TẠP CHÍ
THỬ NGHIỆM NGÀY NAY
TESTING TODAY MAGAZINE
HỘI CÁC PHÒNG THỬ NGHIỆM VIỆT NAM - VINALAB
ISSN 2588-1469



Kỷ niệm
81 NĂM
NGÀY QUỐC KHÁNH
2/9/1945 - 2/9/2026

ĐỔI MỚI SÁNG TẠO & CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG NGÀNH THỬ NGHIỆM

SỐ 34
09-2026



TỔNG BIÊN TẬP
Trần Thanh Cao

HỘI ĐỒNG TƯ VẤN
GS.TS. Nguyễn Văn Nội
PGS.TS. Đỗ Quang Huy
TS. Nguyễn Hoàng Linh
PGS.TS. Phạm Minh Sơn
PGS.TS. Nguyễn Thành Lợi
Ông Vũ Xuân Thủy
ThS. Nguyễn Thị Mai Hương
ThS. Lê Văn Trọng
TS. Trần Cao Sơn
Ông Hoàng Anh Tuấn
Bà Mai Thị Vân

BAN BIÊN TẬP
PGS.TS. Đỗ Quang Huy
PGS.TS. Tô Long Thành,
Ông Vũ Xuân Thủy
Ông Vũ Hải

THIẾT KẾ: Nguyễn Thu Nhàn

TÒA SOẠN:
Tầng 9, Tòa SISC Số 71 Láng Hạ
P. Ô Chợ Dừa, TP. Hà Nội
ĐT: 0966.669.638
Email: info@thunghiemngaynay.vn
Website: www.thunghiemngaynay.vn

LIÊN HỆ QUẢNG CÁO & ĐẶT MUA ẤN PHẨM:
Hotline: 0966.669.638
GPXB: 293/GP-BTTTT cấp ngày 23/6/2017
bởi Cục Báo chí, Bộ TT&TT
Kỳ hạn xuất bản: 1 kỳ/3 tháng

GIÁ: 82.000VNĐ

TRONG SỐ NÀY

Ngành thử nghiệm Việt Nam: Hành trình từ hội nhập WTO đến Kỷ nguyên vươn mình.....4

Đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số trong ngành Thử nghiệm.....8

Quan điểm mới và yêu cầu triển khai Quản lý Nhà nước đối với hoạt động đánh giá sự phù hợp, trong đó có hoạt động thử nghiệm theo Luật số 70/2025/QH15, Luật số 78/2025/QH15.....11

TỪ NGHIÊN CỨU ĐẾN THỬ NGHIỆM 1

Nghiên cứu cấu trúc phân cấp các yếu tố then chốt ảnh hưởng đến việc triển khai quality 4.0 (Nghiên cứu từ góc nhìn mô hình cấu trúc giải thích - ISM).....16

Nghiên cứu, triển khai thử nghiệm hiệu suất năng lượng cho máy điều hòa không khí nối ống gió và Cassette tại Việt Nam.....22

Nghiên cứu, triển khai thử nghiệm mức hấp thụ riêng - SAR cho thiết bị vô tuyến tại Việt Nam.....32

KHOA HỌC VÀ HỘI NHẬP 2

Ứng dụng kỹ thuật sắc ký lỏng ghép khối phổ LC-MS/MS kiểm tra và đánh giá Auramin ở trong sầu riêng.....41

Analytica Hanoi 2026: Diễn đàn kết nối công nghệ phân tích và thử nghiệm hiện đại.....47

Hội VinaLAB tại Analytica Hanoi 2026: Từ nền tảng học thuật đến vai trò định hình tương lai ngành Thử nghiệm Việt Nam.....49

Những điểm mới quan trọng trong TRS 1052 (2024) Annex 4 - "WHO good practices for pharmaceutical quality control laboratories"..52

Từ Quyết định 2429 đến ISO 15189.....55

Đảm bảo tính toàn vẹn dữ liệu và thừa nhận quốc tế: Vai trò của GLP-OECD và ISO/IEC 17025.....57

NGHIÊN CỨU VÀ TRAO ĐỔI 3

Chuyển đổi số và lực lượng sản xuất chất lượng mới trong bối cảnh Việt Nam: Cơ hội, thách thức và giải pháp.....61

Tài liệu Hướng dẫn mới về Chất lượng trong Hóa phân tích của Eurachem – Phiên bản thứ 4 (2026).....66

SẢN PHẨM VÀ THƯƠNG HIỆU 4

Bức tranh công nghệ phân tích tại Analytica Hanoi 2026: Động lực nâng cao năng lực thử nghiệm trong kỷ nguyên số và hội nhập....68

Thử nghiệm độ dai phá hủy vật liệu CTOD 71

Nền tảng khoa học hỗ trợ cho công tác quản lý phục vụ an toàn thực phẩm.....77

PHỔ BIẾN KIẾN THỨC 5

Hóa học và đời sống 81

Nhận diện hóa chất trong thực phẩm kỹ năng cần thiết trong đời sống hiện đại.....82

Ứng dụng "hóa học tự nhiên" trong làm sạch và khử mùi.....83

Chủ động giảm thiểu hóa chất độc hại trong không gian sống.....84

Sử dụng hóa chất gia dụng an toàn từ thói quen đến chuẩn mực.....86

Phương pháp bảo quản quả ổi sau thu hoạch bằng hỗn hợp Chitosan và Nano SiO_2.....87



NGÀNH THỬ NGHIỆM VIỆT NAM: HÀNH TRÌNH TỪ HỘI NHẬP WTO ĐẾN KỶ NGUYÊN VƯƠN MÌNH

Việt Nam chính thức gia nhập Tổ chức Thương mại Thế giới năm 2007 đã mở ra cơ hội tiếp cận thị trường toàn cầu, đồng thời đặt nền kinh tế vào một hệ quy chiếu hoàn toàn mới – nơi các tiêu chuẩn kỹ thuật, quy chuẩn chất lượng và yêu cầu truy xuất nguồn gốc trở thành "luật chơi" bắt buộc. Theo Ngân hàng Thế giới, giai đoạn sau WTO, kim ngạch xuất khẩu của Việt Nam tăng trưởng bình quân trên 10%/năm, kéo theo áp lực ngày càng lớn về kiểm soát chất lượng và tuân thủ tiêu chuẩn quốc tế (World Bank, 2020).

Trong bối cảnh đó, ngành thử nghiệm – cùng với kiểm tra và chứng nhận (TIC) – đã từng bước chuyển mình từ vai trò kỹ thuật hỗ trợ sang vị thế "người gác cổng" của nền kinh tế. Nếu như trước đây, thử nghiệm chủ yếu phục vụ hậu kiểm, thì nay đã trở thành công cụ bảo đảm niềm tin thị trường, đặc biệt trong chuỗi giá trị xuất khẩu.

Định hướng này phù hợp với tinh thần của Nghị quyết số 20-NQ/TW khi khẳng định: *"Khoa học và công nghệ là quốc sách hàng đầu, là động lực then chốt phát triển đất nước"* (Ban Chấp hành Trung ương, 2012). Đồng thời, Nghị quyết số 52-NQ/TW nhấn mạnh yêu cầu phát triển hạ tầng tiêu chuẩn – đo lường – chất lượng trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0 (Bộ Chính trị, 2019).

Từ phụ thuộc đến tự chủ

Giai đoạn 2016–2026 có thể xem là thời kỳ chuyển đổi mạnh mẽ nhất của ngành thử nghiệm Việt Nam kể từ sau WTO. Sự phát triển không chỉ thể hiện ở quy mô, mà quan trọng hơn là sự thay đổi về chất.

Theo Văn phòng Công nhận Chất lượng, sự phát triển của hệ thống phòng thử nghiệm tại Việt Nam trong giai đoạn 2016–2026 cho thấy một xu hướng tăng trưởng nhanh và tương đối ổn định, phản ánh rõ nét quá trình xã hội hóa dịch vụ khoa học và công nghệ.

Cụ thể, vào khoảng năm 2016, cả nước có xấp xỉ 700–800 phòng thử nghiệm được công nhận theo tiêu chuẩn ISO/IEC 17025. Con số này tiếp tục tăng lên khoảng 1.000–1.100 phòng vào năm 2018, và đạt khoảng 1.300 phòng vào năm 2020 – thời điểm các yêu cầu về kiểm soát chất lượng gia tăng mạnh cùng với sự mở rộng của xuất khẩu và hội nhập FTA.

Đến năm 2024, số lượng phòng thử nghiệm được công nhận đã vượt mốc 1.600, tăng hơn gấp đôi so với năm 2016 (BoA, 2024). Theo xu hướng hiện tại và các chương trình phát triển hạ tầng chất lượng quốc gia, đến năm 2026, quy mô hệ thống phòng thử nghiệm được dự báo có thể đạt khoảng 1.800–2.000 phòng, đặc biệt với sự gia nhập mạnh mẽ của khu vực tư nhân và các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài. (Bộ Khoa học và Công nghệ. (2016–2025) - Báo cáo phát triển hạ tầng chất lượng quốc gia).

Đáng chú ý, sự gia tăng này không chỉ mang ý nghĩa về số lượng, mà còn phản ánh sự chuyển dịch về cấu trúc hệ thống. Nếu trước đây các phòng thử nghiệm chủ yếu thuộc khu vực nhà nước và viện nghiên cứu, thì trong giai đoạn gần đây, khối tư nhân và FDI đã trở thành động lực tăng trưởng chính, đặc biệt trong các lĩnh vực như thực phẩm, môi trường, dược phẩm và điện – điện tử.

Xu hướng này phù hợp với định hướng tại Luật Khoa học và Công nghệ (Điều 6) về việc khuyến khích tổ chức, cá nhân tham gia hoạt động khoa học và công nghệ, đồng thời phản ánh quá trình hình thành một thị trường dịch vụ thử nghiệm cạnh tranh và chuyên nghiệp hơn.

Sự phát triển này phù hợp với quy định tại Luật Khoa học và Công nghệ, trong đó khuyến khích tổ chức, cá nhân tham gia hoạt động khoa học và công nghệ (Điều 6).

Về quy mô thị trường, theo các báo cáo của Research and Markets, thị trường TIC Việt Nam năm 2023 đạt khoảng 0,8–1 tỷ USD, với tốc độ tăng trưởng 8–10%/năm (Research and Markets, 2023). Đây là mức tăng trưởng cao, phản ánh nhu cầu kiểm soát chất lượng ngày càng lớn trong nền kinh tế.

Đặc biệt, năng lực kỹ thuật của hệ thống thử nghiệm đã có bước tiến mang tính bản chất. Theo Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, hiện nay các phòng thử nghiệm trong nước có thể đáp ứng trên 90–95% yêu cầu thử nghiệm phục vụ xuất khẩu sang các thị trường phát triển (STAMEQ, 2023). Điều này đánh dấu sự chuyển dịch từ phụ thuộc vào phòng thí nghiệm nước ngoài sang từng bước tự chủ về năng lực kỹ thuật.

Từ WTO đến FTA thế hệ mới: Động lực từ hội nhập

Nếu việc gia nhập Tổ chức Thương mại Thế giới năm 2007 đặt nền móng cho tiến trình hội nhập, thì các hiệp định thương mại tự do thế hệ mới như EVFTA và CPTPP lại tạo ra áp lực cải cách sâu rộng và mang tính thực chất đối với hệ thống tiêu chuẩn, đo lường và thử nghiệm của Việt Nam.

Sự thay đổi này bắt nguồn từ một thực tế mang tính cấu trúc của thương mại toàn cầu: khi thuế quan dần được cắt giảm, thì các biện pháp phi thuế quan (Non-Tariff Measures – NTMs) ngày càng trở thành công cụ điều tiết thương mại chủ yếu. Theo tổng hợp từ cơ sở dữ liệu của WTO và APEC, khoảng 74–75% các biện pháp phi thuế quan hiện nay là các biện pháp kỹ thuật, bao gồm hàng rào kỹ thuật trong thương mại (TBT) và các biện pháp vệ sinh dịch tễ (SPS).

Những năm đầu gia nhập WTO, các doanh nghiệp nông sản Việt Nam thường xuyên rơi vào tình trạng "nín thở" chờ kết quả kiểm định. Nhiều phép thử về dư lượng kháng sinh, độc tố nấm mốc hay chỉ tiêu vi lượng phức tạp bắt buộc phải gửi mẫu sang các trung tâm thử nghiệm tại Singapore hoặc Thái Lan với chi phí rất cao và thời gian chờ đợi kéo dài.

Đến nay, cục diện đã hoàn toàn thay đổi. Các phòng thử nghiệm hàng đầu Việt Nam hiện có khả năng phân tích hơn 500 loại hoạt chất bảo vệ thực vật với độ nhạy ở mức độ phần tỷ (ppb). Việc làm chủ các công nghệ phân tích tiên tiến nhất thế giới như sắc ký khối phổ (GC-MS/MS, LC-MS/MS) đã giúp Việt Nam đáp ứng trên 95% các yêu cầu kỹ thuật khắt khe của EU, Mỹ và Nhật Bản ngay tại nội địa, trở thành trợ lực quan trọng giúp xuất khẩu nông lâm thủy sản liên tục lập kỷ lục.

Điều này cho thấy một thực tế quan trọng: "cuộc chơi thương mại" đã chuyển từ thuế quan sang tiêu chuẩn và thử nghiệm. Nếu trước đây doanh nghiệp chỉ cần quan tâm đến chi phí thuế, thì hiện nay, việc đáp ứng các yêu cầu về kiểm nghiệm, chứng nhận và truy xuất nguồn gốc mới là điều kiện tiên quyết để tiếp cận thị trường.

Đối với Việt Nam, các FTA thế hệ mới đã làm rõ hơn áp lực này. Các hiệp định không chỉ cam kết

mở cửa thị trường, mà còn tích hợp sâu các quy định về TBT và SPS, yêu cầu các quốc gia thành viên phải:

- Hài hòa tiêu chuẩn với thông lệ quốc tế
- Minh bạch hóa quy trình đánh giá sự phù hợp
- Tăng cường công nhận lẫn nhau trong thử nghiệm và chứng nhận

Theo nghiên cứu của Ủy ban Kinh tế - Xã hội châu Á – Thái Bình Dương (ESCAP), các FTA ký kết sau năm 2014 đều có mức độ tích hợp các quy định TBT/SPS cao hơn đáng kể, phản ánh xu hướng chuyển dịch từ "mở cửa thương mại" sang "chuẩn hóa thể chế kỹ thuật" .

Trong bối cảnh đó, năng lực của hệ thống thử nghiệm trở thành một yếu tố then chốt. Nếu không có khả năng kiểm chứng chất lượng theo chuẩn quốc tế, doanh nghiệp sẽ không thể tận dụng các ưu đãi thuế quan từ FTA. Nói cách khác, FTA chỉ thực sự có ý nghĩa khi được "kích hoạt" bởi năng lực thử nghiệm trong nước.

Một bước tiến quan trọng nữa của Việt Nam là tham gia các cơ chế thừa nhận lẫn nhau (Mutual Recognition Arrangement – MRA). Thông qua việc là thành viên của Hiệp hội Công nhận Phòng thí nghiệm Quốc tế, các kết quả thử nghiệm do phòng thí nghiệm được công nhận tại Việt Nam có thể được chấp nhận tại nhiều quốc gia khác. Điều này mang lại ba lợi ích trực tiếp:

- Giảm chi phí thử nghiệm lặp lại (không cần thử nghiệm lại tại nước nhập khẩu)
- Rút ngắn thời gian thông quan và đưa sản phẩm ra thị trường
- Nâng cao uy tín và khả năng cạnh tranh của doanh nghiệp

Trên thực tế, theo các báo cáo của ILAC, cơ chế MRA đã giúp giảm đáng kể chi phí giao dịch kỹ thuật trong thương mại quốc tế và thúc đẩy dòng chảy hàng hóa giữa các quốc gia thành viên (ILAC, 2023).

Nhìn tổng thể, có thể thấy tiến trình hội nhập của Việt Nam đã trải qua một bước chuyển quan trọng: từ việc "tham gia sân chơi" (WTO) sang "tuân thủ và thích ứng với luật chơi nâng cao" (FTA thế hệ mới). Trong bước chuyển đó, ngành thử nghiệm không chỉ đóng vai trò hỗ trợ, mà trở thành hạ tầng thiết yếu để chuyển hóa cơ hội hội nhập thành năng lực cạnh tranh thực chất.

Bước ngoặt thể chế: Hành lang pháp lý mới (2025–2026)

Giai đoạn 2025–2026 đánh dấu sự hoàn thiện quan trọng về thể chế, tạo nền tảng pháp lý cho ngành thử nghiệm bước vào giai đoạn phát triển mới.

Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật sửa đổi quy định nguyên tắc hài hòa tiêu chuẩn quốc gia với tiêu chuẩn quốc tế, tăng cường minh bạch hóa và thúc đẩy thừa nhận lẫn nhau.

Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa sửa đổi chuyển trọng tâm sang quản lý dựa trên rủi ro và truy xuất nguồn gốc, đưa hoạt động thử nghiệm trở thành mắt xích trung tâm trong chuỗi cung ứng.

Song song với đó, các chính sách về chuyển đổi số và trí tuệ nhân tạo (2025) đã tạo cơ sở pháp lý cho việc ứng dụng công nghệ mới trong hoạt động thử nghiệm, phù hợp với định hướng của Nghị quyết số 52-NQ/TW.

Những chuyển biến của ngành thử nghiệm được thể hiện rõ trong thực tiễn doanh nghiệp. Theo McKinsey & Company, việc tích hợp thử nghiệm ngay từ giai đoạn thiết kế có thể giúp rút ngắn 20–30% thời gian đưa sản phẩm ra thị trường (McKinsey, 2022).

Trong lĩnh vực thủy sản, theo Hiệp hội Chế biến và Xuất khẩu Thủy sản Việt Nam, tỷ lệ lô hàng bị cảnh báo hoặc trả về đã giảm đáng kể trong giai đoạn 2015–2023, nhờ tăng cường kiểm soát chất lượng và năng lực thử nghiệm (VASEP, 2023).

Bước vào "kỷ nguyên vươn mình", ngành thử nghiệm đang đối mặt với những yêu cầu mới mang tính chiến lược. Trước hết là chuyển đổi số.

Theo International Organization for Standardization, việc áp dụng hệ thống LIMS có thể giúp nâng cao hiệu quả vận hành phòng thí nghiệm



từ 20–40% (ISO, 2021). Việc số hóa dữ liệu không chỉ tăng hiệu suất, mà còn bảo đảm tính minh bạch và truy xuất nguồn gốc.

Bên cạnh đó, xu hướng ESG và kinh tế xanh đang đặt ra nhu cầu thử nghiệm mới, đặc biệt trong lĩnh vực đo lường phát thải carbon, đánh giá vòng đời sản phẩm và tiêu chuẩn môi trường. Đây là những lĩnh vực mà ngành thử nghiệm Việt Nam cần tiếp tục đầu tư để bắt kịp xu hướng toàn cầu.

Tầm nhìn 2030: Khẳng định vị thế trong khu vực

Nhìn lại chặng đường từ WTO đến nay, ngành thử nghiệm Việt Nam đã chuyển từ vị thế phụ thuộc sang từng bước tự chủ và hội nhập sâu rộng.

Trong giai đoạn tới, mục tiêu không chỉ là đáp ứng nhu cầu trong nước, mà hướng tới xuất khẩu dịch vụ thử nghiệm, đặc biệt trong khu vực ASEAN. Điều này đòi hỏi tiếp tục nâng cao năng lực công nghệ, nhân lực và thể chế.

Quan trọng hơn, ngành thử nghiệm cần được định vị như một ngành dịch vụ kỹ thuật cao – nơi dữ liệu, tiêu chuẩn và công nghệ trở thành nền tảng của cạnh tranh quốc gia. □

T.T.C

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Ban Chấp hành Trung ương. (2012). Nghị quyết số 20-NQ/TW.*
2. *Bộ Chính trị. (2019). Nghị quyết số 52-NQ/TW.*
3. *Quốc hội. (2025). Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật sửa đổi (70/2025/QH15).*
4. *Quốc hội. (2025). Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa sửa đổi (78/2025/QH15).*
5. *Bộ Khoa học và Công nghệ. (2016–2025) - Báo cáo phát triển hạ tầng chất lượng quốc gia*
6. *World Bank. (2020). Vietnam Country Report.*
7. *WTO. (2022). World Trade Report.*
8. *ILAC. (2023). Annual Report.*
9. *Research and Markets. (2023). Vietnam TIC Market.*
10. *STAMEQ. (2023). Báo cáo thường niên.*
11. *VASEP. (2023). Báo cáo ngành.*
12. *McKinsey & Company. (2022). Automotive Report.*
13. *ISO. (2021). Laboratory digital transformation.*



ĐỔI MỚI SÁNG TẠO VÀ CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG NGÀNH THỬ NGHIỆM

Tóm tắt: *Trong bối cảnh Cách mạng Công nghiệp 4.0 và hội nhập quốc tế sâu rộng, ngành Thử nghiệm (Testing) không chỉ đơn thuần là hoạt động kỹ thuật mà đã trở thành "hạ tầng chất lượng" thiết yếu. Kỷ nguyên số với sự chuyển mình của ngành dưới ánh sáng các Nghị quyết của Đảng và hệ thống pháp luật mới cập nhật năm 2025-2026, khẳng định vị thế chiến lược của Thử nghiệm trong nghiên cứu khoa học và đời sống xã hội.*

Tầm nhìn chiến lược từ đường lối của Đảng

Đảng ta luôn xác định khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo là động lực quan trọng nhất để phát triển lực lượng sản xuất hiện đại. Ngay từ Nghị quyết số 20-NQ/TW (Khóa XI), Đảng đã khẳng định KHCN là quốc sách hàng đầu. Đến Đại hội XIII, tầm nhìn này được nâng tầm với mục tiêu đưa Việt Nam trở thành nước phát triển, có công nghiệp hiện đại vào năm 2045.

Trong hệ sinh thái đó, ngành Thử nghiệm đóng vai trò là "người gác cổng" và "thước đo" khách quan. Đảng chỉ rõ việc xây dựng năng lực thử nghiệm quốc gia phải đi trước một bước để phục vụ sản xuất và xuất khẩu. Sự lãnh đạo của Đảng không chỉ nằm ở định hướng mà còn ở việc tạo ra cơ chế tự chủ, xã hội hóa các dịch vụ KHCN, cho phép các tổ chức thử nghiệm phát triển mạnh mẽ về cả quy mô lẫn chất lượng.

Bước đột phá từ hệ thống pháp luật mới (2025 - 2026): Động lực tái định vị ngành Thử nghiệm trong kỷ nguyên số

Giai đoạn 2025–2026 đang chứng kiến một bước chuyển mang tính bản lề của ngành Thử nghiệm Việt Nam, khi hệ thống pháp luật liên quan đến tiêu chuẩn, chất lượng và công nghệ đồng loạt được hoàn thiện theo hướng hiện đại, hội nhập và số hóa. Không chỉ dừng lại ở việc sửa đổi các quy định kỹ thuật, các đạo luật mới đã từng bước định hình lại vai trò, vị trí của ngành Thử nghiệm – từ một công cụ kiểm tra truyền thống trở thành trụ cột của hạ tầng chất lượng quốc gia trong nền kinh tế số.

Nền tảng mới cho hoạt động thử nghiệm

Việc Quốc hội ban hành Luật số 70/2025/QH15, có hiệu lực từ ngày 01/01/2026, được xem là bước đi quan trọng nhằm hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn

quốc gia theo hướng hài hòa với các chuẩn mực quốc tế như ISO và IEC.

Điểm đáng chú ý là luật đã làm rõ và chuẩn hóa khái niệm "đánh giá sự phù hợp", trong đó thử nghiệm được xác định là một cấu phần trung tâm, gắn với các hoạt động giám định và chứng nhận. Điều này không chỉ giúp thống nhất cách hiểu trong thực tiễn mà còn tạo cơ sở pháp lý cho việc nâng cao tính minh bạch, khả năng truy xuất và độ tin cậy của kết quả thử nghiệm.

Thực tế cho thấy, khi tiêu chuẩn quốc gia được xây dựng trên nền tảng tương thích quốc tế, kết quả thử nghiệm tại Việt Nam có cơ hội được thừa nhận rộng rãi hơn trên thị trường toàn cầu. Đây chính là "tấm vé thông hành kỹ thuật" giúp hàng hóa Việt Nam giảm chi phí kiểm tra lại, rút ngắn thời gian tiếp cận thị trường và nâng cao năng lực cạnh tranh.

Quản lý theo rủi ro và dữ liệu số

Nếu Luật 70/2025/QH15 tạo nền tảng chuẩn hóa, thì Luật số 78/2025/QH15 lại mang đến một cách tiếp cận hoàn toàn mới trong quản lý chất lượng.

Theo đó, thay vì kiểm tra đồng loạt như trước đây, sản phẩm, hàng hóa được phân loại theo mức độ rủi ro để áp dụng phương thức quản lý phù hợp. Cách tiếp cận này cho phép cơ quan quản lý tập trung nguồn lực vào những nhóm sản phẩm có nguy cơ cao, đồng thời giảm bớt gánh nặng thủ tục cho doanh nghiệp.

Đáng chú ý hơn, luật đã bổ sung quy định về "hộ chiếu số của sản phẩm" – một khái niệm mới gắn với xu hướng chuyển đổi số toàn cầu. Trong mô hình này, dữ liệu thử nghiệm không còn là kết quả lưu trữ cục bộ mà trở thành một phần của hệ thống dữ liệu số xuyên suốt vòng đời sản phẩm, từ sản xuất đến tiêu dùng.

Điều này đồng nghĩa với việc ngành Thử nghiệm không chỉ thực hiện chức năng kiểm tra mà còn tham gia trực tiếp vào việc tạo lập và vận hành "dòng chảy dữ liệu chất lượng" trong nền kinh tế.

Công nghệ mới mở đường cho "phòng thí nghiệm thông minh"

Song hành với hai đạo luật nền tảng, sự ra đời của Luật Chuyển đổi số và Luật Trí tuệ nhân tạo đã tạo thêm động lực quan trọng cho việc hiện đại hóa hoạt động thử nghiệm.

Việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) và dữ liệu lớn (Big Data) trong phân tích mẫu thử, xử lý kết quả và dự báo chất lượng đang từng bước thay đổi cách thức vận hành của các phòng thí nghiệm. Từ chỗ phụ thuộc nhiều vào thao tác thủ công, hoạt động thử nghiệm đang chuyển dần sang mô hình tự động hóa, thông minh và thời gian thực.

