khu vực Vịnh Bắc Bộ.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU DỰA TRÊN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

2.1. Dữ liệu gió trên lưới tính qui mô không gian lớn

Một trong những bộ dữ liệu tái phân tích tin cậy nhất hiện nay là dữ liệu ERA5 do Trung tâm Dự báo Thời tiết hạn vừa châu Âu (ECMWF) phát. ERA5 gồm thông tin khí tượng toàn cầu với độ phân giải không gian khoảng $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ (xấp xỉ 31 km) và độ phân giải thời gian theo giờ từ năm 1950 đến nay. Các trường khí tượng chính bao gồm gió ở nhiều mực độ cao (đặc biệt là gió 10 m

và các mực áp suất), nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, bức xạ và các tham số bề mặt, cho phép mô tả đầy đủ trạng thái khí quyển và tương tác khí quyển – bề mặt. Trong đánh giá TNNLG, ERA5 được sử dụng rộng rãi để phân tích đặc trưng khí hậu gió dài hạn như tốc độ gió trung bình, phân bố tần suất gió, mật độ năng lượng gió và tính mùa vụ của trường gió, đặc biệt hữu ích cho các khu vực ngoài khơi và vùng thiếu số liệu quan trắc. Tại Việt Nam, bộ dữ liệu ERA5 được ứng dụng rộng rãi trong xây dựng các bản đồ gió bao phủ toàn bộ lãnh thổ và khu vực Biển Đông, qua đó giúp đánh giá tiềm năng điện gió ngoài khơi, xác định các vùng có điều kiện gió thuận lợi, phục vụ quy hoạch không gian biển và phát triển năng lượng tái tạo. Đặc biệt, các trường gió trên lưới quy mô lớn còn được sử dụng làm điều kiện biên cho các mô hình NWP phân giải cao, góp phần nâng cao độ chi tiết và độ tin cậy của các sản phẩm bản đồ gió phục vụ nghiên cứu khoa học và ứng dụng thực tiễn tại Việt Nam.

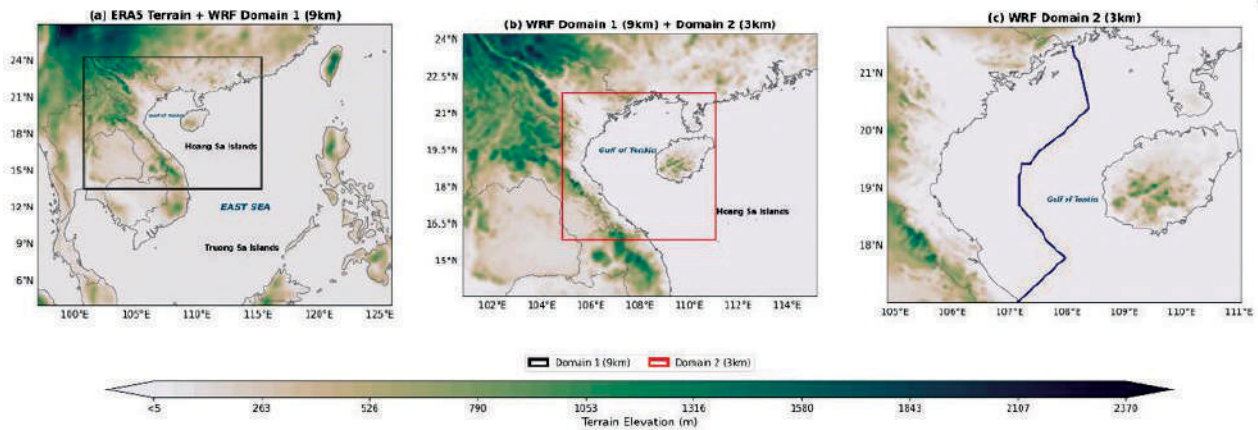
2.2. Dữ liệu gió trên lưới tính qui mô không gian chi tiết

Việc xây dựng dữ liệu gió trên lưới tính qui mô chi tiết được thực hiện thông qua kỹ thuật hạ quy mô động lực sử dụng NWP, cụ thể như mô hình WRF-ARW (Weather Research and Forecasting – Advanced Research WRF). Tại Việt Nam, mô hình WRF-ARW đã được chứng minh hiệu quả trong nhiều nghiên cứu khí hậu và dự báo thời tiết, đặc biệt đối với các bài toán liên quan đến trường gió và các hiện tượng quy mô vừa và nhỏ. Trong nghiên cứu này, phiên bản WRF-ARW 3.9.1.1 được sử dụng, với điều kiện ban đầu và điều kiện biên bên được cập nhật 6 giờ một lần từ bộ dữ liệu tái phân tích ERA5 và sử dụng thiết lập lưới lồng 2 mức để hạ từ quy mô không gian 31 km x 31 km xuống 9 km x 9 km và 3 km x 3 km (minh họa Hình 1) trong đó miền ngoài có độ phân giải ngang 9 km bao phủ khu vực rộng từ Bắc Trung Bộ đến toàn bộ Vịnh Bắc Bộ và phần lớn Biển Đông phía tây, còn miền lồng trong có độ phân giải cao 3 km, bao phủ toàn bộ khu vực Vịnh Bắc Bộ – khu vực trọng tâm của nghiên cứu, minh họa kết quả hạ quy mô trường gió đưa ra trong Hình 2.

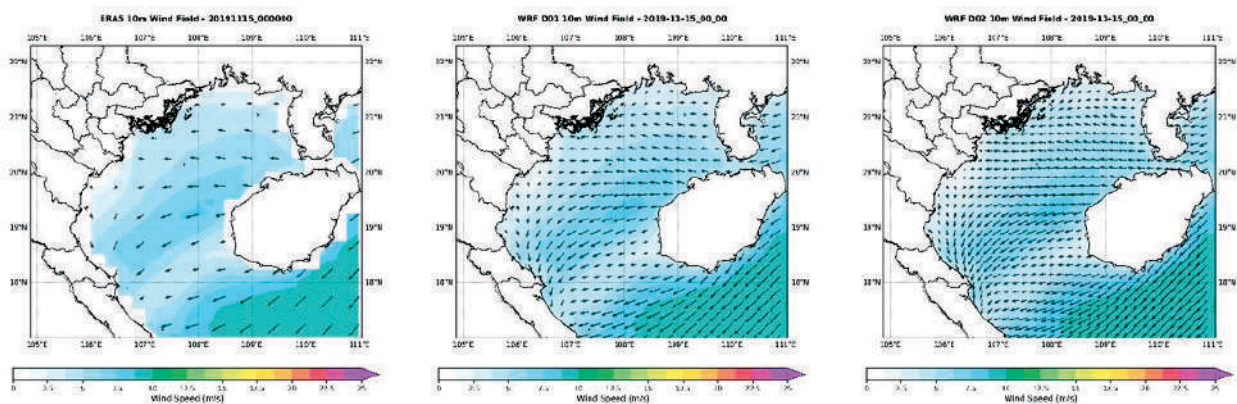
2.3. Phương pháp nghiên cứu dựa trên trí tuệ nhân tạo

2.3.1 Triển khai áp dụng mô hình học sâu cho bài toán hạ quy mô không gian

Hiện nay, AI đã mở ra hướng tiếp cận mới cho bài toán downscaling dữ liệu khí tượng, cho phép học trực tiếp mối quan hệ phi tuyến phức tạp giữa các trường khí quyển độ phân giải thô và trường độ phân giải cao, mà không cần mô tả tường minh toàn bộ các quá trình vật lý như trong các phương pháp truyền thống. Cách tiếp cận này đặc biệt phù hợp với bài toán hạ quy mô trường gió, vốn chịu ảnh hưởng mạnh của địa hình, đường bờ và các quá trình quy mô vừa – nhỏ, thường chưa được mô tả đầy đủ trong các bộ dữ liệu tái phân tích toàn cầu như ERA5. Nhiều nghiên cứu gần đây đã chứng minh hiệu quả của các kiến trúc hiện đại như CNN, ConvLSTM, Transformer và các mô hình khuếch tán (diffusion) trong việc nâng cao độ phân giải không gian cho dữ liệu khí



Hình 1. Minh họa số liệu địa hình từ dữ liệu ERA5 (trái) và làm đầu vào cho việc hạ quy mô bằng mô hình WRF-ARW (xuống chi tiết nhất là 3km x 3km).



Hình 2. Minh họa trường dữ liệu gió trên lưới được hạ quy mô từ mức 31km x 31km (ERA5, trái) xuống 9km x 9km (WRF-ARW, giữa) và 3km x 3km (WRF-ARW, phải) trên vịnh Bắc Bộ

tượng và gió [6]. Các mô hình này có khả năng tái tạo tốt cấu trúc không gian chi tiết, bảo toàn phân bố thống kê của tốc độ gió và cải thiện rõ rệt các chỉ số sai số so với các phương pháp nội suy hoặc hạ quy mô thống kê cổ điển. Đặc biệt, xu hướng kết hợp mô hình vật lý và AI ngày càng được quan tâm, trong đó các NWP được sử dụng làm dữ liệu tham chiếu để huấn luyện mô hình học sâu, giúp giảm chi phí tính toán nhưng vẫn duy trì tính nhất quán vật lý.

Trong nghiên cứu này, cách tiếp cận dùng NWP làm mục tiêu huấn luyện cho AI được áp dụng cho khu vực Vịnh Bắc Bộ, với mục tiêu hạ quy mô dữ liệu tái phân tích ERA5 xuống độ phân giải cao 3 km của mô hình WRF-ARW (đóng vai trò là “ground truth”). Cách tiếp cận này không chỉ khai thác được ưu điểm của ERA5 về tính liên tục dài hạn, mà còn kế thừa khả năng mô tả chi tiết cấu trúc gió quy mô nhỏ của WRF-ARW, từ đó tạo ra bộ dữ liệu gió độ phân giải cao, có ý nghĩa thực tiễn lớn trong đánh giá TNNLG và các ứng dụng khí tượng – môi trường cho khu vực Vịnh Bắc Bộ.

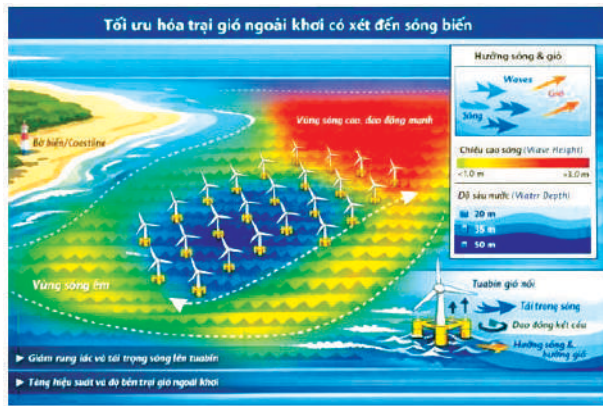
2.3.2. Triển khai áp dụng bài toán tối ưu hóa trại gió bằng AI

Tối ưu hóa trại gió là một bài toán then chốt trong phát triển điện gió, nhằm tối đa hóa sản lượng điện, giảm tổn thất do hiệu ứng wake và đồng thời hạn chế tải trọng cơ học tác động lên các tuabin. Trong những

năm gần đây, AI và kết hợp các mô hình vật lý – dữ liệu đã trở thành công cụ hiệu quả để giải quyết bài toán tối ưu phức tạp này, đặc biệt đối với các trại gió ngoài khơi có quy mô lớn. Một trong hệ thống cho phép kết nối với các mô hình AI để tối ưu hóa trại gió với chi phí tính toán thấp là FLORIS (Flow Redirection and Induction in Steady-state), một khung mô hình mã nguồn mở do Phòng thí nghiệm Năng lượng Tái tạo Quốc gia Hoa Kỳ (NREL) phát triển [8]. FLORIS mô phỏng tương tác khí động học giữa các tuabin thông qua các mô hình wake bán thực nghiệm, cho phép mô tả suy giảm tốc độ gió, độ mở rộng wake và sự lệch hướng dòng chảy phía sau tuabin. Trên cơ sở đó, FLORIS hỗ trợ triển khai các bài toán tối ưu hóa như bố trí tuabin, điều khiển hướng quay của tuabin để làm lệch wake, và tối ưu chiến lược vận hành theo điều kiện gió thay đổi. Nhờ kiến trúc linh hoạt, FLORIS dễ dàng tích hợp với các thuật toán tối ưu hóa và học máy, bao gồm tối ưu hóa gradient, thuật toán tiến hóa và các phương pháp học tăng cường (reinforcement learning), qua đó khai thác hiệu quả thông tin từ dữ liệu gió đầu vào có độ phân giải cao (Hình 3).

Vai trò của các mô hình học máy, học sâu đối với các mô hình tối ưu hóa trại gió:

Trong bài toán tối ưu hóa TNNLG ngoài khơi, các mô hình mô phỏng vật lý chi tiết đóng vai trò mô tả đúng quá trình động lực khí quyển và hiệu ứng wake giữa các



Hình 3. Sơ đồ minh họa mang tính khái niệm về tối ưu hóa phân bố tuabin gió ngoài khơi có xét đến ảnh hưởng sóng biển (wave-aware) và điều kiện ven biển.

tuabin. Tuy nhiên, việc áp dụng trực tiếp các mô hình này cho bài toán quét không gian lớn, nhiều kịch bản gió và chuỗi thời gian dài là không khả thi do chi phí tính toán rất cao. Trong bối cảnh đó, các mô hình học máy và học sâu đóng vai trò như mô hình mô phỏng thay thế (surrogate models), giúp duy trì độ tin cậy vật lý trong khi giảm đáng kể thời gian và tài nguyên tính toán [9]. Cách tiếp cận phổ biến là sử dụng mô phỏng vật lý để tạo ra tập dữ liệu chuẩn, sau đó huấn luyện các mô hình học máy (Machine Learning, ML) nhằm học xấp xỉ mối quan hệ phi tuyến giữa điều kiện gió, cấu hình bố trí tuabin và các đại lượng đầu ra như công suất phát điện hay tổn thất wake. Các ML như Random Forest, LightGBM, Xgboost hay CatBoost tỏ ra đặc biệt phù hợp cho vai trò này nhờ khả năng mô hình hóa quan hệ phi tuyến phức tạp, độ ổn định cao và hiệu quả tính toán, ngay cả với tập dữ liệu có kích thước vừa phải.

Thiết lập và tối ưu hóa layout trang trại điện gió trong mô phỏng FLORIS

Bên cạnh trường gió đầu vào, cấu hình layout tuabin là một yếu tố quyết định đến kết quả mô phỏng công suất và tổn thất wake trong FLORIS, đồng thời ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình huấn luyện và ứng dụng các mô hình surrogate. Nhìn chung các nghiên cứu và triển khai thực tế, layout trang trại điện gió được thiết lập theo hai hướng bổ sung: các layout điển hình cố định và chiến lược tối ưu hóa dựa trên layout khởi tạo.

Ở giai đoạn tạo dữ liệu huấn luyện, một tập hợp các

layout tham chiếu được xây dựng nhằm bao phủ phổ biến các phương án bố trí ngoài khơi, bao gồm layout dạng hàng thẳng (aligned), dạng so le (staggered) và các cấu hình biến thiên theo hướng gió thịnh hành. Khoảng cách giữa các tuabin được lựa chọn trong dải thực tế (thường từ 6D đến 10D, với D là đường kính rotor), đảm bảo tính khả thi kỹ thuật và phù hợp với các quy chuẩn thiết kế trang trại điện gió ngoài khơi [10]. Trong giai đoạn ứng dụng trên dữ liệu gió thực tế, ví dụ từ ERA5, nghiên cứu không tìm cách tối ưu layout tại từng điểm gió một cách tường minh, mà sử dụng một layout đại diện hoặc một số layout đề xuất ban đầu để đánh giá tiềm năng điện gió mang tính so sánh.

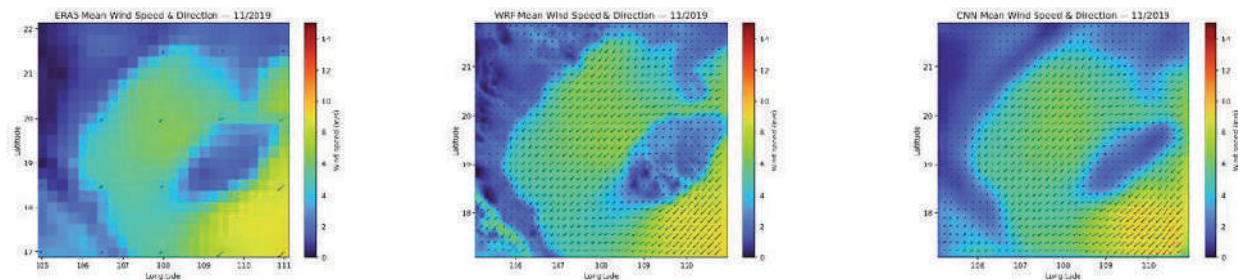
Đối với các khu vực có tiềm năng cao được xác định từ bản đồ công suất, mô hình surrogate cho phép thực hiện tối ưu hóa nhanh layout bằng cách quét nhiều phương án bố trí xung quanh layout khởi tạo, dưới các hướng gió đặc trưng. Các layout tối ưu thu được sau đó có thể được kiểm chứng lại bằng FLORIS để đảm bảo tính nhất quán vật lý. Cách làm này giúp tách biệt rõ ràng giữa bài toán đánh giá tiềm năng khu vực và bài toán thiết kế chi tiết trang trại, đồng thời tận dụng hiệu quả ưu thế tính toán của các mô hình surrogate trong toàn bộ workflow.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN THỬ NGHIỆM TRIỂN KHAI CHO KHU VỰC VỊNH BẮC BỘ

3.1. Phương pháp hạ quy mô dựa trên AI

Trước hết, minh họa cụ thể kết quả về tiếp cận học sâu để tái thiết lập dữ liệu gió chi tiết phân giải cao trên khu vực Vịnh Bắc Bộ được đưa ra trong Hình 4 trong đó tập dữ liệu WRF-ARW độ phân giải 3km được sử dụng để huấn luyện bằng mô hình CNN sử dụng hàm kích hoạt ReLU và bộ tối ưu AdamW với tốc độ học ban đầu 1×10^{-4} (chi tiết thông tin về mô hình triển khai đưa ra trong Bảng 1) từ dữ liệu tái phân tích ERA5. Để đánh giá kết quả, các chỉ số định lượng như RMSE (Root Mean Square Error), MAE (Mean Absolute Error), CC (Correlation Coefficient), R2 (Coefficient of Determination), PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) và SSIM (Structural Similarity Index) sử dụng để đánh giá mức độ bảo toàn cấu trúc không gian, độ tương phản và hình thái của trường gió sau hạ quy mô, qua đó phản ánh chất lượng dữ liệu không chỉ ở giá trị mà còn ở hình dạng và tính liên tục không gian.

Dữ liệu trong nghiên cứu sử dụng 5 năm dữ liệu (chi tiết từng 6 tiếng) mô phỏng tái phân tích phân giải



Hình 4. Trường tốc độ (speed) và hướng (direction) gió trung bình tháng 11 năm 2019 từ dữ liệu trên lưới tái phân tích ERA5 (trái), hạ quy mô động lực bằng mô hình phân giải cao WRF-ARW (giữa) và ứng dụng mô hình tích chập CNN

Bảng 1. Cấu trúc chi tiết và các tham số huấn luyện của mạng CNN

Cấu trúc chi tiết				Tham số huấn luyện	
Giai đoạn	Layer	Số kênh đầu ra	Kernel	Tham số	Giá trị
Encoder	Conv1	32	3×3	Kích thước đầu vào	(2, 21, 25)
	Conv2	64	3×3	Kích thước đầu ra	(2, 176, 216)
	Conv3	128	3×3	Kích thước kernel	3 × 3
	Conv4	256	3×3	Hàm mất mát	Composite Loss
Upsampling	ps_conv	256 × scale ²	3×3	Bộ điều chỉnh	Cosine Scheduler
	PixelShuffle	scale = 8	–	Batch size huấn luyện và đánh giá	32
Decoder	Conv5 (deconv1)	128	3×3	Số bước tích lũy gradient	4
	Conv6 (deconv2)	64	3×3	Batch size hiệu dụng	128
	Conv7 (deconv3)	32	3×3	Epoch huấn luyện	50
Output	conv_out	2	3×3	Weight decay	0.01

Bảng 2. Các chỉ số đánh giá định lượng so sánh giữa các phương pháp xây dựng bản đồ gió chi tiết

Phương pháp	Biến mô phỏng	RMSE	MAE	CC	R ²	PSNR	SSIM
Điểm gần nhất	U10m	1.3340 ± 0.4036	0.9855 ± 0.2940	0.8244 ± 0.0828	0.6311 ± 0.1825	11.6614 ± 4.0474	0.4347 ± 0.0906
	V10m	1.3276 ± 0.4019	0.9958 ± 0.3007	0.8443 ± 0.0888	0.6724 ± 0.1864	13.3779 ± 4.6744	0.4486 ± 0.1028
Hàm bậc 2	U10m	1.2965 ± 0.4036	0.9618 ± 0.2943	0.8344 ± 0.0823	0.6490 ± 0.1827	11.9576 ± 3.9933	0.5049 ± 0.1101
	V10m	1.2887 ± 0.4020	0.9707 ± 0.3006	0.8530 ± 0.0883	0.6882 ± 0.1868	13.6769 ± 4.6754	0.5234 ± 0.1236
Song tuyến tính	U10m	1.2836 ± 0.4009	0.9544 ± 0.2937	0.8358 ± 0.0819	0.6562 ± 0.1787	12.0152 ± 4.0249	0.5099 ± 0.1111
	V10m	1.2780 ± 0.4008	0.9644 ± 0.3014	0.8548 ± 0.0876	0.6942 ± 0.1817	13.7295 ± 4.6829	0.5286 ± 0.1243
CNN	U10m	1.1501 ± 0.3927	0.8655 ± 0.2895	0.8676 ± 0.0771	0.7208 ± 0.1581	13.0081 ± 3.9181	0.5842 ± 0.1176
	V10m	1.2056 ± 0.3927	0.9186 ± 0.2968	0.8732 ± 0.0862	0.7254 ± 0.1695	14.2107 ± 4.6544	0.6089 ± 0.1276

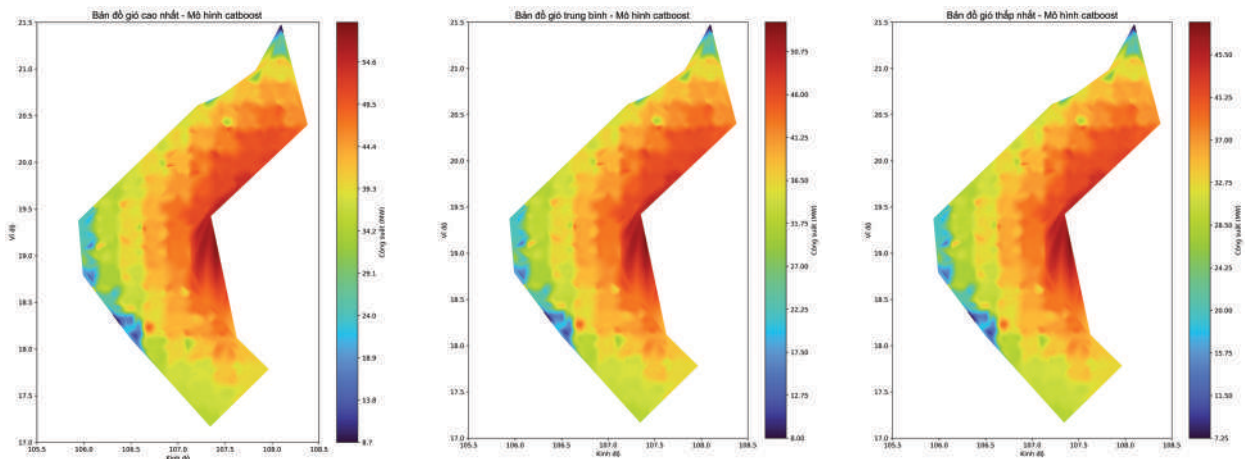
cao bằng WRF-ARW các thành phần gió kinh hướng (U10m) và vĩ hướng (V10m) từ 2019-2024 trong đó tập huấn luyện gồm 4 năm (2020–2023), tập xác thực 1 năm (2024) để theo dõi hiệu năng và tránh overfitting trong quá trình huấn luyện, và tập kiểm tra 1 năm (2019) để đánh giá và báo cáo hiệu năng mô hình. Các kết quả đưa ra trong Bảng 2 về các chỉ số đánh giá cho từng biến mô phỏng U10m và V10m ở độ phân giải cao của phương pháp nội suy song tuyến tính (bi-linear), nội suy hàm bậc hai (bi-cubic), nội suy sử dụng điểm gần nhất (nearest) và CNN. Các kết quả đánh giá trong tập kiểm tra (năm 2019, mẫu cách nhau 6 giờ) cho thấy CNN luôn đạt giá trị RMSE và MAE thấp nhất cho cả U10M và V10M, chứng tỏ khả năng giảm sai số tổng thể tốt hơn rõ rệt so với các phương pháp nội suy truyền thống. Xem xét về tính tương quan, (CC, R²) tái hiện đúng xu thế và biến thiên của trường gió. CNN đạt CC cao nhất (≈ 0.87 cho cả U10M và V10M) và R² lớn hơn 0.72, cho thấy mô hình không chỉ giảm sai số tuyệt đối mà còn bảo toàn tốt cấu trúc động lực và mối quan hệ tuyến tính tổng thể giữa các trường gió. Ngược lại, các phương pháp Bilinear, Bicubic và Nearest có CC và R² thấp hơn, phản ánh hạn chế trong việc duy trì tính nhất quán không gian–thời gian của trường gió. Xem xét chi tiết hơn qua PSNR và SSIM, đây là các chỉ số quan trọng để đánh giá chất lượng cấu trúc không gian, CNN cho giá trị PSNR và SSIM vượt trội, đặc biệt là SSIM cao hơn đáng kể so với các phương pháp nội suy tuyến tính, chứng tỏ khả năng tái tạo cấu trúc không

gian mượt và thực tế hơn, rất quan trọng trong các khu vực có địa hình và hoàn lưu phức tạp.

Ý nghĩa của downscaling dựa trên CNN không chỉ nằm ở việc cải thiện các chỉ số sai số, mà quan trọng hơn là khả năng bảo toàn và tái tạo cấu trúc chi tiết của trường gió khi hạ quy mô từ 31 km xuống độ phân giải 3km. Thay vì phải thực hiện đầy đủ chuỗi mô phỏng động lực bằng mô hình WRF-ARW cho toàn bộ giai đoạn dài hạn, CNN học được mối quan hệ giữa trường gió quy mô lớn và trường gió chi tiết đã được WRF mô phỏng, từ đó dựng lại các đặc trưng không gian quan trọng như gradient gió, vùng hội tụ–phân kỳ và ảnh hưởng địa hình, vốn có vai trò then chốt trong các bài toán khí tượng và năng lượng gió và giúp giảm đáng kể thời gian và tài nguyên tính toán lớn.

3.2. Tối ưu hóa phân bố vị trí đặt cột khai thác cho trang trại gió

Với mục tiêu giới thiệu/đề xuất một khung triển khai ứng dụng thực tế AI cho bài toán tối ưu trang trại gió, trong nghiên cứu sử dụng dữ liệu gió tái phân tích ERA5 làm nguồn thông tin khí hậu dài hạn nhằm mở rộng khung mô hình surrogate từ quy mô layout riêng lẻ sang đánh giá tiềm năng điện gió ngoài khơi trên toàn khu vực Vịnh Bắc Bộ. Trường gió ERA5 được trích xuất ở độ cao tham chiếu 150 m với độ phân giải thời gian theo giờ và bao phủ giai đoạn 30 năm. Tại mỗi điểm lưới, chuỗi thời gian vận tốc và hướng gió được xử lý độc lập, không áp dụng làm mượt không gian, nhằm bảo toàn các đặc

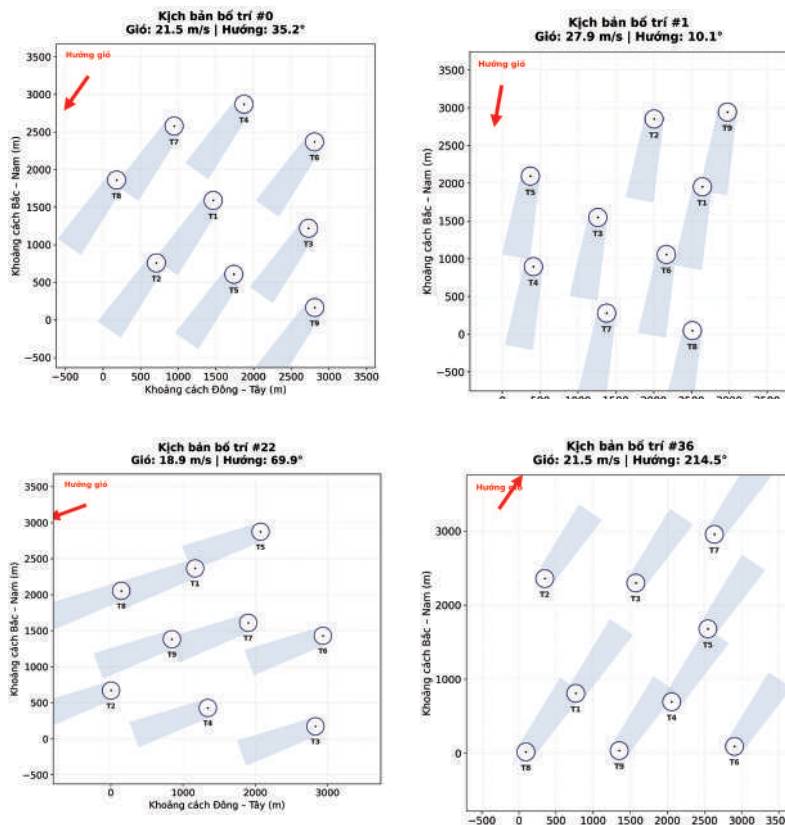


Hình 5. Minh họa các kịch bản mô phỏng phân bố theo không gian công suất (MW) có tính đến hiệu ứng wave-aware với Tuabin ở ngoài khơi: cực đại (trái), trung bình (giữa) và cực tiểu (phải) tiềm năng năng lượng gió trên Vịnh Bắc Bộ

trung biến thiên cục bộ có ý nghĩa đối với phát triển điện gió ngoài khơi.

Trước khi đưa vào mô hình surrogate, hướng gió được biến đổi sang dạng sin-cos để đảm bảo tính liên tục toán học, đồng thời các chuỗi gió được phân loại theo các bin vận tốc và sector hướng gió thống nhất với cấu hình đã sử dụng trong quá trình huấn luyện mô hình. Mô hình ML, thử nghiệm cho CatBoost, được áp dụng trực tiếp ở chế độ dự báo, không cần hiệu chỉnh lại, để ước tính công suất trang trại và tổn thất wake tương ứng

cho từng trạng thái gió. Các hiệu ứng wake được phản ánh một cách gián tiếp thông qua mô hình học máy, thay vì mô phỏng dòng chảy tường minh cho từng điểm và từng thời điểm. Hình 5 minh họa kết quả các kịch bản về mô phỏng TNNLG khi sử dụng trường gió theo giờ trong 30 năm của ERA5 và ML Catboost trên Vịnh Bắc Bộ. Dựa trên sự phân bố cũng như những biến động sẽ cho phép đưa ra những khu vực cần khảo sát chi tiết hơn trước khi triển khai các nhà máy khai thác năng lượng gió ngoài khơi.



Hình 6. Minh họa các layout mực 150m với các hướng gió điển hình trên khu vực Vịnh Bắc Bộ

Trên cơ sở kết quả này, hoàn toàn có đủ cơ sở để thực hiện các bước tối ưu cho các layout trên khu vực dự kiến triển khai các dự án trang trại gió với các thông số cụ thể như khu vực, miền khai thác, thông tin hướng gió chủ đạo (tốc độ, hướng), số lượng Tuabin sẽ triển khai. Minh họa cụ thể đưa ra trong Hình 6 liên quan đến các hướng gió điển hình trên vùng Vịnh Bắc Bộ khi thiết lập cho khu vực trang trại gió với diện tích khoảng 4km x 4km cho 9 tuabin loại 15MW. Có thể thấy việc mô phỏng linh hoạt các kịch bản khác nhau dựa trên mô hình FLORIS cho phép đánh giá rất thực tế với chế độ gió điển hình tại Vịnh Bắc Bộ, ví dụ như các hướng gió với tiềm năng khai thác lớn vào các tháng mùa đông (Hình 6a, 6b) hay việc khảo sát những thay đổi về năng lượng khai thác, vị trí đặt tối ưu khi gặp phải chế độ chuyển mùa của chế độ gió trên Vịnh Bắc Bộ (Hình 6c,d)

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT KHUNG TRIỂN KHAI

Nghiên cứu đã đề xuất, xây dựng khung triển khai tiếp cận tích hợp giữa AI và mô hình vật lý để nâng cao độ tin

cây trong đánh giá tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi, đồng thời hỗ trợ tối ưu hóa thiết kế và vận hành các trang trại điện gió. Thông qua trường hợp nghiên cứu tại khu vực Vịnh Bắc Bộ, kết quả cho thấy việc ứng dụng các kỹ thuật học sâu mang lại nhiều cải thiện đáng kể so với các phương pháp truyền thống, bao gồm việc triển khai i) các mạng học sâu để thực hiện bài toán hạ quy mô trường gió từ dữ liệu tái phân tích quy mô lớn xuống độ phân giải không gian chi tiết hơn mà vẫn cho phép tái tạo tốt hơn cấu trúc không gian và cường độ gió và ii) giới thiệu quy trình triển khai tối ưu hóa bố trí trang trại gió. Một Quy trình đầy đủ (Workflow) cho việc tối ưu hóa trang trại gió bằng mô phỏng kết hợp AI sẽ bao gồm 4 bước triển khai như sau:

Bước 1: Thiết lập trường dữ liệu gió chi tiết: Quy trình thực hiện sẽ cơ bản bắt đầu từ trường gió mô phỏng dài hạn (long-term) trên khu vực cụ thể, ví dụ ở đây là Vịnh Bắc Bộ, được xây dựng từ dữ liệu tái phân tích hoặc NWP.

Bước 2: Thiết lập mô hình tính toán tối ưu theo các đặc trưng của Tuabin: từ tập trường gió đầu vào, một tập con các kịch bản gió đại diện (theo các bin vận tốc – hướng gió), ví dụ mô phỏng bằng FLORIS. Trong bước này, một số thiết lập chính như: i) Tuabin tham chiếu, ví dụ như cho khu vực trên bờ (onshore) từ 2-5MW và khu vực gần bờ/ngoài khơi (Nearshore/Offshore) từ 5-15 MW, ii) Các layout trang trại điển hình (grid, staggered, aligned) được thiết lập trong phạm vi khu vực Vịnh Bắc Bộ và iii) FLORIS mô phỏng hiệu ứng wake và tính toán: Công suất thuần của trang trại (MW) và Tổn thất công

suất do wake (%). Các kết quả này được xem là ground truth vật lý, phản ánh chính xác ảnh hưởng của tương tác wake trong điều kiện gió ngoài khơi.

Bước 3: Xây dựng mô hình surrogate dựa trên AI: từ tập dữ liệu đầu ra của FLORIS, ML được huấn luyện để đóng vai trò surrogate model. Đầu vào của ML gồm: vận tốc gió và hướng gió và thông tin layout (khoảng cách, hướng sắp xếp tuabin). Đầu ra là công suất trang trại và tổn thất wake tương ứng. Sau khi huấn luyện, ML sẽ được áp dụng cho toàn bộ các điểm gió vùng cần khảo sát, sử dụng chuỗi gió dài hạn để tính công suất trung bình tại mỗi điểm. Các giá trị rời rạc này được nội suy không gian để xây dựng bản đồ tiềm năng điện gió wake-aware cho toàn khu vực cho trước.

Bước 4: Tối ưu hóa layout và đánh giá kết quả: Trên cơ sở bản đồ tiềm năng, một số vùng có công suất cao được lựa chọn để triển khai bài toán tối ưu hóa layout trang trại điện gió. ML tiếp tục được sử dụng để: i) đánh giá phương án bố trí tuabin và ii) xác định layout tối ưu ứng với các hướng gió thịnh hành. Các layout tối ưu được kiểm chứng lại bằng FLORIS nhằm đảm bảo tính nhất quán vật lý.

Kết quả nghiên cứu cho thấy lợi thế lớn của cách tiếp cận tích hợp AI – mô hình vật lý trong bài toán năng lượng gió, từ đánh giá tài nguyên đến tối ưu thực tế hóa thiết kế trang trại. Cách tiếp cận này không chỉ có ý nghĩa khoa học mà còn cung cấp cơ sở thực tiễn và đáng tin cậy cho công tác quy hoạch, đầu tư và phát triển bền vững các dự án điện gió ven biển Vịnh Bắc Bộ trong tương lai ❖

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự hỗ trợ của Đề tài: Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật học máy đánh giá tiềm năng nguồn năng lượng gió ngoài khơi, áp dụng thử nghiệm cho khu vực Vịnh Bắc Bộ, mã số TNMT.ĐL.2025.10.01, Bộ Nông nghiệp và Môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quyết định số 768/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ban hành ngày 15/4/2025 về “Phê duyệt Điều chỉnh Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 – 2030, tầm nhìn đến năm 2050” (PDP8 điều chỉnh)
2. Báo cáo “Đánh giá tiềm năng kỹ thuật năng lượng gió ngoài khơi Việt Nam” (2025): Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia, số xuất bản (ISBN) 978-604-42-4137-1, NXB Đồng Nai
3. Mai, V. K., Nguyen, B. T., Tran, V. L., Vu, V. T., Du, D. T., Pham, T. H. T., & Hole, L. R. (2025): Evaluation of wind energy potential over offshore areas in Vietnam. Vietnam Journal of Marine Science and Technology, 25(3), 269–284. <https://doi.org/10.15625/1859-3097/23555>
4. Trần Quang Năng và Trần Thị Thanh Hải (2025): Đánh giá tiềm năng tài nguyên năng lượng gió mức 100 m trên lãnh thổ Việt Nam. Tạp chí Khoa học Biển đổi khí hậu. 12-23. 10.55659/2525-2496/33.110635
5. Dư Đức Tiến, Hoàng Đức Cường, Mai Khánh Hưng, Hoàng Phúc Lâm (2019): Vai trò của sai số mô hình trong bài toán đồng hóa số liệu dựa trên phương pháp biến phân: thử nghiệm với mô hình phân giải cao WRF-ARW và dự báo mưa lớn trong trên khu vực Bắc Bộ. Vietnam Journal of Hydrometeorology. 2019. 42-49. 10.36335/VNJHM.2019(699).42-49
6. Huang, X. (2020): Deep-learning based climate downscaling using the super-resolution method: a case study over the western us. Geoscientific Model Development Discussions 2020, 1–18 (2020) <https://doi.org/10.5194/gmd-2020-214>
7. Lucas Frutoso, T.R.; Castro, R.; Pereira, R.B.S.; Moutinho, A. (2025): Advancements in Wind Farm Control: Modelling and Multi-Objective Optimization Through Yaw-Based Wake Steering. Energies 2025, 18, 2247. <https://doi.org/10.3390/en18092247>
8. Fleming, P. A., A. Ning, P. M. Gebrard and K. Dykes (2016): Wind plant system engineering through optimization of layout and yaw control. Wind Energy 19(2), 329-344
9. Razavi, S., B. A. Tolson, and D. H. Burn (2012): Review of surrogate modeling in water resources, Water Resour. Res., 48, W07401, doi:10.1029/2011WR011527
10. Báo cáo về năng lượng trên thế giới của Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) năm 2025: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2025>

Ngày nhận bài: 9/12/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 5/01/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 28/01/2026

Người phản biện: TS. Dương Thị Hằng - Trường Đại học Điện Lực

Thông tin tác giả:

**TS. NGUYỄN THỊ THỤC ANH¹, PGS. TS. NGUYỄN XUÂN HOÀI², TS. NGUYỄN THỊ HIẾN³,
TS. VŨ VĂN TRƯỜNG³, TS. NGUYỄN HOÀNG⁴, ThS. NGUYỄN XUÂN LỘC⁵, KSC. NGUYỄN MINH TÙNG⁵,
ThS. ĐẶNG ĐÌNH QUÂN⁶, TS. MAI KHÁNH HƯNG⁶, ThS. TRẦN QUANG NĂNG⁶, TS. DƯ ĐỨC TIẾN⁶**

¹Viện Địa hóa, Môi trường và Phát triển Bền vững

²Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Công nghệ TP. Hồ Chí Minh

³Trường Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn

⁴Trường Đại học Mỏ – Địa chất

⁵Tổng công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí

⁶Cục Khí tượng Thủy văn

AN IMPLEMENTATION FRAMEWORK USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ASSESSMENT AND OPTIMIZATION OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES: A CASE STUDY FOR OFF-SHORE AREAS OF THE GULF OF TONKIN

**NGUYEN THI THUC ANH¹, NGUYEN XUAN HOAI², NGUYEN THI HIEN³, VU VAN TRUONG¹,
NGUYEN HOANG⁴, NGUYEN XUAN LOC⁵, NGUYEN MINH TUNG⁵, DANG DINH QUAN⁶,
MAI KHANH HUNG⁶, TRAN QUANG NANG, DU DUC TIEN⁶**

¹Institute of Geochemistry, Environment and Sustainable Development

²Faculty of Information Technology, Ho Chi Minh City University of Technology

³Le Quy Don Technical University

⁴Hanoi University of Mining and Geology

⁵Petrovietnam Exploration Production Corporation

⁶Vietnam Meteorological and Hydrological Administration

ABSTRACT

The exploitation of Earth's resources to support socio-economic development, environmental protection, and greenhouse gas emission reduction has become an urgent requirement in the present context. Among traditional resources, humans have long focused on land and water resources; meanwhile, the atmosphere—beyond its roles in communication and providing oxygen for ecosystem life—has only recently attracted more comprehensive attention as a valuable resource. Within the troposphere, the atmospheric layer adjacent to the Earth's surface has emerged as a highly valuable resource for the development of wind power and renewable energy, helping to reduce dependence on fossil energy sources such as coal and oil, which are gradually being depleted. Wind forms wind fields that can be regarded as exploitable "wind reservoirs," representing a type of Earth resource that requires systematic investigation, assessment, and zoning as a scientific basis for national power development planning. Similar to other mineral resources, the assessment of wind energy potential requires the integration of multiple methodological approaches to investigate, evaluate, and ultimately determine wind resource reserves with a high level of reliability. Such assessments are essential to support investors in analyzing the feasibility of large-scale wind power projects. This study proposes an integrated approach that combines artificial intelligence (AI) techniques with physical models to enhance the reliability of wind resource assessment, develop high-resolution detailed wind maps, and establish an optimization framework for wind farm design. Several experimental results from offshore areas in the Gulf of Tonkin are presented to demonstrate the feasibility of the proposed AI-based framework for wind energy potential assessment.

Keywords: *Bien Dong, wind energy potential, Gulf of Tonkin, artificial intelligence, wind farm layout optimization, renewable energy; reanalysis data; dynamic downscaling*

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ MẶN NƯỚC TƯỚI ĐẾN SINH TRƯỞNG CỦA CÂY DỪA TA GIAI ĐOẠN VƯỜN ƯƠM

THÁI NGUYỄN QUỲNH THƯ, NGUYỄN ĐOÀN HỮU TRÍ, PHẠM PHÚ THỊNH, LƯU QUỐC THẮNG,
NGUYỄN THỊ MAI PHƯƠNG, NGUYỄN THỊ KIM CHI

TÓM TẮT:

Xâm nhập mặn ngày càng gia tăng do tác động của biến đổi khí hậu đang gây nhiều khó khăn cho sản xuất nông nghiệp tại các vùng ven biển, đặc biệt là ở Đồng bằng sông Cửu Long. Cây dừa (*Cocos nucifera* L.) là cây trồng quan trọng của khu vực này, tuy nhiên khả năng chịu mặn của cây dừa ở giai đoạn vườn ươm vẫn chưa được đánh giá đầy đủ. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của các mức độ mặn khác nhau của nước tưới đến sinh trưởng của cây dừa Ta trong giai đoạn vườn ươm.

Thí nghiệm được bố trí với năm mức độ mặn của nước tưới (0,89; 6,25; 12,00; 18,25 và 24,50 dS/m) và theo dõi trong 12 tháng. Trong phạm vi nghiên cứu, khi độ mặn tăng, tốc độ tăng trưởng chu vi gốc, chiều cao cây và khả năng hình thành lá mới tỷ lệ nghịch với độ mặn. Diện tích lá và sinh khối cũng giảm rõ rệt ở các mức độ mặn cao. Tỷ lệ cây chết tăng khi độ mặn tăng, tỷ lệ cây chết đạt 44,4% ở mức 24,50 dS/m sau 12 tháng. Cây dừa ở giai đoạn vườn ươm có thể chịu được mức mặn trung bình, nhưng sinh trưởng bị ức chế mạnh và tỷ lệ chết tăng cao khi độ mặn $\geq 18,25$ dS/m. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc quản lý nguồn nước tưới và sản xuất giống dừa tại các vùng chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn.

Từ khóa: cây dừa; stress mặn; sinh trưởng cây con; diện tích lá; ngưỡng chịu mặn.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây dừa (*Cocos nucifera* L.) là cây công nghiệp lâu năm quan trọng tại các vùng nhiệt đới [4], đặc biệt ở khu vực ven biển và Đồng bằng sông Cửu Long của Việt Nam [9]. Ngoài giá trị kinh tế từ các sản phẩm như nước dừa, cơm dừa và dầu dừa, cây dừa còn đóng vai trò quan trọng trong sinh kế của người dân và hệ sinh thái nông nghiệp ven biển. Tuy nhiên, biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn ngày càng gia tăng đã và đang trở thành thách thức lớn đối với sản xuất nông nghiệp nói chung và cây dừa nói riêng [2].