Không chỉ nâng cao độ chính xác, các công nghệ này còn giúp rút ngắn đáng kể thời gian thử nghiệm, qua đó giảm chi phí và tăng tốc độ đưa sản phẩm ra thị trường – yếu tố sống còn trong bối cảnh cạnh tranh toàn cầu.

Thúc đẩy đầu tư và xã hội hóa

Để cụ thể hóa các quy định của luật, Chính phủ đã ban hành các văn bản hướng dẫn như Nghị định 22/2026/NĐ-CP và Nghị định 37/2026/NĐ-CP.

Các nghị định này không chỉ quy định chi tiết về điều kiện hoạt động, công nhận và quản lý tổ chức thử nghiệm, mà còn nhấn mạnh việc ưu tiên đầu tư cho các phòng thí nghiệm trọng điểm, đồng thời khuyến khích khu vực tư nhân tham gia phát triển hạ tầng kỹ thuật.

Việc xã hội hóa mạnh mẽ lĩnh vực thử nghiệm được kỳ vọng sẽ tạo ra môi trường cạnh tranh lành mạnh, nâng cao chất lượng dịch vụ và thúc đẩy đổi mới sáng tạo trong toàn ngành.

Nhìn tổng thể, hệ thống pháp luật mới giai đoạn 2025–2026 đã tạo ra một sự chuyển dịch căn bản trong cách tiếp cận đối với ngành Thử nghiệm, đó chính là sự tái định vị ngành thử nghiệm trong nền kinh tế số.

Nếu trước đây, thử nghiệm chủ yếu đóng vai trò hỗ trợ quản lý nhà nước, thì nay đã trở thành một cấu phần không thể thiếu trong hệ sinh thái kinh tế số – nơi dữ liệu chất lượng đóng vai trò trung tâm. Từ hoạt động kiểm tra đơn lẻ, ngành Thử nghiệm đang tiến tới tích hợp sâu vào chuỗi cung ứng, kết nối với hệ thống tiêu chuẩn, truy xuất nguồn gốc và nền tảng số quốc gia.

Sự thay đổi này không chỉ mở ra cơ hội phát triển mới cho các tổ chức thử nghiệm mà còn góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia, bảo đảm phát triển bền vững trong bối cảnh hội nhập toàn cầu ngày càng sâu rộng.

Có thể khẳng định, bước đột phá từ hệ thống pháp luật mới không chỉ là sự hoàn thiện về mặt thể chế mà còn là cú hích chiến lược, tạo động lực tái định vị ngành Thử nghiệm Việt Nam trong kỷ nguyên số. Với nền tảng chính sách đồng bộ, hiện đại và hội nhập, ngành Thử nghiệm đang đứng



trước cơ hội lớn để trở thành trụ cột của hạ tầng chất lượng quốc gia, góp phần hiện thực hóa mục tiêu phát triển dựa trên khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo.

Vị thế ngành Thử nghiệm trong nghiên cứu và ứng dụng thực tiễn

Ngành Thử nghiệm hiện nay không còn bó hẹp trong các phòng lab tĩnh lặng mà đã vươn mình ra mọi lĩnh vực của đời sống:

Trong nghiên cứu khoa học, Thử nghiệm là điểm giao thoa giữa lý thuyết và thực hành. Mọi phát minh, sáng kiến từ phòng thí nghiệm nếu không qua quy trình thử nghiệm khắt khe sẽ không thể thương mại hóa. Với các chính sách mới năm 2026, Nhà nước hỗ trợ mạnh mẽ việc hình thành các "Sandbox" (khung thử nghiệm có kiểm soát) cho các công nghệ mới như xe điện, năng lượng tái tạo và vật liệu nano.

Trong phát triển kinh tế và xuất khẩu: Hàng hóa Việt Nam muốn vươn ra biển lớn phải vượt qua các hàng rào kỹ thuật (TBT) khắt khe của EU, Mỹ hay Nhật Bản. Kết quả thử nghiệm từ các tổ chức được công nhận quốc tế chính là "tấm vé thông hành" quyền lực nhất. Việc thực thi các Hiệp định tự do thế hệ mới (CPTPP, EVFTA) đòi hỏi năng lực thử nghiệm của chúng ta phải đạt chuẩn tương đương với thế giới.

Trong đời sống xã hội và an ninh quốc gia: Hoạt động thử nghiệm đảm bảo rằng thực phẩm chúng ta ăn, thuốc chúng ta uống và công trình chúng ta ở là an toàn. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường, thử nghiệm về môi trường và phát thải (theo tiêu chuẩn Net Zero) trở thành yêu cầu bắt buộc để bảo vệ sức khỏe cộng đồng và mục tiêu phát triển bền vững.

Những thách thức và giải pháp phát triển bền vững

Mặc dù có hành lang pháp lý thuận lợi, ngành Thử nghiệm vẫn đối mặt với những thách thức: sự cạnh tranh từ các tập đoàn TIC (Thử nghiệm (Testing), kiểm tra (Inspection) và chứng nhận (Certification) đa quốc gia, sự thiếu hụt nhân lực trình độ cao chuyên sâu và tốc độ chuyển đổi số chưa đồng đều.

Để giải quyết, cần thực hiện đồng bộ các nhóm giải pháp:

Đầu tư trọng điểm: Tập trung nguồn lực cho các phòng thí nghiệm mũi nhọn về chip bán dẫn, hydrogen và công nghệ sinh học.

Đào tạo nhân lực: Gắn kết giữa nhà trường và các trung tâm thử nghiệm để đào tạo đội ngũ giám định viên, thử nghiệm viên có chứng chỉ quốc tế.

Số hóa hạ tầng: Xây dựng hệ sinh thái dữ liệu dùng chung về tiêu chuẩn, quy chuẩn và kết quả thử nghiệm quốc gia để giảm thiểu lãng phí.

Sự lãnh đạo của Đảng và hệ thống chính sách, pháp luật của Nhà nước trong giai đoạn 2025-2026 đã tạo ra vận hội mới cho ngành Thử nghiệm. Từ vai trò hỗ trợ, Thử nghiệm đã vươn lên thành nền tảng quan trọng khẳng định chất lượng và giá trị con người, sản phẩm Việt Nam trên trường quốc tế. Đầu tư cho ngành Thử nghiệm chính là đầu tư cho niềm tin, sự an toàn và tương lai phát triển bền vững của dân tộc.

V.H *(TH)*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Văn kiện Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XIII của Đảng.*
2. *Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật số 70/2025/QH15.*
3. *Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa số 78/2025/QH15.*
4. *Nghị quyết số 20-NQ/TW của Ban Chấp hành Trung ương Đảng khóa XI.*
5. *Chiến lược phát triển khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo đến năm 2030 (QĐ 569/QĐ-TTg).*
6. *Các Nghị định hướng dẫn thi hành luật năm 2026 (Nghị định 22/2026/NĐ-CP, 37/2026/NĐ-CP).*

Quan điểm mới và yêu cầu triển khai quản lý Nhà nước

ĐỐI VỚI HOẠT ĐỘNG ĐÁNH GIÁ SỰ PHÙ HỢP, TRONG ĐÓ CÓ HOẠT ĐỘNG THỬ NGHIỆM THEO LUẬT SỐ 70/2025/QH15, LUẬT SỐ 78/2025/QH15

► ***ThS. Nguyễn Thị Mai Hương***
Trưởng ban, Ban Quản lý chất lượng và Đánh giá sự phù hợp
Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia



Tóm tắt:

Khuôn khổ pháp luật mới về tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật và chất lượng sản phẩm, hàng hóa đã làm thay đổi đáng kể cách tiếp cận đối với hoạt động đánh giá sự phù hợp. Nếu trước đây hoạt động này chủ yếu được nhìn nhận như công cụ kỹ thuật hỗ trợ quản lý, thì nay các quy định mới đã đặt đánh giá sự phù hợp vào vị trí gắn chặt hơn với kiểm soát chất lượng, quản lý rủi ro, hậu kiểm, minh bạch thông tin và chuyển đổi số. Trong cấu trúc đó, hoạt động thử nghiệm được luật hóa rõ hơn, được xác định là một bộ phận của đánh giá sự phù hợp, đồng thời tạo ra bằng chứng kỹ thuật phục vụ công bố hợp quy, chứng nhận, kiểm tra, giám sát chất lượng. Bài viết phân tích các quan điểm mới, những đổi mới pháp lý và yêu cầu triển khai thực hiện đối với hoạt động đánh giá sự phù hợp, trong đó nhấn mạnh vai trò của hoạt động thử nghiệm theo Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật (Luật số 70/2025/QH15), Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa (Luật số 78/2025/QH15), Nghị định số 22/2026/NĐ-CP ngày 16/01/2026 và Nghị định số 37/2026/NĐ-CP ngày 23/01/2026 của Chính phủ.

1. Đặt vấn đề

Trong hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật và quản lý chất lượng sản phẩm, hàng hóa, đánh giá sự phù hợp là khâu then chốt để kiểm chứng mức độ đáp ứng của đối tượng quản lý đối với các yêu cầu kỹ thuật và yêu cầu quản lý. Điểm đáng chú ý của khuôn khổ pháp luật mới không chỉ nằm ở việc sửa đổi, bổ sung quy định kỹ thuật, mà còn ở sự thay đổi trong cách tiếp cận quản lý: đánh giá sự phù hợp không còn được nhìn nhận như hoạt động chuyên môn hỗ trợ, mà được đặt trong quan hệ trực tiếp hơn với hậu kiểm, cảnh báo rủi ro, thanh tra, giám sát và minh bạch hóa thị trường.

Trong tổng thể đó, hoạt động thử nghiệm giữ vị trí đặc biệt, bởi đây là mắt xích tạo ra bằng chứng kỹ thuật cho toàn bộ chuỗi quyết định về sự phù hợp. Vì vậy, quản lý nhà nước đối với hoạt động thử nghiệm không thể chỉ dừng ở việc xem xét điều kiện kỹ thuật nội bộ của phòng thử nghiệm, mà phải được tiếp cận dưới góc độ quản lý năng lực, quản lý dữ liệu và bảo đảm độ tin cậy của kết quả.

2. Quan điểm mới về hoạt động đánh giá sự phù hợp trong khuôn khổ pháp luật mới

Điểm đổi mới có ý nghĩa nền tảng là pháp luật mới đã xác lập rõ hơn vị trí của hoạt động đánh giá sự phù hợp trong hệ thống quản lý nhà nước. Theo đó, đánh giá sự phù hợp được nhìn nhận như một khung hoạt động kiểm chứng mức độ đáp ứng; trong khung hoạt động này, thử nghiệm giữ vai trò xác định một hay nhiều đặc tính của đối tượng theo quy trình nhất định, còn kết quả thử nghiệm tiếp tục được sử dụng cho chứng nhận, giám định, công bố hợp quy, kiểm tra và giám sát chất lượng. Cách tiếp cận này cho thấy đánh giá sự phù hợp không còn được nhìn như một công đoạn kỹ thuật tách rời, mà gắn trực tiếp với quá trình quản lý nhà nước.

Từ các quy định mới có thể nhận diện ba chuyển dịch lớn về quan điểm quản lý. Thứ nhất, từ quản lý theo từng hoạt động riêng lẻ chuyển sang quản lý gắn chặt hơn với điều kiện hoạt động và năng lực thực chất của tổ chức đánh giá sự phù hợp, bao gồm nhân lực, hệ thống quản lý, thiết bị, phương pháp và phạm vi kỹ thuật. Thứ hai, từ mô hình quản lý dựa chủ yếu trên hồ sơ, thủ tục phân tán chuyển sang mô hình quản lý dựa trên dữ liệu, tính minh bạch và khả năng kết nối thông tin. Thứ ba, từ cách tiếp cận kiểm tra hành chính phân tán chuyển sang quản lý gắn với giám sát, hậu kiểm và hiệu quả thực thi. Ba chuyển dịch này cho thấy yêu cầu quản lý hiện nay không chỉ dừng ở thủ tục công nhận hay đăng ký, mà hướng mạnh hơn vào việc bảo đảm năng lực kỹ thuật và độ tin cậy của kết quả đánh giá sự phù hợp.

Một điểm quan trọng khác là khuôn khổ mới đặt hoạt động đánh giá sự phù hợp trong mối liên hệ chặt chẽ hơn với Hạ tầng chất lượng quốc gia (National Quality Infrastructure - NQI). Theo hướng tiếp cận này, quy định về thử nghiệm và đánh giá sự phù hợp không chỉ nhằm kiểm soát điều kiện hoạt động, mà còn nhằm củng cố một cấu phần trọng yếu của NQI, qua đó góp phần tạo lập niềm tin thị trường, hỗ trợ năng lực cạnh tranh và nâng cao hiệu quả quản lý chất lượng trong môi trường số.



Từ những chuyển dịch nêu trên có thể thấy, điểm mới của khuôn khổ pháp luật hiện hành không chỉ là bổ sung quy định đối với từng hoạt động cụ thể, mà là chuyển trọng tâm quản lý từ thủ tục sang năng lực, dữ liệu và kiểm soát rủi ro trong toàn bộ hệ thống đánh giá sự phù hợp.

3. Những đổi mới nổi bật của hoạt động đánh giá sự phù hợp, trong đó có hoạt động thử nghiệm

3.1. Luật hóa vị trí của thử nghiệm trong hệ thống đánh giá sự phù hợp

Một đổi mới đặc biệt quan trọng là pháp luật mới đã luật hóa rõ hơn khái niệm và vị trí của hoạt động thử nghiệm. Thử nghiệm được xác định là việc xác định một hay nhiều đặc tính của đối tượng theo một quy trình nhất định; đồng thời, đánh giá sự phù hợp bao gồm thử nghiệm, giám định, xác nhận giá trị sử dụng, kiểm tra xác nhận, chứng nhận hợp chuẩn, chứng nhận hợp quy và công nhận. Việc xác định rõ như vậy có ý nghĩa quan trọng về mặt quản lý, bởi thử nghiệm không còn được nhìn như một thao tác kỹ thuật riêng lẻ mà trở thành cấu phần chính thức trong chuỗi tạo lập bằng chứng và ra quyết định về sự phù hợp.

Từ đó, yêu cầu quản lý nhà nước đối với hoạt động thử nghiệm cũng được đặt ra rõ hơn. Nếu thử nghiệm là cấu phần của đánh giá sự phù hợp, thì quản lý đối với thử nghiệm phải gắn với quản lý tổ chức thử nghiệm, nhân lực chuyên môn, phương pháp thử, thiết bị, hồ sơ kỹ thuật và chất lượng dữ liệu đầu ra. Khi kết quả thử nghiệm trở thành căn cứ cho chứng nhận, công bố hợp quy, kiểm tra và giám sát chất lượng, thì độ tin cậy của kết quả thử nghiệm có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của quyết định quản lý.

3.2. Chuyển từ quản lý kết quả sang quản lý năng lực tạo ra kết quả

Một đổi mới quan trọng khác là pháp luật mới không chỉ nhìn vào kết quả đánh giá sự phù hợp, mà hướng mạnh hơn vào năng lực thực chất của chủ thể thực hiện. Đối với hoạt động thử nghiệm, Nghị định số 22/2026/NĐ-CP đã cụ thể hóa các điều kiện hoạt động của tổ chức thử nghiệm theo các nhóm yêu cầu về nhân lực, hệ thống quản lý, thiết bị, phạm vi hoạt động và hồ sơ chứng minh năng lực. Cách tiếp cận này phản ánh rõ quan điểm mới: chất lượng của đánh giá sự phù hợp chỉ được bảo đảm khi năng lực tạo ra kết quả được kiểm soát phù hợp và có thể chứng minh được.

Như vậy, đổi mới ở đây không nằm ở việc gia tăng thủ tục đơn thuần, mà ở sự chuyển dịch từ mô hình chủ yếu tiếp nhận hồ sơ hoặc kết quả sang mô hình chú trọng kiểm soát các điều kiện bảo đảm độ tin cậy của kết quả. Trong thực tiễn quản lý, một kết quả thử nghiệm chỉ có giá trị khi gắn với năng lực kỹ thuật, phương pháp phù hợp và hệ thống kiểm soát chất lượng đáng tin cậy.

3.3. Số hóa thủ tục và tăng cường khai thác dữ liệu đánh giá sự phù hợp phục vụ quản lý nhà nước

Một đổi mới rất đáng chú ý của khuôn khổ mới là số hóa hoạt động đánh giá sự phù hợp. Đối với hoạt động thử nghiệm, thủ tục đăng ký được thiết kế theo hướng nộp hồ sơ trực tuyến; trường hợp đủ điều kiện thì giấy chứng nhận có thể được cấp dưới dạng điện tử với giá trị pháp lý tương đương theo quy định, đồng thời thông tin liên quan được cập nhật vào Cơ sở dữ liệu quốc gia về tiêu chuẩn, đo lường, chất lượng phục vụ quản lý, tra cứu và hậu kiểm.

Ý nghĩa của đổi mới này là đưa hoạt động đăng ký, theo dõi và khai thác thông tin về đánh giá sự phù hợp vào một hệ thống dữ liệu quản lý thống nhất hơn. Từ đó, dữ liệu về tổ chức thử nghiệm, phạm vi năng lực và hoạt động giám sát có điều kiện được kết nối, phục vụ quản lý, tra cứu và hậu kiểm. Đây là bước chuyển từ quản lý hồ sơ phân tán sang tăng cường quản lý trên nền tảng dữ liệu.

3.4. Gắn đánh giá sự phù hợp với quản lý chất lượng theo mức độ rủi ro

Một điểm đổi mới căn bản của Luật số 78/2025/QH15 là áp dụng cách tiếp cận quản lý chất lượng theo mức độ rủi ro; chính cách tiếp cận này làm thay đổi vai trò của hoạt động đánh giá sự phù hợp nói chung và hoạt động thử nghiệm nói riêng. Theo đó, tùy theo mức độ rủi ro của sản phẩm, hàng hóa, yêu cầu chứng minh sự phù hợp được thiết kế khác nhau, từ tự công bố tiêu chuẩn áp dụng đến tự đánh giá hoặc chứng nhận phù hợp quy chuẩn kỹ thuật bởi tổ chức chứng nhận được công nhận, được chỉ định theo quy định.

Từ đó có thể thấy, khi mức độ rủi ro tăng thì yêu cầu chứng minh sự phù hợp cũng tăng, kéo theo yêu cầu cao hơn đối với độ tin cậy của kết quả thử

nghiệm. Vai trò của thử nghiệm vì vậy được nhấn mạnh hơn: không chỉ phục vụ tự đánh giá hoặc chứng nhận phù hợp, mà còn cung cấp dữ liệu đầu vào quan trọng cho kiểm tra chất lượng, hậu kiểm và cảnh báo rủi ro.

3.5. Tăng cường kết nối hoạt động đánh giá sự phù hợp với nền tảng số và hạ tầng dữ liệu của Hạ tầng chất lượng quốc gia

Nghị định số 37/2026/NĐ-CP tiếp tục mở rộng chiều sâu đổi mới bằng việc nhấn mạnh nền tảng số quản lý, dữ liệu liên thông, hệ thống giám sát và cảnh báo rủi ro. Theo hướng này, thông tin phục vụ tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, đăng ký hoặc chỉ định tổ chức đánh giá sự phù hợp và quản lý chất lượng được tổ chức theo hướng kết nối, cập nhật và phục vụ giám sát tốt hơn.

Trong bối cảnh đó, dữ liệu phát sinh từ hoạt động thử nghiệm có thể được khai thác nhiều hơn cho mục tiêu giám sát, cảnh báo và đánh giá rủi ro. Điều này đặt ra yêu cầu cao hơn đối với chất lượng dữ liệu, tính liên thông và khả năng truy xuất của kết quả thử nghiệm; đồng thời phản ánh xu hướng tăng cường tích hợp hoạt động đánh giá sự phù hợp với hạ tầng dữ liệu dùng chung.

4. Yêu cầu triển khai thực hiện trong giai đoạn tới

Từ các quan điểm mới và các đổi mới nêu trên, yêu cầu triển khai trước hết đặt ra đối với cơ quan quản lý nhà nước. Theo đó, cần rà soát, cập nhật quy chuẩn kỹ thuật và danh mục sản phẩm, hàng hóa theo mức độ rủi ro; hoàn thiện quy trình tiếp nhận, xử lý hồ sơ đăng ký hoạt động thử nghiệm theo hình thức trực tuyến; chuẩn hóa việc sử dụng và khai thác dữ liệu về tổ chức thử nghiệm, kết quả đánh giá sự phù hợp, cảnh báo và vi phạm; đồng thời tăng cường phối hợp giữa Bộ Khoa học và Công nghệ với các bộ quản lý chuyên ngành để hạn chế chồng chéo trong chỉ định, hậu kiểm và kiểm tra chuyên ngành.

Bên cạnh đó, yêu cầu triển khai còn bao gồm tổ chức hoạt động thanh tra, kiểm tra theo trọng tâm rủi ro; chuẩn bị nguồn lực cho hạ tầng số, cơ sở dữ liệu và hệ thống giám sát; công khai thông tin vi phạm theo quy định; thiết lập cơ chế tiếp nhận phản ánh và kết nối với hệ thống giám sát chất lượng quốc gia. Trong ngắn hạn, cần ưu tiên chuẩn hóa danh mục dữ liệu, chuẩn hóa quy trình điện tử và chuẩn bị nhân lực quản trị dữ liệu để các quy định mới có thể vận hành thực chất.

Đối với tổ chức thử nghiệm và phòng thử nghiệm, trọng tâm triển khai là chuẩn hóa năng lực, chuẩn hóa dữ liệu và thực hiện đầy đủ trách nhiệm theo phạm vi hoạt động đã đăng ký hoặc được công nhận. Cụ thể, cần duy trì hệ thống quản lý phù hợp; củng cố nhân lực chuyên môn; rà soát thiết bị, phương pháp thử và phạm vi hoạt động; đồng thời sẵn sàng thực hiện thủ tục điện tử và cung cấp thông tin phục vụ cơ sở dữ liệu, giám sát và hậu kiểm.

Tuy nhiên, việc triển khai có thể đối diện với một số điểm nghẽn như năng lực thử nghiệm giữa các ngành, địa phương chưa đồng đều; phạm vi công nhận của nhiều tổ chức thử nghiệm còn hẹp; dữ liệu còn phân tán, chưa sẵn sàng chia sẻ liên thông; nguy cơ chồng chéo giữa quản lý chất lượng, quản lý chuyên ngành và hoạt động chỉ định hoặc công nhận; chi phí đầu tư nâng cấp phòng thử nghiệm, thiết bị và hạ tầng số lớn; đội ngũ nhân lực ở một số nơi còn mỏng. Vì vậy, cần ưu tiên chuẩn hóa danh mục dữ liệu và quy trình điện tử dùng chung; thực hiện lộ trình nâng cấp năng lực theo nhóm lĩnh vực ưu tiên và sản phẩm, hàng hóa có mức rủi ro cao; tăng cường đào tạo thử nghiệm viên và cán bộ quản lý; gắn hậu kiểm với cảnh báo rủi ro và dữ liệu giám sát; đồng thời khai thác phù hợp các cơ chế hỗ trợ tài chính và huy động nguồn lực xã hội hóa.

5. Kết luận

Có thể thấy, điểm cốt lõi của khuôn khổ pháp luật mới không chỉ là bổ sung thêm quy định đối với hoạt động thử nghiệm, mà là làm rõ hơn cách tiếp cận đối với hoạt động đánh giá sự phù hợp. Trong đó, đánh giá sự phù hợp được gắn chặt hơn với quản lý chất lượng, quản lý rủi ro, minh bạch thị trường và chuyển đổi số; còn thử nghiệm được nhấn mạnh như bộ phận tạo lập bằng chứng kỹ thuật cho chuỗi quyết định về sự phù hợp.

Từ đó, quản lý nhà nước đối với hoạt động thử nghiệm và hoạt động đánh giá sự phù hợp nói chung cần được triển khai theo tư duy mới: chuẩn hóa pháp lý, chuẩn hóa năng lực, chuẩn hóa dữ liệu và tăng cường quản lý theo rủi ro. Đây là nền tảng để nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý nhà nước; củng cố độ tin cậy của kết quả đánh giá sự phù hợp; bảo vệ người tiêu dùng; đồng thời hỗ trợ nâng cao năng lực cạnh tranh của sản phẩm, hàng hóa Việt Nam trong bối cảnh hội nhập và chuyển đổi số.□

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Quốc hội (2025), Luật số 70/2025/QH15 ngày 25 tháng 11 năm 2025 sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.*
2. *Quốc hội (2025), Luật số 78/2025/QH15 ngày 25 tháng 11 năm 2025 sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa.*
3. *Chính phủ (2026), Nghị định số 22/2026/NĐ-CP ngày 16 tháng 01 năm 2026 quy định chi tiết một số điều và biện pháp để tổ chức, hướng dẫn thi hành Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.*
4. *Chính phủ (2026), Nghị định số 37/2026/NĐ-CP ngày 23 tháng 01 năm 2026 quy định chi tiết một số điều và biện pháp để tổ chức, hướng dẫn thi hành Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa.*



NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC PHÂN CẤP CÁC YẾU TỐ THEN CHỐT ẢNH HƯỞNG ĐẾN VIỆC TRIỂN KHAI QUALITY 4.0

(Nghiên cứu từ góc nhìn mô hình cấu trúc giải thích - ISM)

► ***Nguyễn Thị Hải Yến***
Guilin Uiniversity of Electronic Technology
Email: nthyen211@gmail.com

Tóm tắt

Trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0 thúc đẩy quá trình chuyển đổi số trong quản lý chất lượng, Chất lượng 4.0 được đề xuất như một mô hình mới kết hợp thực tiễn quản lý chất lượng truyền thống với công nghệ số mới, lấy con người làm trung tâm. Các yếu tố then chốt của Chất lượng 4.0 đã được Calvo-Mora và cộng sự đề xuất, nhưng mối quan hệ cấu trúc và logic phân cấp giữa các yếu tố vẫn chưa được khắc họa một cách hệ thống.

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp Delphi và mô hình cấu trúc giải thích (ISM) để phân tích chín chiều kích then chốt của Chất lượng 4.0 theo khung lý thuyết của Calvo-Mora và cộng sự. Thông qua hai vòng thăm dò ý kiến 10 chuyên gia trong lĩnh vực quản lý chất lượng và chuyển đổi số, nghiên cứu đã xây dựng ma trận tương tác cấu trúc (SSIM) và ma trận Reachability Matrix, từ đó xác định cấu trúc phân cấp giữa các yếu tố.