Stress mặn là một trong những yếu tố môi trường ảnh hưởng mạnh đến sinh trưởng của cây trồng. Độ mặn cao có thể gây áp lực thẩm thấu và độc tính ion, làm giảm khả năng hấp thu nước, ức chế quá trình quang hợp và hạn chế sự phân chia tế bào [3]. Nhiều nghiên cứu cho thấy stress mặn có thể làm giảm diện tích lá, sinh khối và tốc độ sinh trưởng của cây dừa con [1], [7].

Giai đoạn vườn ươm là giai đoạn quan trọng trong sản xuất giống dừa, khi cây con khá nhạy cảm với các điều kiện bất lợi của môi trường. Tuy nhiên, các nghiên cứu định lượng về ảnh hưởng của độ mặn nước tưới đến sinh trưởng của cây dừa trong giai đoạn này vẫn còn hạn chế. Do đó, nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của các mức độ mặn khác nhau của nước tưới

đến sinh trưởng của cây dừa Ta trong giai đoạn vườn ươm, góp phần xác định ngưỡng mặn thích hợp cho sản xuất giống dừa ở các vùng chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu thí nghiệm là giống dừa Ta ở giai đoạn cây con trong vườn ươm. Các cây dừa được sử dụng đã nảy mầm và có 2 lá, chiều cao trung bình 51 cm, chu vi gốc trung bình 6,9 cm.

Đất sử dụng trong thí nghiệm được thu thập từ vùng trồng dừa tại huyện Bình Đại, tỉnh Bến Tre (nay là tỉnh Vĩnh Long), có độ dẫn điện (EC) 0,29 dS/m. Sau khi thu thập, đất được phơi khô trong nhà có mái che để tránh ảnh hưởng trực tiếp của mưa và nắng. Khi đất đạt độ ẩm khoảng 5%, tiến hành sàng qua lưới thép có kích thước 5mm x 5mm nhằm loại bỏ tạp chất và tạo độ đồng đều cho giá thể.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm đánh giá khả năng chịu mặn của giống dừa Ta ở giai đoạn vườn ươm được tiến hành trong chậu nhựa với các mức độ mặn khác nhau. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên (Randomized Complete Block Design – RCBD) gồm 5

công thức thí nghiệm, mỗi công thức 3 lần lặp lại, mỗi ô thí nghiệm gồm 6 cây.

Tổng số cây thí nghiệm là: 5 công thức x 6 cây/ô x 3 lần lặp lại = 90 cây.

Mỗi chậu trồng 1 cây dừa Ta đã nảy mầm 5 tháng tuổi. Chậu nhựa có kích thước 35 cm x 30 cm, mỗi chậu chứa 10 kg đất.

Các công thức thí nghiệm được thiết lập với các mức độ mặn khác nhau như sau:

CT1: EC = 0,89 dS/m (nước sinh hoạt, đối chứng)

CT2: EC = 6,25 dS/m

CT3: EC = 12,00 dS/m

CT4: EC = 18,25 dS/m

CT5: EC = 24,50 dS/m

Trong mỗi chậu, 6 kg đất được cho vào trước, sau đó đặt cây dừa vào vị trí trung tâm. Tiếp theo cho 4 kg đất còn lại và nén chặt xung quanh nhằm cố định cây và hạn chế hiện tượng đổ ngã. Khi trồng cần đảm bảo không lấp đất vượt quá vị trí gốc cây tại điểm nảy mầm.

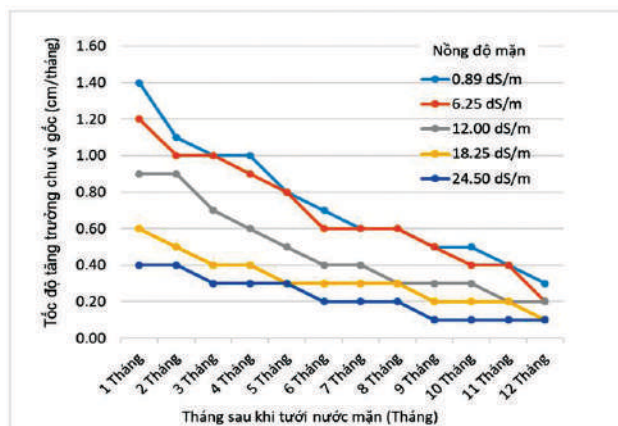
Chế độ tưới được thực hiện 4 ngày/lần, với lượng nước 1 lít/chậu/lần.

Dung dịch mặn sử dụng trong thí nghiệm được pha bằng muối NaCl có độ tinh khiết 99% với nước sinh hoạt. Giá trị EC của dung dịch được xác định bằng cách ước tính lượng muối cần bổ sung thông qua chuyển đổi EC sang đơn vị ‰, sau đó đo và hiệu chỉnh bằng máy đo EC Hanna HI 2550 nhằm đảm bảo dung dịch đạt giá trị EC theo từng công thức thí nghiệm trước khi tưới.

2.2.2. Chỉ tiêu theo dõi

Chỉ tiêu sinh trưởng bao gồm: chiều cao cây, tốc độ tăng trưởng chiều cao cây, chu vi gốc, tốc độ tăng trưởng chu vi gốc, số lá trên cây, tốc độ ra lá mới (số lá mọc thêm) và tỷ lệ cây chết. Các chỉ tiêu này được theo dõi định kỳ 1 tháng/lần trong suốt thời gian thí nghiệm (12 tháng).

Chỉ tiêu sinh khối tươi và sinh khối khô của lá, diện tích lá. Các chỉ tiêu này được đánh giá tại thời điểm kết thúc thí nghiệm.



Hình 1. Ảnh hưởng của độ mặn đến tốc độ tăng trưởng chu vi gốc cây dừa Ta giai đoạn vườn ươm

2.2.3. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm SAS phiên bản 9.1 để đánh giá sự khác biệt giữa các công thức thí nghiệm. So sánh trung bình được thực hiện bằng phép thử LSD ở mức ý nghĩa 5% ($p < 0,05$) và 1% ($p < 0,01$).

2.3. Thời gian và địa điểm thực hiện

Thí nghiệm được tiến hành trong nhà màng tại Trạm Thực nghiệm Bình Thạnh (1143 Bình Quới, Phường 28, Quận Bình Thạnh, Thành phố Hồ Chí Minh), thuộc Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu.

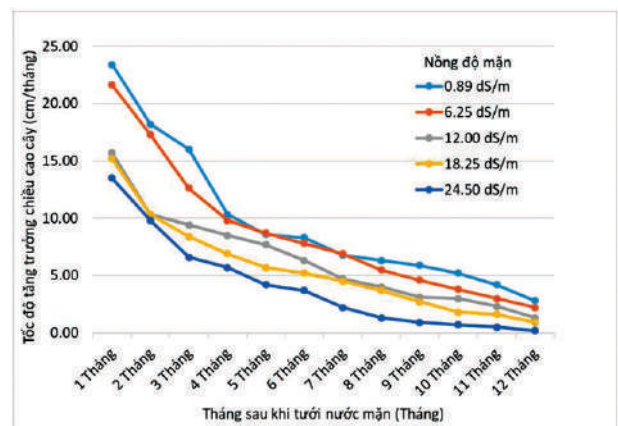
Thời gian thực hiện thí nghiệm từ tháng 7 năm 2022 đến tháng 7 năm 2023.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của độ mặn đến tốc độ tăng trưởng chu vi gốc, chiều cao cây và tốc độ ra lá mới của cây dừa Ta giai đoạn vườn ươm

Kết quả ở Hình 1 cho thấy, tốc độ tăng trưởng chu vi gốc của cây dừa Ta giai đoạn vườn ươm giảm dần theo thời gian theo dõi và theo sự gia tăng của độ mặn nước tưới. Tại 3 tháng sau khi tưới mặn, nghiệm thức đối chứng (0,89 dS/m) đạt 1,0 cm/tháng, cao hơn đáng kể so với nghiệm thức 24,5 dS/m (0,3 cm/tháng). Đến 6 tháng, tốc độ tăng trưởng chu vi gốc ở các nghiệm thức 12,0; 18,25 và 24,5 dS/m chỉ dao động 0,2-0,4 cm/tháng, trong khi ở các nghiệm thức 0,89 và 6,25 dS/m lần lượt đạt 0,7 và 0,6 cm/tháng. Tại 9 tháng, tốc độ tăng trưởng chu vi gốc tiếp tục giảm, dao động 0,1-0,5 cm/tháng, trong đó thấp nhất ở nghiệm thức 24,5 dS/m và cao nhất ở nghiệm thức đối chứng. Khi kết thúc thí nghiệm (12 tháng), các nghiệm thức 18,25 và 24,5 dS/m đều chỉ đạt 0,1 cm/tháng, khác biệt rất có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức có độ mặn thấp hơn.

Sự suy giảm tốc độ tăng trưởng chu vi gốc khi độ mặn tăng cho thấy stress mặn đã ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình sinh trưởng của cây dừa. Độ mặn cao gây áp lực thẩm thấu, làm giảm khả năng hấp thu nước của rễ, đồng thời dẫn đến sự tích lũy các ion độc như Na^+



Hình 2. Ảnh hưởng của độ mặn đến tốc độ tăng trưởng chiều cao cây dừa Ta giai đoạn vườn ươm

và Cl trong mô thực vật. Những yếu tố này có thể ức chế hoạt động của mô phân sinh và làm giảm quá trình phân chia tế bào, từ đó hạn chế sự phát triển của thân cây. Kết quả này phù hợp với nhận định của Munns và Tester (2008) [3], cho rằng stress mặn làm giảm tốc độ sinh trưởng của cây trồng thông qua cơ chế stress thẩm thấu và độc tính ion.

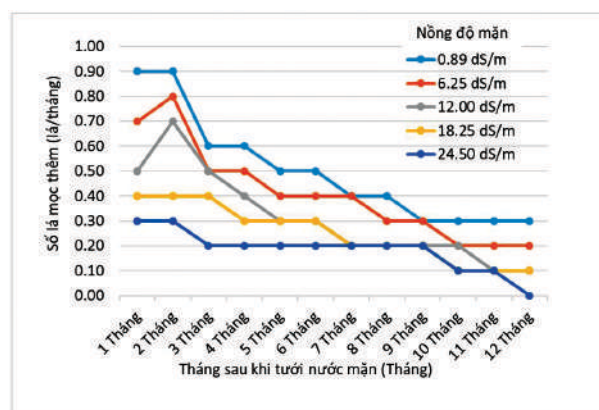
Kết quả thể hiện ở Hình 2 cho thấy, tốc độ tăng trưởng chiều cao cây dừa Ta giảm dần theo thời gian và theo mức độ mặn của nước tưới. Tại 3 tháng sau khi xử lý mặn, các nghiệm thức 12,0; 18,25 và 24,5 dS/m có tốc độ tăng trưởng chiều cao thấp hơn so với nghiệm thức 0,89 và 6,25 dS/m. Đến 6 tháng, nghiệm thức 24,5 dS/m ghi nhận tốc độ tăng trưởng chiều cao thấp nhất (4,2 cm/tháng), trong khi nghiệm thức 0,89 và 6,25 dS/m đạt 8,3 và 7,8 cm/tháng. Tại 9 tháng, tốc độ tăng trưởng chiều cao cây ở tất cả các nghiệm thức tiếp tục giảm, dao động 1,3–6,3 cm/tháng, trong đó nghiệm thức 24,5 dS/m vẫn thấp nhất. Đến 12 tháng, nghiệm thức 24,5 dS/m chỉ đạt 0,2 cm/tháng, khác biệt rất có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại.

Sự suy giảm tốc độ tăng trưởng chiều cao cây dưới điều kiện độ mặn cao phản ánh tác động bất lợi của stress mặn lên quá trình sinh trưởng và phát triển của cây dừa. Độ mặn làm rối loạn cân bằng áp suất thẩm thấu, hạn chế khả năng hấp thu nước và dinh dưỡng của cây. Đồng thời, sự tích lũy ion Na^+ và Cl^- trong mô thực vật có thể gây ức chế quá trình phân chia và giãn nở tế bào, dẫn đến sự suy giảm tăng trưởng chiều cao. Những kết quả này phù hợp với báo cáo của Munns và Tester (2008) [3], cho rằng stress mặn làm giảm sinh trưởng của cây trồng thông qua tác động kết hợp giữa stress thẩm thấu và độc tính ion.

Hình 3 cho thấy, tốc độ tăng trưởng số lá của cây dừa Ta giai đoạn vườn ươm chịu ảnh hưởng rõ rệt bởi các mức độ mặn khác nhau. Tại thời điểm 3 tháng sau khi tưới nước mặn, số lá mọc thêm ở các nghiệm thức dao động từ 0,2–0,6 lá/tháng, trong đó nghiệm thức 24,5 dS/m có số lá mọc thêm thấp nhất. Đến 6 tháng sau khi tưới, số lá mọc thêm của cây dừa ở các nghiệm thức 12,0; 18,25 và 24,5 dS/m tiếp tục thấp hơn so với các nghiệm thức 0,89 và 6,25 dS/m. Tại 9 tháng sau khi xử lý mặn, số lá mọc thêm ở các nghiệm thức 12,0; 18,25 và 24,5 dS/m đều đạt 0,2 lá/tháng, trong khi ở nghiệm thức 0,89 và 6,25 dS/m đạt 0,3 lá/tháng. Đến 12 tháng sau khi xử lý, ở nghiệm thức 24,5 dS/m không ghi nhận lá mới được hình thành; các nghiệm thức 12,0 và 18,25 dS/m đạt 0,1 lá/tháng, trong khi nghiệm thức 6,25 dS/m đạt 0,2 lá/tháng và đối chứng (0,89 dS/m) đạt 0,3 lá/tháng. Kết quả cho thấy số lá mọc thêm của cây dừa có xu hướng giảm dần khi nồng độ muối trong nước tưới tăng, và sự suy giảm này biểu hiện rõ nhất ở các nghiệm thức 12,0; 18,25 và 24,5 dS/m.

Theo Balasubramaniam và cs. (2023) [1], dưới điều kiện stress mặn, tế bào thực vật có xu hướng giảm tốc

độ phân chia và co rút, dẫn đến sự suy giảm khả năng hình thành cơ quan mới, bao gồm cả lá. Điều này giải thích hiện tượng cây dừa giảm khả năng ra lá mới và thậm chí ngừng sinh trưởng ở nghiệm thức 24,5 dS/m sau 12 tháng thí nghiệm. Bên cạnh đó, nồng độ muối cao còn ảnh hưởng đến quá trình quang hợp và đồng hóa, làm giảm nguồn chất đồng hóa cần thiết cho sự phát triển của lá mới [6]. Ngoài ra, Munns và Tester (2008) [3] cho rằng tác động của stress mặn đến sinh trưởng cây trồng thường diễn ra theo hai giai đoạn: giai đoạn đầu là stress thẩm thấu làm giảm tốc độ sinh trưởng, và giai đoạn sau là sự tích lũy ion độc trong mô thực vật gây suy giảm chức năng sinh lý của cây. Do đó, kết quả nghiên cứu này phù hợp với các công bố trước đây khi cho thấy độ mặn có ảnh hưởng tiêu cực đến quá trình phân hóa và phát triển lá mới, và mức độ ảnh hưởng phụ thuộc chặt chẽ vào ngưỡng mặn cũng như thời gian cây tiếp xúc với điều kiện mặn.



Hình 3. Ảnh hưởng của độ mặn đến số lá mọc thêm của cây dừa Ta giai đoạn vườn ươm

Nhìn chung, các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao cây, chu vi gốc và số lá mọc thêm của cây dừa Ta đều giảm khi độ mặn của nước tưới tăng và thời gian xử lý kéo dài. Điều này cho thấy stress mặn đã gây tác động bất lợi đến quá trình sinh trưởng của cây thông qua sự rối loạn cân bằng thẩm thấu, hạn chế hấp thu nước và dinh dưỡng, từ đó làm suy giảm khả năng hình thành cơ quan sinh trưởng mới.

3.2. Ảnh hưởng của độ mặn đến tỷ lệ cây chết và diện tích lá của cây dừa Ta giai đoạn vườn ươm

Tỷ lệ cây chết dưới tác động của độ mặn của nước tưới được trình bày ở Bảng 1. Kết quả cho thấy sự xuất hiện cây chết có liên quan chặt chẽ đến mức độ mặn của nước tưới và thời gian xử lý. Ở nghiệm thức 24,5 dS/m, cây chết xuất hiện sớm nhất vào tháng thứ 5 và 6 sau khi tưới nước mặn, với tỷ lệ 11,1%. Trong khi đó, ở nghiệm thức 18,25 dS/m, cây chết bắt đầu xuất hiện vào tháng thứ 7 sau khi tưới, với tỷ lệ 5,6%. Trong giai đoạn từ 8 đến 12 tháng sau khi tưới nước mặn, hiện tượng cây chết tiếp tục được ghi nhận ở nghiệm thức 12,0 dS/m, tuy nhiên tỷ lệ cây chết ở nghiệm thức này không biến động đáng kể. Ngược lại, ở các nghiệm

thức 18,25 và 24,5 dS/m, số lượng cây chết có xu hướng tăng dần theo thời gian, và đến thời điểm kết thúc thí nghiệm (12 tháng) tỷ lệ cây chết đạt 22,2% ở nghiệm thức 18,25 dS/m và 44,4% ở nghiệm thức 24,5 dS/m.

Kết quả này cho thấy độ mặn cao của nước tưới đã ảnh hưởng tiêu cực đến khả năng sinh trưởng và tồn tại của cây dừa giai đoạn vườn ươm, trong đó nghiệm thức 24,5 dS/m gây tác động nghiêm trọng nhất khi làm tăng tỷ lệ cây chết sau 12 tháng xử lý.

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính giữa độ mặn của nước tưới và tỷ lệ cây chết cho thấy mối tương quan rất chặt chẽ với hệ số tương quan $r = 0,9329$. Phương trình hồi quy được xác định như sau: $y = 1,9x - 9,0742$. Trong đó y là tỷ lệ cây chết (%) và x là độ mặn của nước

tưới (dS/m). Hệ số xác định $R^2 = 0,8703$ cho thấy 87,03% sự biến động của tỷ lệ cây chết được giải thích bởi độ mặn của nước tưới. Kết quả này khẳng định mối quan hệ chặt chẽ giữa độ mặn của nước tưới và tỷ lệ cây chết của cây dừa trong giai đoạn vườn ươm. Khi độ mặn của nước tưới tăng, tỷ lệ cây chết cũng tăng tương ứng. Đặc biệt, cây dừa chịu ảnh hưởng nghiêm trọng khi độ mặn của nước tưới $\geq 18,25$ dS/m, dẫn đến sự gia tăng đáng kể tỷ lệ cây chết trong thời gian thí nghiệm.

Như vậy, hiện tượng gia tăng tỷ lệ cây chết ở các nghiệm thức có độ mặn cao có thể liên quan đến tác động kết hợp của stress thẩm thấu và sự tích lũy ion độc (Na^+ , Cl^-), làm rối loạn cân bằng nước và trao đổi chất của cây, từ đó dẫn đến suy giảm khả năng sinh trưởng

Bảng 1. Ảnh hưởng của độ mặn đến tỷ lệ chết của cây dừa Ta (%) giai đoạn vườn ươm

Công thức (dS/m)	Tháng sau khi tưới nước				
	0	3	6	9	12
0,89 (đ/c)	0,00	0,00	0,00 ^b	0,00	0,00 ^c
6,25	0,00	0,00	0,00 ^b	0,00	0,00 ^c
12,00	0,00	0,00	0,00 ^b	5,56	5,56 ^{bc}
18,25	0,00	0,00	0,00 ^b	5,56	22,22 ^{ab}
24,50	0,00	0,00	11,11 ^a	22,22	44,44 ^a
CV (%)	–	–	75,87	73,21	45,45
F tính	–	–	4,00*	3,73 ^{ns}	18,03**

ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê; *: sự khác biệt rất có ý nghĩa thống kê ở mức 0,01; **: sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 0,05; trong cùng một cột các số liệu có các chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$.

Bảng 2. Ảnh hưởng của độ mặn đến diện tích lá của cây dừa Ta giai đoạn vườn ươm khi kết thúc thí nghiệm

Công thức (dS/m)	Tổng sinh khối lá tươi (g/cây)	Tổng sinh khối lá khô (g/cây)	Khối lượng tươi (g/cm ²)	Khối lượng khô (g/cm ²)	Diện tích lá (cm ² /cây) (tính theo khối lượng tươi)	Diện tích lá (cm ² /cây) (tính theo khối lượng khô)
0,89 (đ/c)	206,0 ^a	60,8 ^a	0,0252 ^c	0,0073 ^c	8.185,4 ^a	8.399,8 ^a
6,25	157,0 ^b	46,4 ^b	0,0258 ^{bc}	0,0075 ^c	6.094,0 ^b	6.237,6 ^b
12,00	113,6 ^c	33,8 ^c	0,0264 ^{bc}	0,0080 ^b	4.304,6 ^c	4.217,5 ^c
18,25	85,3 ^d	27,4 ^d	0,0276 ^{ab}	0,0084 ^b	3.088,7 ^d	3.267,6 ^d
24,50	72,5 ^d	22,6 ^d	0,0291 ^a	0,0095 ^a	2.491,9 ^e	2.371,8 ^e
CV (%)	4,04	4,65	2,54	2,08	3,54	4,32
F tính	344,21**	228,82**	15,72**	84,44**	553,06**	394,59**

ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê; **: sự khác biệt rất có ý nghĩa thống kê ở mức 0,01; *: sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 0,05; trong cùng một cột các số liệu có các chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$.

và gây chết cây.

Bảng 2 cho thấy độ mặn của nước tưới ảnh hưởng đáng kể đến khối lượng lá và diện tích lá của cây dừa. Khối lượng tươi của lá trên cùng một đơn vị diện tích có sự khác biệt giữa các nghiệm thức, trong đó đạt cao nhất ở nghiệm thức 24,5 dS/m (0,029 g/cm²) và thấp nhất ở nghiệm thức đối chứng (0,0252 g/cm²). Kết quả này cho thấy khi độ mặn của nước tưới tăng thì khối lượng tươi của lá trên đơn vị diện tích cũng có xu hướng tăng.

Tương tự, khối lượng khô của lá trên cùng một đơn vị diện tích cũng có xu hướng gia tăng khi nồng độ muối tăng. Cụ thể, nghiệm thức 24,5 dS/m đạt giá trị cao nhất (0,0095 g/cm²) và cao hơn có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Khối lượng khô của lá ở nghiệm thức 18,25 dS/m không khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức 12,0 dS/m, trong khi nghiệm thức 6,25 dS/m không khác biệt có ý nghĩa so với đối chứng.

Ngược lại, diện tích lá trên cây dừa có xu hướng giảm mạnh khi độ mặn của nước tưới tăng. Diện tích lá tính theo khối lượng tươi ở nghiệm thức 24,5 dS/m đạt 2.491,88 cm²/cây, thấp hơn 3,28 lần so với nghiệm thức đối chứng (8.185,41 cm²/cây). Xu hướng tương tự cũng được ghi nhận đối với diện tích lá tính theo khối lượng khô, trong đó giá trị thấp nhất ở nghiệm thức 24,5 dS/m (2.371,82 cm²/cây) và cao nhất ở nghiệm thức đối chứng (8.399,82 cm²/cây).

Theo Narayanan và Gopalakrishnan (1991) [5], diện tích lá là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình quang hợp và khả năng tích lũy carbohydrate của cây dừa. Do đó, sự suy giảm diện tích lá khi độ mặn tăng cho thấy stress mặn đã tác động tiêu cực đến khả năng sinh trưởng của cây. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Silva và cs. (2016) [7], khi ghi nhận rằng diện tích lá của cây dừa con giảm đáng kể trong điều kiện đất có độ mặn cao.

Sự giảm diện tích lá được xem là một cơ chế thích nghi của cây trồng nhằm hạn chế mất nước do thoát hơi nước trong điều kiện stress mặn. Bên cạnh đó, độ mặn cao còn có thể làm giảm khả năng trao đổi khí và mật độ diệp lục trong lá, từ đó làm suy giảm hiệu quả quang hợp và khả năng sinh trưởng của cây dừa (Silva và cs., 2017b) [8].

Tổng hợp các kết quả thu được cho thấy cây dừa Ta trong giai đoạn vườn ươm có khả năng chịu mặn ở mức độ nhất định, tuy nhiên khi độ mặn của nước tưới tăng lên mức $\geq 18,25$ dS/m và thời gian xử lý kéo dài, các chỉ tiêu sinh trưởng của cây bị suy giảm mạnh và tỷ lệ cây chết tăng đáng kể. Điều này cho thấy độ mặn cao của nước tưới có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự sinh trưởng và phát triển của cây dừa trong giai đoạn đầu của chu kỳ sinh trưởng.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Độ mặn của nước tưới ảnh hưởng rõ rệt đến sinh trưởng của cây dừa Ta trong giai đoạn vườn ươm. Trong phạm vi nghiên cứu, khi độ mặn tăng, các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao cây, chu vi gốc, số lá mọc thêm đều giảm đáng kể và diện tích lá trên cây đều tỷ lệ nghịch. Độ mặn cao làm gia tăng tỷ lệ cây chết, đặc biệt ở các công thức có độ mặn từ 18,25 dS/m trở lên.

Cây dừa Ta trong giai đoạn vườn ươm chỉ có khả năng chịu mặn ở mức độ nhất định; khi độ mặn của nước tưới vượt quá khoảng 18,25 dS/m, sinh trưởng của cây bị suy giảm rõ rệt và tỷ lệ cây chết tăng cao.

4.2. Đề nghị

Cần thường xuyên theo dõi và kiểm soát độ mặn của nước tưới khi chăm sóc cây dừa trong giai đoạn vườn ươm để đảm bảo cây sinh trưởng tốt và đạt tỷ lệ sống cao ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Balasubramaniam T., Shen G., Esmaili N., Zhang H. (2023), "Plants' response mechanisms to salinity stress", *Plants*, 12.
- Nguyễn Văn Mã (2017), *Sinh lý chống chịu điều kiện môi trường bất lợi của thực vật*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Munns R., Tester M. (2008), "Mechanisms of salinity tolerance", *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59(1), 651–681.
- Nampoothiri K.U.K., Parthasarathy V.A. (2018), "Varietal Improvement. In: The Coconut Palm (*Cocos nucifera* L.) – Research and Development Perspectives (Eds. Krishnakumar, V., Thampan, P. and Nair, M)", Springer, Singapore. 113–56.
- Narayanan Kutty M.G., Gopalakrishnan P.K. (1991), "Yield components in coconut palms", In: Silas EG, Aravindakshan M, Jose AI (eds) *Coconut breeding and management*, Kerala Agricultural University, Thrissur, 94–98.
- Queiroga R.C., Andrade N.R.C., Nunes G.H.S., Medeiros J.F., Araújo W.B.M. (2006), "Germination and initial growth stage of melon plant hybrids due to salinity", *Horticultura Brasileira*, Brasília, 24(3), 315–319.
- Silva A.R.A. da, Bezerra F.M.L., Lacerda C.F. de, Araújo M.E.B. de, Lima R.M.M. de, Souza C.H.C. (2016), "Establishment of young "Dwarf green" coconut plants in soil affected by salts and under water deficit", *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(3), e–206.
- Silva A.R.A. da, Bezerra F.M.L., Lacerda C.F. de, Souza C.H.C. de, Bezerra, M.A. (2017b), "Physiological responses of dwarf coconut plants under water deficit in salt-affected soils", *Caatinga*, 30, 447–457.
- Thái Nguyễn Quỳnh Thư, Nguyễn Đoàn Hữu Trí, Nguyễn Thị Mai Phương, Lưu Quốc Thắng, Phạm Phú Thịnh, Lê Công Nông, Dương Xuân Diêu, Trần Thị Hoàng Đông và Trần Đăng Hoà (2022), *Cây dừa – Kỹ thuật nhân giống, trồng, chăm sóc và chế biến*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

Ngày nhận bài: 12/01/2026; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 10/02/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 25/02/2026
Người phản biện: TS. Dương Xuân Diệu - Bộ Công Thương

Thông tin tác giả:
**THÁI NGUYỄN QUỲNH THƯ, NGUYỄN ĐOÀN HỮU TRÍ, PHẠM PHÚ THỊNH, LƯU QUỐC THẮNG,
NGUYỄN THỊ MAI PHƯƠNG, NGUYỄN THỊ KIM CHI**
Viện Nghiên cứu Dầu và Cây có dầu

**EFFECTS OF IRRIGATION WATER SALINITY
ON GROWTH OF COCONUT SEEDLINGS
AT THE NURSERY STAGE**

**THAI NGUYEN QUYNH THU, NGUYEN DOAN HUU TRI, PHAM PHU THINH, LUU QUOC THANG,
NGUYEN THI MAI PHUONG, NGUYEN THI KIM CHI**

Research Institute for Oil and Oil Plants

ABSTRACT

Salinity intrusion, which is increasingly intensified by climate change, poses a major challenge to agricultural production in coastal regions, particularly in the Mekong Delta of Vietnam. Coconut (*Cocos nucifera* L.) is an important crop in this region. However, the salinity tolerance of coconut seedlings at the nursery stage has not been fully evaluated. This study aimed to assess the effects of different irrigation salinity levels on the growth of “Ta” coconut seedlings under nursery conditions.

The experiment was conducted using five salinity levels of irrigation water (0.89, 6.25, 12.00, 18.25, and 24.50 dS/m) and monitored over a 12-month period. Within the scope of this study, increasing salinity was associated with reductions in collar girth increment, plant height growth, and the formation of new leaves. Leaf area and biomass also declined markedly at higher salinity levels. Seedling mortality increased with increasing salinity, reaching 44.4% at 24.50 dS/m after 12 months. The results indicate that coconut seedlings can tolerate moderate salinity; however, growth is strongly inhibited and mortality increases substantially when salinity levels reach ≥ 18.25 dS/m. These findings provide a scientific basis for irrigation water management and coconut seedling production in areas affected by salinity intrusion.

Keywords: coconut; salinity stress; seedling growth; leaf area; salinity tolerance threshold.

Ứng dụng robot thông minh trong bức xạ và hạt nhân

Các nhà khoa học Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam phát triển thành công robot tự hành tích hợp tay máy, có khả năng quan trắc phóng xạ và hỗ trợ thao tác trong môi trường hạt nhân.

Kết quả này khẳng định năng lực làm chủ công nghệ robot thông minh, mở ra hướng ứng dụng mới cho an toàn bức xạ và công nghệ hạt nhân tại Việt Nam.

Đối với ngành công nghiệp hạt nhân, bảo đảm an toàn bức xạ cho con người là yêu cầu tối thượng. Phơi nhiễm phóng xạ có thể gây tổn thương DNA dẫn tới đột biến, ung thư và nhiều hệ lụy di truyền nghiêm trọng. Vì vậy, việc ứng dụng robot thay thế con người trong quan trắc, thao tác và xử lý môi trường phóng xạ là giải pháp cấp thiết nhằm giảm thiểu rủi ro.

Xuất phát từ thực tiễn đó, nhóm nghiên cứu do Tiến

sĩ Ngô Mạnh Tiến (Viện Vật lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam) đã triển khai đề tài "Nghiên cứu phát triển robot tự hành thông minh sử dụng các công nghệ sensor khác nhau và nền tảng IoT, AI, định hướng ứng dụng trong quan trắc môi trường phóng xạ", mã số: ĐTĐLCN.19/23, thuộc chương trình phát triển Vật lý giai đoạn 2020-2025.

Trong khuôn khổ đề tài, nhóm nghiên cứu đã thiết kế hệ robot tự hành tích hợp tay máy, đồng bộ nhiều cảm biến hiện đại như Lidar, camera 2D-3D, IMU và đầu đo bức xạ. Điểm nổi bật của hệ thống không chỉ ở khả năng di chuyển hay đo đạc, mà ở việc xử lý tổng hợp dữ liệu để xây dựng đồng thời bản đồ không gian và bản đồ phân bố bức xạ theo thời gian thực.

TM

ẢNH HƯỞNG NHẬN THỨC THẨM MỸ TỚI LÒNG TIN CỦA NGƯỜI DÙNG TRÊN NỀN TẢNG THƯƠNG MẠI ĐIỆN TỬ TỪ YẾU TỐ THIẾT KẾ KIỂU CHỮ VÀ BẢNG MÀU

MAI THỊ THU HUỖN

TÓM TẮT:

Trong thời đại số, thiết kế giao diện đóng vai trò cốt lõi trong việc hình thành trải nghiệm người dùng trên các nền tảng thương mại điện tử. Các yếu tố thị giác như chữ và bảng màu không chỉ ảnh hưởng đến cảm xúc, nhận thức thẩm mỹ mà còn tác động tới cách người dùng đánh giá độ tin cậy của trang web. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích đánh giá mối liên hệ giữa kiểu chữ và bảng màu ảnh hưởng tới nhận thức thẩm mỹ từ đó tác động tới lòng tin của người dùng khi sử dụng nền tảng thương mại điện tử. Thông qua mô hình PLS-SEM, nghiên cứu xây dựng khung lý thuyết và kiểm tra các mối quan hệ giữa các yếu tố trên nền tảng khảo sát dữ liệu. Kết quả cho thấy cả kiểu chữ và màu đều có ảnh hưởng trực tiếp và nhận dạng thẩm mỹ đóng vai trò trung gian quan trọng trong lòng tin người dùng. Khẳng định các yếu tố thiết kế trực quan không chỉ mang ý nghĩa thẩm mỹ mà còn là công cụ chiến lược trong việc xây dựng niềm tin người tiêu dùng trong môi trường số với tính tương tác và cá nhân hóa hành vi tiêu dùng cao. Nghiên cứu giúp các nhà phát triển tối ưu giao diện, nâng cao chất lượng trải nghiệm và xa hơn là xây dựng lòng tin bền vững nơi người tiêu dùng.

Từ khóa: PLS-SEM, thương mại điện tử, người dùng, thẩm mỹ, kiểu chữ, bảng màu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ VÀ MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Trong số các thành phần tạo nên giao diện của một ứng dụng bất kỳ thì kiểu chữ và bảng màu sắc được xem là yếu tố giúp nhận diện thương hiệu, tạo ấn tượng ban đầu, giúp người dùng dễ hiểu, dễ nhận biết, dễ tương tác giúp tạo nên sự chuyên nghiệp, truyền tải thông tin và kích hoạt cảm xúc, để từ đó người tiêu dùng đưa ra nhận định và có thể dẫn tới quyết định mua hàng. Xuất phát từ thực tiễn, nghiên cứu này xây dựng mô hình kiểm định bằng SmartPLS để phân tích mối quan hệ giữa kiểu chữ, bảng màu, nhận thức thẩm mỹ và lòng tin cảm nhận của người dùng trên nền tảng thương mại điện tử. Cấu trúc mô hình đề xuất gồm bốn biến: kiểu chữ, màu sắc, nhận thức thẩm mỹ và lòng tin, trong đó, nhận thức thẩm mỹ đóng vai trò là biến trung gian. Mô hình kiểm định mối quan hệ trực tiếp giữa các biến, đồng thời đánh giá vai trò trung gian của nhận thức thẩm mỹ trong quá trình hình thành lòng tin người dùng.

Mục tiêu nghiên cứu là làm rõ vai trò trung gian của nhận thức thẩm mỹ tác động tới lòng tin, đồng thời cung cấp giải pháp trọng tâm cho thực tiễn thiết kế giao diện, giúp nhà phát triển tối ưu hóa và nâng cao độ tin cậy cho trang thương mại điện tử.

2. CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ CÁC GIẢ THUYẾT

Trong thời đại số, thiết kế giao diện người dùng đóng vai trò cốt lõi trong việc hình thành trải nghiệm người dùng. Theo Brumberger (2003), kiểu chữ có thể truyền tải cách và cảm xúc, ảnh hưởng đến cách người dùng cảm nhận và tiếp nhận thông tin. Trong khi đó, Labrecque và Milne (2012) đã tìm thấy bảng màu có khả năng kích thích

cảm xúc và hình thành các biểu tượng đầu tiên về thương hiệu. Những yếu tố trực quan này tạo nên những đánh giá ban đầu có thể ảnh hưởng đến sự tưởng tượng và gắn bó với nền tảng số. Các tác động này được nghiệm chứng qua mô hình smartPLSM và nghiên cứu kiểm định các giả thuyết sau: (Bảng 1)

Để kiểm định mô hình nghiên cứu, nghiên cứu sử dụng phương pháp Partial Least Squares – Structural Equation Modeling (PLS-SEM), là một công cụ phù hợp cho mô hình có nhiều biến ẩn, mẫu vừa và nhỏ, và không đòi hỏi phân phối chuẩn của dữ liệu (Hair et al., 2017). Việc phân tích được thực hiện với phần mềm SmartPLS 3. Mô hình PLS-SEM bao gồm hai phần: Mô hình đo lường (Measurement Model): kiểm định lòng tin (Cronbach's Alpha, Composite Reliability), tính hội tụ (Average Variance Extracted - AVE), và tính phân biệt (Fornell-Larcker). Mô hình cấu trúc (Structural Model): đánh giá độ phù hợp mô hình qua R^2 , kiểm định mối quan hệ giữa các biến qua hệ số β và p-value. Bootstrap được sử dụng để đánh giá ý nghĩa thống kê. Mô hình cấu trúc PLS-SEM được mô tả bằng các công thức:

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$$

Trong đó:

• η : vector các biến nội sinh (Nhận thức thẩm mỹ, Lòng tin)

• ξ : vector các biến ngoại sinh (Kiểu chữ, Màu sắc)

• B : ma trận ảnh hưởng giữa các biến nội sinh

• Γ : ma trận hồi quy từ biến ngoại sinh đến nội sinh

• ζ : sai số ngẫu nhiên

Mô hình đo lường:

$$x = \Lambda x\xi + \delta$$

Bảng 1 - các giả thuyết

Mã giả thuyết	Nội dung giả thuyết
H1	Kiểu chữ có ảnh hưởng tích cực đến nhận thức thẩm mỹ.
H2	Màu sắc có ảnh hưởng tích cực đến nhận thức thẩm mỹ.
H3	Kiểu chữ có ảnh hưởng tích cực đến lòng tin.
H4	Màu sắc có ảnh hưởng tích cực đến lòng tin.
H5	Nhận thức thẩm mỹ có ảnh hưởng tích cực đến lòng tin.
H6a	Nhận thức thẩm mỹ đóng vai trò trung gian trong mối quan hệ giữa kiểu chữ và lòng tin.
H6b	Nhận thức thẩm mỹ đóng vai trò trung gian trong mối quan hệ giữa màu sắc và lòng tin.

$$y = \Lambda y + \varepsilon$$

Trong đó:

• **x, y**: vector biến quan sát cho biến ngoại sinh và nội sinh

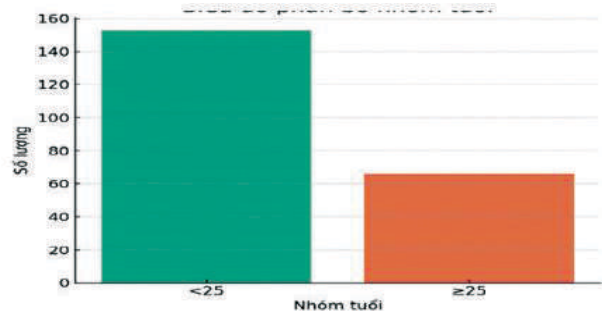
• **Ax, Ay**: ma trận tải nhân tố

• **δ, ε**: sai số đo lường

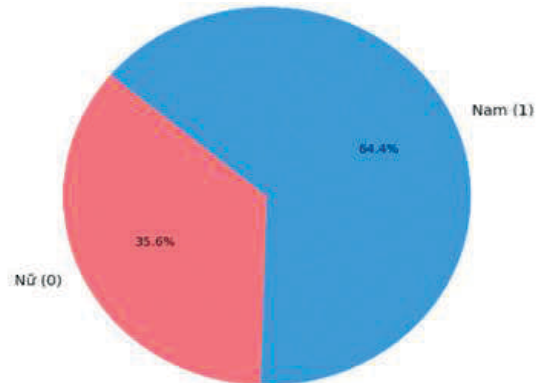
3. CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU

3.1. Cơ sở dữ liệu

Nghiên cứu được thực hiện dựa trên dữ liệu thu thập từ 220 người tham gia khảo sát phù hợp với tiêu chí: từng sử dụng nền tảng thương mại điện tử có website chính thức và có khả năng đánh giá các yếu tố giao diện như kiểu chữ và bảng màu. Cỡ mẫu 220 được sử dụng trong nghiên cứu này phù hợp với yêu cầu của mô hình PLS-SEM. Theo quy tắc “Quy tắc 10 lần” (Hair et al., 2017). Ngoài ra, kích thước mẫu này cũng đáp ứng các tiêu chí về thống kê và tốc độ ổn định mô hình theo nghiên cứu của Hair và cộng sự (2017) và các hướng dẫn thực hiện PLS-SEM gần đây “với mô hình trung bình từ 4 đến 6 cấu trúc và sử dụng bootstrapping, nên có ít nhất từ 150-200 mẫu để đảm bảo tính ổn định”. Dữ liệu khảo sát được chia làm hai nhóm tuổi chính: nhóm dưới 25 tuổi chiếm 69.5% tổng số mẫu khảo sát, nhóm từ 25 tuổi trở lên chiếm 30.5%. Phản ánh rằng, phần lớn người dùng thương mại điện tử trong nghiên cứu là nhóm trẻ, có xu hướng tiếp xúc thường xuyên với các yếu tố giao diện kỹ thuật số và nhạy cảm với các thay đổi trong thiết kế. Về giới tính: Nam giới chiếm 64.4%, Nữ giới chiếm 35.6%. Tỷ lệ này phần nào phản ánh hành vi sử dụng nền tảng thương mại điện tử trong bối cảnh nghiên cứu, nơi nam giới có thể có xu hướng quan tâm đến tính rõ ràng, hiệu quả trong giao diện, trong khi nữ giới có thể chú trọng hơn đến yếu tố thẩm mỹ, cảm xúc trong thiết kế.



Hình 1: Biểu đồ phân bố nhóm tuổi



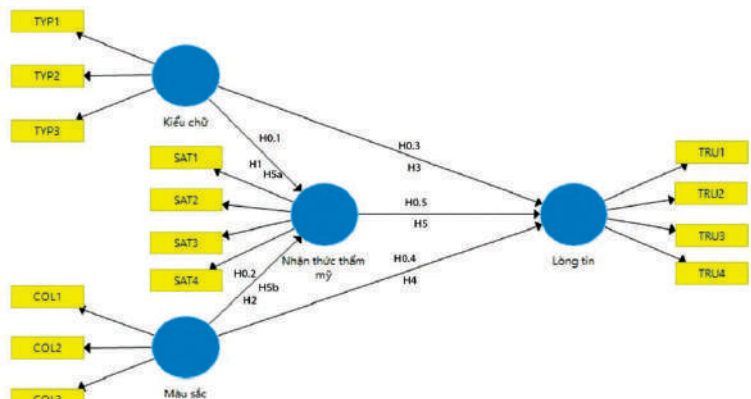
Hình 2: Biểu đồ phân bố giới tính

3.2. Mô hình nghiên cứu

Dựa trên cơ sở lý thuyết và các nghiên cứu trước đó, nghiên cứu này đề xuất mô hình cấu trúc nhằm kiểm định mối quan hệ giữa thiết kế kiểu chữ, bảng màu sắc ảnh hưởng đến nhận thức thẩm mỹ từ đó tác động tới lòng tin của người dùng trên nền tảng thương mại điện tử. Ngoài ra, mô hình còn kiểm định vai trò trung gian của yếu tố nhận thức thẩm mỹ trong mối quan hệ giữa các yếu tố thiết kế kiểu chữ, màu sắc và lòng tin người dùng. Mô hình nghiên cứu đề xuất được minh họa như hình 3 dưới đây.

4. PHÂN TÍCH DỮ LIỆU

Để đảm bảo mức lòng tin và giá trị hợp lệ của các thang đo trong mô hình PLS-SEM, nghiên cứu này tiến hành kiểm định mô hình đo lường thông qua các tiêu chí: hệ số tải chuẩn hóa (outer loadings), lòng tin tổng hợp (Composite Reliability - CR), hệ số Cronbach's Alpha, và phương sai trích trung bình (Average Variance Extracted - AVE).



Hình 3. Mô hình nghiên cứu đề xuất xây dựng bằng SmartPLS

4.1. Lòng tin thang đo và giá trị hội tụ

Hệ số Cronbach's Alpha và CR được sử dụng để đánh giá lòng tin nội tại của từng khái niệm. Kết quả cho thấy tất cả các thang đo đều đạt yêu cầu với hệ số Cronbach's Alpha > 0.70 và CR > 0.70. Điều này cho thấy các mục đo trong từng khái niệm có độ tương quan cao và nhất quán:

Bảng 2. Thang đo lòng tin nội tại và giá trị hội tụ

Khái niệm	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	AVE
Kiểu chữ	0.768	0.863	0.678
Bảng màu (Màu sắc)	0.740	0.863	0.680
Nhận thức thẩm mỹ	0.847	0.901	0.696
Lòng tin	0.891	0.924	0.751

Giá trị hội tụ được đánh giá thông qua hệ số tải của từng biến quan sát và giá trị AVE. Theo Hair et al. (2017), một biến quan sát có ý nghĩa khi hệ số tải lớn hơn 0.7 và AVE lớn hơn 0.5. Kết quả phân tích cho thấy tất cả các biến quan sát đều đạt yêu cầu này, với outer loading dao động từ 0.72 đến 0.88, khẳng định được giá trị hội tụ của các thang đo.