Kết quả cho thấy: Lãnh đạo và cam kết của lãnh đạo (S1) là yếu tố nền tảng để thúc đẩy triển khai Chất lượng 4.0; Tầm nhìn và chiến lược (S4) đóng vai trò then chốt kết nối; Công nghệ mới (S9) là biến kích hoạt quan trọng; Văn hóa tổ chức (S3) và Quản lý nguồn nhân lực (S2) là nền tảng năng lực nội sinh; Ra quyết định dựa trên dữ liệu (S7) và Phân tích nâng cao (S8) là cơ chế chuyển đổi chính; Sự tham gia của khách hàng (S5) và nhà cung cấp (S6) nằm ở tầng kết quả.

Nghiên cứu cung cấp hướng dẫn thực tiễn cho các tổ chức: cần ưu tiên xây dựng cam kết lãnh đạo và thống nhất chiến lược trước, sau đó đồng bộ phát triển văn hóa – nhân tài – phân tích dữ liệu, tránh tiếp cận phân mảnh "chỉ triển khai công nghệ mà không xây dựng cơ chế".

Từ khóa: *Chất lượng 4.0; Mô hình cấu trúc giải thích (ISM); Phương pháp Delphi; Cấu trúc phân cấp; Chiều then chốt; Chuyển đổi số;*

1. Giới thiệu

Quản lý chất lượng trong bối cảnh Công nghiệp 4.0 đang trải qua những thay đổi và thách thức mới, hình thành nên khái niệm "Chất lượng 4.0". Chất lượng 4.0 được hiểu là sự kết hợp giữa thực tiễn quản lý chất lượng truyền thống với công nghệ số mới nổi, lấy con người làm trung tâm, nhằm thực hiện ra quyết định dựa trên dữ liệu, kết nối toàn bộ chuỗi giá trị và cải tiến liên tục.

Những năm gần đây, các thảo luận về ý nghĩa và các yếu tố cơ bản của Quality 4.0 ngày càng tăng. Các nghiên cứu trước đây đã xác định các yếu tố then chốt và chiều cần thiết cho việc triển khai Chất lượng 4.0, nhưng phân tích về mối quan hệ cấu trúc giữa các yếu tố này vẫn còn hạn chế.

Nghiên cứu này dựa trên khung tham chiếu chín chiều then chốt của Quality 4.0 được Calvo-Mora và cộng sự đề xuất, sử dụng phương pháp mô hình cấu trúc giải thích (Interpretive Structural Modeling - ISM) để phân tích mối quan hệ tương tác và cấu trúc phân cấp giữa các yếu tố.

Mục tiêu của nghiên cứu là xây dựng mô hình quan hệ cấu trúc giữa các yếu tố, giúp làm rõ cơ chế tác động của từng chiều trong việc triển khai Quality 4.0, từ đó cung cấp cơ sở lý thuyết cho các tổ chức trong việc xây dựng chiến lược triển khai.

Câu hỏi nghiên cứu: Mối quan hệ tương tác giữa chín yếu tố then chốt của Chất lượng 4.0 là gì?

2. Tổng quan tài liệu

2.1. Khái niệm Chất lượng 4.0

Khái niệm "Chất lượng 4.0" xuất phát từ sự mô tả quá trình chuyển đổi quản lý chất lượng trong môi trường Công nghiệp 4.0. Công nghiệp 4.0 đặc trưng bởi việc ứng dụng sâu rộng các công nghệ thông tin thế hệ mới (IoT, Big Data, AI...), thúc đẩy quá trình số hóa và thông minh hóa trong sản xuất và dịch vụ.

Khái niệm Chất lượng 4.0 được Jacob D đề xuất vào năm 2017 và được phân chia thành nhiều yếu tố bao gồm ba chiều: con người, công nghệ và quy trình. Các học giả như Antony và cộng sự nhấn mạnh rằng Quality 4.0 không đơn thuần là việc áp dụng công nghệ, mà là một mô hình mới sử dụng công cụ số để nâng cao đáng kể khả năng của tổ chức trong việc liên tục cung cấp sản phẩm chất lượng cao.

Tổng hợp lại, Chất lượng 4.0 có thể được định nghĩa là: mô hình quản lý chất lượng mới trong bối cảnh chuyển đổi số, dựa trên sự kết nối và phân tích dữ liệu, kết hợp con người, quy trình và công nghệ mới. Mô hình này nhấn mạnh cả công nghệ và yếu tố con người, đòi hỏi các chuyên gia chất lượng phải có kỹ năng số và tư duy mới.

2.2. Chín yếu tố then chốt của Chất lượng 4.0

Dựa trên tổng hợp tài liệu, Calvo-Mora và cộng sự đã đề xuất khung tham chiếu gồm chín yếu tố then chốt, được phân thành ba nhóm: yếu tố mềm (soft factors), yếu tố chiến lược (strategic factors) và yếu tố cứng (hard factors). Ba nhóm yếu tố này cần được tích hợp hệ thống để triển khai Chất lượng 4.0 thành công.

Chín yếu tố này có mối liên hệ chặt chẽ và cùng nhau tạo thành khung yếu tố then chốt của Chất lượng 4.0. Yếu tố mềm (lãnh đạo, văn hóa, con người) cung cấp động lực thay đổi và hỗ trợ môi trường; yếu tố chiến lược (tầm nhìn, khách hàng, nhà cung cấp) đảm bảo Chất lượng 4.0 được tích hợp vào toàn bộ doanh nghiệp; yếu tố cứng (công nghệ, dữ liệu, phân tích) cung cấp phương tiện và công cụ thực hiện.

Nhóm	Chiều	Mô tả
Yếu tố mềm	S1: Lãnh đạo và cam kết	Ban lãnh đạo hiểu tầm quan trọng Q4.0, làm gương và dẫn dắt thay đổi
	S2: Quản lý nguồn nhân lực	Sự tham gia, động viên, kỹ năng và công nhận nỗ lực của nhân viên
	S3: Văn hóa tổ chức	Văn hóa khuyến khích thay đổi, chấp nhận rủi ro, đổi mới và học tập liên tục
Yếu tố chiến lược	S4: Tầm nhìn và chiến lược	Chiến lược triển khai Q4.0 phù hợp với tầm nhìn tổng thể
	S5: Sự tham gia khách hàng	Khách hàng dễ dàng tham gia quy trình, cung cấp phản hồi chất lượng
	S6: Sự tham gia nhà cung cấp	Giao tiếp minh bạch, truy xuất nguồn gốc cung - sản xuất
Yếu tố cứng	S7: Ra quyết định dựa trên dữ liệu	Chính sách, quy trình và công nghệ thu thập, quản lý dữ liệu
	S8: Phân tích nâng cao	Phương pháp và công cụ phân tích dữ liệu, tạo tri thức hỗ trợ quyết định
	S9: Công nghệ mới	Công nghệ mới giúp chuyển đổi từ quản lý truyền thống sang Q4.0

Bảng 1: Chín yếu tố then chốt của Chất lượng 4.0



2.3. Phương pháp ISM trong nghiên cứu quản lý chất lượng

Mô hình cấu trúc giải thích (Interpretive Structural Modeling - ISM) là phương pháp phân tích hệ thống được sử dụng để phân tích mối quan hệ và cấu trúc phân cấp giữa các yếu tố trong hệ thống phức tạp. ISM được Warfield (1974) đề xuất ban đầu để giải quyết các vấn đề hệ thống kinh tế - xã hội phức tạp.

Tư tưởng cơ bản của ISM là: thông qua đánh giá của chuyên gia hoặc khảo sát để xác định các yếu tố và mối quan hệ từng đôi một, xây dựng ma trận quan hệ, sau đó thực hiện tính toán bao đóng truyền (transitive closure) để chuyển đổi mối quan hệ phức tạp thành sơ đồ phân cấp có hướng rõ ràng.

Trong lĩnh vực quản lý chất lượng, ISM thường được sử dụng để nhận diện và phân tầng các yếu tố then chốt và rào cản trong cải tiến chất lượng. Ví dụ, Tilak Raj và Rajesh Attri (2010) đã sử dụng ISM để phân tích 12 rào cản chính trong triển khai TQM tại các doanh nghiệp sản xuất Ấn Độ.

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng thiết kế nghiên cứu định tính, kết hợp phương pháp Delphi và ISM để phân tích mối quan hệ phân cấp giữa chín chiều then chốt của Quality 4.0.

3.1. Lựa chọn chuyên gia và quá trình Delphi

Nghiên cứu mời 10 chuyên gia thành lập nhóm tư vấn, bao gồm: 02 quản lý cấp cao tại doanh nghiệp sản xuất và dịch vụ; 3 chuyên gia tư vấn chuyển đổi số; 3 chuyên gia tư vấn hoặc đánh giá hệ thống quản lý và 2 chuyên gia quản lý chất lượng. Các chuyên gia có trung bình hơn 10 năm kinh nghiệm và có hiểu biết sâu sắc về quản lý chất lượng và Công nghiệp 4.0.

Phương pháp Delphi được thực hiện qua hai vòng thăm dò ý kiến. Vòng 1: chuyên gia độc lập đánh giá loại quan hệ tương tác trực tiếp giữa từng cặp chiều và ghi rõ lý do. Vòng 2: kết quả vòng 1 (thống kê và tổng hợp ý kiến) được phản hồi ẩn danh cho chuyên gia xem xét lại. Sau hai vòng, nhóm chuyên gia đạt được sự thống nhất về hầu hết các quan hệ.

3.2. Xây dựng ma trận tương tác cấu trúc (SSIM)

Dựa trên kết quả Delphi, nghiên cứu xây dựng ma trận tương tác cấu trúc (Structural Self-Interaction Matrix - SSIM) cho chín chiều. SSIM là ma trận tam giác trên 9x9, sử dụng ký hiệu VAXO để biểu thị quan hệ:

- V (Vector): Yếu tố hàng i tác động thúc đẩy yếu tố cột j
- A (Arrow): Yếu tố cột j tác động thúc đẩy yếu tố hàng i

- X (Cross): i và j tác động qua lại lẫn nhau (hai chiều)
- O (Null): i và j không có quan hệ trực tiếp

3.3. Chuyển đổi ma trận có thể đến được

Từ SSIM, ma trận được chuyển đổi thành ma trận kề ban đầu (Initial Reachability Matrix), sau đó tính toán bao đóng truyền để thu được ma trận có thể đến được cuối cùng (Final Reachability Matrix). Tính truyền đảm bảo tính nhất quán logic: nếu i → j và j → k thì i → k.

3.4. Phân tầng cấu trúc

Để xác định cấu trúc phân cấp, từ ma trận có thể đến được, nghiên cứu xác định hai tập hợp cho mỗi biến:

- Tập có thể đến (Reachability Set): biến đó và các biến bị nó tác động
- Tập tiền nhiệm (Antecedent Set): biến đó và các biến tác động lên nó

Giao của hai tập này xác định vị trí phân cấp. Nếu tập có thể đến bằng giao, biến đó thuộc tầng cao nhất. Lặp lại quá trình sau khi loại bỏ các biến đã phân tầng cho đến khi xác định được tất cả các tầng.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Kết quả ma trận SSIM

Ma trận SSIM thu được từ quá trình Delphi thể hiện rõ mối quan hệ trực tiếp giữa chín chiều. Hầu hết các cặp yếu tố có quan hệ đơn hướng rõ ràng.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
S1	-	V	V	V	V	V	V	V	V
S2	A	-	X	A	V	O	V	V	A
S3	A	X	-	A	V	O	V	V	A
S4	A	V	V	-	V	V	V	V	V
S5	A	A	A	A	-	X	A	A	A
S6	A	O	O	A	X	-	A	A	A
S7	A	A	A	A	V	V	-	X	X
S8	A	A	A	A	V	V	X	-	X
S9	A	V	V	A	V	V	X	X	-

Bảng 2: Ma trận tương tác cấu trúc (SSIM)

4.2. Ma trận có thể đến được và phân tầng

Ma trận có thể đến được tổng hợp các quan hệ trực tiếp và gián tiếp giữa các chiều. Dựa trên ma trận này, nghiên cứu xác định được cấu trúc phân cấp sạu tầng.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
S1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S2	0	1	1	0	1	0	1	1	0
S3	0	1	1	0	1	0	1	1	0
S4	0	1	1	1	1	1	1	1	1
S5	0	0	0	0	1	1	0	0	0
S6	0	0	0	0	1	1	0	0	0
S7	0	0	0	0	1	1	1	1	1
S8	0	0	0	0	1	1	1	1	1
S9	0	1	1	0	1	1	1	1	1

Bảng 3: Ma trận có thể đến được

Kết quả phân tầng của chín chiều Quality 4.0 như sau:

Tầng	Chiều
Tầng I (cao nhất)	S5: Sự tham gia khách hàng; S6: Sự tham gia nhà cung cấp
Tầng II	S7: Ra quyết định dựa trên dữ liệu; S8: Phân tích nâng cao
Tầng III	S2: Quản lý nguồn nhân lực; S3: Văn hóa tổ chức
Tầng IV	S9: Công nghệ mới
Tầng V	S4: Tầm nhìn và chiến lược
Tầng VI (thấp nhất)	S1: Lãnh đạo và cam kết

Bảng 4: Kết quả phân tầng cấu trúc

4.3. Phân tích mô hình ISM

(1) Lãnh đạo và cam kết của ban lãnh đạo (S1) - Yếu tố thúc đẩy

S1 nằm ở tầng thấp nhất, có tác động trực tiếp hoặc gián tiếp đến hầu hết các yếu tố khác. Đây là tiền đề khởi động chiến lược, phân bổ nguồn lực và thay đổi tổ chức. Không có cam kết lãnh đạo, các biện pháp khác dễ trở thành dự án thí điểm cục bộ hoặc ngắn hạn.

(2) Tầm nhìn và chiến lược (S4) - Trục then chốt kết nối

S4 nằm ngay trên S1, thể hiện vai trò chuyển đổi cam kết lãnh đạo thành phương hướng, mục tiêu và lộ trình thực thi. Chiến lược cũng cung cấp logic thống nhất cho đầu tư công nghệ và thay đổi tổ chức.

(3) Công nghệ mới (S9) - Biến kích hoạt

S9 không nằm ở tầng thấp nhất, cho thấy công nghệ không phải là nguồn thúc đẩy gốc rễ, mà phát huy tác dụng dưới sự dẫn dắt của chiến lược với nền tảng tổ chức. Chỉ triển khai công nghệ không thể tự động tạo ra hiệu quả Chất lượng 4.0 nếu không có sự phối hợp với năng lực tổ chức.

(4) Văn hóa tổ chức (S3) và Quản lý nguồn nhân lực (S2) - Năng lực nội sinh

S2 và S3 nằm ở tầng giữa, thể hiện thuộc tính xã hội - tổ chức của Chất lượng 4.0. Các yếu tố này quyết định khả năng hình thành hệ thống học tập, đổi mới, hợp tác và kỹ năng số, tạo nền tảng cho cơ chế phân tích dữ liệu và ra quyết định.

(5) Ra quyết định dựa trên dữ liệu (S7) và Phân tích nâng cao (S8) - Cơ chế chuyển đổi

S7 và S8 nằm gần tầng kết quả, là cơ chế chính chuyển đổi nền tảng công nghệ và tổ chức thành cải tiến quản lý. Đây là các biến trung gian điển hình. Dữ liệu chỉ trở thành cải tiến chất lượng khi đi vào vòng kín phân tích - quyết định.

(6) Sự tham gia của khách hàng (S5) và nhà cung cấp (S6) - Kết quả bên ngoài

S5 và S6 nằm ở tầng cao nhất, thể hiện kết quả hợp tác bên ngoài phụ thuộc vào sự thúc đẩy từng bước của các tầng dưới. Hợp tác bên ngoài không hiệu quả thường không phải do khách hàng/nhà cung cấp không hợp tác, mà do năng lực hệ thống nội bộ chưa đủ trưởng thành.



5. Kết luận

Nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp ISM để phân tích hệ thống và xác định cấu trúc phân cấp của chín chiều then chốt ảnh hưởng đến việc triển khai Quality 4.0. Kết quả cho thấy quá trình triển khai Quality 4.0 tuân theo logic tiến hóa "từ dưới lên, từ trong ra ngoài".

Lãnh đạo và cam kết của ban lãnh đạo (S1) là yếu tố thúc đẩy gốc rễ, quyết định xem tổ chức có đủ cơ chế và nguồn lực để khởi động và duy trì triển khai Quality 4.0 hay không. Trên cơ sở này, Tầm nhìn và chiến lược (S4) phát huy vai trò dẫn hướng, thống nhất mục tiêu tổ chức và lộ trình thực thi, từ đó thúc đẩy Công nghệ mới (S9) được ứng dụng như công cụ kích hoạt then chốt.

Tiếp theo, tổ chức hoàn thiện việc xây dựng năng lực nội sinh thông qua Quản lý nguồn nhân lực (S2) và Văn hóa tổ chức (S3), tạo nền tảng cho việc hình thành Ra quyết định dựa trên dữ liệu (S7) và Phân tích nâng cao (S8), cuối cùng thúc đẩy Sự tham gia của khách hàng (S5) và nhà cung cấp (S6) như kết quả hợp tác bên ngoài.

Kết luận này nhấn mạnh Chất lượng 4.0 không đơn thuần là nâng cấp công nghệ, mà là quá trình thay đổi hệ thống được dẫn dắt bởi lãnh đạo và chiến lược, có nền tảng tổ chức làm nền, năng lực phân tích dữ liệu chuyển đổi, và thể hiện hiệu quả tại chuỗi cung ứng và khách hàng.

Hàm ý thực tiễn:

Các doanh nghiệp khi triển khai Chất lượng 4.0 cần ưu tiên xây dựng cam kết lãnh đạo và thống nhất chiến lược trước, đồng thời xây dựng đồng bộ hệ thống văn hóa - nhân sự - phân tích dữ liệu, tránh tiếp cận phân mảnh chỉ triển khai công nghệ mà không xây dựng cơ chế, từ đó nâng cao xác suất thành công trong chuyển đổi Chất lượng 4.0.□

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Calvo-Mora A., Alves H., Villarejo-Ramos Á.F., "Quality 4.0 Key Dimensions and Implementation Profiles in Organizations of Excellence: A Cluster Analysis," IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 72, pp. 527-545, 2025.*
2. *D. Jacob, Quality 4.0 impact and strategy handbook, 2017.*
3. *Antony J., McDermott O., Sony M., et al., "Quality 4.0 conceptualisation and theoretical understanding: A global exploratory qualitative study," TQM Journal, vol. 34, no. 5, pp. 1169-1188, 2022.*
4. *Fathy Alkhatib, Jiju Antony, Ahmad Mayyas, et.al, "Qualitative study of Q4.0 awareness, challenges, readiness and core skills: a Middle East perspective," TQM Journal, vol. 37, no. 9, pp. 123-144, 2025.*
5. *Joao Pedro Rico, Arturo Calvo-Mora, Cayetano Medina-Molina, et al, "Quality 4.0 social and strategic readiness factors: sufficient and Necessary Condition Analysis," Total Quality Management & Business Excellence, vol. 35, no. 2, pp. 1-25, 2024.*
6. *J. C. Bou-Llusar, A. B. Escrig-Tena, V. Roca-Puig, et al, "An empirical assessment of the EFQM excellence model: Evaluation as a TQM framework relative to the MBNQA model," Oper. Manage, vol. 27, no. 1, pp. 1-22, 2009.*
7. *J. N. Warfield, "Developing Interconnection Matrices in Structural Modeling," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. SMC-4, no. 1, pp. 81-87, 1974.*
8. *Goel P., Kumar R., Banga H.K., et al, "Deployment of Interpretive Structural Modeling in Barriers to Industry 4.0: A Case of Small and Medium Enterprises," Journal of Risk and Financial Management, vol. 15, no. 4, p. 171, 2022.*
9. *Tilak Raj, Rajesh Attri, "Identification and modelling of barriers in the implementation of TQM," International Journal of Productivity and Quality Management, vol. 28, no. 2, pp. 153-179, 2010.*
10. 杜云静, 许艳柯, 吴欣雨, "基于ISM方法的大型商业综合体设计质量关键影响因素研究," 中国科学与技术学报, *vol. 1, no. 4, pp. 126-132, 2025.*
11. *Pramod Kumar, Jaiprakash Bhamu, Kuldip Singh Sangwan, "Analysis of Barriers to Industry 4.0 adoption in Manufacturing Organizations: an ISM Approach," Procedia CIRP, vol. 98, pp. 85-90, 2021.*
12. *Sachin S. Kamble, Angappa Gunasekaran, Rohit Sharma, "Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry," Computers in Industry, vol. 101, pp. 107-119, 2018.*

NGHIÊN CỨU, TRIỂN KHAI THỬ NGHIỆM HIỆU SUẤT NĂNG LƯỢNG CHO MÁY ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ NỐI ỐNG GIÓ VÀ CASSETTE TẠI VIỆT NAM

► ***ThS. Đặng Văn An*, ThS. Nguyễn Văn Nam, KS. Lê Tuấn Hiếu, KS. Phạm Văn Minh Đồng***
Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Phúc Gia – Công ty Cổ phần Phòng Thử nghiệm Phúc Gia

Tóm tắt:

Thị trường máy điều hòa không khí (ĐHKK) Việt Nam đang trải qua giai đoạn bùng nổ với sản lượng tiêu thụ đạt khoảng 3,2 triệu máy (2023) và giá trị khoảng 2,9 tỷ USD năm 2025. Đi cùng xu hướng đô thị hóa, phân khúc ĐHKK thương mại (Light Commercial) bao gồm các dòng Cassette âm trần và âm trần nối ống gió đang dịch chuyển từ thị trường ngách thành giải pháp HVAC chủ đạo, chiếm tỷ trọng tiêu thụ điện năng từ 40% đến 60% trong các tòa nhà công nghiệp và thương mại.

Tuy nhiên, tại Việt Nam, hạ tầng đo kiểm hiệu suất năng lượng hiện nay phần lớn chỉ đáp ứng dòng máy treo tường không ống gió theo TCVN 6576:2020 (ISO 5151:2017), dẫn đến việc thiếu hụt dữ liệu thực nghiệm để thực thi dán nhãn năng lượng bắt buộc cho các dòng công suất lớn. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu và xác lập quy trình thử nghiệm tiên phong tại Công ty Cổ phần Phòng Thử nghiệm Phúc Gia – đơn vị duy nhất tại Việt Nam tính đến thời điểm hiện tại sở hữu hạ tầng buồng thử Enthalpy có khả năng đo kiểm dải công suất rộng lên đến 5 RT (tương đương 60.000BTU/h).

Nghiên cứu áp dụng phương pháp Enthalpy trên hai mẫu thử tiêu biểu: dòng nối ống gió (12,5 kW, ESP- External Static Pressure 50 Pa) theo TCVN 6577:2020 (ISO 13253:2017) và dòng Cassette (14,0 kW) theo TCVN 6576:2020 (ISO 5151:2017). Kết quả thực nghiệm thông qua chương trình so sánh liên phòng với Phòng thử nghiệm Daikin Thái Lan (DIT) cho thấy độ tương quan dữ liệu cao với sai lệch năng suất lạnh (Total Cooling Capacity) dao động từ 0,25% đến 2,73%; sai số công suất điện đầu vào (Power Input) đạt mức lý tưởng từ 0,01% đến 1,88%; và độ chênh lệch chỉ số hiệu suất làm lạnh theo mùa (CSPF) tối đa là 2,73%. Các chỉ số này nằm trong ngưỡng dung sai cho phép 3%, khẳng định năng lực hạ tầng thử nghiệm nội địa đã sẵn sàng phục vụ lộ trình xanh hóa ngành HVAC và thực thi mục tiêu tiết kiệm năng lượng quốc gia.

Từ khóa: *TCVN 6576:2020, TCVN 6577:2020, Phương pháp Enthalpy dòng không khí, Hiệu suất làm lạnh theo mùa (CSPF), Áp suất tĩnh bên ngoài (ESP), Năng suất lạnh tổng.*

I. Tổng quan

1.1. Thị trường máy điều hòa không khí tại Việt Nam

Việt Nam hiện đã xác lập vị thế là một trong những thị trường tiêu thụ điều hòa không khí (ĐHKK) lớn nhất châu Á và có tốc độ tăng trưởng dẫn đầu khu vực Đông Nam Á. Theo báo cáo từ Hội Khoa học kỹ thuật lạnh và Điều hòa không khí Việt Nam, thị trường nội địa tiêu thụ khoảng 3,2 triệu máy ĐHKK vào năm 2023, ghi nhận mức tăng trưởng 14% so với năm trước đó. Quy mô giá trị thị trường khoảng 2,9 tỷ USD vào năm 2025. Tốc độ tăng trưởng kép hàng năm (CAGR) trong giai đoạn 2026-2032 được dự báo duy trì ở mức 7,81%, khẳng định dư địa phát triển còn rất lớn.

Với đặc điểm khí hậu nhiệt đới gió mùa nóng ẩm, nhu cầu làm mát tại Việt Nam là cực kỳ thiết yếu. Sự nóng lên toàn cầu cùng ảnh hưởng của hiện tượng El Nino tái xuất hiện đã đẩy nhiệt độ trung bình cả nước tăng thêm 0,3-0,5°C, dự kiến đạt mức 26,6-27°C vào năm 2025. Các đợt nắng nóng kỷ lục với nhiệt độ đỉnh điểm từ 43-45°C tại các đô thị lớn như Hà Nội, TP.HCM và Đà Nẵng đã biến máy ĐHKK từ thiết bị tiện nghi thành nhu yếu phẩm không thể thiếu. Đặc biệt tại khu vực phía Nam, nhu cầu làm mát duy trì cao quanh năm do nhiệt độ ít biến động. Mặt khác, tốc độ đô thị hóa nhanh (đạt 36% vào năm 2023) đã làm thay đổi cấu trúc tiêu dùng, trong đó khu vực đô thị hiện chiếm tới 70% tổng nhu cầu toàn thị trường. Sự gia tăng thu nhập bình quân đầu người (dự kiến

đạt ~1.700 USD vào năm 2025) cùng sự phổ cập của lưới điện nông thôn đã thúc đẩy mạnh mẽ sức mua ở cả hai phân khúc dân dụng và thương mại.

1.2. Thị phần và xu hướng sử dụng điều hòa nối ống gió và Cassette

Sự phát triển của thị trường máy điều hòa không khí (ĐHKK) Việt Nam không chỉ dừng lại ở tăng trưởng quy mô mà còn thể hiện qua sự thay đổi rõ rệt trong cơ cấu sản phẩm. Phân khúc ĐHKK thương mại nhẹ (Light Commercial), bao gồm các dòng âm trần Cassette và âm trần nối ống gió, đang dịch chuyển từ thị trường ngách thành giải pháp HVAC chủ đạo cho các không gian hiện đại. Theo các báo cáo nghiên cứu thị trường, mặc dù dòng điều hòa dân dụng treo tường (RAC) vẫn chiếm ưu thế với khoảng 74% thị phần doanh thu vào năm 2025, nhưng phân khúc máy thương mại đang ghi nhận tốc độ tăng trưởng bùng nổ. Đặc biệt, quy mô nhu cầu thị trường HVAC cho các dự án hạ tầng công nghiệp và thương mại tại Việt Nam đã đạt mức tăng trưởng kép (CAGR) lên tới 17% trong giai đoạn 2019-2023. Các dòng máy công suất lớn phục vụ công trình (bao gồm hệ thống nối ống gió) nằm trong nhóm 5 loại sản phẩm HVAC nhập khẩu có tỷ trọng giá trị cao nhất.

Xu hướng chuyển dịch này được thúc đẩy bởi nhu cầu làm mát cho các không gian rộng lớn mà dòng máy treo tường thông thường không thể đáp ứng hiệu quả.

- Máy điều hòa treo tường: Thường giới hạn công suất từ 9.000 BTU đến 24.000 BTU, phù hợp cho diện tích nhỏ dưới 30 m^2.
- Máy Cassette và Nối ống gió: Sở hữu dải công suất rộng, phổ biến từ 18.000 BTU lên đến 60.000 BTU. Với thiết kế đa hướng thổi (Cassette) hoặc chia nhiều cửa gió linh hoạt (Nối ống gió), các dòng máy này đảm bảo lưu thông không khí đồng đều và làm lạnh nhanh chóng cho các hội trường, showroom, văn phòng và căn hộ cao cấp.

Không những thế, trong xu hướng thiết kế nội thất hiện đại, người tiêu dùng và các chủ đầu tư sẵn sàng chi trả mức phí cao hơn từ 1,5-2 lần so với máy treo tường để sở hữu giải pháp "giấu trần". Điều hòa nối ống gió với ưu thế giấu toàn bộ dàn lạnh và đường ống phía trên trần thạch cao, chỉ để lộ các cửa gió tinh tế, giúp bảo toàn vẻ đẹp sang trọng và liền mạch cho không gian kiến trúc. Sự kết hợp giữa nhu cầu thẩm mỹ cao cấp, yêu cầu làm mát diện tích lớn và áp lực tiết kiệm điện đang biến dòng máy Cassette và nối ống gió trở thành tâm điểm cạnh tranh mới của ngành điện lạnh Việt Nam.

1.3. Hiện trạng đo kiểm và tính cấp thiết của việc thử nghiệm hiệu suất năng lượng cho dòng máy điều hòa thương mại tại Việt Nam

Mặc dù chương trình dán nhãn năng lượng bắt buộc theo đã đi vào ổn định, phạm vi áp dụng hiện nay chủ yếu vẫn tập trung vào các dòng máy điều hòa không khí (ĐHKK) treo tường không ống gió loại 1 cụm và 2 cụm có năng suất đến 12 kW (theo điều 1 "phạm vi áp dụng" của TCVN 7830:2021 và TCVN 6576:2020 - ISO 5151:2017). Đối với các dòng ĐHKK thương mại công suất lớn, đặc biệt là loại âm trần Cassette và âm trần nối ống gió tại thời điểm hiện tại chưa bắt buộc phải thử nghiệm và dán nhãn tiết kiệm năng lượng, do đó vẫn tồn tại một "khoảng trống" lớn về kiểm soát hiệu suất năng lượng do thiếu hụt hạ tầng phòng thử nghiệm đạt chuẩn có khả năng kiểm soát các thông số kỹ thuật phức tạp như áp suất tĩnh bên ngoài cũng như thiết lập thử nghiệm cho điều hòa Cassette… Thực trạng này trở nên cấp bách khi hệ thống HVAC trong các tòa nhà thương mại và khách sạn tại Việt Nam đang chiếm tới 40-60% tổng lượng điện năng tiêu thụ. Với mục tiêu quốc gia là giảm 8% phát thải khí nhà kính vào năm 2030 và tiềm năng tiết kiệm lên đến 30% lượng điện sử dụng trong lĩnh vực xây dựng dân dụng, việc bắt buộc thử nghiệm hiệu suất cho dòng máy thương mại là nhiệm vụ chiến lược. Trong bối cảnh đó, Công ty Cổ phần Phòng thử nghiệm Phúc Gia đã khẳng định vai trò tiên phong khi là đơn vị duy nhất tại Việt Nam tính đến nay vận hành hệ thống buồng thử Enthalpy hiện đại, cho phép đo kiểm dải công suất rộng từ dân dụng đến thương mại lên tới 5RT - tương đương 60.000 BTU/h. Năng lực này đã được minh chứng qua chương trình so sánh liên phòng với Daikin Thái Lan (DIT), kết quả cho độ tương quan dữ liệu cao với sai lệch năng suất lạnh tổng chỉ từ 0,25-2,73% và kiểm soát chính xác mức ESP 50 Pa theo đúng kịch bản vận hành thực tế. Việc thiết lập thành công cơ sở dữ liệu thực nghiệm này không chỉ khẳng định năng lực hạ tầng nội địa mà còn cung cấp căn cứ khoa học vững chắc để cơ quan quản lý sớm áp dụng lộ trình dán nhãn năng lượng bắt buộc, hướng tới mục tiêu xanh hóa ngành HVAC quốc gia.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Các phương pháp thử nghiệm năng suất và hiệu suất điều hòa không khí

Để xác định năng suất lạnh và hiệu suất năng lượng (HSNL) của máy điều hòa không khí (ĐHKK), các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế hiện nay quy định hai phương pháp thực nghiệm chính:

A. Phương pháp cân bằng nhiệt lượng (Calorimeter Room Method):

Trong phụ lục C của ISO 5151 có nói về phương pháp thử nghiệm nhiệt lượng kế với buồng cân bằng nhiệt lượng. Trong phụ lục C này chia tiếp thành 2 loại là buồng nhiệt lượng kế kiểu hiệu chuẩn (mục C.2) và buồng nhiệt lượng kế kiểu cân bằng môi trường (mục C.3)

Đối với buồng nhiệt lượng kế kiểu hiệu chuẩn (Calibrated Room-type) việc thử nghiệm và tính toán giá trị đo sẽ phụ thuộc rất lớn vào việc tính toán nhiệt lượng thất thoát qua vách của buồng. Đối với buồng kiểu này thì chi phí đầu tư không quá cao, cấu trúc đơn giản hơn nhưng đòi hỏi việc tính toán giá trị thất thoát nhiệt phải vô cùng chính xác. Do vậy loại buồng này ít khi cho ra kết quả có độ tin cậy cao

Đối với buồng nhiệt lượng kế kiểu cân bằng môi trường (Balanced Ambient Room-type) thì ngoài việc xây dựng buồng đo ra thì sẽ phải có thêm 1 buồng bao bọc ở ngoài. Buồng bao bọc này sẽ tạo ra 1 lớp đệm không khí giữa buồng đo và nhiệt độ môi trường bên ngoài. Lớp đệm không khí này sẽ phải điều chỉnh sao cho nhiệt độ trong buồng đo và nhiệt độ của lớp đệm bao bên ngoài là tương đồng nhau. Việc này sẽ dẫn đến sự thất thoát nhiệt lượng qua vách buồng tiệm cận về 0. Khi đó kết quả sẽ có độ chính xác và độ tin cậy cao Đây được coi là phương pháp chuẩn để đánh giá các dòng máy dân dụng. Tuy nhiên, chi phí đầu tư hạ tầng buồng thử cực lớn do yêu cầu cách nhiệt khắt khe và hệ thống thiết lập lại điều kiện phức tạp dẫn đến thời gian thử nghiệm kéo dài. Không chỉ vậy, phương pháp này bị hạn chế về dải công suất đo do kích thước buồng thử thường chỉ đáp ứng các dòng máy nhỏ và trung bình. Do đó, đối với các điều hòa thương mại công suất ngày càng lớn như hiện nay, phương pháp buồng nhiệt lượng kế bộc lộ nhược điểm lớn và không khả thi để áp dụng thử nghiệm cho các sản phẩm này.

B. Phương pháp Enthalpy không khí (Air Enthalpy Method):

Phương pháp Enthalpy xác định năng suất lạnh thông qua việc đo đồng thời lưu lượng gió và sự thay đổi trạng thái nhiệt động (Enthalpy) của dòng khí giữa cửa vào và cửa ra của dàn lạnh. Mặc dù độ chính xác thấp hơn phương pháp buồng nhiệt lượng kế kiểu cân bằng môi trường (Balanced Ambient Room-type) nhưng phương pháp Enthalpy có ưu điểm vượt trội với thời gian đạt trạng thái ổn định nhanh, linh hoạt trong việc đo kiểm các dòng máy có dải công suất rộng, đặc biệt là các dòng máy thương mại công suất lớn.

Có thể nói, đối với các dòng máy điều hòa không khí thương mại công suất lớn, việc sử dụng phương pháp cân bằng - Calorimeter Room Method đã bộc lộ những hạn chế rõ rệt về giới hạn vật lý và chi phí vận hành khổng lồ, thường không thể đáp ứng cho các thiết bị có năng suất vượt ngưỡng 12.000 W (~41.000 BTU/h) do yêu cầu khắt khe về kích thước buồng thử và hệ thống tái lập điều kiện. Do đó, phương pháp Enthalpy không khí - Indoor Air Enthalpy Method trở thành giải pháp kỹ thuật tối ưu và tất yếu, cho phép đo kiểm chính xác năng suất dựa trên sự thay đổi nhiệt năng trực tiếp của dòng khí, linh hoạt cho những loại điều hòa phức tạp như Cassette hay điều hòa âm trần nối ống gió với đặc thù kiểm soát nghiêm ngặt chỉ số áp suất tĩnh bên ngoài (ESP).

Tại Việt Nam hiện nay, Công ty Cổ phần Phòng thử nghiệm Phúc Gia khẳng định vị thế dẫn đầu khi là đơn vị duy nhất sở hữu hệ thống buồng thử Enthalpy hiện đại có năng lực đo kiểm dải công suất rộng lên tới 60.000 BTU (17,5 kW), đảm bảo độ tin cậy tuyệt đối thông qua kết quả so sánh liên phòng quốc tế.

2.2. Cơ sở lý thuyết của phương pháp Enthalpy dòng không khí

Phương pháp Enthalpy dòng không khí trong phòng là quy trình thực nghiệm xác định năng suất của thiết bị thông qua việc đo đồng thời các thông số trạng thái nhiệt động (nhiệt độ, độ ẩm) và lưu lượng của dòng khí đi qua dàn lạnh. Đối với các dòng máy điều hòa thương mại công suất lớn như nối ống gió và Cassette, đây là phương pháp chủ đạo do khả năng xử lý dải năng suất rộng mà phương pháp buồng nhiệt lượng kế khó đáp ứng được.

Buồng thử Enthalpy thường bao gồm hai không gian tách biệt: buồng thử phía trong phòng và buồng thử phía ngoài trời. Mỗi buồng có kích thước đủ lớn để không làm thay đổi kiểu lưu thông không khí bình thường của thiết bị. Hệ thống thử nghiệm Enthalpy đòi hỏi các thiết bị chuyên dụng có độ chính xác cao:

– Buồng thu gió: Hình 1 mô tả buồng thu gió của hệ thống thử nghiệm Enthalpy. Buồng thu là 1 buồng cách nhiệt kích thước quy định, trong buồng thu bố trí các cảm biến đo áp suất tĩnh, nón khuếch tán gió, thiết bị đo nhiệt độ bầu khô, bầu ướt để đo đạc tính toán thông số nhiệt động ra khỏi mẫu thử nghiệm (EUT).

– Hệ thống đầu phun (Airflow Nozzles): Là thiết bị then chốt để xác định lưu lượng khí thông qua việc đo chênh áp suất tĩnh qua đầu phun. Vận tốc gió tại họng đầu phun phải được duy trì từ 15-35 m/s để đảm bảo độ chính xác của phép đo.



Hình 1. Buồng thu gió xác định thông số mẫu thử



Hình 2. Nozzle và đầu phun xác định lưu lượng không khí của EUT

– Hệ thống quạt thải (Exhaust Fan): Có khả năng thay đổi năng suất để thắng trở lực và tạo ra áp suất tĩnh bên trong buồng thu gió theo yêu cầu thử nghiệm.

– Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm: Sử dụng cảm biến nhiệt độ bầu khô và bầu ướt (hoặc máy đo điểm sương) với sai số cho phép cực nhỏ, thường là ±0,1 K đến ±0,2 K. Các cảm biến này đo đạc chính xác và xác định thông số nhiệt động để tính toán được enthalpy của không khí vào và ra khỏi EUT. Các cảm biến được bố trí trong hộp sampler như hình 2 và bố trí tại Nozzle để xác định khối lượng riêng của không khí trong điều kiện thử nghiệm.



Hình 3. Hộp sampler và đầu lấy mẫu không khí

– Áp kế (Manometers): Để đo độ sụt áp qua đầu phun và kiểm soát áp suất tĩnh trong buồng thu với độ chính xác cao. Đối với điều hòa âm trần nối ống gió cần kiểm soát chặt chẽ áp suất tĩnh bên ngoài (ESP) trong ống gió nối giữa EUT và buồng thu gió.

– Hệ thống đo điện năng (Power Meters): Sử dụng các thiết bị phân tích thống số điện tích hợp để đo tổng công suất điện đầu vào của máy nén, quạt và các mạch điều khiển. Đây là cơ sở để tính toán hệ số làm lạnh COP, hiệu suất lạnh toàn mùa CSPF.

Sau khi bố trí thử nghiệm và thu thập dữ liệu cần thiết, công suất lạnh được tính toán như sau:

Qo = G x (ha1 – ha2)

Trong đó:

G: Lưu lượng khối lượng không khí đi qua thiết bị (kg/s).

ha1: Enthalpy riêng của hỗn hợp không khí vào thiết bị (kJ/kg).

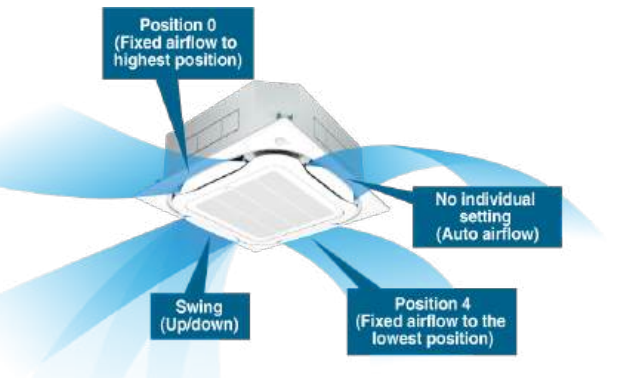
ha2: Enthalpy riêng của hỗn hợp không khí ra khỏi thiết bị (kJ/kg).

3. Cơ sở thực nghiệm và kết quả nghiên cứu

3.1. Thách thức kỹ thuật và thiết lập hệ thống thử nghiệm đặc thù

Việc triển khai thử nghiệm hiệu suất năng lượng cho các dòng máy điều hòa không khí thương mại công suất lớn, cụ thể là dòng nối ống gió và Cassette âm trần, đặt ra những thách thức kỹ thuật vượt xa khả năng đáp ứng của các phòng thử nghiệm dân dụng thông thường tại Việt Nam. Đối với dòng máy nối ống gió, rào cản lớn nhất nằm ở yêu cầu khắt khe của tiêu chuẩn TCVN 6577:2020 về việc thiết lập và duy trì ổn định áp suất tĩnh bên ngoài (External Static Pressure - ESP). Để mô phỏng chính xác trở lực của hệ thống đường ống trong các tòa nhà thực tế, phòng thử phải thiết lập hộp gió ngoài mô phỏng cũng như tạo các nan chắn để thiết lập chính xác áp suất tĩnh bên ngoài ESP.

Đặc biệt, đối với dòng máy Cassette âm trần, khó khăn trong đo kiểm thực nghiệm trở nên phức tạp hơn do đặc thù thiết kế đa hướng thổi và vị trí cửa thổi nằm sát cửa hồi ngay trên cùng một mặt nạ như hình 4. Trong điều kiện vận hành thực tế, luồng gió lạnh được thổi tỏa ra xung quanh, nhưng trong phòng thử nghiệm dùng phương pháp Enthalpy dòng không khí, bắt buộc phải thu gom toàn bộ luồng khí thổi ra từ các hướng của EUT này đưa vào hệ thống để đo đạc. Nếu không có biện pháp cách ly, luồng khí lạnh vừa thổi ra sẽ ngay lập tức bị hút ngược trở lại cửa hồi ngay bên cạnh (hiện tượng ngắn mạch nhiệt), làm sai lệch hoàn toàn trạng thái nhiệt động và dẫn đến kết quả đo năng suất thiếu chính xác.



Hình 4. Điều hòa cassette đa hướng thổi

3.2. Nghiên cứu phương pháp, thiết kế và chế tạo thiết phục vụ thử nghiệm

Để giải quyết các trở ngại trên, trong bối cảnh tại Việt Nam chưa có đơn vị nào đủ khả năng thực hiện thử nghiệm hiệu suất năng lượng cho các thiết bị điều hòa thương mại công suất lớn, Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Phúc Gia chủ động trong nghiên cứu tiêu chuẩn, tính toán xây dựng phương pháp và chế tạo thiết bị đo, hợp tác quốc tế để học hỏi, trao đổi kiến thức. Cụ thể, Phúc Gia hợp tác với Daikin Việt Nam, Daikin Thái Lan tổ chức các cuộc họp chuyên môn, trao đổi kiến thức. Trong tháng 10 năm 2024, Phúc Gia chủ động kết hợp với Daikin Việt Nam bố trí tham quan và trao đổi chuyên môn với các chuyên gia hàng đầu tại trung tâm nghiên cứu phát triển R&D Daikin Thái Lan. Qua các cuộc



Hình 5. Chuyên gia Daikin Việt Nam, Daikin Thái Lan làm việc tại Phúc Gia

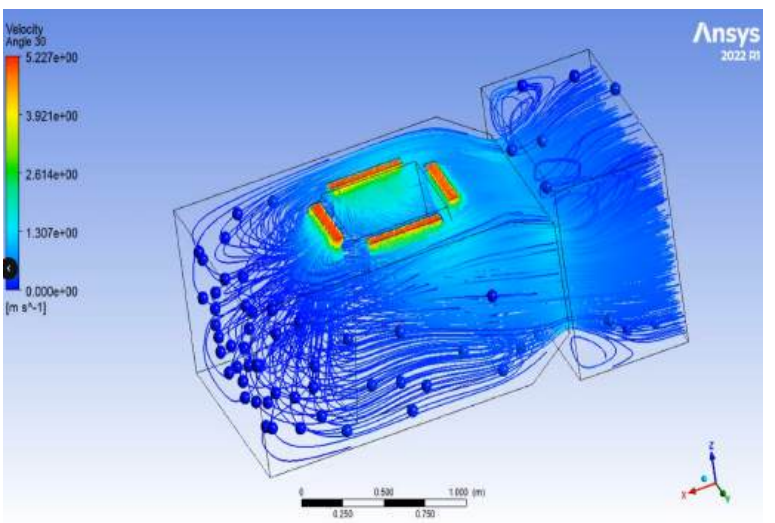


Hình 6. Các buổi làm việc tại Daikin Thái Lan – Chonburi, Thailand

họp, các chuyên gia của Phúc Gia được tiếp cận với công nghệ quốc tế, nắm bắt được các kỹ thuật và kinh nghiệm trong thử nghiệm các thiết bị điều hòa công suất lớn từ tập đoàn điều hòa hàng đầu thế giới. Qua đó kết hợp với kiến thức chuyên môn từ các chuyên gia trong ngành nhiệt lạnh tại Phúc Gia, Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Phúc Gia đã tập trung nghiên cứu và xây dựng thành công phương pháp và thiết bị thử nghiệm hiệu suất năng lượng cho các loại điều hòa âm trần nối ống gió và điều hòa Cassette – một trong những dòng thiết bị có phương pháp thử đặc biệt và khó thực hiện nhất.

Đối với thử nghiệm điều hòa Cassette, ngoài việc đảm bảo thu toàn bộ gió ra khỏi mẫu thử vào buồng thu còn cần đảm bảo trở kháng của thiết bị thu là tối thiểu để đảm bảo thu thập chính xác tránh sai số ảnh hưởng đến kết quả. Để giải quyết vấn đề này, song song với tính toán từ lý thuyết, các chuyên gia tại Phúc Gia kết hợp với mô phỏng bằng phần mềm Ansys CFD để tối ưu hóa thiết kế, tối ưu chế tạo để tạo ra thiết bị thử nghiệm có độ chính xác cao.

Từ kết quả tính toán lý thuyết và mô phỏng trên phần mềm, nhóm nghiên cứu tiến hành chế tạo thiết bị đo như hình 9.

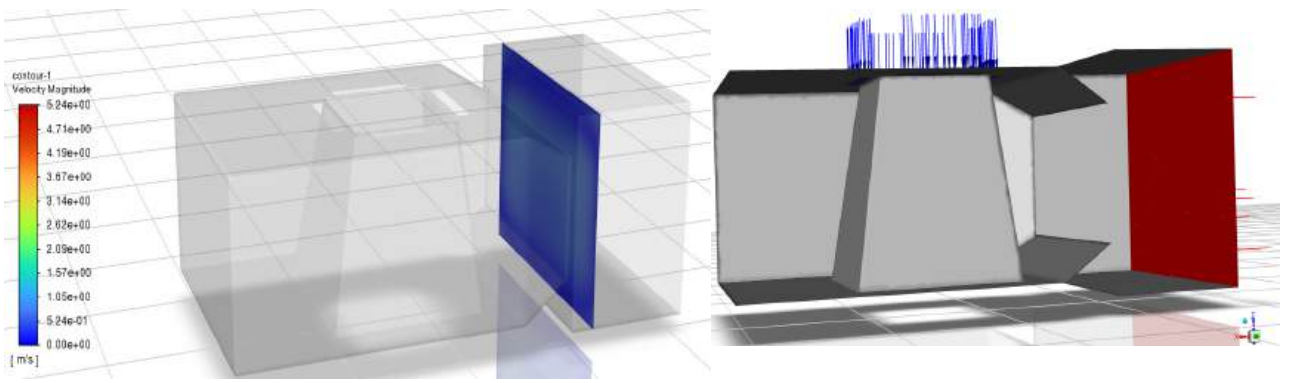



```
number tracked = 7387, escaped = 6859, incomplete = 528

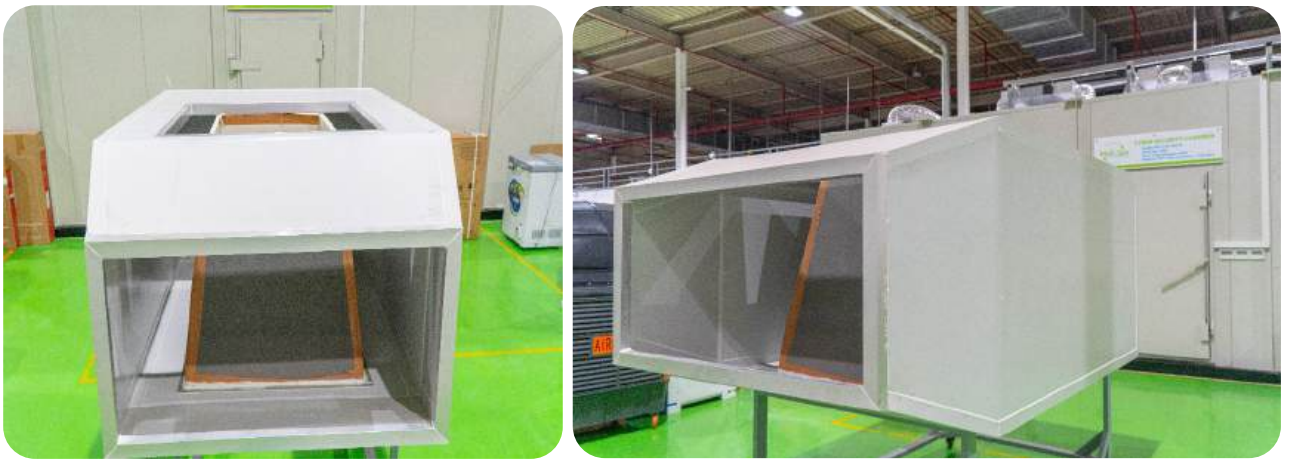
          Area-Weighted Average
                Static Pressure                    [Pa]
------------------------------- --------------------
                        inlet_1           -5.7879729
                        inlet_2           -7.4477181
                        inlet_3           -11.022379
                        inlet_4           -7.7225398
                         outlet       -3.5639558e-05
                        plane-6           -0.85973517
                ---------------- --------------------
                            Net           -0.75699447

number tracked = 7387, escaped = 6859, incomplete = 528

          Area-Weighted Average
             Velocity Magnitude                [m/s]
------------------------------- --------------------
                        inlet_1            8.9322555
                        inlet_2            8.9322524
                        inlet_3            8.9322493
                        inlet_4            8.9322554
                         outlet           0.40511499
                        plane-6           0.48272811
                ---------------- --------------------
                            Net           0.81094233
```



Hình 7. Kết quả tối ưu thu được từ tính toán lí thuyết và mô phỏng số



Hình 8. Chế tạo thực nghiệm bộ thu gió phục vụ thử nghiệm điều hòa Cassette



Hình 9. Thiết bị thử nghiệm HSNL cho điều hòa thương mại công suất lớn sau khi chế tạo và lắp đặt vào vị trí.

3.3. Thực nghiệm và đánh giá

3.3.1. Đối tượng và mẫu thử nghiệm

Để xác nhận năng lực đo kiểm hiệu suất năng lượng cho các dòng máy thương mại dải công suất lớn, chương trình so sánh liên phòng đã được triển khai trên hai mẫu thử đại diện cho phân khúc Sky Air của Daikin:

- Mẫu 1 - Máy điều hòa nối ống gió có năng suất lạnh định mức là 12,5 kW, yêu cầu thiết lập áp suất tĩnh bên ngoài (ESP) ở mức 50 Pa theo tiêu chuẩn TCVN 6577:2020.
- Mẫu 2 - Máy điều hòa Cassette âm trần có năng suất lạnh định mức lớn hơn, đạt 14,0 kW

Cả hai mẫu thử đều sử dụng môi chất lạnh R-32, nguồn điện 1 pha và 3 pha, tần số 50 Hz và được kiểm soát nghiêm ngặt về tình trạng kỹ thuật trước khi luân chuyển giữa các phòng thử nghiệm.