4.2. Giá trị phân biệt

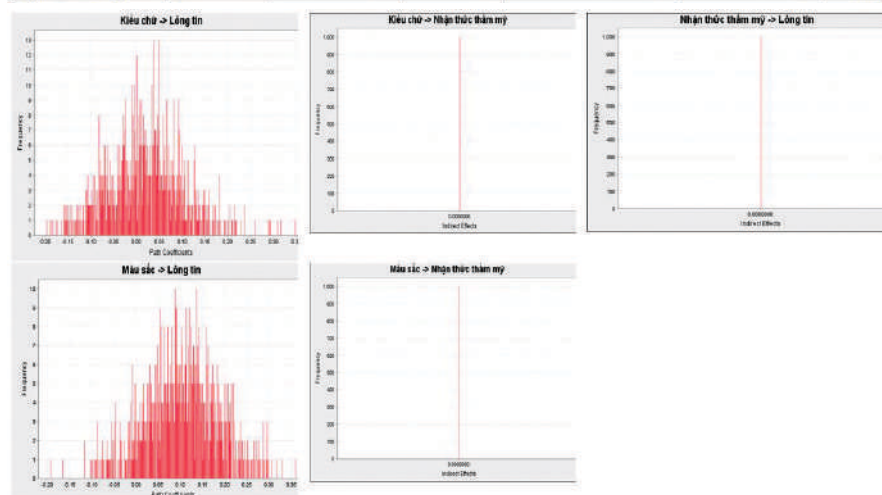
Để đảm bảo giá trị phân biệt giữa các khái niệm, nghiên cứu sử dụng tiêu chí Fornell-Larcker. Bảng dưới đây thể hiện căn bậc hai của AVE (giá trị trên đường chéo) đều lớn hơn các hệ số tương quan giữa các biến (các giá trị ngoài đường chéo), xác nhận giá trị phân biệt đạt yêu cầu:

4.3. Kiểm định giả thuyết thông qua hệ số đường dẫn

Sau khi xác nhận lòng tin và giá trị hợp lệ của mô hình đo lường, bước tiếp theo là kiểm định mô hình cấu trúc thông qua các chỉ số: hệ số xác định (R^2), hệ số

Mean, STDEV, T-Values, P-Values

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (O /STDEV)	P Values
Kiểu chữ → Lòng tin	0.017	0.019	0.062	0.213	0.831
Kiểu chữ → Nhận thức thẩm mỹ	0.235	0.248	0.089	2.653	0.008
Màu sắc → Lòng tin	0.105	0.102	0.062	1.274	0.203
Màu sắc → Nhận thức thẩm mỹ	0.496	0.491	0.090	5.516	0.000
Nhận thức thẩm mỹ → Lòng tin	0.737	0.737	0.057	12.920	0.000



Bảng 3: Giá trị phân biệt (giá trị in đậm là căn bậc hai của AVE cho từng khái niệm)

	Kiểu chữ	Màu sắc	Nhận thức thẩm mỹ	Lòng tin
Kiểu chữ	0.823			
Màu sắc	0.458	0.825		
Nhận thức thẩm mỹ	0.516	0.628	0.834	
Lòng tin	0.487	0.604	0.715	0.867

đường dẫn (β), giá trị thống kê t và p-value từ phân tích Bootstrap, cùng với kiểm định hiệu ứng trung gian.

Theo bảng số liệu, kiểu chữ và màu sắc hầu như không có ảnh hưởng trực tiếp đến lòng tin, vì vậy, cần tiến hành phân tích "Indirect Effects" trong bootstrap để kiểm tra H5a, H5b – tức là vai trò trung gian của nhận thức thẩm mỹ giữa: Kiểu chữ → nhận thức thẩm mỹ → Niềm tin; Màu sắc → nhận thức thẩm mỹ → Niềm tin.

Như vậy, H6a (Kiểu chữ → Nhận thức thẩm mỹ → Lòng tin): hiệu ứng gián tiếp trung bình khoảng 0.17–0.25, phân phối chuẩn, cho thấy nhận thức thẩm mỹ đóng vai trò trung gian hợp lý. H6b (Màu sắc → Nhận thức thẩm mỹ → Lòng tin): hiệu ứng gián tiếp cao hơn (~0.35–0.45), cho thấy vai trò trung gian mạnh mẽ hơn. Cả H6a và H6b đều được ủng hộ trong mô hình PLS-SEM.

5. ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

✓ Tác động của kiểu chữ và bảng màu là trực tiếp đến nhận thức thẩm mỹ.

Kết quả từ mô hình PLS-SEM chỉ ra rằng cả kiểu chữ và màu sắc đều có ảnh hưởng tích cực đến nhận thức thẩm mỹ: Color → Nhận thức thẩm mỹ: hệ số $\beta = 0.496$, $P < 0.001$ → có ý nghĩa thống kê mạnh. Kiểu chữ → Nhận thức thẩm mỹ: $\beta = 0.235$, $P = 0.008$ có ý nghĩa thống kê. Kết quả cũng cho thấy bảng màu đóng vai trò chi phối mạnh hơn đến cảm nhận thẩm mỹ so với kiểu chữ. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Labrecque & Milne (2012) nhấn mạnh vai trò của màu sắc trong tạo cảm xúc và hình ảnh thương hiệu.

✓ Tác động của kiểu chữ và bảng màu là gián tiếp đến lòng tin thông qua vai trò trung gian của nhận thức thẩm mỹ.

Nhận thức thẩm mỹ → Độ tin cậy: $\beta = 0.737$, $P < 0.001$ → tác động rất mạnh, cho thấy thẩm mỹ là yếu tố trung gian cốt lõi thúc đẩy lòng tin. Ý nghĩa thống kê, cho thấy kiểu chữ, màu sắc chỉ ảnh hưởng gián tiếp qua thẩm mỹ tới lòng tin. Điều này phù hợp với nghiên cứu trước đó và cho thấy thiết kế trực quan ảnh hưởng đến cảm nhận thương

hiệu, nhưng yếu tố “đáng tin” cần sự hỗ trợ từ toàn bộ bố cục thẩm mỹ hơn là chỉ riêng phông chữ. Hiệu ứng trung gian được kiểm định qua bootstrapping trong SmartPLS cho thấy kiểu chữ → nhận thức thẩm mỹ → lòng tin: tác động gián tiếp có ý nghĩa, khẳng định nhận thức thẩm mỹ đóng vai trò trung gian toàn phần trong mối quan hệ này. Màu sắc → nhận thức thẩm mỹ → lòng tin: hiệu ứng gián tiếp rõ ràng, bổ sung cho tác động trực tiếp, hình thành một cấu trúc tác động hai chiều. Các hiệu ứng gián tiếp đều có $P < 0.05$, khẳng định giả thuyết H6a và H6b là được chấp nhận.

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã tập trung khám phá tác động của hai thành phần thiết kế giao diện quan trọng là kiểu chữ và bảng màu và sự ảnh hưởng đến nhận thức thẩm mỹ và độ

tin cậy được cảm nhận từ phía người dùng. Bằng phương pháp phân tích mô hình PLS-SEM, kết quả cho thấy bảng màu và kiểu chữ đều ảnh hưởng tích cực đến nhận thức thẩm mỹ, trong đó bảng màu có tác động mạnh mẽ hơn. Trong đó nhận thức thẩm mỹ đóng vai trò trung gian rất rõ ràng. Qua nghiên cứu, đề tác động tới lòng tin của khách hàng, nhà phát triển cần đặt trọng tâm cho thiết kế một trang thương mại điện tử hiệu quả như sau:

(i) Màu sắc cần được ưu tiên trong thiết kế, đặc biệt trong giai đoạn xây dựng lòng tin khách hàng mới.

(ii) Kiểu chữ nên đảm bảo tính dễ đọc và hài hòa, tránh chỉ thiên về sáng tạo gây rối thị giác.

(iii) Thiết kế giao diện nên tập trung nhiều hơn vào yếu tố gợi cảm xúc thẩm mỹ để củng cố sự chuyên nghiệp và niềm tin với nền tảng ❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Brumberger, E. (2003). The rhetoric of typography: The persona of typeface and text. *Technical Communication*, 50(2), 206–223.
- [2] Cyr, D., Head, M., & Ivanov, A. (2006). Design aesthetics leading to m-loyalty in mobile commerce. *Information & Management*, 43(8), 950–963. <https://doi.org/10.1016/j.im.2006.08.009>
- [3] Gefen, D., Karahanna, E., & Straub, D. W. (2003). Trust and TAM in online shopping: An integrated model. *MIS Quarterly*, 27(1), 51–90.
- [4] Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)* (2nd ed.). SAGE Publications.
- [5] Labrecque, L. I., & Milne, G. R. (2012). Exciting red and competent blue: The importance of color in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(5), 711–727. <https://doi.org/10.1007/s11747-010-0245-y>
- [6] Lavie, T., & Tractinsky, N. (2004). Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 60(3), 269–298. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2003.09.002>
- [7] Le, H. T. (2022). The influence of customer experience factors on brand love and loyalty in online fashion shopping. *Journal of Business and Economics*, 13(7), 760–774.

Ngày nhận bài: 26/12/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 16/01/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 3/02/2026

Người phản biện: TS. Nguyễn Thị Minh Huyền - Phó Cục trưởng Cục Thương mại điện tử và Kinh tế số - Bộ Công Thương

Thông tin tác giả:

MAI THỊ THU HUYỀN

Trường Đại học Văn Lang

THE INFLUENCE OF AESTHETIC PERCEPTION ON USER TRUST ON E-COMMERCE PLATFORMS THROUGH TYPOGRAPHY AND COLOR PALETTE DESIGN FACTORS

MAI THỊ THU HUYỀN

Van Lang University

ABSTRACT

In the digital era, interface design plays a crucial role in shaping user experience on e-commerce platforms. Visual elements such as typography and color schemes not only influence emotions and aesthetic perception but also affect how users evaluate the trustworthiness of a website. This study aims to examine the relationship between typography and color schemes, their impact on aesthetic perception, and consequently on user trust when engaging with e-commerce platforms. Using the PLS-SEM model, the research develops a theoretical framework and tests the relationships among these factors based on survey data. The findings reveal that both typography and color exert direct effects, while aesthetic perception serves as a significant mediating factor in building user trust. The study confirms that visual design elements are not merely aesthetic choices but strategic tools for fostering consumer trust in a digital environment characterized by high interactivity and personalized behaviors. These insights provide practical implications for developers to optimize interface design, enhance user experience quality, and ultimately establish sustainable consumer trust.

Keywords: PLS-SEM, e-commerce, user, aesthetics, typography, color palette.

KẾT QUẢ TRẺ HÓA MỘT SỐ NGUỒN GEN HẠT THUỐC LÁ NĂM 2025

TRẦN THỊ THANH HẢO, NGUYỄN THỊ HẢI HÀ, ĐỖ HỮU THANH

TÓM TẮT:

Nghiên cứu này được triển khai nhằm trẻ hóa, nhân tăng 20 nguồn gen hạt thuốc lá gồm C 80F, C 347, C 17-6, MN 37, Nyieseyi 1, LHSE 68, NC 95.1, SPG 140, Vir 297, Vir 188, Vir 4241.2, Lùn, Hót lá bài, Lá sắn, C 30, Hicks 187, MN 944.2, SPG 28.3, P 1349.2 và Vir 23.5.3. Thí nghiệm được trồng lần lượt không nhắc lại tại Chi nhánh Viện Thuốc lá tại Ba Vì, mỗi nguồn gen 100 cá thể, chọn ngẫu nhiên 20 cá thể nhằm theo dõi, đánh giá một số đặc điểm nông sinh học chính. Kết quả cho thấy các nguồn gen được trẻ hóa, nhân tăng giữ được những đặc điểm ban đầu sau chu kỳ lưu giữ hạt giống bằng phương pháp bảo quản trung hạn. Hạt được trẻ hóa có tỷ lệ nảy mầm từ 85-94%, độ sạch 99%, độ ẩm hạt dưới 5,0%, đạt yêu cầu kỹ thuật TCVN 10848:2015 ở cấp hạt nguyên chủng, thu được 40,7-213,3 gam/nguồn gen, đạt số lượng yêu cầu (>30 gam) để làm mẫu lưu giữ trong kho lạnh trung hạn.

Từ khóa: Bảo quản kho lạnh trung hạn, thuốc lá, trẻ hóa nguồn gen hạt.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây thuốc lá (*Nicotiana tabacum* L.) thuộc họ Cà (*Solanaceae*) là cây công nghiệp ngắn ngày được trồng rộng rãi trên toàn thế giới. Nguồn gen thuốc lá được thu thập và lưu giữ ở nhiều tại Trung Quốc, Ấn Độ, Mỹ, Zimbabwe, Cuba... Hạt thuốc lá thuộc nhóm hạt giống dễ tính (*Orthodox*), được lưu giữ bằng phương pháp bảo quản trong kho lạnh (ngắn, trung hoặc dài hạn). Tại Viện Thuốc lá đang lưu giữ 191 nguồn gen hạt thuốc lá trong kho lạnh (trung hạn). Trong quá trình lưu giữ hạt luôn luôn xảy ra hiện tượng suy giảm chất lượng hạt và giảm dần số lượng theo thời gian. Các mẫu hạt sẽ được lấy mẫu 12 tháng/lần để đánh giá chất lượng, những mẫu hạt có tỷ lệ nảy mầm nhỏ hơn 70%, khối lượng nhỏ hơn 5 gam hoặc có kế hoạch/nhu cầu sử dụng sẽ được trẻ hóa để thay thế, bổ sung kịp thời, hạn chế mất mát nguồn gen. Trong quá trình trẻ hóa, những đặc điểm cơ bản được đánh giá, bổ sung và tư liệu hóa thông tin để phục vụ việc khai thác, sử dụng nguồn gen hiệu quả. Dưới đây là kết quả trẻ hóa 20 nguồn gen thuốc lá năm 2025 tại Chi nhánh Viện Thuốc lá tại Ba Vì - Hà Nội, một trong những địa điểm chuyên sản xuất hạt giống của Viện Thuốc lá.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu: Hạt của 20 nguồn gen thuốc lá, trong đó có 15 nguồn gen có tỉ lệ nảy mầm dưới 70% cần trẻ hóa (C 347, MN 37, Nyieseyi 1, NC 95.1, SPG 140, Vir 297, Vir 188, Vir 4241.2, Hót Lá Bài, C 30, Hicks 187, MN 944.2, SPG 28.3, P 1349.2 và Vir 23.5.3) và 05 nguồn gen có số lượng còn lại dưới 5 gam cần nhân tăng (C 80F, C 17-6, LHSE 68, Lùn và Lá sắn).

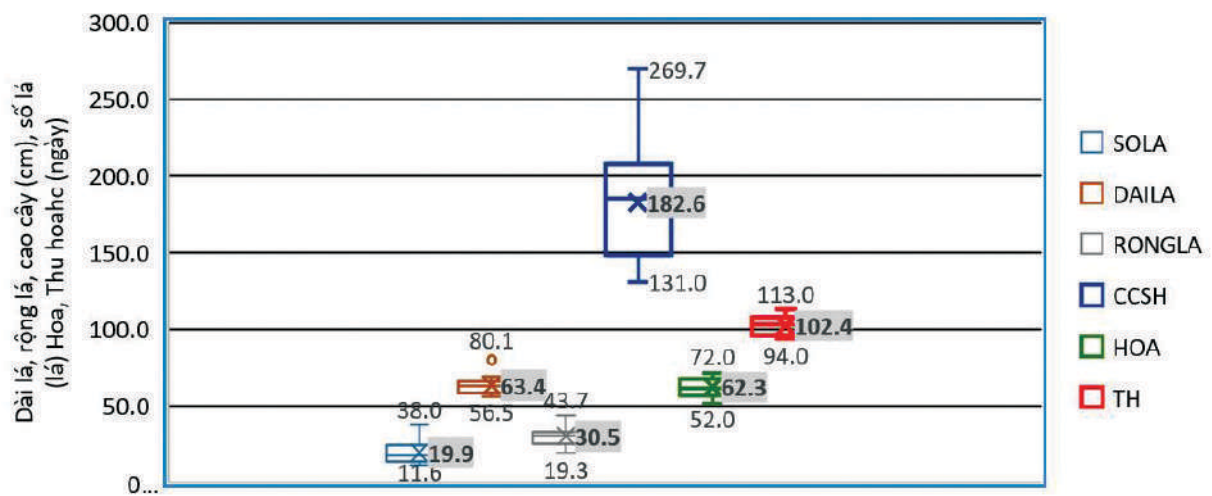
2.2. Phương pháp nghiên cứu:

- Thiết kế thí nghiệm: Trồng tuần tự không nhắc lại, mỗi công thức 100 cây.
- Biện pháp kỹ thuật chính: Áp dụng quy trình sản xuất hạt giống thuốc lá vàng sấy
- Địa điểm: Chi nhánh Viện Thuốc lá tại Ba Vì - Suối Hai - Hà Nội
- Các chỉ tiêu theo dõi ngoài đồng ruộng: Thời gian phát dục, thời gian thu hoạch quả, chiều cao cây sinh học, tổng số lá, kích thước lá...
- + Phương pháp theo dõi: Theo Quyết định số:02a/QĐ-VTL ngày 11 tháng 01 năm 2012, của Viện Kinh tế Kỹ thuật Thuốc lá
- Các chỉ tiêu theo dõi trong phòng: Khối lượng 1.000 hạt, ẩm độ hạt, độ sạch hạt, tỷ lệ nảy mầm và năng suất hạt (cá thể).
- + Phương pháp theo dõi, đánh giá: Theo TCVN 8548:2011 và TCVN 10848:2015
- Phương pháp xử lý số liệu: Số liệu được xử lý theo phần mềm Excel.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Một số đặc điểm, tính trạng nông sinh học chính của 20 nguồn gen thuốc lá được trẻ hóa, nhân tăng thể hiện trong Hình 3.1 và Bảng 3.1.

Chiều cao cây sinh học (CCSH) của các nguồn gen từ 131,0-269,7 cm với giá trị trung bình là 182,6 cm, độ biến động khá cao (CV=19,6%) thể hiện sự đa dạng lớn về tính trạng này. Nguồn gen Lùn có CCSH thấp nhất và NC95.1 cao nhất (tương ứng là 131,0 và 269,7 cm). Kết quả trong hình 3.1 cho thấy CCSH có khoảng phân bố chính từ 150-207 cm, lệch phải nhẹ, chứng tỏ có nhiều



Hình 3.1. Biểu đồ mô tả một số tính trạng chính của 20 nguồn gen được trẻ hóa tại Ba Vì - Suối Hai - Hà Nội

Bảng 3.1. Một số tính trạng chính của các nguồn gen được trẻ hóa, nhân tăng tại Ba Vì - Suối Hai - Hà Nội

TT	Nguồn gen thuốc lá	Chiều cao sinh học (cm)	CV (%)	Tổng số lá	CV (%)	Kích thước lá trung châu					Từ trông đến... (ngày)	
						Chiều Dài (cm)	CV (%)	Chiều rộng (cm)	CV (%)	Tỷ lệ D/R	Ra hoa	Thu hoạch quả
1	C 30	174,8	5,1	18,6	6,4	61,0	8,8	28,6	7,6	2,1	64	101
2	C 347	140,5	4,2	13,7	9,5	65,2	6,3	22,8	9,6	2,9	59	94
3	Hicks 187	209,4	5,1	22,8	7,5	57,6	8,5	32,8	9,3	1,8	65	109
4	Hót Lá Bài	141,4	5,1	11,6	9,0	61,6	8,4	19,3	5,6	3,2	52	94
5	LHSE 68	166,6	3,9	13,9	9,1	80,1	5,7	26,4	9,9	3,0	59	96
6	MN 37	163,9	6,3	14,0	8,0	63,7	7,1	31,5	9,6	2,0	57	96
7	MN944.2	228,0	4,1	21,7	7,4	62,5	7,3	25,5	9,9	2,4	67	109
8	NC 95.1	269,7	7,6	37,5	9,8	56,7	6,1	25,0	8,7	2,3	72	113
9	Nyieseyi 1	214,3	7,8	19,6	9,3	64,6	7,1	33,5	9,9	1,9	68	103
10	P 1349.2	156,2	5,0	12,0	7,6	65,4	6,3	43,7	6,3	1,5	54	103
11	SPG 140	216,8	7,1	17,7	8,4	57,9	5,8	39,0	9,3	1,5	68	107
12	SPG 28.3	197,0	5,4	13,2	7,8	69,4	6,3	36,4	9,3	1,9	56	96
13	Vir 188	195,4	7,8	26,6	12,0	64,0	6,5	33,1	9,4	1,9	72	109
14	Vir 23.5.3	162,4	4,2	17,5	6,7	59,0	4,9	39,6	6,4	1,5	60	97
15	Vir 297	146,3	5,8	17,7	10,0	56,5	8,7	30,5	9,7	1,9	58	102
16	Vir 4241.2	203,0	6,5	16,5	9,7	62,4	9,7	31,0	9,2	2,0	57	95
17	C 80F	143,6	4,8	13,8	9,6	57,4	7,8	31,0	9,5	1,9	54	103
18	Lá sẵn,	196,0	4,2	38,0	8,2	66,6	5,5	28,1	7,6	2,4	68	106
19	C 17-6	195,5	3,8	25,9	4,9	69,4	4,9	27,4	9,2	2,5	67	107
20	Lùn	131,0	4,2	25,6	5,4	67,5	4,4	24,9	5,2	2,7	69	108
Trung bình		182,6 ±35,8	19,6	19,9 ±7,7	38,5	63,4 ±5,7	8,9	30,5 ±6,0	19,8	2,2 ±0,5	62,3 ±6,4	102,4 ±6,0

nguồn gen cao hơn như NC95.1 (269,7 cm), McNair 944.2 (228,0)... Cây quá cao là một bất lợi do dễ đổ ngã, khó thao tác chăm sóc chùm hoa, quả.

Tổng số lá của các nguồn gen từ 11,6-38,0 lá với giá trị trung bình là 19,9 lá, độ biến động rất lớn ($CV=38,5\%$) thể hiện sự đa dạng lớn nhất trong các tính trạng theo dõi. Nguồn gen Hót Lá Bài có ít lá nhất (11,6 lá) và Lá Sắn nhiều nhất (38 lá). Hình 3.1 cho thấy khoảng phân bố chính từ 16 -24 lá, lệch phải nhẹ do một số nguồn gen có số lá nhiều hơn như Lá Sắn (38 lá), NC95.1 (37,5 lá)... Chiều dài lá từ 56,5-80,1 cm với giá trị trung bình là 63,4 cm, có độ biến động nhỏ ($CV=8,9\%$), thể hiện sự ổn định của đặc điểm này. Nguồn gen Vir 297 có lá ngắn nhất (56,5 cm) và Hót Lá Bài dài nhất (80,1 cm). Trên biểu đồ mô tả chiều dài lá xuất hiện một điểm ngoại lệ phía trên (80,1 cm) là nguồn gen Hót Lá Bài. Chiều rộng lá từ 19,3-43,7 cm với giá trị trung bình là 30,5 cm, có độ biến động lớn ($CV=19,8\%$) thể hiện sự đa dạng của đặc điểm này. Hót Lá Bài có chiều rộng lá bé nhất (19,3 cm) và P1349.2 lớn nhất (43,7 cm). Trên biểu đồ mô tả cho thấy dữ liệu tập trung ở 27-34 cm, lệch phải nhẹ do một số nguồn gen có chiều rộng lá lớn hơn như P1349.2 (43,7 cm), Vir 23.5.3 (39,6 cm), SPG 140 (39 cm)...