3.3.2. Quy trình và thời gian thực hiện

Mẫu thử được đo kiểm tuần tự tại hai đơn vị: Phòng thử nghiệm của Daikin Thái Lan - đơn vị đạt chuẩn quốc tế và Công ty Cổ phần Phòng thử nghiệm Phúc Gia (PG) - đơn vị tiên phong tại Việt Nam.

- Đối với dòng nối ống gió: Thử nghiệm lần đầu tại Lab DIT vào tháng 10/2024. Sau đó, mẫu được vận chuyển về Việt Nam và thử nghiệm đối chứng tại Lab Phúc Gia vào tháng 11/2024 dưới sự giám sát trực tiếp của các chuyên gia DIT và đại diện DAV.
- Đối với dòng Cassette: Thử nghiệm tại Lab DIT vào tháng 03/2025 và thực hiện tại Lab Phúc Gia vào tháng 05/2025.

Quá trình đo kiểm tại cả hai phòng Lab đều tuân thủ phương pháp Enthalpy dòng không khí trong phòng theo TCVN 6576:2013, TCVN 6577:2020 và các điều kiện thử nghiệm trạng thái ổn định khắt khe.

3.3.3. Kết quả so sánh giữa hai phòng thử nghiệm

Thiết bị được thử nghiệm tại nhiều chế độ bao gồm nửa tải, đầy tải và vượt tải. Dữ liệu thực nghiệm cho thấy sự tương quan rất cao giữa kết quả đo của Phúc Gia và Daikin Thái Lan trên tất cả các thông số cốt lõi, kết quả so sánh trong bảng 1, chi tiết xem hình 10.

Max	DIT	PG	DIT vs PG	Different
Capacity (W)	**14103.3**	**14446.5**	**102.43%**	**2.43%**
Latent Capacity	3946.5	3970.3	-	-
Sensible Capacity	10156.8	10476.2	-	-
Power input (W)	**6226.8**	**6247.9**	**100.34%**	**0.34%**
COP	2.265	2.312	102.09%	-
Air flow	34.96	34.10	97.54%	-
I/D Outlet DB	13.14	12.42	-0.72	-
I/D Outlet WB	12.02	11.56	-0.46	-

Rated	DIT	PG	DIT vs PG	Different
Capacity (W)	**12046.9**	**12376**	**102.73%**	**2.73%**
Latent Capacity	2739.48	2781	-	-
Sensible Capacity	9307.46	9595	-	-
Power input (W)	**4358.6**	**4358.3**	**99.99%**	**-0.01%**
COP	2.764	2.840	102.74%	-
Air flow	35.32	34.51	97.70%	-
I/D Outlet DB	14.4	13.76	0.64	-
I/D Outlet WB	13.19	12.79	0.4	-

Half Load	DIT	PG	DIT vs PG	Different
Capacity (W)	**6815.7**	**6796.3**	**99.72%**	**-0.28%**
Latent Capacity	0.00	0.0	-	-
Sensible Capacity	6815.7	6796.3	-	-
Power input (W)	**1512.9**	**1523.7**	**100.72%**	**0.72%**
COP	4.505	4.460	99.00%	-
Air flow	34.54	34.48	99.82%	-
I/D Outlet DB	17.51	17.47	0.04	-
I/D Outlet WB	15.80	15.81	-0.01	-
CSPF	4.99	4.94	99.00%	-1.00%

a. Kết quả so sánh dòng ống gió

Max	DIT	PG	DIT vs PG	Different
Capacity (W)	**14103.3**	**14446.5**	**102.43%**	**2.43%**
Latent Capacity	3946.5	3970.3	-	-
Sensible Capacity	10156.8	10476.2	-	-
Power input (W)	**6226.8**	**6247.9**	**100.34%**	**0.34%**
COP	2.265	2.312	102.09%	-
Air flow	34.96	34.10	97.54%	-
I/D Outlet DB	13.14	12.42	-0.72	-
I/D Outlet WB	12.02	11.56	-0.46	-

Rated	DIT	PG	DIT vs PG	Different
Capacity (W)	**12046.9**	**12376**	**102.73%**	**2.73%**
Latent Capacity	2739.48	2781	-	-
Sensible Capacity	9307.46	9595	-	-
Power input (W)	**4358.6**	**4358.3**	**99.99%**	**-0.01%**
COP	2.764	2.840	102.74%	-
Air flow	35.32	34.51	97.70%	-
I/D Outlet DB	14.4	13.76	0.64	-
I/D Outlet WB	13.19	12.79	0.4	-

Half load	DIT	PG	DIT vs PG	Different
Capacity (W)	**5804.8**	**5933.2**	**102.21%**	**2.21%**
Latent Capacity	0	10.4	-	-
Sensible Capacity	5804.8	5922.8	-	-
Power input (W)	**1360.9**	**1356.1**	**99.65%**	**-0.35%**
COP	4.265	4.375	102.57%	-
Air flow	37.89	36.78	97.08%	-
I/D Outlet DB	19.52	19.11	0.41	-
I/D Outlet WB	16.54	16.32	0.22	-
CSPF	4.76	4.89	102.73%	2.73%

b. Kết quả so sánh dòng Cassette

Hình 10. Kết quả so sánh liên phòng chi tiết

Thông số so sánh	Mẫu nối ống gió (12,5 kW)	Mẫu Cassette (14,0 kW)
Sai lệch năng suất lạnh tổng tối đa	2,73 %	0,28 %
Sai lệch năng suất lạnh tổng tối thiểu	2,21 %	0,25 %
Sai lệch công suất điện đầu vào tối đa	0,35 %	1,92 %
Sai lệch công suất điện đầu vào tối thiểu	0,01 %	0,72 %
Sai lệch chỉ số hiệu suất mùa (CSPF)	2,73 %	1,00 %

Bảng 1. Kết quả so sánh liên phòng

Các chế độ thử nghiệm tại điều kiện định mức, nửa tải và tải tối đa cho thấy độ lệch năng suất chỉ dao động trong khoảng từ nhỏ hơn cho phép (3%), khẳng định tính ổn định của hệ thống đo trong mọi kịch bản vận hành. Dựa trên kết quả thực nghiệm, năng lực thử nghiệm của Việt Nam (đại diện là Lab Phúc Gia) được đánh giá dựa trên các tiêu chí sau:

1. Độ chuẩn xác kỹ thuật: Toàn bộ sai lệch năng suất và chỉ số hiệu suất mùa (CSPF) đều nằm sâu trong ngưỡng dung sai cho phép của tiêu chuẩn quốc tế và mức 3% theo thống nhất của 2 phòng thử nghiệm. Đặc biệt, sai số 0,25% ở mẫu Cassette là con số cực kỳ ấn tượng, chứng minh kỹ thuật lắp đặt hộp thu gió chuyên dụng tại Phúc Gia đã loại bỏ hoàn toàn tổn thất gây ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm.
2. Khả năng kiểm soát thông số đặc thù: Lab Phúc Gia đã chứng minh năng lực duy trì mức ESP 50 Pa một cách ổn định, tương đương với các phòng Lab hiện đại nhất của Daikin tại khu vực. Việc kiểm soát lưu lượng gió với sai số dưới 2,3% cho thấy hệ thống đầu phun (Nozzles) và quạt thải của Phúc Gia đạt độ chuẩn xác rất cao.
3. Khẳng định vị thế hạ tầng nội địa: Kết quả này là minh chứng thực tiễn quan trọng nhất cho thấy Việt Nam hoàn toàn đủ năng lực hạ tầng để triển khai dán nhãn năng lượng bắt buộc cho các dòng máy điều hòa thương mại công suất lớn lên tới 60.000 BTU.

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Tổng kết nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu đã làm rõ tính cấp thiết của việc kiểm soát hiệu suất năng lượng cho dòng máy điều hòa không khí thương mại công suất lớn, đồng thời xác lập cơ sở khoa học và thực nghiệm cho việc đo kiểm các dòng máy này tại Việt Nam. Kết quả nghiên cứu khẳng định rằng đối với các thiết bị có năng suất lạnh vượt ngưỡng 12.000 W (~41.000 BTU/h), phương pháp buồng nhiệt lượng kế không còn khả thi do những hạn chế về kích thước vật lý và sai số nhiệt rò lọt. Thay vào đó, phương pháp Enthalpy là giải pháp kỹ thuật tối ưu, cho phép đo kiểm dải công suất rộng và kiểm soát chính xác thông số áp suất tĩnh bên ngoài – yếu tố quyết định đến năng lực vận hành thực tế của dòng điều hòa nối ống gió và Cassette.

4.2. Khẳng định năng lực đo kiểm nội địa

Thông qua chương trình so sánh liên phòng với Daikin Thái Lan (DIT), nghiên cứu đã minh chứng năng lực vượt trội của hạ tầng phòng thử nghiệm trong nước:

– Trung tâm Thử nghiệm Kiểm định Phúc Gia hiện là đơn vị duy nhất tại Việt Nam vận hành hệ thống buồng thử Enthalpy hiện đại, có đủ năng lực đo kiểm các dòng máy thương mại dải công suất lên tới 60.000 BTU.

– Kết quả đối chứng đạt độ tương quan cực cao với sai lệch năng suất lạnh tổng chỉ 0,25% đối với mẫu Cassette (điện 3 pha, 14,0 kW) và 2,73% đối với mẫu nối ống gió (điện 1 pha, 12,5 kW).

– Việc chế tạo thành công các thiết bị thu gom gió đặc thù cho dòng Cassette giúp loại bỏ hiện tượng ngắn mạch nhiệt, đảm bảo độ rò rỉ khí dưới 1,0%, đáp ứng các tiêu chuẩn khắt khe nhất của quốc tế.

4.3. Ý nghĩa và kiến nghị

Việc xác lập thành công năng lực thử nghiệm này có ý nghĩa chiến lược trong việc hoàn thiện chuỗi giá trị ngành HVAC tại Việt Nam. Đây là nền tảng quan trọng để các cơ quan quản lý nhà nước:

1. Mở rộng lộ trình dán nhãn năng lượng bắt buộc cho phân khúc điều hòa thương mại (Sky Air) vốn đang chiếm tỷ trọng tiêu thụ điện rất lớn (40-60%) tại các tòa nhà.
2. Giảm thiểu chi phí và thời gian cho các doanh nghiệp trong việc đo kiểm hiệu suất năng lượng, thay vì phải gửi mẫu thử sang các phòng Lab quốc tế như trước đây.
3. Thúc đẩy thị trường hướng tới các sản phẩm hiệu suất cao, góp phần thực hiện mục tiêu quốc gia về tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính vào năm 2030.

Nghiên cứu kiến nghị các cơ quan chức năng sớm cập nhật tiêu chuẩn hiệu suất năng lượng (MEPS) cho dải công suất lớn để tận dụng hạ tầng kỹ thuật hiện có, tạo môi trường cạnh tranh minh bạch và bền vững cho ngành điện máy Việt Nam.

5. Danh mục chữ cái viết tắt

Chữ viết tắt	Ý nghĩa
ĐHKK	Điều hòa không khí
EUT	Equipment Under Test
PG	Phúc Gia Lab
DIT	Daikin Industries (Thailand)
DAV	Daikin Air Conditioning (Vietnam)
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning
ESP	Áp suất tĩnh bên ngoài

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *"Điện Gia Dụng 2023", PDF - Scribd*
2. *"Nghiên cứu các mô hình mô phỏng năng lượng: phân loại, ứng dụng kỹ thuật, xu hướng nghiên cứu và phát triển" - Tạp chí Vật liệu và Xây dựng - Bộ Xây dựng (Nghiên cứu các mô hình mô phỏng năng lượng công trình)*
3. *"250528_Inter Laboratory test result" (Kết quả thử nghiệm đối chứng liên phòng cho các mẫu FBA125BVMA và FCFC48DV)*
4. *"Analysis of Air-Conditioning Usage Behavior in Residential Buildings in Hot and Humid Climates: Evidence from Vietnam" - E3S Web of Conferences*
5. *"DEVELOPMENT OF SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION PROFILE FOR TYPICAL BUILDINGS IN VIETNAM" (Xây dựng đặc tính tiêu thụ năng lượng một số công trình xây dựng tại Việt Nam)*
6. *"INTERTEK TESTING SERVICES (THAILAND) LTD" (Phạm vi công nhận và các tiêu chuẩn thử nghiệm quốc tế)*
7. *"NGÀNH HVAC CÔNG NGHIỆP VÀ TÌNH HÌNH ĐẦU TƯ TRONG CHUỖI GIÁ TRỊ NGÀNH TẠI VIỆT NAM 2024" - Vietnam Construction*
8. *TCVN 6576:2020 (ISO 5151:2017) - Máy điều hòa không khí và bơm nhiệt không ống gió – Thử và đánh giá tính năng*
9. *TCVN 6577:2020 (ISO 13253:2017) - Máy điều hòa không khí và bơm nhiệt gió-gió có ống gió - Thử và xác định thông số tính năng*
10. *Tiêu chuẩn thiết kế, lắp đặt hệ thống điều hòa không khí, thông gió mới nhất*
11. *Tiết kiệm điện: Góc nhìn từ vị trí số 1 tiêu thụ điều hòa trong khu vực của Việt Nam - EVN*
12. *Trải nghiệm không gian mát lạnh lý tưởng với điều hòa nối ống gió Panasonic Inverter S-2430PF3H/U-30PR1H5*
13. *"Vietnam Air Conditioners Market Research Report: Forecast (2026-2032)" - MarkNtel Advisors*
14. *"Vietnam Air Conditioners Market Size, Growth and Forecast, 2032" - Credence Research*
15. *"Vietnam Energy Efficiency" - International Trade Administration*
16. *"Vietnam Room Air Conditioner Market Assessment and Policy Options Analysis" - CLASP & Ecology and Environment Institute*
17. *Xu Hướng Nhiệt Độ Và Dự Đoán Sức Tiêu Thụ Máy Điều Hòa Tại Việt Nam Năm 2025: So Sánh Với Các Năm Trước*
18. *Diễn biến ngành - VCBS (Báo cáo ngành điện và các doanh nghiệp tiêu biểu)*



NGHIÊN CỨU, TRIỂN KHAI THỬ NGHIỆM MỨC HẤP THỤ RIÊNG - SAR CHO THIẾT BỊ VÔ TUYẾN TẠI VIỆT NAM

► ***Lê Tuấn Hiếu*, Mai Thị Vân, Đặng Văn An, Mai Phương Nam***
Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Phúc Gia –
Công ty Cổ phần Phòng thử nghiệm Phúc Gia

Tóm tắt:

Bài báo này trình bày một số nghiên cứu, tình hình triển khai, ứng dụng thử nghiệm mức hấp thụ riêng (SAR) cho các thiết bị vô tuyến cầm tay và đeo trên cơ thể trong đo lường thực tế và cuộc sống. Kết quả nghiên cứu cho thấy, sóng điện từ tần số vô tuyến (RF) là một trong các nguồn bức xạ có nguy cơ gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người khi tiếp xúc và sử dụng, đặc biệt là khi tiếp xúc gần và sử dụng thường xuyên. Trên thế giới, việc nghiên cứu, thử nghiệm và đặt ra các giới hạn về mức độ Phơi nhiễm đối với sóng điện từ tần số vô tuyến được quan tâm và thực hiện từ rất sớm (khoảng những năm 1970). Tại Việt Nam, Bộ Khoa học và Công nghệ cũng đã ban hành tiêu chuẩn quốc gia TCVN 3718-1:2005 về mức Phơi nhiễm bức xạ điện từ tần số vô tuyến và tiêu chuẩn TCVN 3718-2:2007 về phương pháp đo; tuy nhiên việc áp dụng thực tế còn hạn chế (thực ra mới áp dụng một phần nhỏ cho các trạm thu phát sóng thông tin di động). Đối với các thiết bị vô tuyến cầm tay, năm 2024, Bộ Thông tin và Truyền thông (nay là Bộ Khoa học và Công nghệ) đã ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 134:2024/BTTTT về mức hấp thụ riêng (SAR) cho thiết bị vô tuyến cầm tay và đeo trên cơ thể. Quy chuẩn kỹ thuật này đặt ra các giới hạn và phương pháp đo đối với các thiết bị như điện thoại di động, máy tính, thiết bị đeo trên cơ thể người... hoàn toàn phù hợp với các khuôn khổ kỹ thuật và thông lệ quốc tế. Đây thực sự là một việc làm thiết thực để đảm bảo chất lượng sản phẩm, hàng hóa cũng như sự an toàn cho người sử dụng.

Từ khóa: *SAR, Mức hấp thụ riêng, Specific absorption rate, Radio frequency…*

I. Tổng quan

1. Cơ sở khoa học và ảnh hưởng sinh học của bức xạ vô tuyến (RF)

1.1. Bản chất của bức xạ vô tuyến và cơ chế tương tác với mô sinh học

Bức xạ điện từ (EMR) là một yếu tố không thể thiếu trong môi trường công nghệ hiện đại. Trong phổ EMR, bức xạ vô tuyến (Radio Frequency – RF) chiếm một dải tần số rộng, thường được định nghĩa trong khoảng từ 100 kHz đến 300 GHz [1]. Ngày nay, các nguồn phát xạ RF, từ thiết bị di động cá nhân, trạm phát sóng cho đến các thiết bị y tế, đã trở thành một phần không thể tách rời của đời sống. Chính vì sự phổ biến của các thiết bị và tần suất tiếp xúc ngày càng tăng này, việc nghiên cứu, đo lường và đánh giá các ảnh hưởng sinh học của sóng RF lên cơ thể người là một lĩnh vực khoa học rất được ưu tiên nghiên cứu cũng như thử nghiệm, đánh giá trong thực tế.

Để hiểu rõ về rủi ro Phơi nhiễm, cần thiết phải làm rõ cơ chế tương tác của trường RF với mô sinh học. Cơ thể người, với thành phần quan trọng nhất là nước (phân tử lưỡng cực), không phải là một môi trường đồng nhất đối với sóng điện từ. Sự hấp thụ năng lượng phụ thuộc vào hằng số điện môi tương đối, vốn bị chi phối bởi tần số [1], [3].

Theo [1] và [2], ở cấp độ phân tử, sự tương tác này được mô tả qua các cơ chế phân cực khác nhau:

- Phân cực do sự sắp xếp lưỡng cực: Quá trình này xảy ra khi các phân tử lưỡng cực như nước trong mô cố gắng sắp xếp theo trường ngoài, dẫn đến sự hấp thụ năng lượng và tạo ra tổn thất điện môi, có thể làm tăng nhiệt độ mô.
- Phân cực ion và Phân cực điện: Liên quan đến sự dịch chuyển của ion hoặc điện tử, tiếp diễn đến các vùng tần số cao hơn như hồng ngoại và cực tím.

Ngoài ra, các hiện tượng phân tán điện môi cho thấy mối quan hệ phức tạp giữa tần số và độ xuyên sâu: Phân tán γ (trên 10 MHz) cho thấy độ xuyên sâu thấp nhất. Tại dải tần này, khi tần số tăng, nước dần mất tính chất điện môi, độ dẫn điện tăng, dẫn

đến khả năng mô bị khô. Sự hấp thụ năng lượng này cũng không đồng nhất có thể dẫn đến sự hình thành "điểm nóng" bên trong mô.

1.2. Phân loại và Phân tích Tác động Sinh học

Từ sự hấp thụ năng lượng nêu trên, các phản ứng sinh học có thể được phân loại một cách rõ ràng thành hai nhóm chính: Tác động nhiệt và Tác động phi nhiệt [1].

1.2.1. Tác động nhiệt

Tác động nhiệt là cơ chế đã được xác định và định lượng rõ ràng nhất, gắn liền với sự tăng nhiệt độ mô. Đây là nguồn gốc của hầu hết các hiệu ứng sinh học rõ ràng được ghi nhận.

- Đặc điểm và Hậu quả: Các tác động này thường xảy ra với tần số cao, khi năng lượng được lắng đọng ở các lớp mô ngoài cùng như da, giác mạc,… Mặc dù cơ thể có các cơ chế điều chỉnh nhiệt sinh lý như tăng lưu lượng máu hoặc đổ mồ hôi để hạ nhiệt. Tuy nhiên, nếu sự Phơi nhiễm đủ mạnh và kéo dài, cơ thể không kịp thích nghi, gây ra sự tăng nhiệt độ mô quá mức. Hậu quả lâm sàng bao gồm khô và bỏng mô và có thể gây tổn thương tế bào thần kinh. Đặc biệt như mắt rất dễ bị tổn thương do thiếu lưu lượng máu để làm mát giác mạc, dẫn đến nguy cơ đục thủy tinh thể[1], [4].
- Ngưỡng sinh học: Các nghiên cứu đã kết luận rằng những tác động lên chức năng nội tiết (như hormon vỏ thượng thận, hormon tăng trưởng, hormon tuyến giáp), tim mạch và huyết học đều rõ ràng là do sự nóng lên hay nói cách khác là do tác động nhiệt. Để đảm bảo ngưỡng Phơi nhiễm được xác định là 3–4 W/kg là phù hợp để chống lại các tác động bất lợi đến hệ thống nội tiết và thể dịch [2].

1.2.2. Tác động phi nhiệt

Trong khi tác động nhiệt là trọng tâm của các tiêu chuẩn an toàn, tác động phi nhiệt hiện nay vẫn đang là chủ đề của nhiều tranh cãi khoa học. Các tác động phi nhiệt liên quan đến các hiệu ứng cảm ứng điện từ do tiếp xúc lâu dài với bức xạ RF tần số thấp, dưới mức giới hạn SAR chẳng hạn như ở gần ăng-ten không dây hoặc sử dụng các tai nghe liên tục. Theo ANSI, thiệt hại này không phải là tác động nhiệt, nghĩa là nó không liên quan đến việc làm nóng mô, mà là các tổn thương sinh hóa và sinh lý như quá trình trao đổi chất, ảnh hưởng đến tín hiệu điện của tim và não [1]. Các tính toán mô hình phân tử đã chỉ ra rằng một dải RF tần số thấp có thể cộng hưởng với tần số tự nhiên của các phân tử mô, gây ra sự tăng gấp đôi biên độ sóng và tiềm ẩn khả năng gây tổn thương. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu khoa học về chủ đề này, song hiện tại chưa có bằng chứng xác thực rõ ràng về các tác dụng phụ phi nhiệt nghiêm trọng ở người. Tuy nhiên, một số báo cáo cho thấy các triệu chứng không đặc hiệu như cảm giác ngứa trên da đầu, mệt mỏi, rối loạn giấc ngủ, đau đầu và chóng mặt… Sự phức tạp trong việc đánh giá ảnh hưởng phi nhiệt và sự quan trọng của việc kiểm soát tác động nhiệt cục bộ là động lực chính thúc đẩy nghiên cứu và thiết lập các quy chuẩn Phơi nhiễm.

Trong bối cảnh nghiên cứu về ảnh hưởng sinh học của bức xạ điện từ, mặc dù các công trình khoa học vẫn tiếp tục nghiên cứu đánh giá về các tác dụng phụ phi nhiệt tiềm tàng, các bằng chứng về tổn thương nghiêm trọng ở người do cơ chế này hiện tại vẫn chưa được xác thực một cách thuyết phục, tuy nhiên cơ sở khoa học về các tác động nhiệt là không thể phủ nhận. Cơ chế này, gắn liền với sự nóng lên của mô, đã được chứng minh là nguồn gốc của hầu hết các phản ứng sinh học tiêu cực, bao gồm nguy cơ gây khô, bỏng mô và làm tổn thương các tế bào thần kinh, đồng thời ảnh hưởng đến các chức năng nội tiết và huyết học.

Từ các nghiên cứu ngưỡng an toàn sinh học dựa trên việc bảo vệ cơ thể khỏi các hiệu ứng nhiệt đã được xác định này, việc kiểm soát và định lượng Phơi nhiễm bức xạ RF đã trở thành một nhiệm vụ cấp thiết và thời sự. Do đó, xác định mức hấp thụ riêng (SAR) – đại lượng đo lường mức năng lượng RF được hấp thụ trên một đơn vị khối lượng bởi bất kỳ bộ phận nào của cơ thể và việc đánh giá mức hấp thụ riêng cho thiết bị vô tuyến cầm tay và đeo trên cơ thể người theo QCVN 134:2024/BTTTT được coi là công cụ then chốt, mang ý nghĩa nền tảng trong việc thiết lập rào cản kỹ thuật và bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

II. Cơ sở lý thuyết và tình hình nghiên cứu thực tiễn

2.1. Cơ sở khoa học đo lường và đánh giá SAR

Nhằm định lượng và kiểm soát rủi ro từ Phơi nhiễm bức xạ RF, Mức hấp thụ riêng (SAR) đã được xem là đại lượng đo liều lượng tiêu chuẩn. Về khái niệm, như đã nói, mức hấp thụ riêng (SAR) được định nghĩa là mức năng lượng RF mà cơ thể hấp thụ trên một đơn vị khối lượng. Về mặt kỹ thuật, SAR

được tính toán thông qua độ tăng nhiệt độ mô theo công thức (1) hoặc thường được tính thông qua điện trường thẩm thấu, độ dẫn điện ion tĩnh và khối lượng riêng của mô theo công thức (2):

$$SAR = C_h \frac{\partial T}{\partial t}\Big|_{t=0} \quad (1)$$

$$SAR = \frac{\sigma E^2}{\rho} \quad (2)$$

Trong đó:

- SAR là mức hấp thụ riêng, tính bằng oát trên kilôgam [W/kg]
- E là giá trị RMS của cường độ điện trường trong mô hoặc môi trường tương đương mô, tính bằng vôn trên mét [V/m];
- σ là độ dẫn điện của môi trường tương đương mô, tính bằng Siemens trên mét [S/m];
- ρ là khối lượng riêng của môi trường tương đương mô, tính bằng kilôgam trên mét khối [kg/m^3];
- C_h là nhiệt dung riêng của môi trường tương đương mô, tính bằng jun trên kilôgam kelvin [J/kgK];
- $\frac{\partial T}{\partial t}\Big|_{t=0}$ là đạo hàm theo thời gian ban đầu của nhiệt độ trong môi trường tương đương mô, tính bằng kenvin trên giây [K/s].

Từ các nguy cơ tiềm ẩn từ các tác động của sóng điện từ RF, các tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế (như ICNIRP) cũng như các quốc gia đều thiết lập ngưỡng SAR an toàn đối với đầu và thân là 1.6 W/kg trung bình cho 1 g mô (như FCC của Mỹ) hoặc 2 W/kg trung bình cho 10 g mô đối với phần đầu và 4 W/kg trung bình cho 10 g mô đối với các chi (phần lớn các quốc gia trên thế giới bao gồm cả Việt Nam tại QCVN 134:2024/BTTTT). Khi giá trị này bị vượt quá, thiết bị được xem là không tuân thủ giới hạn an toàn, gây nguy hiểm cho sức khỏe con người do khả năng tăng nhiệt độ mô.