Tỷ lệ chiều dài/rộng của lá trung châu từ 1,5-3,2 với giá trị trung bình là 2,2, tương ứng với kiểu hình lá từ elip rộng đến elip hẹp. Thời gian phát dục của các nguồn gen từ 52-72 ngày với giá trị trung bình là 62,3 ngày, trong đó sớm nhất là Hót Lá Bài (52 ngày) và muộn nhất là NC95.1, Vir 188 (72 ngày). Thời gian từ khi trồng đến khi thu hoạch chùm quả các từ 94-113 ngày với giá trị trung bình là 102,4 ngày.



Hình 3.2 Nguồn gen Hót Lá Bài

Như vậy, sau chu kỳ lưu giữ hạt bằng phương pháp bảo quản trong kho lạnh trung hạn, các nguồn gen duy trì được phần lớn các đặc điểm chính theo dữ liệu trong hồ sơ lưu giữ như: Hót Lá Bài là nguồn gen thuốc lá địa phương với số lá rất ít, phiến lá hẹp, lá dài, phát dục rất sớm; NC95.1 với các đặc điểm thân cây rất cao, nhiều lá, thời gian phát dục muộn...

Một số chỉ tiêu chất lượng chính về hạt của các nguồn gen được thể hiện trong Bảng 3.2.

Khối lượng hạt/mẫu thu được từ 40,7-213,3 gam tùy thuộc vào năng suất cá thể và số cây đạt yêu cầu thu hoạch, ít nhất là Lùn (40,7 gam) và nhiều nhất là C30 (213,3 gam). Năng suất cá thể đạt từ 5,5-34,0 gam hạt tùy thuộc vào đặc điểm của giống, thấp nhất là SPG 140 (5,5 gam/cây) và cao nhất là MN 37 (34 gam/cây). Một số nguồn gen có năng suất cá thể cao và khối lượng hạt nhiều như MN 37 (34,0 gam/cây và 179,4 gam), C 80F (27,7 gam/cây và 212,1 gam), C 30 (24,9 gam/cây và 213,3 gam), Hicks 187 (27,5 gam/cây và 170,7gam) sẽ cho hiệu quả cao khi cần khai thác hạt (sản xuất hạt giống thuốc lá hoặc khai thác hạt để ép dầu). Bên cạnh đó 02 nguồn gen có năng suất cá thể thấp là SPG 140 và Hót Lá Bài (tương ứng là 5,5 và 6,8 gam/cây), cần chú ý tăng diện tích trồng khi sản xuất hạt giống để đạt được sản lượng hạt giống theo kế hoạch.

Khối lượng 1.000 hạt dao động từ 0,059-0,106 gam tùy vào đặc điểm giống, trong đó, Hót Lá Bài có hạt nhẹ nhất (0,059 gam) và C 17-6 nặng nhất (0,106 gam). Tỷ lệ nảy mầm của 20 nguồn gen từ 85-94%, độ ẩm từ 4,7-5%, đạt tiêu chuẩn TCVN 10848:2015.



Hình 3.3 Nguồn gen NC95.1

Bảng 3.2. Một số đặc điểm về chất lượng hạt của các nguồn gen được trẻ hóa/nhân tăng tại Ba Vì - Suối Hai - Hà Nội

TT	Nguồn gen thuốc lá	Khối lượng hạt (gam)	Năng suất cá thể (gam)	P 1.000 hạt (gam)	Tỷ lệ nảy mầm (%)	Độ ẩm hạt (%)
1	C 30	213,3	24,9	0,071	92	4,9
2	C 347	129,4	17,1	0,081	86	5,0
3	Hicks 187	170,7	27,5	0,084	85	4,8
4	Hót Lá Bài	79,5	6,8	0,059	94	4,7
5	LHSE 68	190,5	22,2	0,086	86	4,8
6	MN 37	179,4	34,0	0,087	85	5,0
7	MN944.2	150,1	13,0	0,082	80	4,8
8	NC 95.1	125,3	13,0	0,094	87	4,8
9	Nyieseyi 1	86,5	15,5	0,075	86	4,7
10	P 1349.2	160,6	19,9	0,090	86	4,8
11	SPG 140	67,7	5,5	0,085	87	5,0
12	SPG 28.3	110,8	20,8	0,086	86	4,8
13	Vir 188	52,5	8,0	0,083	85	5,0
14	Vir 23.5.3	96,4	9,2	0,084	86	4,8
15	Vir 297	120,2	22,5	0,083	89	4,8
16	Vir 4241.2	84,3	9,8	0,082	86	4,8
17	C 80F	212,1	27,7	0,081	87	4,7
18	Lá sẵn	110,1	21,3	0,092	88	4,8
19	C 17-6	170,5	12,3	0,106	89	5,0
20	Lùn	40,7	8,7	0,088	87	4,9

V. KẾT LUẬN

Sau chu kì bảo quản lạnh trung hạn, 20 nguồn gen hạt thuốc lá được trẻ hóa, nhân tăng thể hiện được những tính trạng nông sinh học chính tương đồng với các thông tin trong hồ sơ quản lý nguồn gen, hạt giống đạt tiêu chuẩn cấp hạt giống nguyên chủng - TCVN

10848:2015, với tỷ lệ nảy mầm từ 85 - 94%, độ sạch 99% và độ ẩm hạt dưới 7,0%. Khối lượng hạt thu được dao động trong khoảng 40,7-213,3 gam/mẫu, đạt yêu cầu về số lượng (> 30 gam/mẫu) để làm mẫu thay thế nhằm lưu giữ hạt thuốc lá bằng phương pháp bảo quản trong kho lạnh trung hạn.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu được thực hiện bởi kinh phí của nhiệm vụ “Lưu giữ, bảo quản nguồn gen cây thuốc lá” của Bộ Công Thương năm 2025.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. FAO (2022). Practical guide for the application of the Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Conservation of orthodox seeds in seed genebanks. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome.
2. Trần Thị Thanh Hào (2025). Lưu giữ và đánh giá nguồn gen cây thuốc lá. Báo cáo khoa học cấp Tổng công ty Thuốc lá Việt Nam.
3. TCVN 10848:2015. Hạt giống thuốc lá - Yêu cầu kỹ thuật
4. TCVN 8548:2011. Hạt giống cây trồng - Phương pháp kiểm nghiệm.

Ngày nhận bài: 26/12/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 16/01/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 3/02/2026

Người phản biện: TS. Tào Ngọc Tuấn – Chuyên gia độc lập

Thông tin tác giả:

TRẦN THỊ THANH HẢO, NGUYỄN THỊ HẢI HÀ, ĐỖ HỮU THANH

Công ty TNHH MTV Viện Thuốc lá

RESULTS OF REGENERATION OF TOBACCO SEED GERMPLASM IN 2025

TRAN THI THANH HAO^{*1}, NGUYEN THI HAI HA¹, DO HUU THANH¹

¹Tobacco Institute One Member Company Limited

ABSTRACT

This study was conducted to regenerate 20 tobacco seed germplasm accessions, including C 80F, C 347, C 17-6, MN 37, Nyieseyi 1, LHSE 68, NC 95.1, SPG 140, Vir 297, Vir 188, Vir 4241.2, Lùn, Hót lá bài, Lá sắn, C 30, Hicks 187, MN 944.2, SPG 28.3, P 1349.2, and Vir 23.5.3. The experiment was established sequentially without replication at the Ba Vi Branch of the Tobacco Institute. Each accession was represented by 100 plants, of which 20 were randomly selected for monitoring and evaluation of key agrobiological characteristics. The results indicated that the regenerated and multiplied accessions maintained their original characteristics after seed storage cycles under medium-term conservation conditions. The regenerated seeds showed germination rates of 85-94%, seed purity of 99%, and seed moisture content below 5.0%, meeting the technical requirements of TCVN 10848:2015 for breeder seed. Seed yield ranged from 40.7 to 213.3 g per accession, satisfying the required amount (>30 g) for storage as samples in a medium-term cold storage chamber.

Keywords: *Medium-term cold storage, tobacco seeds, regeneration.*

Công nghệ pin mới giúp xe điện thích ứng tốt hơn trong bối cảnh biến đổi khí hậu

Các nhà khoa học Mỹ cho biết những tiến bộ trong công nghệ sản xuất pin đang giúp xe điện giảm đáng kể nguy cơ suy giảm hiệu suất do nhiệt độ cao trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

Biến đổi khí hậu được xem là tạo ra một thách thức đối với sự phát triển của xe điện. Trong khi việc điện khí hóa giao thông góp phần giảm phát thải carbon, nhiệt độ môi trường tăng cao lại có thể khiến pin xe điện bị suy giảm nhanh hơn. Đây cũng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quyết định của nhiều người khi cân nhắc chuyển sang sử dụng xe điện.

Tuy nhiên, những lo ngại này đang dần được giải tỏa. Một nghiên cứu mới của các nhà khoa học tại Đại học Michigan của Mỹ cho thấy công nghệ pin xe điện đã có những bước tiến đáng kể, giúp hạn chế tác động tiêu cực của nhiệt độ cao đối với hiệu suất pin. Nghiên cứu do nhà khoa học Haochi Wu dẫn đầu và được công bố trên.

Trong nghiên cứu này, nhóm khoa học đã kết hợp các mô hình mô phỏng hoạt động của xe điện, dữ liệu về mức suy giảm hiệu suất pin theo thời gian cùng các kịch bản biến đổi khí hậu để đánh giá tuổi thọ của pin.

Các nhà khoa học tiến hành so sánh hai thế hệ pin khác nhau gồm pin được sản xuất trong giai đoạn 2010

đến 2018 và pin thế hệ mới sản xuất trong giai đoạn 2019 đến 2023. Kết quả cho thấy pin thế hệ mới có độ bền cao hơn rõ rệt.

Trong kịch bản nhiệt độ Trái đất tăng thêm 2 độ C so với thời kỳ tiền công nghiệp, tuổi thọ của pin xe điện thế hệ cũ có thể giảm trung bình khoảng 8% và trong một số trường hợp giảm tới 30%.

Trong khi đó, với pin thế hệ mới, mức suy giảm tuổi thọ trung bình chỉ khoảng 3% và tối đa khoảng 10%.

Những con số này cho thấy các cải tiến về thiết kế cũng như vật liệu đã góp phần giảm đáng kể tác động của nhiệt độ cao đối với tuổi thọ pin xe điện.

Theo nhà khoa học Wu, một phần lo ngại của người tiêu dùng hiện nay bắt nguồn từ những sự cố từng xảy ra cách đây khoảng một thập kỷ, khi một số người sử dụng xe điện tại các khu vực có khí hậu nóng nhận thấy dung lượng pin giảm nhanh hơn dự kiến.

Theo các nhà khoa học, kết quả nghiên cứu cho thấy thách thức lớn nhất đối với xe điện trong tương lai có thể không còn nằm ở độ bền của pin mà ở cách công nghệ này được triển khai rộng rãi trong thực tế.

Theo Tạp chí khoa học Nature Climate Change

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ CÔNG NGHỆ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HỆ GEL NHŨ TƯƠNG DẦU THỰC VẬT VÀ KHẢ NĂNG THAY THẾ MỠ HEO TRONG SẢN XUẤT XÚC XÍCH CÁ MĂNG (*ELOPICHTHYS BAMBUSA*)

NGUYỄN THỊ THU, NGUYỄN QUANG TÙNG, TRẦN THỊ HỒNG TRANG, NGUYỄN THỊ THU PHƯƠNG, NGUYỄN MẠNH ĐẠT, ĐỖ THỊ THANH HUYỀN, NGUYỄN THỊ HỒNG LĨNH, CHU THẮNG, LÊ THỊ THANH

TÓM TẮT:

Trong xu hướng phát triển các sản phẩm thực phẩm chế biến có giá trị dinh dưỡng cao và giảm hàm lượng chất béo động vật, việc nghiên cứu các hệ thay thế mỡ trong sản phẩm nhũ tương từ thủy sản đang được quan tâm. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định thành phần hóa học của cơ thịt cá Măng và đánh giá khả năng thay thế một phần mỡ lợn bằng hệ gel nhũ tương dầu thực vật trong sản xuất xúc xích cá măng (*Elopichthys bambusa*). Kết quả cho thấy cơ thịt cá có độ ẩm $73,69 \pm 0,45\%$, protein $18,02 \pm 0,30\%$, chất béo $5,74 \pm 0,61\%$ và tro $1,57 \pm 0,46\%$, cho thấy nguyên liệu giàu protein và phù hợp cho sản phẩm nhũ tương. Trong các loại dầu khảo sát, dầu cám gạo cho kết quả tốt nhất là 15,3/20,0 điểm cảm quan; độ chịu nén 4,028 N, tiệm cận mẫu đối chứng. Tỷ lệ thay thế 50% mỡ lợn bằng hệ gel nhũ tương dầu cám gạo được xác định là tối ưu, đạt 16,1/20,0 điểm cảm quan, độ chịu nén 4,196 N và giúp duy trì cấu trúc sản phẩm ổn định.

Từ khóa: Cá măng (*Elopichthys bambusa*), dầu cám gạo, hệ gel nhũ tương, xúc xích cá, đánh giá cảm quan, độ chịu nén.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong xu hướng phát triển các sản phẩm thực phẩm chế biến sẵn giàu dinh dưỡng và thuận tiện sử dụng, các sản phẩm nhũ tương từ thủy sản, đặc biệt là xúc xích cá, đang ngày càng được chú trọng nghiên cứu và phát triển. Cá măng (*Elopichthys bambusa*) là loài cá nước ngọt phân bố chủ yếu tại lưu vực sông Hồng và sông Đà, có hàm lượng protein cao cùng cấu trúc cơ thịt săn chắc, phù hợp cho chế biến các sản phẩm giá trị gia tăng [7]. Tuy nhiên, việc khai thác và sử dụng cá măng hiện nay vẫn chủ yếu ở dạng tiêu thụ tươi hoặc sơ chế, trong khi các nghiên cứu ứng dụng nguyên liệu này trong sản phẩm nhũ tương còn tương đối hạn chế.

Trong các sản phẩm nhũ tương thịt và cá, chất béo đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành và ổn định mạng gel protein cơ tương (myofibrillar), góp phần tạo cấu trúc đàn hồi, nâng cao khả năng giữ nước và cải thiện cảm quan. Mỡ động vật, đặc biệt là mỡ lợn, được sử dụng phổ biến nhờ khả năng tạo và ổn định hệ nhũ tương hiệu quả [5]. Tuy nhiên, hàm lượng axit béo

bão hòa cao trong mỡ động vật có liên quan đến nguy cơ rối loạn lipid máu và bệnh tim mạch [8]. Xu hướng thay thế một phần hoặc toàn bộ mỡ động vật bằng các nguồn lipid thực vật lành mạnh hơn đang trở thành hướng nghiên cứu được quan tâm.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Cá Măng (800-1000g/con tại hồ thủy điện Sơn La); muối ăn (Muối hạt miền Bắc); bột ngọt (Aji-nhon); dầu cám gạo (Việt Nam); Polysorbate 80 (Trung Quốc); Lecithin (Trung Quốc), Carrageenan (Trung Quốc); nước mắm (Nam Ngư); bột tiêu (Việt Nam); tinh bột biến tính (E1412); hành củ (Việt Nam); tỏi (Việt Nam); bột năng (Tài Ký); axit citric (Trung Quốc); vò collagen đường kính 24mm (Trung Quốc); đá viên (Việt Nam).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp hóa lý:

Xác định hàm lượng nước theo TCVN 4326:2001 [1]; Xác định hàm lượng protein theo TCVN 11604:2016 [4];

Xác định hàm lượng lipid theo TCVN 3703:2009 [2]; Xác định hàm lượng tro theo TCVN 5105:2009 [3]. Xác định độ chịu nén: Tiến hành cắt mẫu xúc xích thành hình trụ nhỏ có chiều cao 2 cm, bóc vỏ ngoài trước khi đo, đo độ chịu nén bằng máy đo độ cứng TX 700, Lamy-Rheology - Pháp.

2.2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Quy trình tạo hệ gel nhũ tương dầu thực vật: Dung dịch carrageenan 1,5% được chuẩn bị bằng cách hòa carrageenan trong nước cất ở 70-80°C, khuấy liên tục 5-10 phút thu được dung dịch đồng nhất. Pha dầu gồm 40g dầu thực vật và 0,2g lecithin được gia nhiệt đến 70°C trong 2 phút để hòa tan chất nhũ hóa và ổn định nhiệt độ. Tiếp theo, lấy 60g dung dịch carrageenan 1,5% gia nhiệt đến 70°C, phối trộn với pha dầu và đồng hóa ở 16.000 vòng/phút trong 3 phút nhằm tạo nhũ tương mịn, phân tán đồng đều. Hệ sau đồng hóa được làm nguội về 28-30°C và bảo quản ở 4°C trong 12 giờ để hình thành gel nhũ tương ổn định.

Quy trình tạo sản phẩm xúc xích cá Măng: Cá Măng sau xử lý sơ bộ (làm sạch, lọc thịt, rửa và để ráo) được xay thô bằng máy nghiền inox 32, sau đó xay nhuyễn và quét bằng máy nghiền tinh BigStar để thu nhận khối paste đồng nhất. Công thức phối trộn (tính theo khối lượng paste cá) gồm: đá vảy 10,0%; gia vị tổng 3,2% (muối 1,5%; mì chính 0,3%; hạt tiêu 0,2%; chất điều vị 0,2%; hành 0,5%; tỏi 0,5%); tinh bột biến tính 10,0%; tổng pha béo 6,0%, trong đó mỡ lợn và hệ gel nhũ tương dầu thực vật được phối trộn theo các tỷ lệ khảo sát. Hỗn hợp được quét đến khi đạt trạng thái mịn, dẻo và đồng nhất. Khối paste sau quét được đun định lượng vào vỏ vỏ collagen, hấp chín trong tủ hấp nhiệt độ 90°C trong thời gian 25 phút. Sản phẩm được làm nguội nhanh, đóng gói hút chân không và bảo quản ở 4 ± 1°C.

Khảo sát lựa chọn dầu thực vật: Mẫu đối chứng 100% mỡ lợn, bốn loại dầu gồm dầu cám gạo, dầu oliu, dầu dừa và dầu đậu nành được khảo sát trong cùng điều kiện công nghệ. Tỷ lệ phối trộn mỡ lợn và hệ gel nhũ tương dầu thực vật là 40:60 (w/w). Khả năng tạo gel được đánh giá thông qua các chỉ tiêu cảm quan (trạng thái cấu trúc, độ đàn hồi, màu sắc, mùi vị) và độ chịu nén nhằm xác định loại dầu phù hợp cho các thí nghiệm tiếp theo.

Khảo sát ảnh hưởng tỷ lệ phối trộn mỡ lợn và hệ gel nhũ tương dầu thực vật: Loại dầu được lựa chọn từ thí nghiệm trước được sử dụng cho khảo sát này. Tổng pha béo được cố định ở mức 6%, trong đó tỷ lệ giữa mỡ lợn và hệ gel nhũ tương dầu thực vật được thay đổi theo các mức 70:30; 60:40; 50:50; 40:60 và 30:70. Các điều kiện công nghệ khác được giữ không đổi. Mẫu được chế biến theo quy trình chung; cấu trúc và độ ổn định sản phẩm được đánh giá thông qua các chỉ tiêu cảm quan và độ chịu nén nhằm xác định tỷ lệ bổ sung phù hợp.

Phương pháp đánh giá cảm quan: Chất lượng cảm quan xúc xích cá được đánh giá theo phương pháp mô tả định lượng dựa trên TCVN 3215:1979 đối với các chỉ tiêu mùi, vị, trạng thái, cấu trúc và màu sắc theo thang điểm 0-5. Các mẫu được mã hóa ngẫu nhiên, đánh giá bởi hội đồng 7 người. Điểm cảm quan được tính từ giá trị trung bình của từng chỉ tiêu nhân với hệ số quan trọng, tổng điểm dùng để so sánh và lựa chọn nghiệm thức tối ưu.

Phương pháp xử lý số liệu: Các số liệu được thu thập và xử lý số liệu bằng chương trình Excel, xử lý thống kê SPSS 19, phân tích phương sai ANOVA đánh giá sự khác

Bảng 1. Thành phần hóa học của cơ thịt cá Măng

STT	Thành phần	ĐVT	Hàm lượng
1	Độ ẩm	%	73,69±0,45
2	Protein	%	18,02±0,30
3	Chất béo	%	5,74±0,61
4	Tro tổng số	%	1,57±0,46

biệt có ý nghĩa giữa các giá trị trung bình nghiệm thức.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

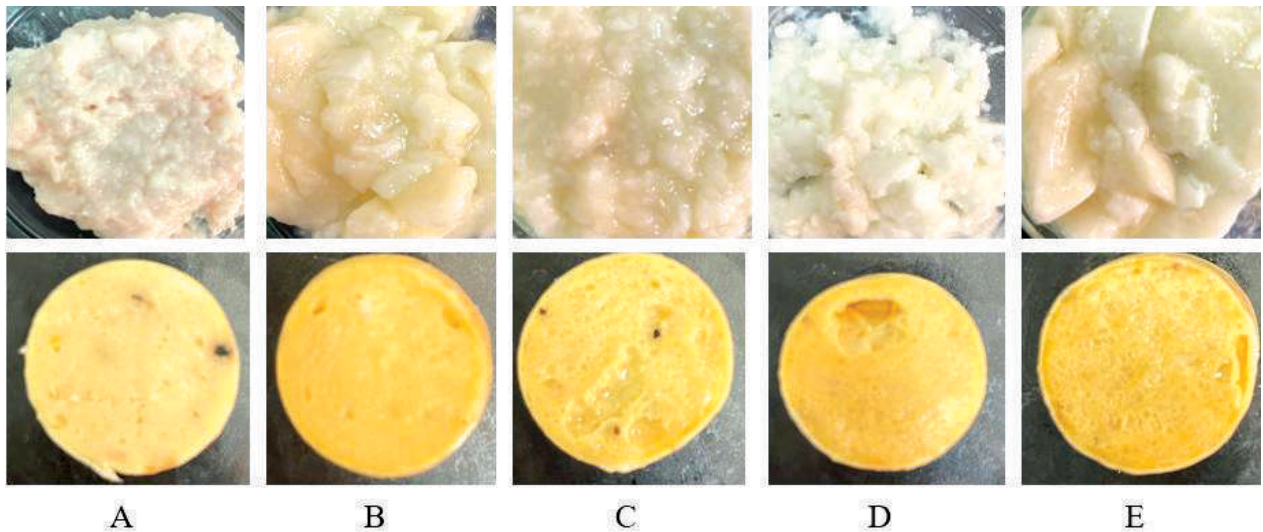
3.1. Kết quả phân tích thành phần hóa học của cơ thịt cá Măng

Kết quả phân tích thành phần hóa học của cơ thịt cá Măng được thể hiện thông qua Bảng 1.