2.2. Tình hình nghiên cứu, ứng dụng trên thế giới

Việc triển khai đo lường và đánh giá SAR trên thế giới được quan tâm nghiên cứu, triển khai và thực hiện song hành cùng lịch sử phát triển của ngành viễn thông di động. Công tác này không chỉ dừng lại ở việc ban hành các ngưỡng giới hạn mà còn bao gồm sự đầu tư lớn vào các hệ thống đo lường chuyên dụng, đảm bảo tính chính xác tuyệt đối. Nhu cầu này càng trở nên cấp thiết và thời sự khi các thiết bị vô tuyến cầm tay (như điện thoại di động) ngày càng phổ biến hơn, hiện đại hơn và tạo ra sự Phơi nhiễm RF cục bộ đáng kể, đặc biệt là ở khu vực đầu người dùng.

Chính vì lẽ đó, công tác kiểm soát Mức hấp thụ riêng (SAR) được triển khai song song với sự phát triển của công nghệ viễn thông, từ công nghệ 2G chỉ có tính năng thoại cho đến khi phát triển lên 3G, 4G, 5G và các công nghệ mới như hiện nay. Các giới hạn an toàn như ngưỡng 2 W/kg trung bình cho 10 g mô... được ban hành nhằm đặt ra rào cản kỹ thuật, đảm bảo sức khỏe cho người sử dụng.

Để đáp ứng yêu cầu đo lường nêu trên các quốc gia đã tập trung vào việc phát triển các hệ thống đo lường liều lượng chuyên dụng. Trong số đó, hệ thống DASY (Dosimetric Assessment System) do SPEAG (Thụy Sỹ) phát triển là một ví dụ điển hình. Từ hệ thống DASY đầu tiên (Ngoại suy từ nguồn), được xem là hệ thống tiên phong, ra đời vào năm 1994 cùng với thời kỳ đầu của kỷ nguyên di động. Các phiên bản đầu này giúp thiết lập khả năng mô phỏng và đo lường điện trường bên trong - một yếu tố cơ bản để tính toán SAR thông qua công thức. Tiếp theo như các hệ thống DASY3 và đặc biệt là DASY4 ra mắt 2002 để hỗ trợ kiểm tra, thử nghiệm sớm theo chuẩn IEEE 1528. Các hệ thống thử nghiệm SAR chuyên dụng này là các phiên bản đầu được sử dụng để chuẩn hóa quy trình đo lường SAR trong môi trường phòng thí nghiệm. Sự ra đời của DASY 3 và 4 đã đánh dấu bước chuyển mình từ các phương pháp đo lường đơn giản sang các quy trình mô phỏng và đo lường robot hóa, đảm bảo rằng dữ liệu Phơi nhiễm cục bộ được thu thập với độ chính xác cao nhất. Hệ thống DASY5 phát triển và phát hành khoảng 2007; bản DASY5 v5.2 (DASY5.2) hoàn thiện vào khoảng 2009-2010 và DASY6 thế hệ tiếp theo được SPEAG phát triển như nền tảng nâng cấp (phiên bản phần mềm cDASY6 và bản cập nhật xuất hiện trong những năm 2010. DASY6 hiện nay vẫn được dùng rộng rãi cho các thử nghiệm theo IEC/IEEE). Cho đến hiện nay, hệ thống mới nhất DASY8 được phát hành năm 2021 tiếp tục được mở rộng (module SAR, mmWave, APD, WPT, DASY8-3D...) có thể được xem là hệ thống hiện đại nhất, có khả năng đo đạc nhanh chóng và chính xác. Sự phát triển liên tục này cho thấy cam kết không ngừng của các cơ quan quản lý và các phòng thử nghiệm trong việc duy trì tính chính xác và kịp thời của các phép đo lường SAR.

Ngoài hệ thống DASY do SPEAG phát triển, trên thế giới cũng có một số hệ thống khác như MVG

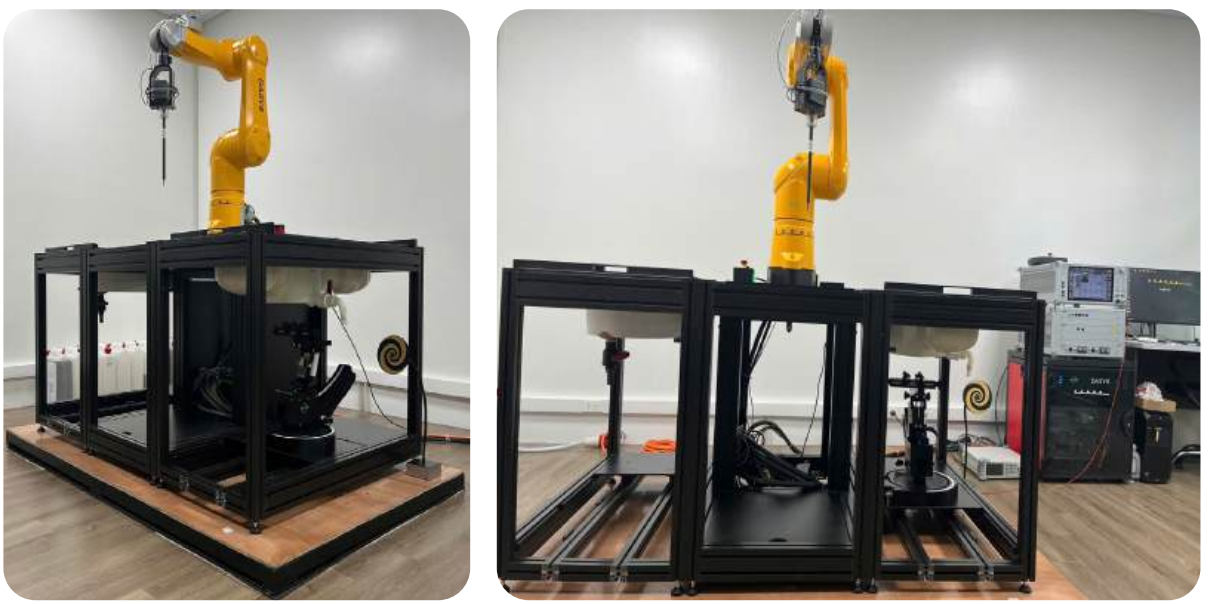
(ví dụ ComoSAR) hoặc ARTFi (ARTMAN) cũng được sử dụng rộng rãi, nhưng hệ DASY của SPEAG vẫn chiếm vị thế hàng đầu quan trọng. Hệ MVG sử dụng robot 6 trục để quét đầu dò Efield truyền thống, cho phép đo chính xác theo chuẩn với phần mềm OpenSAR, nhưng tốc độ quét và khả năng tự động hóa có phần hạn chế so với hệ DASY. Trong khi đó, ARTFi triển khai hệ vectorarray (probearray) rất nhanh như ARTMAN, với khả năng đo toàn bức trường E (cả biên độ và pha) thông qua mạng cảm biến tĩnh, cho phép đo toàn bộ SAR 3D trong vài giây. Tuy nhiên, các hệ ART-Fi (vectorarray) thường phải phụ thuộc vào thuật toán tái tạo trường phức tạp và hiệu chỉnh pha-chênh lệch, điều này có thể dẫn đến sai số nếu hiệu chuẩn hoặc xử lý hậu đo không tối ưu.

So với hai loại này, DASY của SPEAG mang lại sự cân bằng tốt giữa độ chính xác, tốc độ, và tính tuân thủ tiêu chuẩn quốc tế. Theo báo cáo của SPEAG, các hệ DASY (ví dụ DASY6) có sai số sau xử lý rất thấp (dưới ~3 %) khi sử dụng đầu dò EX3DV4 được hiệu chỉnh chính xác, điều này vượt trội hơn so với những báo cáo trước đây về sai số lớn trong các hệ probe-scanning. Hơn nữa, DASY8 Module SAR hỗ trợ đo nhiều băng tần (từ vài MHz đến hàng chục GHz), tích hợp quy trình đo time-averaged SAR ngay trong phần mềm, và có nhiều module phần cứng như robot quét độ chính xác cao, giao diện API giúp tự động hóa cao và linh hoạt trong các kịch bản kiểm tra tuân thủ phức tạp. Nhờ những điểm mạnh này, DASY được nhiều phòng thí nghiệm chọn làm "tiêu chuẩn vàng" (gold standard) để đánh giá SAR, đặc biệt trong các thử nghiệm nghiên cứu và tuân thủ tiêu chuẩn, quy chuẩn - nơi yêu cầu cao về độ tin cậy, tái lập, và khả năng thích ứng với nhiều loại thiết bị không dây hiện đại.

Tóm lại, việc triển khai các hệ thống đo lường SAR chuyên dụng bắt đầu một cách quyết liệt từ khi thiết bị cầm tay trở thành nguồn Phơi nhiễm đáng kể, với sự phát triển liên tục của các hệ thống như DASY nhằm theo dõi và kiểm soát chặt chẽ liều lượng hấp thụ, đảm bảo an toàn cho người sử dụng trong một thế giới ngày càng phụ thuộc vào công nghệ vô tuyến.

2.3. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam

Trong bối cảnh toàn cầu hóa và nhận thức sâu sắc về tầm quan trọng của các tiêu chuẩn an toàn sinh học, tình hình triển khai thử nghiệm đánh giá mức hấp thụ riêng (SAR) tại Việt Nam đã diễn ra một cách quyết liệt. Việt Nam đã thể hiện cam kết mạnh mẽ thông qua việc thiết lập khuôn khổ pháp lý một cách nhanh chóng. Vào năm 2024, sau các bản dự thảo, Bộ Thông tin và Truyền thông (nay là Bộ Khoa học Công nghệ) đã chính thức ban hành QCVN 134:2024/BTTTT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về mức hấp thụ riêng cho các thiết bị vô tuyến cầm tay và đeo trên cơ thể người. Việc ban hành quy chuẩn này mang ý nghĩa vô cùng thiết thực, không chỉ góp phần đặt ra các rào cản kỹ thuật nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm hàng hóa đến tay người tiêu dùng mà còn đảm bảo sức khỏe và an toàn cho người sử dụng trong đời sống xã hội.



Hình 1. Hệ thống DASY 8 hiện đại nhất hiện nay đã có mặt tại Phúc Gia





Hình 2. Hợp tác, đào tạo thử nghiệm SAR cho đội ngũ nhân sự từ chuyên gia trong và ngoài nước tại Phúc Gia

Sự quyết tâm từ cơ quan quản lý nhà nước đã tạo động lực cho các phòng thử nghiệm trong nước chủ động đầu tư và chuẩn bị. Đáng chú ý, Công ty Cổ phần Phòng thử nghiệm Phúc Gia được ghi nhận là một đơn vị thử nghiệm tiên phong, thể hiện sự hăng hái trong nghiên cứu và đầu tư trang thiết bị. Cụ thể, ngay từ khi quy chuẩn quốc gia còn trong giai đoạn dự thảo, Phúc Gia đã chủ động nghiên cứu các tiêu chuẩn quốc tế, thực hiện Việt hóa các tài liệu kỹ thuật, xây dựng các quy trình thử nghiệm đầy đủ. Bộ tài liệu quy trình thử nghiệm và Việt hóa này được xem là bài bản và đầu tiên tại Việt Nam, cho thấy sự sẵn sàng cao độ trong việc hỗ trợ công tác quản lý nhà nước và đảm bảo các phép đo lường SAR được thực hiện một cách chính xác và khách quan nhất. Phúc Gia cũng tích cực trong thảo luận, hợp tác quốc tế, tham gia đào tạo nhân lực, chuẩn bị sẵn sàng nhân lực, vật lực, hệ thống trang thiết bị hiện đại đáp ứng nhu cầu thử nghiệm.

III. Cơ sở thử nghiệm và đánh giá kết quả

3.1. Quy trình Thử nghiệm SAR

Quy trình thử nghiệm SAR là một chuỗi các bước được chuẩn hóa nhằm tái tạo điều kiện Phơi nhiễm thực tế của người dùng với thiết bị vô tuyến cầm tay hoặc đeo trên cơ thể người, từ đó xác định mức hấp thụ riêng đối với mỗi thiết bị vô tuyến cần thử nghiệm. Quy trình này bao gồm các bước cốt lõi sau:

- Xây dựng cấu hình thử nghiệm,
- Thiết lập đo lường và thu thập dữ liệu,
- Xử lý số liệu,
- Đánh giá kết quả.

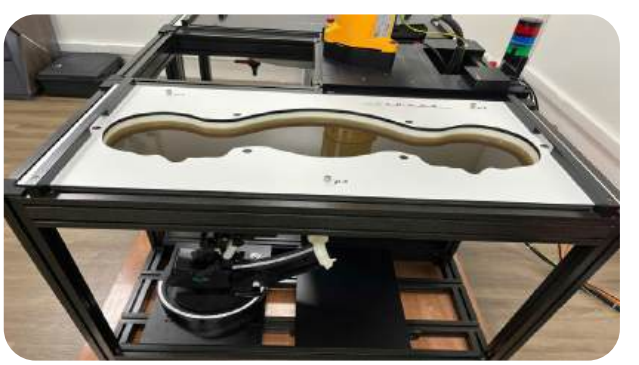
a. Xây dựng Cấu hình Thử nghiệm

Bước đầu tiên trong quy trình là xây dựng cấu hình đo lường, bao gồm việc thiết lập các cấu hình có thể xảy ra khi sử dụng thiết bị vô tuyến đối với đầu và cơ thể người. Thiết lập tập hợp các cấu hình phục vụ thử nghiệm cùng với hệ thống đo lường hiện đại. Công ty Cổ phần Phòng thử nghiệm Phúc Gia đã sử dụng hệ thống DASY 8. Đây là một hệ thống hiện đại nhất hiện nay, đảm bảo khả năng đo đạc chính xác và nhanh chóng.

b. Thiết lập Đo lường và Thu thập Dữ liệu

Sau khi các cấu hình thử nghiệm được xây dựng, quy trình chuyển sang bước thiết lập đo và thu thập dữ liệu như sau:

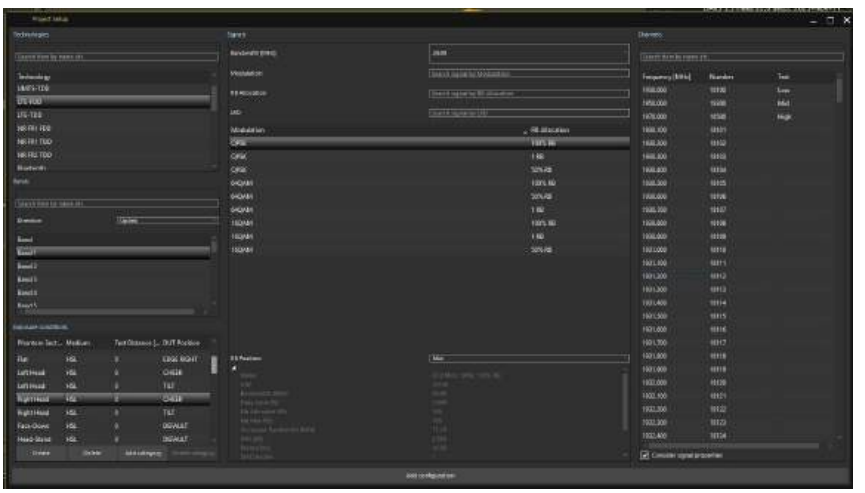
- Sử dụng Đầu dò (Probe) Không Gây Nhiễu: Để đo lường cường độ điện trường thẩm thấu bên trong mô hình (phantom) mà không làm nhiễu trường điện từ, các đầu dò chuyên dụng không gây nhiễu hiện đại được sử dụng. Các đầu dò này, thường là dipole antenna ngắn, được thiết kế với trở kháng cao để giảm thiểu dòng điện, từ đó giảm thiểu sự nhiễu loạn trường.
- Thu thập Dữ liệu Điện trường: Hệ thống DASY sẽ di chuyển robot để thu thập dữ liệu về cường độ điện trường tại các điểm bên trong hình nộm, đặc biệt là các điểm được dự đoán là có sự hấp thụ năng lượng cao nhất (hot spots).



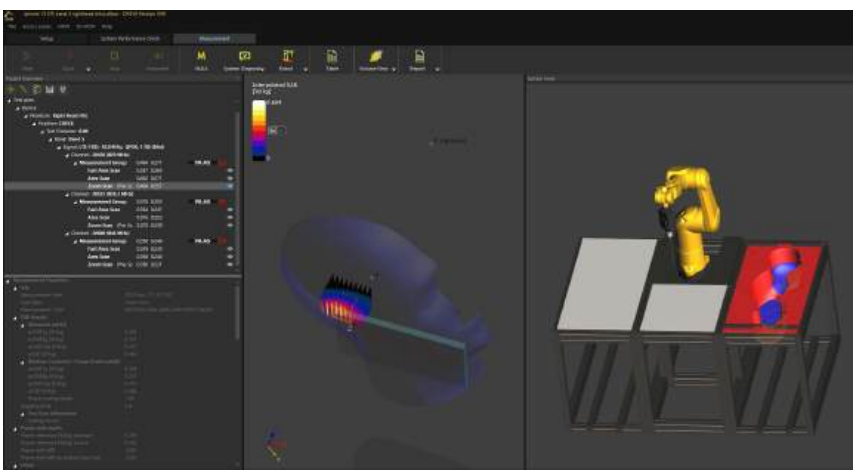
Hình 3. Hình nộm đầu được lấp đầy bằng dung dịch mô phỏng mô đầu (Môi trường tương đương mô – TSL)



Hình 4. Vị trí gắn thiết bị cần thử nghiệm mô phỏng vị trí đối với đầu khi người dùng thực hiện cuộc gọi



Hình 5. Cài đặt các tham số trên phần mềm, tiến hành thử nghiệm



Hình 6. Kết quả đo sau khi hệ thống đo và xử lý số liệu

c. Xử lý Số liệu

Sau khi dữ liệu về cường độ điện trường được thu thập, SAR sẽ được tính toán và so sánh với giới hạn an toàn. SAR được tính toán thông qua điện trường, độ dẫn điện và khối lượng riêng của môi trường tương đương mô như công thức 2. Công thức này liên kết trực tiếp giữa cường độ điện trường được đo và các đặc tính vật lý của môi trường tương đương mô. Đây là bước xử lý số liệu cốt lõi để chuyển dữ liệu điện trường thành mức hấp thụ riêng phục vụ đánh giá.

d. Đánh giá kết quả

Kết quả SAR cục bộ tính toán được sẽ được so sánh với ngưỡng an toàn. Tại Việt Nam, theo QCVN 134:2024/BTTTT, giới hạn SAR cho đầu, thân là 2 W/kg và cho các chi là 4 W/kg trung bình cho 10 g mô. Nếu giá trị SAR vượt quá mức này, thiết bị được coi là vượt quá giới hạn an toàn, tiềm ẩn nguy cơ gây ra các tổn thương sinh học nguy hiểm.

Measurement Report for Device, CHEEK, Band 5, LTE-FDD: 10.0 MHz, QPSK, 1 RB (Mid), Channel 20450 (829.000 MHz)

Device Under Test Properties

Model, Manufacturer	Dimensions [mm]	IMEI	DUT Type
Device,	158.2 x 77.9 x 8.0		Phone

Exposure Conditions

Phantom Section, TSL	Position, Test Distance [mm]	Band	Group, UID	Frequency [MHz], Channel Number	Conversion Factor	TSL Conductivity [S/m]	TSL Permittivity
RightHead, Head Simulating Liquid	CHEEK, 0.00	Band 5	LTE-FDD, 10175	829.000, 20450	8.89	0.913	45.1

Hardware Setup

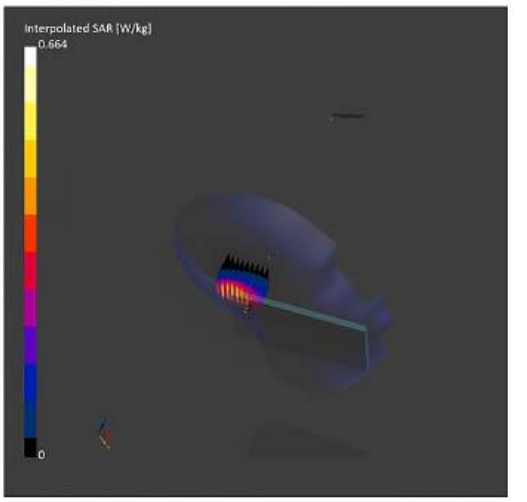
Phantom	TSL, Measured Date	Probe, Calibration Date	DAE, Calibration Date
Twin-SAM V8.0 (30deg probe tilt) - 2218	Calib 1311 10h59 Charge:250922-1,	EX3DV4 - SN7949, 2025-09-26	DAE4ip Sn1920, 2025-09-24

Scans Setup

	Area Scan	Zoom Scan
Grid Extents [mm]	320.0 x 210.0	30.0 x 30.0 x 30.0
Grid Steps [mm]	15.0 x 15.0	6.0 x 6.0 x 1.5
Sensor Surface [mm]	3.0	1.4
Graded Grid	N/A	Yes
Grading Ratio	N/A	1.5
MAIA	N/A	N/A
Surface Detection	VMS - 6p	VMS - 6p
Scan Method	Measured	Measured

Measurement Results

	Area Scan	Zoom Scan
Date	2025-11-15, 15:01	2025-11-15, 15:27
psSAR1g [W/Kg]	0.402	0.404
psSAR10g [W/Kg]	0.271	0.257
Power Drift [dB]	-0.01	-0.09
Power Scaling	Disabled	Disabled
Scaling Factor [dB]		
TSL Correction	No correction	No correction
M2/M1 [%]		80.9
Dist 3dB Peak [mm]		11.1



Hình 7. Kết quả chính thức xuất ra file phục vụ đánh giá

IV. Tổng kết

Việc nghiên cứu và xác định SAR không chỉ là một yêu cầu kỹ thuật mà còn là một nhiệm vụ giúp công tác quản lý nhà nước để đảm bảo chất lượng sản phẩm, hàng hóa cũng như sự an toàn cho người sử dụng.

4.1. Ý nghĩa khoa học

Về mặt khoa học, nghiên cứu làm sáng tỏ cơ chế tương tác sinh học đối với cơ thể sống nói chung và cơ thể người nói riêng; đồng thời khẳng định kỹ thuật, kỹ năng để định lượng liều lượng Phơi nhiễm bức xạ tần số vô tuyến (RF), cụ thể:

– Cơ chế tương tác sinh học và xác định ngưỡng an toàn: Nghiên cứu SAR củng cố cơ sở khoa học cho các tiêu chuẩn an toàn, đặc biệt là liên quan đến tác động nhiệt. Hầu hết các hiệu ứng sinh học rõ ràng đã được xác định, bao gồm các tác động lên chức năng nội tiết, tim mạch và huyết học, đều rõ ràng là do sự nóng lên. Nghiên cứu về SAR cho thấy cần tập trung nghiên cứu vào sự hấp thụ năng lượng không đồng nhất và sự hình thành các "điểm nóng". Điều này cực kỳ quan trọng vì tổn thương mô có thể xảy ra ở mức cục bộ, ngay cả khi nhiệt độ toàn cơ thể không tăng đáng kể. Nghiên cứu cũng khẳng định sự phù hợp của ngưỡng Phơi nhiễm để bảo vệ chống lại các tác động bất lợi đến hệ thống nội tiết và thể dịch dựa trên các khuyến nghị của các tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế và kinh nghiệm của các nước;

– Định lượng Phơi nhiễm: SAR là một đại lượng đo liều lượng, do đó phải định lượng. Nó giúp các nhà khoa học xác định chính xác tốc độ năng lượng RF được hấp thụ trên một đơn vị khối lượng bởi bất kỳ bộ phận nào của cơ thể. Điều này cho phép chuyển đổi sự Phơi nhiễm điện từ vô hình thành một đại lượng vật lý có thể tính toán, so sánh và kiểm soát;

4.2. Ý nghĩa về mặt thực tiễn trong việc đo lường SAR

Ý nghĩa thực tiễn của thử nghiệm SAR gắn liền với sự phát triển và áp dụng công nghệ đo lường chính xác, hỗ trợ công tác quản lý và kiểm tra chất lượng sản phẩm.

– *Thúc đẩy Công nghệ Đo lường Chuyên dụng:* Nhu cầu đo lường SAR chính xác đã thúc đẩy sự phát triển của các hệ thống thử nghiệm tiên tiến. Các hệ thống như DASY đã tiến hóa qua nhiều thế hệ nhằm đảm bảo khả năng đo đạc chính xác.

– *Hỗ trợ Công tác Quản lý Nhà nước:* Kết quả thử nghiệm SAR chính xác là cơ sở để việc quản lý nhà nước đạt hiệu quả đặt ra. Các đơn vị tiên phong như Công ty Cổ phần Phòng thử nghiệm Phúc Gia luôn chủ động nghiên cứu, tiếp cận, xây dựng quy trình và tiến hành thử nghiệm (bao gồm cả đo lường/thử nghiệm SAR) bài bản, chuyên nghiệp, khách quan.

– *Sự tuân thủ của các nhà sản xuất Thiết bị:* Thử nghiệm SAR đảm bảo rằng thiết bị vô tuyến cầm tay và đeo trên cơ thể không vượt quá giới hạn an toàn. Điều này thúc đẩy quá trình sản xuất các thiết bị ngày một hiện đại và an toàn cho người sử dụng.

4.3. Ý nghĩa đối với Đời sống Xã hội

Đối với đời sống, việc áp dụng thử nghiệm SAR giúp bảo vệ người tiêu dùng và tạo ra một môi trường công nghệ an toàn.

– *Bảo vệ Sức khỏe Cộng đồng:* Mục tiêu cốt lõi là đảm bảo sức khỏe cho người sử dụng khỏi những nguy cơ tiềm ẩn từ bức xạ RF.

– *Nâng cao Chất lượng Sản phẩm:* Việc thiết lập và thực thi các giới hạn kỹ thuật giúp nâng cao chất lượng sản phẩm hàng hóa đến tay người tiêu dùng, củng cố niềm tin vào các thiết bị công nghệ.

– *Minh bạch và Nhận thức:* Việc công bố và kiểm tra SAR giúp công chúng nhận thức rõ hơn về rủi ro và cách sử dụng thiết bị an toàn. Việc khuyến nghị giữ các cuộc trò chuyện di động ngắn gọn và không khuyến khích trẻ em sử dụng điện thoại kéo dài là một ví dụ về phương pháp tiếp cận dự phòng dựa trên sự hiểu biết khoa học hiện tại.