Hàm lượng ẩm đạt 73,69±0,45%, nằm trong khoảng đặc trưng của cá nước ngọt, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình hình thành mạng gel trong sản xuất xúc xích cá. Hàm lượng protein đạt 18,02±0,30%, phản ánh tiềm năng tạo cấu trúc tốt do protein cơ sợi đóng vai trò quyết định trong khả năng tạo gel và độ đàn hồi của sản phẩm. Hàm lượng lipid 5,74±0,61% ở mức trung bình, góp phần cải thiện độ mềm và cảm giác béo nhưng chưa đủ để đảm bảo cấu trúc nhũ tương bền vững, do đó cần bổ sung thêm pha béo trong công thức. Hàm lượng tro tổng số 1,57±0,46% cho thấy sự hiện diện của khoáng chất tự nhiên, góp phần vào giá trị dinh dưỡng và ổn định cấu trúc.

Kết quả này tương đồng với các công bố trước đây về cá Măng, trong đó protein dao động khoảng 18-19% và lipid khoảng 6-7%. Thành phần axit amin cho thấy chất lượng protein cao với chỉ số axit amin thiết yếu lớn. Đồng thời, lipid chứa tỷ lệ đáng kể MUFA và PUFA, bao gồm các axit béo n-3 như EPA và DHA.

Nhìn chung, cơ thịt cá Măng có thành phần hóa học phù hợp để phát triển sản phẩm xúc xích cá bổ sung hệ gel nhũ tương dầu thực vật, đáp ứng yêu cầu về cấu trúc, giá trị dinh dưỡng.



Hình 1. Hình ảnh hệ gel nhũ tương và mặt cắt ngang của xúc xích cá được chế biến với các nguồn lipid khác nhau: (A) mỡ lợn (đối chứng); (B) dầu cám gạo; (C) dầu ô liu; (D) dầu dừa; (E) dầu đậu nành

3.2. Kết quả khảo sát lựa chọn loại dầu thực vật cho hệ gel nhũ tương

3.2.1. Ảnh hưởng của loại dầu thực vật đến cấu trúc hình thái và đặc tính cảm quan của xúc xích cá

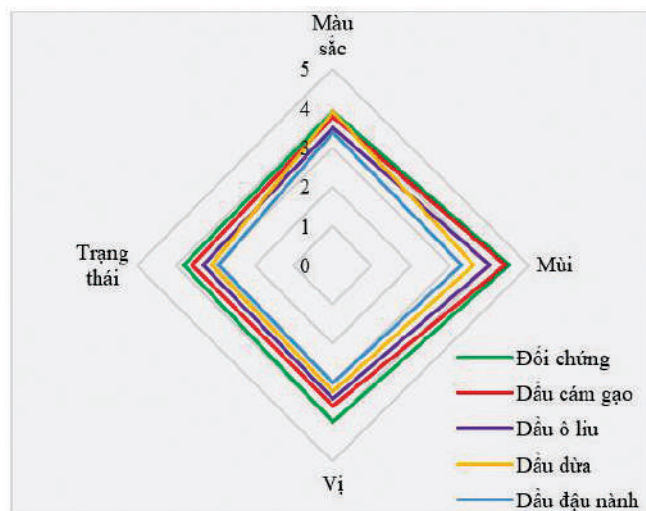
Sự khác biệt hình thái cấu trúc về khả năng hình thành cấu trúc gel nhũ tương giữa các mẫu được thể hiện qua Hình 1.

Hình thái hệ gel nhũ tương và mặt cắt ngang của xúc xích cá (Hình 1) cho thấy loại lipid có ảnh hưởng đáng kể đến mức độ đồng nhất và tính liên tục của mạng gel protein sau gia nhiệt. Mẫu đối chứng sử dụng mỡ lợn hình thành cấu trúc đặc chắc, bề mặt cắt mịn và phân bố pha béo tương đối đồng đều, phản ánh hệ nhũ tương ổn định. Kết quả này phù hợp với cơ chế đã được ghi nhận trong các sản phẩm nhũ tương thịt, trong đó lipid bán rắn góp phần ổn định cấu trúc bằng cách ổn

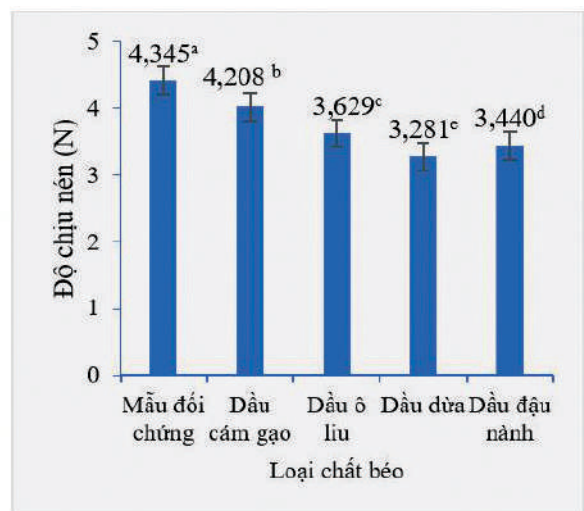
định giọt béo trong mạng protein ba chiều.

Khi thay thế mỡ lợn bằng dầu thực vật, cấu trúc sản phẩm thay đổi tùy theo loại dầu. Trong các mẫu khảo sát, dầu cám gạo duy trì cấu trúc tương đối đồng nhất, ít xuất hiện lỗ khí và có độ đàn hồi tốt hơn so với các dầu còn lại. Ngược lại, mẫu sử dụng dầu ô liu và dầu đậu nành xuất hiện nhiều lỗ khí hơn, đàn hồi kém biểu hiện qua bề mặt. Đặc biệt, dầu dừa tạo cấu trúc xốp và phân bố pha không đồng đều, cho thấy sự suy giảm ổn định của hệ gel nhũ tương.

Xu hướng này được phản ánh tương ứng trong kết quả cảm quan (Hình 2). Mẫu dầu cám gạo đạt điểm trạng thái-cấu trúc và mức chấp nhận tổng thể gần với đối chứng, trong khi các mẫu dầu ô liu, dầu đậu nành và dầu dừa có xu hướng giảm, chủ yếu ở thuộc tính cấu trúc và mùi. Sự phù hợp giữa dữ liệu hình thái và cảm



Hình 2. Biểu đồ radar đánh giá cảm quan xúc xích cá sử dụng các loại dầu thực vật khác nhau



Hình 3. Ảnh hưởng của loại dầu thực vật đến độ chịu nén của xúc xích cá

Các giá trị đánh dấu bởi các chữ cái trên đầu khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$)

quan cho thấy chất lượng cảm nhận của sản phẩm chịu chi phối trực tiếp bởi sự phân tán và liên kết của lipid trong mạng protein.

Sự khác biệt giữa các loại dầu có thể được giải thích dựa trên đặc tính hóa lý của pha lipid. Dầu ô liu và dầu đậu nành có hàm lượng acid béo không bão hòa cao và dễ chuyển sang trạng thái khác ở nhiệt độ xử lý, làm tăng tính linh động của giọt dầu và giảm khả năng cố định trong mạng protein khi gia nhiệt. Điều này có thể dẫn đến hiện tượng hợp nhất giọt dầu và hình thành các lỗ khí vi mô, làm giảm tính liên tục của gel. Trong khi đó, dầu cám gạo có thành phần acid béo cân đối hơn và chứa các hợp chất chống oxy hóa tự nhiên (tocopherol, tocotrienol, γ -oryzanol), có thể góp phần hạn chế biến đổi oxy hóa và duy trì ổn định cấu trúc trong quá trình gia nhiệt. Đối với dầu dừa, mặc dù có tỷ lệ acid béo bão hòa cao, đặc tính nóng chảy và hành vi kết tinh khác biệt so với mỡ động vật có thể gây mất ổn định trong quá trình gia nhiệt và làm nguội, dẫn đến cấu trúc kém liên tục. Như vậy, không chỉ mức độ bão hòa acid béo mà quá trình xử lý nhiệt và khả năng tương thích với mạng protein cá đều quyết định tính ổn định cấu trúc của hệ.

3.2.2. Ảnh hưởng của loại dầu thực vật đến độ bền cơ học của hệ gel nhũ tương.

Độ chịu nén của xúc xích cá, thể hiện tại Hình 3, phản ánh khả năng chống biến dạng và mức độ ổn định của mạng gel hình thành sau gia nhiệt. Mẫu đối chứng cho giá trị lực chịu nén cao nhất, cho thấy cấu trúc gel được hình thành bền vững khi sử dụng hoàn toàn mỡ động vật. Trong các mẫu thay thế, dầu cám gạo duy trì giá trị độ chịu nén gần với đối chứng, chứng tỏ pha dầu này có khả năng tương thích tốt với hệ protein cá và hạn chế sự suy giảm độ bền cơ học của gel. Ngược lại, các mẫu sử dụng dầu ô liu, dầu đậu nành và dầu dừa cho giá trị lực chịu nén thấp hơn, phù hợp với hiện tượng cấu trúc mềm và kém đàn hồi quan sát trên mặt cắt sản phẩm.

Khi thay thế bằng dầu thực vật, sự khác biệt về trạng thái vật lý và thành phần axit béo của pha lipid dẫn đến biến đổi cấu trúc. Dầu cám gạo cho cấu trúc tương đối đồng nhất, ít lỗ khí và duy trì độ đàn hồi tốt. Điều này có thể liên quan đến thành phần axit béo giàu MUFA và sự hiện diện của các hợp chất chống oxy hóa tự nhiên (như tocopherol, γ -oryzanol), giúp tăng tính ổn định oxy hóa và hạn chế phá vỡ mạng gel trong quá trình gia nhiệt. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu sử dụng gel nhũ tương dầu cám gạo trong sản phẩm thủy sản, cho thấy khả năng duy trì cấu trúc và chất lượng cảm quan tương đương đối chứng chứa mỡ động vật [6]. Ngược lại, dầu ô liu và dầu đậu nành với hàm lượng cao axit béo không bão hòa đa (PUFA) và trạng thái lỏng hoàn toàn ở nhiệt độ phòng làm tăng tính linh động của pha

dầu, giảm khả năng cố định trong mạng protein, từ đó xuất hiện lỗ khí và cấu trúc kém liên tục. Đối với dầu dừa, mặc dù có tỷ lệ axit béo bão hòa cao, đặc tính nóng chảy nhanh và sự tái kết tinh lipid trong quá trình gia nhiệt có thể gây mất ổn định cục bộ của hệ nhũ tương, dẫn đến cấu trúc xuất hiện nhiều lỗ khí và độ bền cơ học thấp. Xu hướng biến đổi độ chịu nén hoàn toàn phù hợp với quan sát hình thái và đánh giá cảm quan, cho thấy mối liên hệ chặt chẽ giữa cấu trúc vi mô và tính chất cơ học của gel nhũ tương. Mẫu sử dụng dầu cám gạo duy trì lực chịu nén gần với đối chứng, chứng minh sự tương thích tốt giữa pha lipid và mạng protein cá.

Tổng hợp các kết quả, dầu cám gạo là lựa chọn phù hợp nhất để phát triển hệ gel nhũ tương thay thế một phần mỡ động vật trong xúc xích cá, đảm bảo duy trì cấu trúc, đặc tính cơ học và chất lượng cảm quan của sản phẩm.

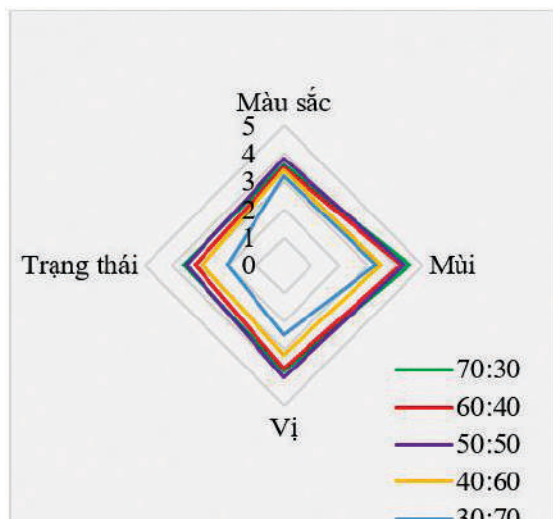
3.3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng tỷ lệ phối trộn mỡ lợn và hệ gel nhũ tương dầu cám gạo

Kết quả đánh giá cảm quan và độ chịu nén cho thấy tỷ lệ phối trộn giữa mỡ lợn và hệ gel nhũ tương dầu cám gạo có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng tổng thể của xúc xích cá. Kết quả cảm quan cho thấy ở tỷ lệ 50:50 đạt điểm đánh giá cao nhất 16,1/20,0. So với các tỷ lệ còn lại, mẫu này thể hiện sự hài hòa, mùi vị đặc trưng và cấu trúc đàn hồi của sản phẩm. Việc bổ sung hệ gel nhũ tương ở mức 50% giúp cải thiện khả năng phân tán pha béo, tạo hệ nhũ tương ổn định hơn trong khối protein cá, từ đó làm bề mặt cắt mịn và cấu trúc đồng nhất hơn so với các mẫu có hàm lượng mỡ lợn cao hoặc quá thấp.

Ở các tỷ lệ thay thế thấp hơn (70:30 và 60:40), mặc dù độ chịu nén cao hơn, nhưng điểm cảm quan không vượt trội do hàm lượng mỡ lợn lớn. Ngược lại, khi tăng tỷ lệ hệ gel nhũ tương lên 40:60 và 30:70, điểm cảm quan giảm rõ rệt, đặc biệt ở chỉ tiêu vị và trạng thái, cho thấy cấu trúc sản phẩm trở nên kém đàn hồi và cảm giác miệng béo suy giảm khi lượng mỡ động vật bị thay thế quá mức.

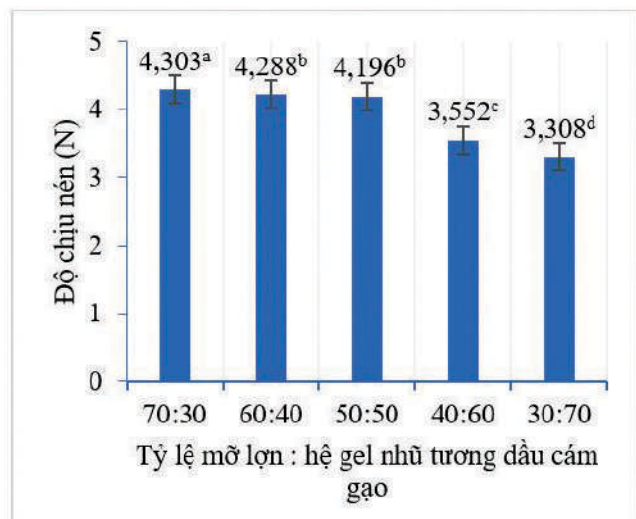
Kết quả đo độ chịu nén cho thấy mẫu 50:50 đạt giá trị 4,196 N, tuy thấp hơn nhẹ so với các mẫu 70:30 và 60:40 nhưng vẫn nằm trong khoảng cấu trúc ổn định và không có sự suy giảm đáng kể về độ bền cơ học của sản phẩm. Điều này chứng tỏ tại tỷ lệ này, mạng gel protein-lipid vẫn được duy trì hiệu quả, đồng thời hệ gel nhũ tương đã tham gia tích cực vào việc củng cố cấu trúc mà không làm sản phẩm trở nên quá cứng hoặc khô.

Tổng hợp các kết quả cho thấy tỷ lệ phối trộn mỡ lợn : hệ gel nhũ tương dầu cám gạo là 50:50 tạo được sự cân bằng tối ưu giữa chất lượng cảm quan và đặc tính cấu trúc, đồng thời đạt mục tiêu thay thế một phần đáng kể mỡ động vật bằng dầu thực vật.



Hình 4. Biểu đồ radar đánh giá ảnh hưởng tỷ lệ phối trộn mỡ lợn: hệ gel nhũ tương dầu cám gạo

Các giá trị đánh dấu bởi các chữ cái trên đầu khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$)



Hình 5. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn mỡ lợn:hệ gel nhũ tương dầu cám gạo đến độ chịu nén của xúc xích cá

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chứng minh tính khả thi của việc sử dụng hệ gel nhũ tương dầu thực vật như một chất thay thế một phần mỡ lợn trong sản xuất xúc xích cá Măng (*Elopichthys bambusa*). Thành phần hóa học của cơ thịt cá với hàm lượng protein cao 18,02%) và lipid trung bình (5,74%) cho thấy nguyên liệu phù hợp cho sản phẩm nhũ tương. Trong các loại dầu khảo sát, dầu cám gạo cho hiệu

quả tốt nhất về cấu trúc, cảm quan và độ chịu nén, tiệm cận mẫu đối chứng. Tỷ lệ thay thế 50% mỡ lợn bằng hệ gel nhũ tương dầu cám gạo được xác định là tối ưu, duy trì chất lượng cảm quan và độ bền cơ học ổn định, đồng thời giảm đáng kể hàm lượng mỡ động vật. Kết quả này khẳng định tiềm năng ứng dụng hệ gel nhũ tương dầu cám gạo trong phát triển xúc xích cá theo định hướng cải thiện giá trị dinh dưỡng và sức khỏe người tiêu dùng ❖

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu được thực hiện dưới sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài Cấp tỉnh Sơn La: Nghiên cứu, ứng dụng công nghệ sản xuất một số sản phẩm cá nước ngọt tại huyện Quỳnh Nhai tỉnh Sơn La phục vụ chương trình xây dựng nông thôn mới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng, (2001). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4326:2001, Thức ăn chăn nuôi - Xác định độ ẩm và hàm lượng chất bay hơi khác. Bộ Khoa học và Công nghệ.
2. Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, (2009). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 3703:2009, Thủy sản và các sản phẩm thủy sản - Xác định hàm lượng chất béo. Bộ Khoa học và Công nghệ.
3. Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, (2009). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 5105 : 2009, Thủy sản và sản phẩm thủy sản – Xác định hàm lượng tro. Bộ Khoa học và Công nghệ.
4. Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, (2016). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8130:2009, Thịt và sản phẩm thịt - Xác định hàm lượng nitơ tổng số bằng cách đốt cháy theo nguyên tắc Dumas và tính hàm lượng protein thô. Bộ Khoa học và Công nghệ.
5. Baer, A.A., et al. (2014). "Effect of fat quality on sausage processing, texture, and sensory characteristics", *Meat Science*, 96(3): 1242-1249.
6. Chaijan, M., et al. (2021). "Rice bran oil emulgel as a pork back fat alternate for semi-dried fish sausage", *PLoS One*, 16(4): e0250512.
7. Miao-miao, W., et al. (2014). "Analysis and Evaluation of Nutrient Components in Muscle of Yellow Cheek Carp", *Food Science*, 35(15): 238-242.
8. Perna, M., et al. (2022). "Saturated fatty acid chain length and risk of cardiovascular disease: a systematic review", *Nutrients*, 15(1): 30.

Ngày nhận bài: 26/12/2025; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 16/01/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 3/02/2026

Người phản biện: TS. Phan Thị Hồng Thảo - Viện Sinh học, Viện Hàn lâm KH và CN Việt Nam

Thông tin tác giả:

NGUYỄN THỊ THU², NGUYỄN QUANG TÙNG¹, TRẦN THỊ HỒNG TRANG¹, NGUYỄN THỊ THU PHƯƠNG¹, NGUYỄN MẠNH ĐẠT², ĐỖ THỊ THANH HUYỀN², NGUYỄN THỊ HỒNG LĨNH², CHU THẮNG², LÊ THỊ THANH¹

¹Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Viện Công nghiệp Thực phẩm

STUDY ON SOME TECHNOLOGICAL FACTORS AFFECTING THE VEGETABLE OIL EMULSION GEL SYSTEM AND ITS POTENTIAL TO REPLACE PORK FAT IN THE PRODUCTION OF YELLOWCHEEK CARP (*ELOPICHTHYS BAMBUSA*) SAUSAGE

NGUYỄN THỊ THU², NGUYỄN QUANG TÙNG¹, TRẦN THỊ HỒNG TRANG¹,
NGUYỄN THỊ THU PHƯƠNG¹, NGUYỄN MẠNH ĐẠT², ĐỖ THỊ THANH HUYỀN²,
NGUYỄN THỊ HỒNG LĨNH², CHU THẮNG², LÊ THỊ THANH¹

¹Hanoi University of Industry

²Food Industries Research Institute

ABSTRACT

In the trend of developing processed foods with high nutritional value and reduced animal fat content, the study of fat replacer systems in seafood-based emulsion products has attracted increasing attention. This study aimed to determine the chemical composition of yellowcheek carp muscle and evaluate the potential of partially replacing pork fat with a vegetable oil emulsion gel in the production of yellowcheek carp sausage (*Elopichthys bambusa*). The results showed that the fish muscle contained $73.69 \pm 0.45\%$ moisture, $18.02 \pm 0.30\%$ protein, $5.74 \pm 0.61\%$ lipid, and $1.57 \pm 0.46\%$ ash, indicating that it is a protein-rich raw material suitable for emulsion-type products. Among the tested oils, rice bran oil exhibited the best performance with a sensory score of 15.3/20.0 and a compression force of 4.028 N, close to that of the control sample. A substitution level of 50% pork fat with rice bran oil emulsion gel was identified as optimal, achieving a sensory score of 16.1/20.0 and a compression force of 4.196 N while maintaining a stable product structure.

Keywords: Yellowcheek carp (*Elopichthys bambusa*), rice bran oil, emulsion gel, fish sausage, sensory evaluation, compression force.

Đà Nẵng: Triển khai và hoàn thành 152 nhiệm vụ

Sau 1 năm triển khai thực hiện Nghị quyết 57/NQ-TW, TP. Đà Nẵng đã đạt được nhiều kết quả quan trọng trong phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số. Nổi bật là trong năm 2025, UBND thành phố đã chủ trì triển khai và hoàn thành 152 nhiệm vụ do Trung ương giao, đạt tỷ lệ 100%, không có nhiệm vụ quá hạn hoặc trễ hạn.

Đến nay, tổng số nhiệm vụ Trung ương giao cho Đà Nẵng là 253 nhiệm vụ, thuộc top 3 địa phương được giao nhiều nhiệm vụ nhất cả nước. Kết quả này cho thấy sự chủ động, quyết liệt của Thành phố trong việc triển khai các nhiệm vụ trọng tâm, đồng thời khẳng định vai trò của khoa học, công nghệ và chuyển đổi số trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội.

Trong thời gian qua, Thành phố đã tích cực hoàn thiện hệ thống cơ chế, chính sách nhằm thúc đẩy khoa học công nghệ và đổi mới sáng tạo. Đà Nẵng đã triển khai hiệu quả 7 nghị quyết của HĐND thành phố liên quan đến khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số; đồng thời tham mưu ban hành nhiều cơ chế đặc thù theo Nghị quyết 136/2024/QH15 của Quốc hội.