Tóm lại, nghiên cứu, thử nghiệm/đo lường SAR là cấp thiết để kết nối cơ sở khoa học với các biện pháp quản lý, đảm bảo lợi ích sức khỏe của người dân trong xã hội hiện đại.

V. Danh mục đại lượng và chữ cái viết tắt

5.1. Đại lượng vật lý

Ký hiệu	Đại lượng	Đơn vị	Ký hiệu đơn vị
E	Cường độ điện trường	Vôn trên mét	V/m
f	Tần số	Héc	Hz
ρ	Khối lượng riêng	kilôgam trên mét khối	kg/m^3
μ	Độ từ thẩm	Henry trên mét	H/m
Ch	Nhiệt dung riêng	Jun trên kilogam kenvin	J/(kg K)
ε	Độ điện thẩm	Farad trên mét	F/m
SAR	Mức hấp thụ riêng	Oát trên kilôgam	W/kg
T	Nhiệt độ	Kenvin	K
λ	Bước sóng	mét	m

Chú thích: Nhiệt độ xác định bằng độ C, được tính bằng: T (°C) = T(K) – 273,15 K.

5.2. Hằng số

ε_0	Độ điện thẩm của không gian tự do	8,854 × 10^{-12} F/m
μ_o	Độ từ thẩm của không gian tự do	4π × 10^{-7} H/m

5.3. Chữ viết tắt

DUT	Device under test	Thiết bị cần đo kiểm (Mẫu thử)
E-field	Electric field strength	Điện trường E
H-field	Magnetic field strength	Từ trường H
ICES	International Committee on Electromagnetic Safety	Ủy ban quốc tế về an toàn điện từ
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection	Ủy ban quốc tế về bảo vệ bức xạ không ion hóa
psSAR	Peak spatial-average SAR	Đỉnh không gian trung bình SAR
RF	Radio frequency	Tần số vô tuyến
SAR	Specific absorption rate	Mức hấp thụ riêng

5.4. Giới hạn đối với mức hấp thụ riêng (SAR)

Tần số	Giới hạn	
	Đầu, thân	Các chi
30 MHz đến 6 GHz	2 W/kg tính trên 10 g mô	4 W/kg tính trên 10 g mô



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Zina A. Al Shadidi* and Mirfat Al Shaddadi, "The biological effects of radio waves on human body tissues" Journal of Genetic and Environmental Resources Conservation, 2021, 9(1):183-189;*
2. *David R. Black1*andLouisN.Heynick, "Radiofrequency (RF) Effectson Blood Cells,Cardiac,Endocrine, andImmunological Functions", Bioelectromagnetics Supplement 6:S187^S195;*
3. *Stephen F. Cleary Department of Biophysics Virginia Commonwealth University Richmond, Virginia "BIOLOGICAL EFFECTS OF MICROWAVE AND RADIOFREQUENCY RADIATION";*
4. *Ali Zamanian and Cy Hardiman "Electromagnetic Radiation and Human Health: A Review of Sources and Effects" High Frequency Electronics*
5. *QCVN 134:2024/BTTTT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về mức hấp thụ riêng đối với thiết bị vô tuyến cầm tay và đeo trên cơ thể người;*
6. *IEC /IEEE 62209-1528:2020: Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices Part 1528: Human models, instrumentation, and procedures (Frequency range of 4 MHz to 10 GHz);*
7. *EN 62209-2:2010/A1:2019: Human Exposure to Radio Frequency Fields from Handheld and Body Mounted Wireless Communication Devices - Human models, Instrumentation, and Procedures - Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for mobile wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz);*
8. *FCC General RF Exposure Guidance and SAR Procedures for Dongles, KDB Publication 447498, D01-D02;*
9. *KDB 941225 D05v02;*
10. *KDB 941225 D01v03;*
11. *KDB 248227 D01 v02;*
12. *Updates on Guidelines*



ỨNG DỤNG KỸ THUẬT SẮC KÝ LỎNG GHÉP KHỐI PHỔ LC- MS/MS KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ AURAMIN O TRONG SẦU RIÊNG

► ***Trương V. Thân, Nguyễn T.N. Hà, Nguyễn T. Duy, Nguyễn L.K. Diễm, Lê T. Thọ, Lý T. Kiệt, Nguyễn Đ. Tuấn***
Trung tâm Dịch vụ Phân tích Thí nghiệm và Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng TP. HCM
Email: thantv@case-smq.vn; duynt@case-smq.vn

Tóm tắt

Sầu riêng là một trong những mặt hàng nông sản xuất khẩu chủ lực của Việt Nam, đặc biệt là thị trường Trung Quốc. Tuy nhiên, trong thời gian gần đây, các quy định kiểm soát an toàn thực phẩm đối với sầu riêng nhập khẩu ngày càng nghiêm ngặt, đặc biệt đối với dư lượng chất màu công nghiệp Auramine O. Đây là chất bị cấm sử dụng trong thực phẩm và được xếp vào nhóm có nguy cơ gây ung thư cho người theo Cơ quan Nghiên cứu Ung thư Quốc tế (IARC).

Nghiên cứu đề xuất phương pháp phân tích Auramine O bằng kỹ thuật sắc ký lỏng ghép khối phổ (LC-MS/MS). Phương pháp được thẩm định thông qua các thông số như độ tuyến tính, giới hạn phát hiện (LOD), giới hạn định lượng (LOQ), độ thu hồi và độ lặp lại nhằm đảm bảo độ tin cậy của kết quả phân tích. Mẫu sầu riêng được xử lý bằng quy trình ly trích đơn giản. Kết quả thẩm định cho thấy giới hạn định lượng của phương pháp đạt 1 µg/kg (ppb). Hiệu suất thu hồi tại các mức nồng độ 1 µg/kg và 1,5 µg/kg lần lượt đạt khoảng 88,0 %–97,0 % và 98,7 % –100 %, với độ lặp lại và độ tái lập đều nhỏ hơn 5 %. Kết quả cho thấy phương pháp LC-MS/MS có độ nhạy và độ chính xác cao, phù hợp để áp dụng trong kiểm soát dư lượng Auramine O trong sầu riêng phục vụ mục đích giám sát an toàn thực phẩm và hỗ trợ hoạt động xuất khẩu.

Keywords: *Auramine O, Sầu riêng, LC-MS/MS, UPLC-UV-MS/MS*

1. Mở đầu

Sầu riêng là một trong những loại trái cây nhiệt đới có giá trị kinh tế cao và đóng vai trò quan trọng trong ngành xuất khẩu nông sản của Việt Nam. Trung Quốc hiện là thị trường tiêu thụ sầu riêng lớn nhất của Việt Nam và chiếm tỷ trọng lớn trong tổng kim ngạch xuất khẩu trái cây.

Song song với sự tăng trưởng này, các yêu cầu kiểm soát chất lượng và an toàn thực phẩm của thị trường nhập khẩu cũng ngày càng nghiêm ngặt. Trong đó, việc kiểm soát các hóa chất cấm như Auramine O đang trở thành một vấn đề được quan tâm đặc biệt [1], [2].

Auramine O ban đầu là một loại thuốc nhuộm màu vàng được sử dụng trong nhiều ứng dụng công nghiệp như nhuộm vải, giấy và gỗ, cũng như trong công thức sơn… AO tan trong nước, phát sáng dưới ánh sáng UV và hợp chất bền trong các điều kiện môi trường như ánh sáng, nhiệt độ. Những năm đầu 1990, AO cũng được sử dụng trong lĩnh vực y tế để nhuộm vi khuẩn kháng axit và làm thuốc nhuộm huỳnh quang trong kính hiển vi [4].

Tuy nhiên, một số trường hợp AO đã bị lạm dụng trong thực phẩm để tạo màu sắc hấp dẫn, khiến người tiêu dùng dễ dàng ưa chuộng các sản phẩm có màu sắc bắt mắt hơn, từ đó làm tăng giá trị thương mại [5]

Trước đây, AO từng bị phát hiện trong các sản phẩm như cải chua, thịt gà và măng khô. Gần đây, theo thông tin từ Trung Quốc, AO đã được phát hiện trong sầu riêng có nguồn gốc từ Thái Lan, làm dấy lên lo ngại về chất lượng sầu riêng xuất khẩu, không chỉ ảnh hưởng đến Thái Lan mà còn tác động tiêu cực đến thị trường sầu riêng của Việt Nam [2].

Tuy nhiên, nó bị cấm sử dụng trong thực phẩm do độc tính [4]:

- Cơ quan Nghiên cứu Ung thư Quốc tế (IARC) xếp vào Nhóm 2B (gây ung thư cho người);
- Con người khi tiếp xúc lâu dài với AO có thể gây ung thư gan...;
- Ô nhiễm môi trường: khó phân hủy, tích tụ trong nước và đất.

Theo tiêu chuẩn an toàn thực phẩm quốc gia GB 2760 của Trung Quốc, Auramine O không nằm

trong danh mục phụ gia thực phẩm được phép sử dụng và được xem là chất bị cấm hoàn toàn trong thực phẩm [6].

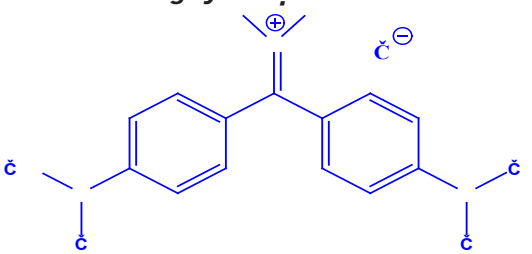
Theo Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Việt Nam đã chính thức đưa AO vào danh mục các chất bị cấm nhập khẩu, sản xuất, kinh doanh và sử dụng trong thức ăn chăn nuôi [3].

Hiện nay có nhiều phương pháp phân tích được sử dụng để xác định Auramine O trong thực phẩm. Phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) được sử dụng phổ biến để phân tích các phẩm màu tổng hợp [12]. Tuy nhiên, phương pháp này đôi khi gặp hạn chế về độ nhạy khi phân tích ở mức vết. Các phương pháp quang phổ như UV-Vis có thể được sử dụng để phát hiện nhanh Auramine O do chất này có khả năng hấp thụ mạnh trong vùng khả kiến [10], [11]. Tuy nhiên, phương pháp này thiếu tính chọn lọc và dễ bị nhiễu bởi nền mẫu phức tạp. Phương pháp sắc ký lỏng ghép khối phổ LC-MS/MS là một trong những phương pháp phổ biến để xác định Auramin O trong thực phẩm [7], [8], [9].

Do đây là chất cấm không được phép sử dụng trong thực phẩm nên đòi hỏi phương pháp phân tích phải có độ nhạy càng cao càng tốt. Vì thế HPLC–MS/MS có thể xem là kỹ thuật phân tích là phương pháp có độ chọn lọc và độ nhạy cao để xác định Auramine O trong sầu riêng là rất cần thiết nhằm kiểm soát chất lượng và đáp ứng yêu cầu xuất khẩu.

2. Thực nghiệm

2.1. Hóa chất và nguyên liệu



Hình 1: Công thức cấu tạo Auramin O

Acetonitril và Methanol HPLC grade của Merck. Acid Formic ≥ 99%. Acid Acetic glacial. Chuẩn Auramine O dùng trong phân tích của hãng Merck. Q-sep QuEChERS d-SPE (150mg $MgSO_4$, 50mg C18), QuEChERS Extract Pouch Original ($MgSO_4$, NaCl) của CNW và một số thiệt bị chuyên dụng dùng trong phòng thí nghiệm.

2.2. Dung dịch chuẩn

Dung dịch chuẩn gốc và dung dịch chuẩn trung gian được pha trong acetonitrile. Dung dịch chuẩn gốc được bảo quản ở nhiệt độ ≤ −18°C, trong khi dung dịch chuẩn trung gian được bảo quản ở nhiệt độ (2–8)°C.

2.3. Chuẩn bị mẫu với kỹ thuật QuEChERS

Mẫu sầu riêng đã được đồng nhất, cân 2g mẫu vào ống ly tâm 15mL, do mẫu dễ bị vón cục khi tiếp xúc với dung môi hữu cơ nên mẫu được trộn thêm 2mL nước khử ion, vortex khoảng 1 phút, sau đó thêm 5mL ACN, vortex 1 phút, chiết siêu âm 30 phút. Cân 0,8g $MgSO_4$ + 0,2g NaCl cho vào dịch lọc, vortex 1 phút, ly tâm 5 phút, tốc độ 7000 vòng/phút, rút 1mL lớp trên cho vào dSPE 2mL chứa (150mg $MgSO_4$, 50mg C18), vortex, ly tâm. Cho qua siêu lọc CNW PTFE 0,22μm, cho vào vial. Phân tích trên thiết bị LC-MS/MS.

2.4. Máy sắc ký lỏng ghép khối phổ UPLC-MS/MS

Thiết bị sử dụng là hệ UPLC-MS/MS Endura và đầu dò khối phổ TSQ Endura Triplequad của hãng Thermo Scientific kết hợp với cột phân tích sắc ký pha đảo InertSustain C18 HP 3μm (100 x 2,1) mm và cột bảo vệ. Tốc độ dòng 0,4 mL/phút; nhiệt độ cột 40°C; nhiệt độ autosampler 20°C, chương trình gradient của H2O (0,1% HCOOH) và ACN (100%); thể tích tiêm mẫu 5μL và thông số đầu dò khối phổ được thiết lập theo Bảng 1.

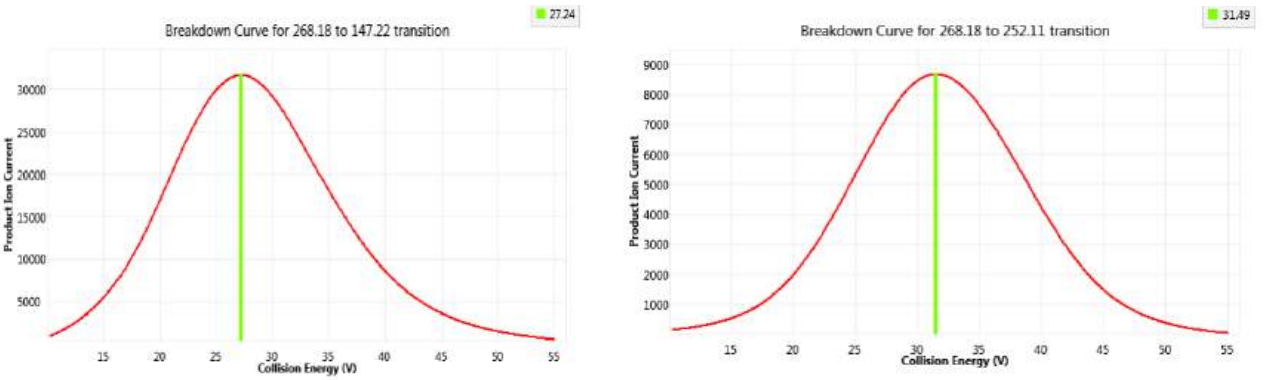
Chất phân tích	Thời gian lưu (phút)	Mode	Ion mẹ (m/z)	Ion con (m/z)	Năng lượng va chạm (V)	RF Lens (V)
Auramin O	3,20	(+)	268,2	252,0 (C)	30	150
			268,2	147,1 (Q)	30	150

Bảng 1: Các thông số khối phổ ở chế độ SRM [Q: ion định lượng; C: ion định tính]

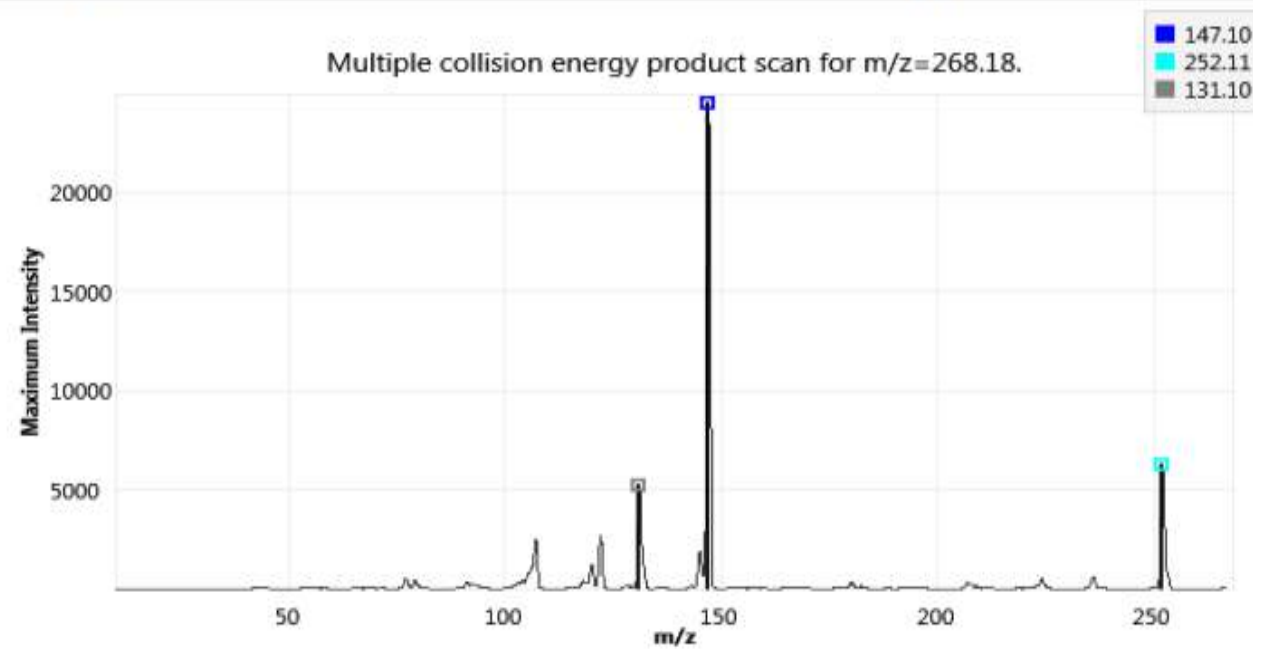
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khảo sát điều kiện tối ưu đầu dò khối phổ

Qua tham khảo các tài liệu [7], [8], [9] kết hợp với khảo sát thực nghiệm tại phòng thí nghiệm, chúng tôi đã tối ưu hóa các điều kiện khối phổ ở chế độ phân mảnh ion MS/MS. Kết quả lựa chọn các ion phân mảnh tối ưu để phân tích Auramin O trên hệ thống UPLC-MS/MS Endura được trình bày trong Bảng 1.



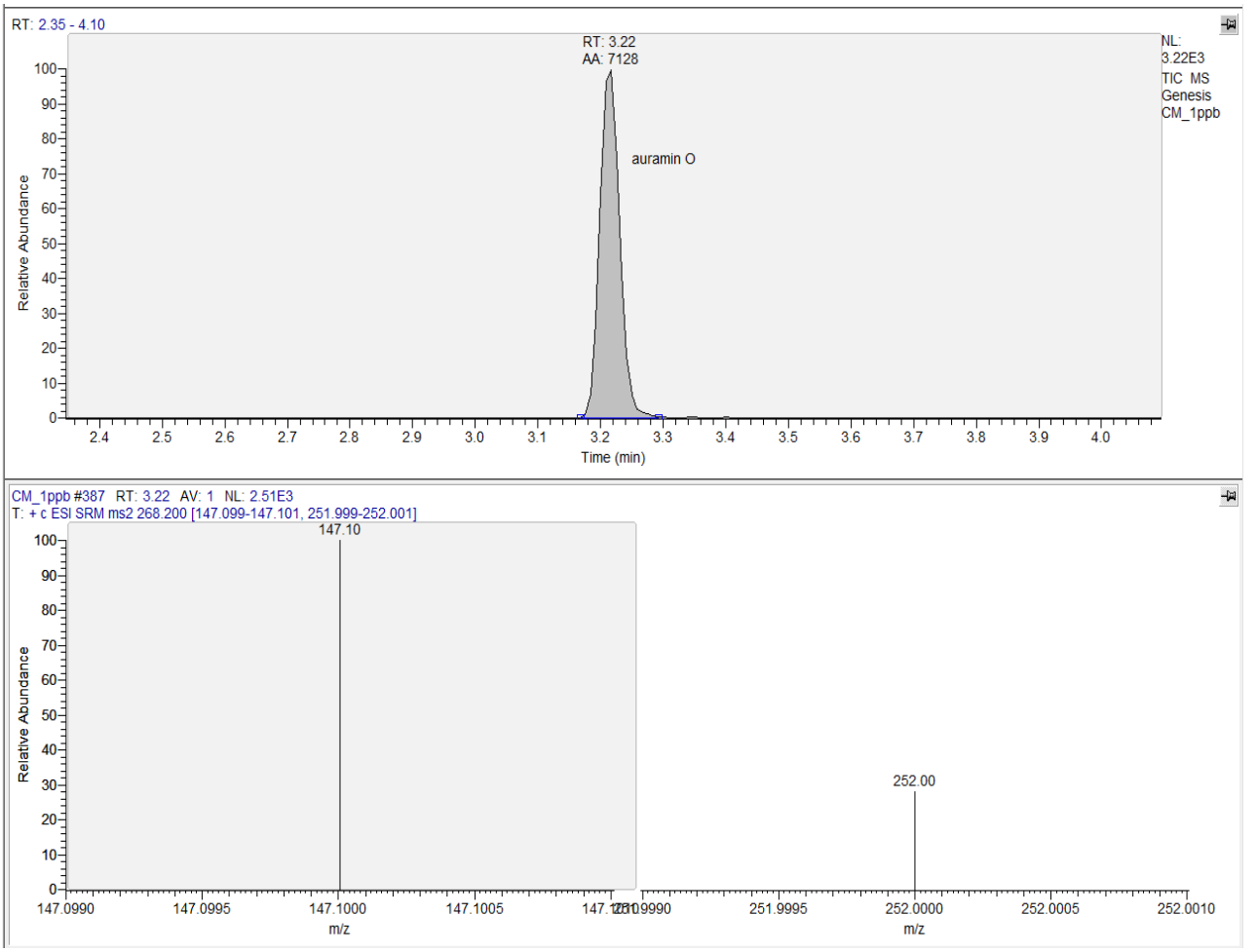
Compound Optimization Results						
Compound Name	Precursor m/z	Product m/z	Collision Energy (V)	RF Lens (V)	Intensity	Source Fragmentation (V)
AURAMIN	268.183	147.097	27.242	176.528	415729.467	0
AURAMIN	268.183	252.111	31.489	176.528	108378.389	0
AURAMIN	268.183	131.097	46.961	176.528	99874.284	0



Hình 2: Thông số tối ưu phân mãnh Auramine O trên thiết bị UPLC-MS/MS

3.2. Đường chuẩn

Khoảng tuyến tính của đường chuẩn trên nền mẫu sầu riêng được khảo sát ở các mức nồng độ 0,3µg/kg; 0,6µg/kg; 1,5µg/kg; 3µg/kg; 6µg/kg với hệ số bình phương tuyến tính đạt R2 = 0,9999, đáp ứng tiêu chí đường chuẩn đạt R2 ≥ 0,99 theo AOAC [13].



Hình 3: Sắc ký đồ chuẩn 1µg/kg Auramine O

3.3. Độ thu hồi, độ lặp lại và độ tái lập, độ không đảm bảo đo

Độ lặp lại của phương pháp được thể hiện thông qua độ lệch chuẩn lặp lại (RSDr), còn độ tái lập được đánh giá thông qua độ lệch chuẩn tái lập (RSDR) của các kết quả nghiên cứu ở hai ngày thực hiện phân tích khác nhau.

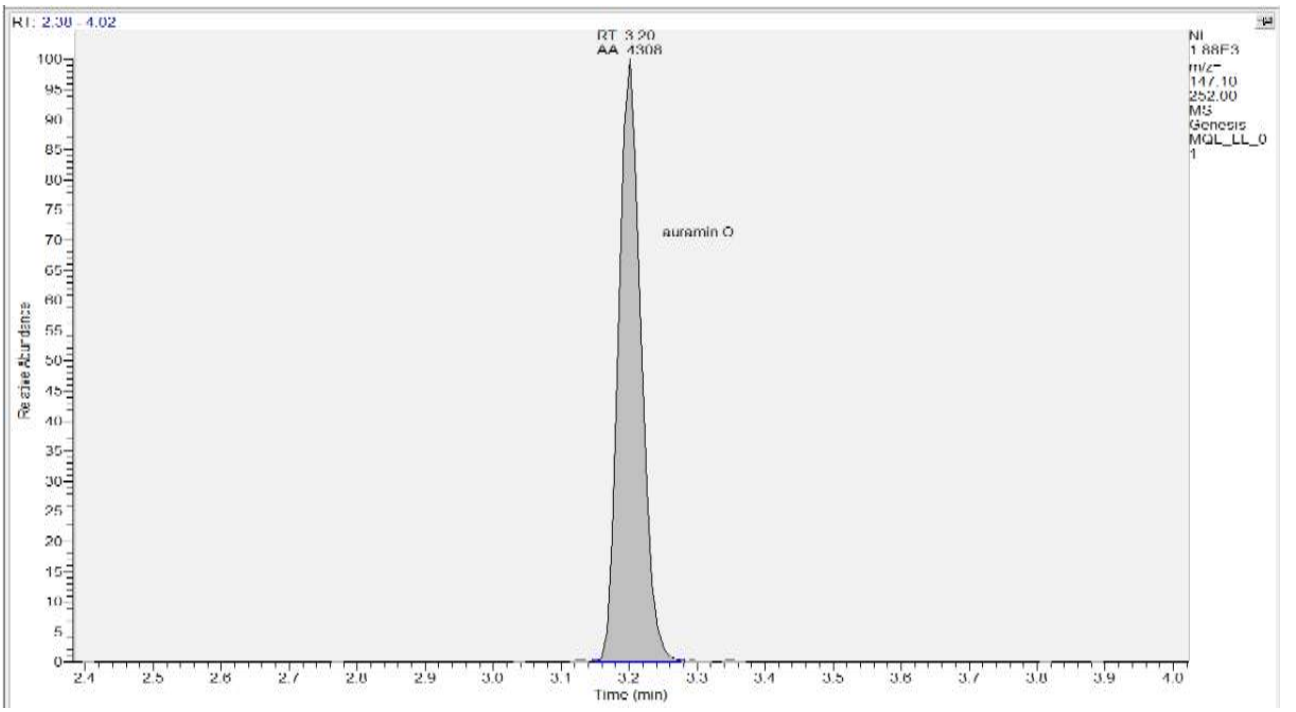
Chất phân tích	Nồng độ thêm mẫu (µg/kg)	Recovery (%) n=12	RSDr (%) n=6	RSDR (%) n=12	Độ không đảm bảo đo Uexp (%)
Auramine O	1,0	92,17	1,57	3,33	12
	1,5	99,56	0,55	0,59	

Bảng 2: Kết quả độ thu hồi, độ lặp lại và độ tái lập, độ không đảm bảo đo

Các giá trị thu được về hiệu suất thu hồi, độ lặp lại và độ tái lập, độ không đảm bảo đo đều đạt theo tiêu chuẩn AOAC [13].