Nhờ các chính sách hỗ trợ kịp thời, Thành phố đã

xác nhận 45 doanh nghiệp, tổ chức khởi nghiệp đổi mới sáng tạo đủ điều kiện hưởng ưu đãi thuế; hỗ trợ kinh phí cho 14 dự án khởi nghiệp. Bên cạnh đó, Đà Nẵng cũng công nhận 16 doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực vi mạch bán dẫn và trí tuệ nhân tạo, đồng thời bố trí mặt bằng cho 39 doanh nghiệp và dự án khởi nghiệp trong các lĩnh vực công nghệ cao này. Hai đối tác chiến lược trong lĩnh vực vi mạch bán dẫn và trí tuệ nhân tạo là Tập đoàn FPT và Tập đoàn Marvell, mở ra nhiều cơ hội hợp tác, nghiên cứu và phát triển công nghệ trong thời gian tới.

Hạ tầng khoa học công nghệ và đổi mới sáng tạo tiếp tục được đầu tư mạnh mẽ. Đà Nẵng hiện có 3 khu công nghệ thông tin tập trung được Thủ tướng Chính phủ công nhận. Trong đào tạo nguồn nhân lực công nghệ cao, năm 2025, các trường đã mở thêm ngành đào tạo vi mạch bán dẫn và trí tuệ nhân tạo với gần 1.000 sinh viên tuyển mới, hướng tới mục tiêu đào tạo ít nhất 5.000 kỹ sư vi mạch đến năm 2030. Đồng thời, 70 giảng viên được cập nhật công nghệ mới từ chuyên gia quốc tế, hơn 500 kỹ sư được đào tạo nâng cao năng lực.

MT

NHIỆT ĐIỆN PHÚ MỸ:

ĐỔI MỚI SÁNG TẠO VÌ SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

**Công ty Nhiệt điện Phú Mỹ (đơn vị trực thuộc EVNGenco3)
xác định đổi mới sáng tạo là kim chỉ nam trong mọi hoạt
động của đơn vị, để phát triển bền vững.**

MẠNH HÙNG

Trong giai đoạn trí tuệ nhân tạo (AI) và chuyển đổi số phát triển mạnh, Công ty Nhiệt điện Phú Mỹ (đơn vị trực thuộc EVNGenco3) xác định đổi mới sáng tạo là kim chỉ nam trong mọi hoạt động của đơn vị, nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh, đảm bảo các tổ máy phát điện an toàn, liên tục, kinh tế, phát triển bền vững và đóng góp tích cực vào sự phát triển chung của Tổng Công ty Phát điện 3 trước tình hình mới.

ĐỊNH HÌNH ĐỔI MỚI SÁNG TẠO TRỞ THÀNH VĂN HÓA CÔNG TY

Thực hiện các Nghị quyết của Trung ương Đảng và Đảng ủy cấp trên về đổi mới sáng tạo, chuyển đổi số, từ tháng 6/2025, Công ty Nhiệt điện Phú Mỹ đã thành lập Ban Chỉ đạo phát triển khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số do Bí thư Đảng ủy - Giám đốc Công ty làm Trưởng ban, khẳng định quyết tâm biến đổi mới sáng tạo thành nhiệm vụ chính trị trọng tâm, góp phần nâng cao

hiệu quả hoạt động và phát triển bền vững.

Công ty xây dựng kế hoạch và triển khai từng nhiệm vụ, nội dung công việc cho các phòng, phân xưởng trong Công ty; phát động phong trào thi đua với những mục tiêu, biện pháp thực hiện cụ thể, đồng thời xác định “đổi mới sáng tạo” là một nét văn hóa đặc trưng trong văn hóa Công ty.

Theo kế hoạch, mỗi phòng, phân xưởng phải đạt tối thiểu 8 điểm đổi mới sáng tạo trong năm với các tiêu chí cụ thể, thiết thực. Đây là cách tiếp cận và đánh giá mang tính lượng hóa, giúp đo lường kết quả thực hiện một cách minh bạch, đồng thời khuyến khích năng lực sáng tạo, cạnh tranh tích cực giữa các đơn vị trong Công ty.

Mục tiêu cuối cùng không chỉ là đạt điểm số mà cần đẩy mạnh văn hóa đổi mới sáng tạo thành một yếu tố then chốt để duy trì sức cạnh tranh lâu dài, phát triển bền vững, nâng cao thương hiệu Nhiệt điện Phú Mỹ.



Công ty Nhiệt điện Phú Mỹ

NHỮNG KẾT QUẢ NỔI BẬT, KHẲNG ĐỊNH SỨC SÁNG TẠO CỦA NGƯỜI LAO ĐỘNG

Trong năm 2025, Công ty Nhiệt điện Phú Mỹ có 25 sáng kiến và 18 giải pháp đổi mới sáng tạo đã và đang nghiên cứu thực hiện, áp dụng vào thực tiễn. Trong đó, 5 giải pháp được công nhận là sáng kiến cấp Tổng Công ty. Các giải pháp, nhiệm vụ đổi mới sáng tạo mang tính ứng dụng cao, được triển khai cụ thể đến từng phòng, phân xưởng ở tất cả các lĩnh vực: sản xuất, quản trị, tài chính, nhân sự... Một số giải pháp đổi mới sáng tạo tiêu biểu như:

Cải tiến mạch điều khiển, bảo vệ, giám sát các Máy cắt 400VAC; Giải pháp tối ưu chương trình điều khiển Lò thu hồi nhiệt; Xây dựng mô hình AI hỗ trợ phân tích thông số vận hành tổ máy tuabin khí; Thiết kế, lắp đặt mới bộ đếm dữ liệu vận hành ODC; Số hóa quy trình báo cáo và quản lý dữ liệu... Nhiều hạng mục hướng tới ứng dụng công nghệ số và IoT, phản ánh xu hướng chung của ngành điện tử “công nghệ cứng” sang “công nghệ thông minh”.

Những giải pháp đổi mới sáng tạo của cán bộ, công nhân viên đã làm lợi cho Công ty về nhiều mặt như: giá trị làm lợi về kinh tế, tiết giảm thời gian, nhân công cho vận hành, sửa chữa thiết bị, tổ máy; bảo vệ môi trường sản xuất... đồng thời tạo được hiệu quả mạnh mẽ trên ba phương diện: Nâng cao độ tin cậy của tổ máy, góp phần

giữ vững ổn định Hệ thống điện; tối ưu chi phí vận hành và nhanh chóng thích ứng với sự thay đổi.

ĐỔI MỚI SÁNG TẠO - CHÌA KHÓA DUY TRÌ LỢI THẾ CẠNH TRANH

Trong bối cảnh ngành điện đẩy mạnh chuyển dịch năng lượng, ưu tiên phát triển nguồn năng lượng tái tạo và nguồn điện xanh, các tổ máy của Nhiệt điện Phú Mỹ giai đoạn vừa qua được huy động ít, thời gian huy động vận hành ngắn, khởi động/ngừng máy trong ngày, công suất phát điện không cao...

Do đó, Công ty xác định đổi mới sáng tạo là yếu tố then chốt giúp đơn vị nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh, năng lực cạnh tranh trên thị trường điện, đáp ứng tốt tất cả mọi phương thức vận hành theo nhu cầu của hệ thống, nâng cao sản lượng điện phát...

Với giải pháp, cách làm hiệu quả, có mục tiêu rõ ràng và đo lường bằng kết quả cụ thể, Công ty Nhiệt điện Phú Mỹ kỳ vọng đổi mới sáng tạo không chỉ là khẩu hiệu mà là hành động thiết thực, bền vững và mang lại giá trị lâu dài.

Mỗi cán bộ, người lao động đều được khuyến khích đề xuất ý tưởng, cải tiến quy trình, ứng dụng công nghệ và quản trị hiện đại, góp phần xây dựng tập thể năng động, sáng tạo và phát triển bền vững, đóng góp tích cực vào sự lớn mạnh của Tổng Công ty Phát điện 3, EVN trong kỷ nguyên mới❖

Singapore mở “trường học AI” cho 150.000 công chức

Động thái này được công bố tại Quốc hội Singapore, trong bối cảnh chính phủ nước này tăng tốc xây dựng nền hành chính số, lấy người dân làm trung tâm.

Singapore đang đẩy mạnh chiến lược chuyển đổi số trong khu vực công với việc thành lập một học viện chuyên trách nhằm trang bị kỹ năng số, dữ liệu và trí tuệ nhân tạo (AI) cho hơn 150.000 công chức. Theo đó, Học viện Chính phủ số dự kiến đi vào hoạt động trong quý III năm nay. Đây được xem là bước đi có tính hệ thống nhằm nâng cao năng lực công chức trong môi trường công nghệ thay đổi nhanh chóng.

Phát biểu trước Quốc hội, Quốc vụ khanh Bộ Phát triển Số và Thông tin Jasmin Lau nhấn mạnh mục tiêu bao trùm là bảo đảm không công chức nào “cảm thấy bất lực trong một thế giới số”.

Theo bà, chuyển đổi số không chỉ dừng ở việc ứng dụng công nghệ mới mà còn đòi hỏi thay đổi tư duy thiết kế chính sách và cung ứng dịch vụ công theo hướng lấy người dân làm trung tâm, đồng thời bảo đảm an toàn và bảo mật.

Theo Bộ Phát triển Số và Thông tin Singapore, tất cả công chức nước này sẽ phải hoàn thành các học phần nền tảng bắt buộc về an ninh mạng, bảo vệ dữ liệu và kiến thức cơ bản về AI. Đây được xem là “ngưỡng năng lực tối thiểu” để mỗi cán bộ có thể làm việc hiệu quả trong môi trường chính phủ số.

Học viện Chính phủ số sẽ xây dựng chương trình đào

tạo bám sát các ưu tiên số của Chính phủ, đồng thời cung cấp các khóa học chuyên sâu về tư duy sản phẩm, quản trị dữ liệu và ứng dụng AI. Các khóa học này mở cho toàn bộ công chức, hướng tới xây dựng đội ngũ có chuyên môn sâu trong những lĩnh vực then chốt phục vụ các sáng kiến chuyển đổi số tại các cơ quan nhà nước.

Bà Jasmin Lau thừa nhận, quá trình chuyển đổi có thể tạo ra tâm lý trái chiều trong đội ngũ công chức. “Nhiều người đã dành nhiều năm xây dựng chuyên môn cho công việc của mình. Khi các công cụ thay đổi quá nhanh, điều đó có thể khiến một số người hào hứng, nhưng cũng có thể khiến người khác cảm thấy bất an”, bà nói.

Theo bà, nhiệm vụ của Chính phủ không chỉ là trấn an mà là giúp công chức xây dựng năng lực thực chất, đủ tự tin để sử dụng công cụ mới, biết đặt câu hỏi đúng và đánh giá chất lượng kết quả đầu ra.

Cùng với việc nâng cao năng lực khu vực công, Chính phủ Singapore cũng công bố Chương trình Tác động AI Quốc gia, nhằm thúc đẩy ứng dụng AI rộng rãi trong cộng đồng doanh nghiệp và lực lượng lao động.

Bộ trưởng Phát triển Số và Thông tin Josephine Teo cho rằng AI có tiềm năng được “phổ cập hóa”, mang lại lợi ích cho nhiều tầng lớp trong xã hội. Tuy nhiên, bà cảnh báo nếu AI đi theo quỹ đạo của các làn sóng công nghệ trước đây, chỉ một nhóm nhỏ doanh nghiệp tiên phong sẽ bứt phá, trong khi phần lớn doanh nghiệp nhỏ và vừa - vốn sử dụng đa số lao động - có thể tụt lại phía sau.

Theo Channel NewsAsia

VIỆN CÔNG NGHIỆP GIẤY VÀ XENLUYLÔ

ĐẨY MẠNH NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO

MINH HẰNG

Trước những thách thức về nguyên liệu, môi trường và yêu cầu chuyển đổi xanh của ngành giấy, Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulo đang tập trung đẩy mạnh nghiên cứu khoa học và đổi mới sáng tạo, lấy hiệu quả ứng dụng và giá trị kinh tế làm thước đo cho chất lượng nghiên cứu.

Trong bối cảnh ngành giấy và bột giấy đứng trước áp lực ngày càng lớn về bảo vệ môi trường, tiết kiệm tài nguyên và nâng cao sức cạnh tranh, Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulo xác định nghiên cứu khoa học và đổi mới sáng tạo là nhiệm vụ trung tâm, xuyên suốt trong hoạt động của đơn vị. Các hướng nghiên cứu được tập trung vào công nghệ sản xuất sạch hơn, tiết kiệm năng lượng và nước, xử lý môi trường, cũng như phát triển các dòng sản phẩm giấy chuyên dụng, bao bì thân thiện môi trường nhằm đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của doanh nghiệp và thị trường.

Hiệu quả kinh tế từ hoạt động nghiên cứu khoa học và dịch vụ khoa học công nghệ của Viện được thể hiện rõ nét trong năm 2025. Theo số liệu tổng hợp, doanh thu từ hoạt động nghiên cứu khoa học, dịch vụ khoa học công nghệ, phân tích kiểm định và chuyển giao kỹ thuật trong năm 2025 tăng tới 316% so với năm 2024, qua đó chiếm 71% tổng doanh thu của Viện. Tỷ trọng này cho thấy nghiên cứu khoa học và đổi mới sáng tạo không chỉ giữ vai trò chuyên môn cốt lõi mà đã trở thành nguồn thu chủ đạo, tạo nền tảng tài chính quan trọng cho sự vận hành và phát triển của Viện.

Kết quả trên phản ánh sự chuyển biến rõ rệt trong cách tiếp cận nghiên cứu, khi các nhiệm vụ khoa học được định hướng sát hơn với nhu cầu thực tiễn của doanh nghiệp ngành giấy và xenlulo. Nhiều kết quả nghiên cứu đã từng bước được chuyển giao, ứng dụng trong sản xuất, mang lại giá trị kinh tế cụ thể cho đối tác, đồng thời góp phần nâng cao vị thế của Viện trong hệ sinh thái dịch vụ khoa học – công nghệ của ngành. Nguồn thu từ nghiên cứu và chuyển giao công nghệ cũng tạo điều kiện để Viện tái đầu tư cho hoạt động khoa học, nâng cấp cơ sở vật chất, phòng thí nghiệm, cải thiện điều kiện làm việc và thu nhập cho viên chức, người lao động, qua đó hình thành vòng tuần hoàn tích cực giữa nghiên cứu - ứng dụng - hiệu quả kinh tế.

Song song với hoạt động nghiên cứu, Viện chú trọng thúc đẩy phong trào đổi mới sáng tạo gắn với nhiệm vụ chuyên môn của các đơn vị trực thuộc. Nhiều sáng kiến, cải tiến kỹ thuật đã được triển khai và đưa vào áp dụng, góp phần nâng cao năng suất lao động, tiết kiệm chi phí



Các hoạt động của Trung tâm Nghiên cứu phát triển công nghệ Viện CN Giấy và Xenlulo

và gia tăng hiệu quả sản xuất kinh doanh cho Viện và các doanh nghiệp hợp tác.

Viện cũng từng bước đẩy mạnh chuyển đổi số trong quản lý và nghiên cứu khoa học, tập trung chuẩn hóa quy trình, số hóa dữ liệu và hiện đại hóa phương thức làm việc. Việc triển khai các phần mềm quản lý phòng thí nghiệm, quản lý dữ liệu nghiên cứu và xây dựng cơ sở dữ liệu số về xơ sợi thực vật Việt Nam đã tạo nền tảng quan trọng cho hoạt động tra cứu, nghiên cứu, đào tạo và chuyển giao công nghệ trong lĩnh vực giấy và xenlulo.

Bên cạnh những kết quả đạt được, số lượng công trình công bố trên các tạp chí quốc tế uy tín của Viện còn khiêm tốn so với tiềm năng, việc thương mại hóa một số kết quả nghiên cứu còn chậm, khoảng cách từ nghiên cứu trong phòng thí nghiệm đến quy mô công nghiệp ở một số dự án vẫn còn lớn. Những khó khăn này xuất phát từ cả yếu tố thị trường biến động và những ràng buộc về cơ chế tài chính đối với hoạt động khoa học và công nghệ.

Trên cơ sở đó, trong thời gian tới, Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulo tiếp tục tập trung nguồn lực cho nghiên cứu theo hướng xanh và tuần hoàn, ưu tiên các công nghệ sản xuất sạch hơn, tiết kiệm năng lượng và nước, công nghệ xử lý môi trường tiên tiến cho ngành giấy, đồng thời đẩy mạnh hoạt động chuyển giao và thương mại hóa kết quả nghiên cứu. Việc hoàn thiện cơ chế khuyến khích đổi mới sáng tạo, nâng cao năng lực nghiên cứu và tăng cường hợp tác với doanh nghiệp được xác định là những giải pháp then chốt nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động khoa học và công nghệ, đóng góp thiết thực cho sự phát triển bền vững của ngành công nghiệp giấy và xenlulo Việt Nam ❖

Bộ Công Thương ban hành Kế hoạch chuyển đổi số giai đoạn 2026-2030

Bộ Công Thương vừa ban hành Quyết định số 405/QĐ-BCT ngày 09/3/2026 về Kế hoạch chuyển đổi số giai đoạn 2026-2030, với mục tiêu xây dựng Bộ Công Thương số vận hành dựa trên dữ liệu và công nghệ số, đơn giản hóa thủ tục hành chính, nâng cao chất lượng dịch vụ công và thúc đẩy kinh tế số trở thành động lực tăng trưởng quan trọng.

Đối với phát triển Chính phủ số, Kế hoạch đặt ra các mục tiêu cụ thể theo hai giai đoạn. Giai đoạn 2026-2027, 100% thủ tục hành chính đủ điều kiện được thực hiện trực tuyến toàn trình; toàn bộ thông tin, giấy tờ liên quan đến sản xuất, kinh doanh chỉ cung cấp một lần cho cơ quan nhà nước. Đồng thời, 100% dịch vụ công trực tuyến thiết yếu được ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) ở ít nhất một khâu. Tỷ lệ hài lòng của người dân, doanh nghiệp phần đầu đạt 95%.

Giai đoạn 2028-2030, mục tiêu nâng tỷ lệ hài lòng lên 99%, mở rộng AI cho toàn bộ dịch vụ công trực tuyến và triển khai 50% dịch vụ theo hướng chủ động, cá thể hóa. Khoảng 70% dữ liệu mở được khai thác hiệu quả, đóng góp vào các sáng kiến đổi mới sáng tạo; 100% hồ sơ, kết quả giải quyết thủ tục hành chính được số hóa và tái sử

dụng. Các nền tảng số của ngành được triển khai đồng bộ trên hạ tầng mạng chuyên dùng.

Về quản trị nội bộ, giai đoạn đầu bảo đảm 100% thủ tục nội bộ được xử lý trên môi trường điện tử, hoàn thiện các nền tảng số và đào tạo kỹ năng số cho toàn bộ cán bộ. Đến năm 2030, hệ thống thông tin được kết nối, chia sẻ dữ liệu thông suốt; Trung tâm giám sát, điều hành thông minh (IOC) được vận hành; 100% cán bộ sử dụng trợ lý ảo, nâng cao hiệu suất công việc. Đồng thời, toàn bộ hệ thống thông tin được bảo đảm an toàn theo cấp độ và ưu tiên sử dụng dịch vụ điện toán đám mây trong nước.

Trong phát triển kinh tế số, Bộ đặt mục tiêu 70% dân số trưởng thành mua sắm trực tuyến; thương mại điện tử tăng trưởng 20-30%/năm, chiếm khoảng 20% tổng mức bán lẻ. Khoảng 70% doanh nghiệp ứng dụng thương mại điện tử, 100% giao dịch có hóa đơn điện tử, thanh toán không tiền mặt đạt 80%. Bên cạnh đó, chi phí logistics chặng cuối được giảm đáng kể, và khoảng 1 triệu lượt người được đào tạo kỹ năng thương mại điện tử, góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh của nền kinh tế.

Chỉ thị 07/CT-TTg: Đẩy mạnh phát triển nhiên liệu sinh học

Ngày 26/2/2026, Thủ tướng Chính phủ ban hành Chỉ thị số 07/CT-TTg nhằm thúc đẩy sản xuất, phối trộn, phân phối và sử dụng nhiên liệu sinh học tại Việt Nam, hướng tới bảo đảm an ninh năng lượng và phát triển bền vững.

Chỉ thị được ban hành trong bối cảnh thị trường nhiên liệu sinh học còn nhiều hạn chế: mức tiêu thụ chưa đạt mục tiêu, hệ thống phân phối thiếu đồng bộ, nguồn cung chưa ổn định, người tiêu dùng còn e ngại do thiếu thông tin, trong khi công tác truyền thông chưa hiệu quả. Bên cạnh đó, một số doanh nghiệp chưa chủ động triển khai, cơ chế chính sách khuyến khích chưa đủ mạnh, công tác kiểm tra, giám sát còn chưa thường xuyên.

Trước thực tế này, Chỉ thị đặt mục tiêu khắc phục các tồn tại, thúc đẩy mạnh mẽ việc sản xuất và sử dụng nhiên liệu sinh học, nâng tỷ lệ tiêu thụ trong tổng lượng xăng dầu, qua đó góp phần giảm phát thải khí nhà kính, bảo vệ môi trường, đồng thời thúc đẩy kinh tế xanh và kinh tế tuần hoàn.

Thủ tướng giao Bộ Công Thương chủ trì rà soát, hoàn thiện cơ chế, chính sách và lộ trình phát triển nhiên liệu sinh học; bảo đảm cân đối cung - cầu; chỉ đạo doanh nghiệp đầu mối thực hiện nghiêm việc phối

trộn và kinh doanh xăng sinh học; tăng cường kiểm tra, giám sát thị trường. Bộ Tài chính nghiên cứu điều chỉnh chính sách thuế, phí theo hướng khuyến khích; Bộ Khoa học và Công nghệ đẩy mạnh ứng dụng công nghệ nhằm nâng cao chất lượng và giảm chi phí sản xuất; Bộ Nông nghiệp và Môi trường phát triển vùng nguyên liệu ổn định, bền vững.

Chính quyền địa phương có trách nhiệm tổ chức triển khai, tăng cường tuyên truyền nâng cao nhận thức người dân, đồng thời kiểm tra, giám sát hoạt động kinh doanh xăng dầu trên địa bàn. Các doanh nghiệp đầu mối được yêu cầu chủ động đầu tư hạ tầng phối trộn, mở rộng hệ thống phân phối, bảo đảm nguồn cung và thực hiện đúng lộ trình tiêu thụ.

Chỉ thị cũng đặc biệt nhấn mạnh vai trò của truyền thông trong việc tạo niềm tin cho người tiêu dùng đối với nhiên liệu sinh học. Việc phát triển lĩnh vực này không chỉ góp phần giảm phát thải mà còn thúc đẩy phát triển nông nghiệp, nâng cao giá trị sản xuất và thu nhập cho người dân.

Với các giải pháp đồng bộ, Chỉ thị 07/CT-TTg được kỳ vọng sẽ tạo bước chuyển rõ rệt cho thị trường nhiên liệu sinh học, góp phần củng cố an ninh năng lượng quốc gia và thúc đẩy tăng trưởng xanh trong thời gian tới.