3.4. Giới hạn định lượng

Theo SANCO/12571/2013 [14], MQL là nồng độ thêm chuẩn ở nồng độ nhỏ nhất mà phương pháp có thể xác định với độ lặp lại, độ tái lập nhỏ hơn 20%, hiệu suất thu hồi đạt từ 70-120%, phương pháp có ý nhĩa khi MQL nên bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn chất cấm nhỏ nhất cho phép. Trong phần nghiên cứu này, mẫu sầu riêng không có chất phân tích thêm chuẩn ở nồng độ 1µg/kg để xác định giá trị MQL. Kết quả phân tích thu được tất cả các chất đều có hiệu suất thu hồi trên 80%, độ tái lặp nhỏ hơn 20%. Như vậy, MQL của phương pháp đối với nền mẫu sầu riêng là 1µg/kg.



Hình 4: Sắc ký đồ giới hạn định lượng MQL Auramine

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Phương pháp xác định Auramine O trong sầu riêng bằng kỹ thuật UPLC-MS/MS kết hợp với việc xử lý mẫu bằng kỹ thuật QuEChERS đạt được độ nhạy, độ chọn lọc và độ chính xác cao phù hợp theo tiêu chuẩn của Châu Âu, AOAC, SANCO… Phương pháp có thể được ứng dụng để đánh giá Auramine O trong sầu riêng góp phần kiểm soát chặt chẽ vấn đề an toàn vệ sinh thực phẩm nhằm hướng tới môi trường thực phẩm an toàn cho người tiêu dùng. Phương pháp này còn xác định Auramine O các nền khác như măng, thịt gà, mì sợi, mít…

4.2. Kiến nghị

– Tăng cường kiểm soát Auramine O trong toàn chuỗi cung ứng, đặc biệt là các mặt hàng xuất khẩu trọng điểm (sầu riêng, măng…).

– Xây dựng và áp dụng quy trình thử nghiệm chuẩn hóa tại các phòng thí nghiệm trọng điểm để đồng bộ kết quả phân tích.

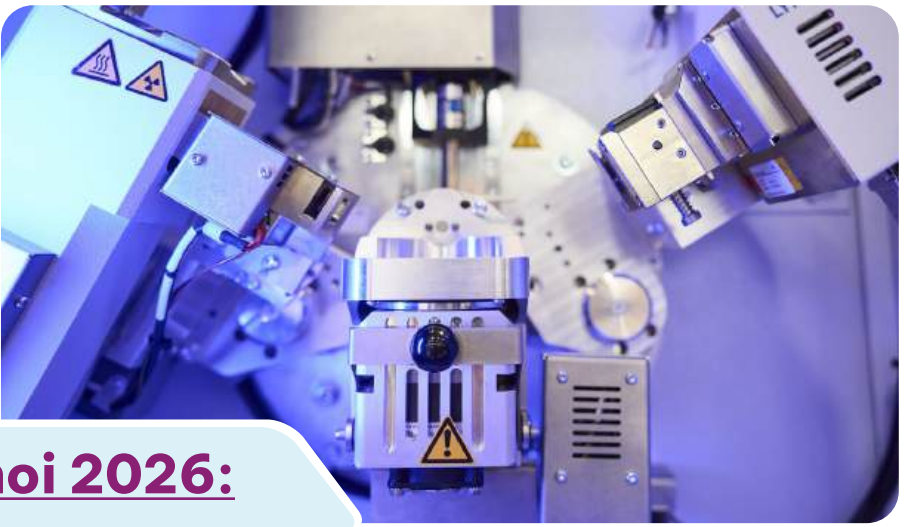
– Đẩy mạnh hợp tác quốc tế trong thử nghiệm và giám sát an toàn thực phẩm nhằm bảo vệ uy tín nông sản Việt Nam trên thị trường toàn cầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Báo cáo xuất khẩu sầu riêng Việt Nam." https://mae.gov.vn/xuat-khau-sau-rieng-tang-truong-3-con-so-20967.htm"*
2. *Báo Nông nghiệp "https://nongnghiep.vn/bao-trung-quoc-chat-vang-o-tu-thai-lan-sau-rieng-viet-nam-va-lay-d418463.html" (03-02-2025).*
3. *Thông tư 42/2015/TT-BNNPTNT, Ban hành danh mục bổ sung hóa chất, kháng sinh cấm nhập khẩu, sản xuất, kinh doanh và sử dụng trong thức ăn chăn nuôi gia súc, gia cầm tại Việt Nam, Bộ Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2015.*
4. *WHO IARC, IARC monographs on the Evaluation of carcinogenic Ricks to Humans (2010),99:111-135.*
5. *Gavriela Feketea, Sophia Tsabouri, Common food colorants and allergic reactions in children: Myth or reality, Food Chemistry, Volume 230, 2017, Pages 578-588, ISSN 0308-8146, https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.043.*
6. *National Health Commission of China. GB 2760 – National Food Safety Standard for Food Additives.*
7. *Luo Y., Shen J., Huang C. Determination of Auramine O in food by LC-MS/MS, 2025, Vol.46, No.15.*

8. *TCVN 12267:2018, Thực phẩm - Xác định hàm lượng Auramine - Phương pháp sắc ký lỏng ghép khối phổ LC -MS/MS (2019).*
9. *Ha Nguyen Thi, Nu Nguyen Bich, Thao Le Phuong. Determination of Auramine O in animal feedstuffs using ultra performance liquid chromatography tandem mass spectrometry, Tạp chí Khoa học & Công nghệ, số 6, 2019, 53-58.*
10. *Gray KM., Walker MJ., Burn MJS., Mazur M., Niedzwiedzka K., Liszka K., et al. Illegal Dyes in Food and Spices - A 2006 LGC LC-UV/Visible Method Reviewed and Updated for 19 Dyes. J Assoc Public Anal. 2016, 44:18-39.*
11. *Yan J, Huang X, Liu S, Yang J, Yuan Y, Duan R, Zhang H, Hu X, A Simple and Sensitive Method for Auramine O Detection Based on the Binding Interaction with Bovin Serum Albumin. Anal Sci. 2016;32(8):819-24. doi: 10.2116/analsci.32.819.*
12. *Lestari, A.D., Rohman, A. and Martono, S. Analytical method validation of reversed phase HPLC for quantitative analysis of tartrazine and auramine o in powder drinks. Food Research 4 (6): 2037 - 2041 (2020), https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).120.*
13. *Guidelines for Standard Method Performance Requirements, AOAC Official Methods of Analysis (2016).*
14. *Guidance document on analytical quality control and validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed, SANCO/12571/2013 (2014).*





Analytica Hanoi 2026:

DIỄN ĐÀN KẾT NỐI CÔNG NGHỆ PHÂN TÍCH VÀ THỬ NGHIỆM HIỆN ĐẠI

► ***Vũ Hải***

Sau gần một thập kỷ vắng bóng tại Thủ đô, triển lãm analytica Hanoi 2026 chính thức trở lại và cũng là lần đầu tiên đẩy mạnh mảng Sinh học Phân tử – lĩnh vực đang đóng vai trò quan trọng trong y tế, dược phẩm, nông nghiệp và bảo vệ môi trường. Sự kiện này không chỉ có vai trò trưng bày thiết bị mà còn là diễn đàn khoa học – công nghệ quy mô lớn, góp phần định hình xu hướng phát triển của ngành phân tích, thử nghiệm và phòng thí nghiệm tại Việt Nam trong giai đoạn mới.

Cơ hội "vàng" trong bối cảnh khoa học – công nghệ bứt tốc

Diễn ra từ ngày 22 đến 24/4/2026 tại Trung tâm Triển lãm Quốc tế (I.C.E), 91 Trần Hưng Đạo, Hà Nội, analytica Hanoi 2026 trở lại đúng thời điểm ngành khoa học – công nghệ Việt Nam đang có những bước chuyển mình mạnh mẽ.

Chính phủ đặt mục tiêu gia tăng đầu tư cho nghiên cứu và phát triển, đồng thời thúc đẩy xây dựng các phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia phục vụ các lĩnh vực công nghệ chiến lược. Song hành với đó là sự phát triển nhanh của các khu công nghiệp phía Bắc và yêu cầu ngày càng cao về kiểm soát chất lượng hàng hóa xuất khẩu.

Trong bối cảnh này, triển lãm đóng vai trò là cầu nối quan trọng giữa các nhà cung cấp công nghệ quốc tế với cộng đồng nghiên cứu và doanh nghiệp trong nước.

Mở rộng quy mô, định hình các trụ cột công nghệ mới

Năm 2026, analytica Hanoi được mở rộng cả về quy mô và chiều sâu công nghệ, với điểm nhấn là lĩnh vực sinh học phân tử – nền tảng quan trọng của y học hiện đại, nông nghiệp công nghệ cao và dược phẩm.

Triển lãm lần này trưng bày các lĩnh vực chính gồm:

- Công nghệ phân tích: Hệ thống sắc ký, quang phổ và thiết bị phân tích hóa lý
- Công nghệ phòng thí nghiệm: Thiết bị xử lý mẫu, nội thất và tự động hóa
- Khoa học sự sống & chẩn đoán: Công nghệ gen, bộ kit xét nghiệm
- Kiểm soát chất lượng: Thiết bị đo lường, kiểm định theo tiêu chuẩn quốc tế

Đặc biệt, mô hình *Live Lab* mang đến trải nghiệm trực quan khi khách tham quan có thể theo dõi trực tiếp các quy trình thí nghiệm hiện đại.

Hội tụ doanh nghiệp, lan tỏa hệ sinh thái công nghệ

Triển lãm analytica Hanoi 2026 quy tụ nhiều doanh nghiệp trong nước và nước ngoài, cung cấp các giải pháp chuyên sâu cho từng lĩnh vực.

Một số đơn vị tiêu biểu gồm:

- Công ty TNHH LECO (Việt Nam) với thiết bị phân tích nguyên tố
- HACH Company với giải pháp giám sát chất lượng nước
- Kimteco với thiết bị phân tích môi trường, thực phẩm
- Tài Phát với các dòng thiết bị IKA, Duran, Cytiva
- PharmaTech & LabTech với ứng dụng AI trong truy xuất nguồn gốc,…

Bên cạnh đó, các thương hiệu quốc tế như Agilent, Shimadzu, Thermo Fisher Scientific tiếp tục hiện diện thông qua hệ thống đại lý, mang đến công nghệ sắc ký và khối phổ tiên tiến.

Hội nghị khoa học: Kết nối nghiên cứu và ứng dụng

Không chỉ dừng lại ở trưng bày, chuỗi hội nghị khoa học analytica tiếp tục là điểm nhấn quan trọng, kết nối giữa giới học thuật và thực tiễn sản xuất.

Các chủ đề trọng tâm:

- Phân tích môi trường và kiểm soát vi nhựa
- An toàn thực phẩm và dư lượng hóa chất
- Dược phẩm, vaccine và công nghệ gen
- Phân tích lâm sàng trong y học hiện đại

Song song đó, chuỗi hội thảo kỹ thuật (Exhibitor Forum) giúp cán bộ phòng thí nghiệm tiếp cận trực tiếp các công nghệ mới, tối ưu hóa quy trình vận hành.

Một điểm mới đáng chú ý là các phiên thảo luận về phòng thí nghiệm 4.0, tập trung vào các nội dung: Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong phân tích dữ liệu; Quản lý dữ liệu lớn (Big Data); Hệ thống LIMS trong quản lý phòng thí nghiệm,…

Đây được xem là xu hướng tất yếu trong bối cảnh ngành thử nghiệm đang chuyển dịch sang mô hình số hóa và tự động hóa.

Diễn đàn chính sách: Định hình tương lai ngành thử nghiệm

Hội thảo chuyên đề về "Cơ hội và thách thức của ngành phân tích – thử nghiệm giai đoạn 2026–2030" do Hội các Phòng thử nghiệm Việt Nam (VinaLAB) chủ trì là điểm nhấn đặc biệt tại analytica Hanoi 2026.

Theo GS.TS Nguyễn Văn Nội, Chủ tịch Hội VinaLAB, toàn bộ nội dung của hội thảo lần này tập trung trao đổi về các chính sách mới và những việc các phòng thử nghiệm cần triển khai để đáp ứng Luật Tiêu chuẩn Quy chuẩn kỹ thuật và Luật Quản lý chất lượng sản phẩm hàng hóa sửa đổi.

Bên cạnh đó, nhiều vấn đề đang được xã hội, các cơ quan quản lý và các phòng thử nghiệm quan tâm hiện nay như quản lý và thử nghiệm an toàn thực phẩm; quản lý và thử nghiệm thuốc và mỹ phẩm; chất chuẩn trong y tế; an toàn bức xạ hạt nhân; đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số… cũng được đưa ra thảo luận, làm rõ vai trò và định hướng phát triển trong tương lai.

Gia tăng kết nối, thúc đẩy hợp tác quốc tế

Triển lãm còn tổ chức nhiều hoạt động hỗ trợ doanh nghiệp:

- Live Lab: Trải nghiệm thực tế quy trình thí nghiệm
- B2B Matching: Kết nối doanh nghiệp – khách hàng mục tiêu
- Diễn đàn hợp tác: Trao đổi về tiêu chuẩn ISO/IEC 17025 và quy định quản lý chất lượng

Các hoạt động này góp phần thúc đẩy chuyển giao công nghệ và mở rộng hợp tác quốc tế.

Khẳng định vai trò hạ tầng chất lượng trong phát triển kinh tế

Việc quy tụ các chuyên gia, phương pháp thử cùng thiết bị công nghệ từ Đức và khu vực ASEAN giúp analytica Hanoi 2026 trở thành nền tảng quan trọng cho chuyển giao tri thức và công nghệ.

Đặc biệt, việc tiếp cận các công nghệ mới và quy chuẩn kỹ thuật hiện đại góp phần nâng cao năng lực của các phòng thí nghiệm Việt Nam, đáp ứng yêu cầu hội nhập quốc tế ngày càng sâu rộng.

Không chỉ là một triển lãm chuyên ngành, analytica Hanoi 2026 còn là minh chứng rõ nét cho vai trò ngày càng quan trọng của lĩnh vực phân tích – thử nghiệm trong nền kinh tế hiện đại. analytica Hanoi 2026 chính là điểm hội tụ của công nghệ, chính sách và thị trường, góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh của khoa học – công nghệ Việt Nam trong giai đoạn mới.□

HỘI VINALAB TẠI ANALYTICA HANOI 2026:

TỪ NỀN TẢNG HỌC THUẬT ĐẾN VAI TRÒ ĐỊNH HÌNH TƯƠNG LAI NGÀNH THỬ NGHIỆM VIỆT NAM



Trong tiến trình xây dựng và hoàn thiện hạ tầng chất lượng quốc gia, ngành thử nghiệm ngày càng được nhìn nhận vượt ra ngoài phạm vi của một lĩnh vực kỹ thuật đơn thuần. Ở một bình diện sâu hơn, đây là cấu phần thiết yếu bảo đảm độ tin cậy của dữ liệu khoa học, chất lượng sản phẩm và tính minh bạch của thị trường. Định hướng này đã được xác lập nhất quán trong các văn kiện của Đảng và hệ thống pháp luật, từ đó tạo nên nền tảng cho sự phát triển mang tính cấu trúc của toàn ngành.

Tinh thần của Nghị quyết số 20-NQ/TW khi khẳng định khoa học và công nghệ là "quốc sách hàng đầu" đã đặt ngành thử nghiệm vào vị trí nền tảng của hệ sinh thái đổi mới sáng tạo. Tiếp đó, Nghị quyết số 52-NQ/TW tiếp tục mở rộng cách nhìn khi nhấn mạnh vai trò của hạ tầng tiêu chuẩn, đo lường, chất lượng trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Ở cấp độ cụ thể hơn, Quyết định 569/QĐ-TTg đã xác định rõ nhiệm vụ phát triển hệ thống phòng thử nghiệm đạt chuẩn quốc tế – một yêu cầu không chỉ mang tính kỹ thuật mà còn là điều kiện để hội nhập.

Bước sang giai đoạn 2025–2026, hành lang pháp lý tiếp tục được hoàn thiện với những điều chỉnh mang tính bước ngoặt. Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật sửa đổi đặt trọng tâm vào hài hòa tiêu chuẩn quốc gia với tiêu chuẩn quốc tế, qua đó mở rộng khả năng thừa nhận lẫn nhau giữa các hệ thống thử nghiệm. Song song với đó, Luật Chất lượng sản phẩm hàng hóa sửa đổi chuyển mạnh sang mô hình quản lý dựa trên rủi ro và truy xuất nguồn gốc, đưa hoạt động thử nghiệm trở thành một mắt xích bắt buộc trong chuỗi cung ứng hiện đại. Những quy định này, cùng với các chính sách thúc đẩy chuyển đổi số và ứng dụng trí tuệ nhân tạo, đã làm thay đổi căn bản cách thức vận hành của ngành – từ đo lường đơn thuần sang xử lý và khai thác dữ liệu.

Trong bối cảnh đó, vai trò của Hội các Phòng thử nghiệm Việt Nam cần được nhìn nhận như một thiết chế trung gian đặc thù, nơi hội tụ và kết nối giữa chính sách, khoa học và thực tiễn. Không vận hành theo logic hành chính, Hội phát triển dựa trên năng lực chuyên môn và khả năng kiến tạo mạng lưới tri thức. Các hoạt động như thử nghiệm thành thạo, đào tạo chuyên sâu, phổ biến tiêu chuẩn quốc tế hay hợp tác học thuật đã góp phần hình thành một hệ sinh thái nghề nghiệp có khả năng tự nâng cấp. Chính trong không gian này, các yêu cầu của chính sách được chuyển hóa thành năng lực thực hành, còn các chuẩn mực quốc tế được nội địa hóa một cách linh hoạt.

Nhìn lại tiến trình phát triển của Hội, có thể thấy rõ dấu ấn học thuật từ nền móng do cố TS. Nguyễn Hữu Thiện đặt ra. Cách tiếp cận của ông không dừng ở việc xây dựng một tổ chức, mà hướng tới việc xác lập một hệ giá trị nghề nghiệp, trong đó thử nghiệm được nhìn nhận như công cụ bảo đảm niềm tin xã hội đối với khoa học và thị trường. Tư duy này, ở một mức độ nhất định, đã đi trước những yêu cầu về minh bạch và truy xuất nguồn gốc mà pháp luật hiện nay đang đặt ra.

Trên nền tảng học thuật đã được xác lập, giai đoạn do TS. Nguyễn Hoàng Linh dẫn dắt có thể xem là bước chuyển quan trọng từ "xây nền" sang "mở rộng và hội nhập thực chất". Điểm đáng chú ý không chỉ nằm ở việc gia tăng số lượng hội viên, mà ở cách Hội từng bước thiết lập được một mạng lưới liên kết có tính hệ thống giữa các phòng thử nghiệm trên phạm vi cả nước – từ khu vực quản lý nhà nước, viện nghiên cứu đến doanh nghiệp dịch vụ thử nghiệm.

Ở cấp độ chuyên môn, các hoạt động như tổ chức thử nghiệm thành thạo, chia sẻ phương pháp thử, đào tạo đánh giá viên hay phổ biến tiêu chuẩn quốc tế đã góp phần thu hẹp khoảng cách về năng lực giữa các phòng thí nghiệm. Điều này đặc biệt quan trọng trong bối cảnh chất lượng kết quả thử nghiệm không chỉ phụ thuộc vào thiết bị, mà còn phụ thuộc vào sự đồng nhất về phương pháp và năng lực con người.

Về đối ngoại, việc chủ động thiết lập quan hệ với các tổ chức quốc tế: Jaima, Thailan – ThaiLab trong khu vực châu Á và các tổ chức châu Âu – đã giúp VinaLAB cùng các Hội viên tiếp cận sâu hơn, thực chất hơn với các thông lệ quốc tế về công nhận, thừa nhận lẫn nhau và đánh giá năng lực. Đây không chỉ là hoạt động giao lưu, mà là quá trình "nội địa hóa" các chuẩn mực quốc tế vào điều kiện Việt Nam, qua đó nâng cao khả năng tham gia chuỗi giá trị toàn cầu của hệ thống thử nghiệm.

Điều quan trọng hơn, giai đoạn này đã chứng kiến sự chuyển hóa rõ nét từ định hướng chính sách sang năng lực vận hành thực tế. Những yêu cầu về chuẩn hóa, hội nhập và nâng cao chất lượng – vốn được đặt ra trong các văn bản của Đảng và Nhà nước – đã không còn dừng ở cấp độ khuyến nghị, mà từng bước trở thành năng lực nội tại của các phòng thử nghiệm thông qua vai trò trung gian và điều phối của Hội.

Hiện nay, dưới sự dẫn dắt của GS.TS Nguyễn Văn Nội, định hướng phát triển của Hội VinaLAB đã có sự dịch chuyển rõ rệt về chiều sâu, phản ánh đúng yêu cầu mới của ngành thử nghiệm trong kỷ nguyên số. Nếu như các giai đoạn trước tập trung vào chuẩn hóa kỹ thuật và hội nhập tiêu chuẩn, thì hiện nay trọng tâm đã chuyển sang nâng cao năng lực xử lý, phân tích và khai thác dữ liệu thử nghiệm.

Điểm nổi bật trong cách tiếp cận này là việc nhìn nhận phòng thí nghiệm không chỉ là nơi tạo ra kết quả đo lường, mà là một hệ thống sản xuất dữ liệu khoa học. Trong bối cảnh đó, dữ liệu thử nghiệm không còn mang tính đơn lẻ, mà trở thành tài sản có thể tích hợp, liên thông và phục vụ cho nhiều mục tiêu khác nhau: từ quản lý chất lượng, truy xuất nguồn gốc đến dự báo rủi ro và hỗ trợ hoạch định chính sách.

Từ góc độ này, chuyển đổi số trong lĩnh vực thử nghiệm không đơn thuần là số hóa quy trình, mà là tái cấu trúc toàn bộ chuỗi giá trị của hoạt động thử nghiệm. Việc ứng dụng các công nghệ như trí tuệ nhân tạo, học máy hay phân tích dữ liệu lớn cho phép:







- Tự động hóa một phần quy trình phân tích
- Giảm sai số do yếu tố con người
- Rút ngắn thời gian xử lý mẫu
- Phát hiện các xu hướng hoặc bất thường mà phương pháp truyền thống khó nhận diện

Đáng chú ý, định hướng này không tách rời yêu cầu chuẩn hóa, mà đặt ra một tầng chuẩn mới – chuẩn về dữ liệu. Điều này bao gồm khả năng bảo đảm tính toàn vẹn dữ liệu, truy xuất nguồn gốc dữ liệu và khả năng chia sẻ dữ liệu giữa các hệ thống khác nhau. Đây chính là nền tảng để tham gia vào các cơ chế thừa nhận lẫn nhau trong môi trường số, nơi kết quả thử nghiệm không chỉ được công nhận về mặt kỹ thuật, mà còn phải được tin cậy về mặt dữ liệu.

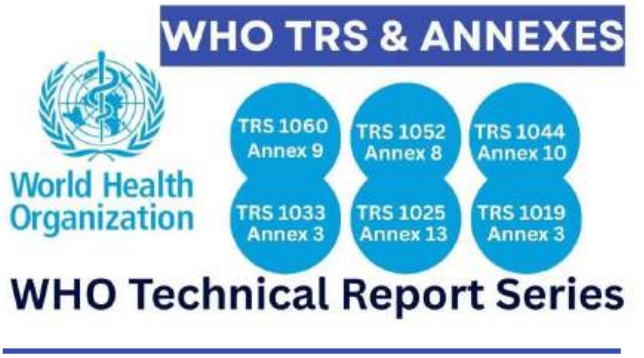
Trong vai trò của mình, GS.TS. Nguyễn Văn Nội không chỉ thúc đẩy việc tiếp cận công nghệ, mà còn góp phần định hình lại tư duy phát triển ngành: từ "đo lường để kiểm soát" sang "phân tích dữ liệu để tạo giá trị". Sự chuyển dịch này mở ra khả năng để ngành thử nghiệm tham gia sâu hơn vào chuỗi đổi mới sáng tạo, thay vì chỉ đứng ở khâu cuối cùng của quá trình đánh giá sự phù hợp.

Có thể thấy, nếu như giai đoạn trước của VinaLAB là quá trình xây dựng nền tảng và mở rộng hệ thống, thì giai đoạn hiện nay đang hướng tới một mục tiêu cao hơn: biến hệ thống thử nghiệm thành một hạ tầng dữ liệu có khả năng phục vụ trực tiếp cho phát triển kinh tế số và quản trị hiện đại.

Trong bối cảnh đó, Analytica Hanoi 2026 có thể được nhìn nhận như một điểm hội tụ giữa chính sách, công nghệ và thực tiễn. Sự tham gia của VinaLAB không đơn thuần là hiện diện, mà thể hiện vai trò kết nối và dẫn dắt: từ việc diễn giải các yêu cầu chính sách thành thực hành, đến việc định hình chuẩn mực phát triển ngành trong tương lai.

Nhìn tổng thể, sự phát triển của ngành thử nghiệm Việt Nam hiện nay là kết quả của sự tương tác giữa đường lối của Đảng, hệ thống pháp luật và năng lực của các tổ chức trung gian. Trong cấu trúc đó, VinaLAB – với nền tảng học thuật từ cố TS. Nguyễn Hữu Thiện, sự kế thừa và mở rộng của TS. Nguyễn Hoàng Linh và đến nay là định hướng hiện đại của GS.TS. Nguyễn Văn Nội – đang dần định hình như một thiết chế tri thức. Không chỉ tập hợp lực lượng, Hội đang góp phần kiến tạo phương thức phát triển của ngành thử nghiệm trong kỷ nguyên mới, nơi dữ liệu, tiêu chuẩn và niềm tin trở thành những trụ cột của cạnh tranh và hội nhập.□

***TNNN** (TH)*



NHỮNG ĐIỂM MỚI QUAN TRỌNG TRONG TRS 1052 (2024) ANNEX 4 - "WHO GOOD PRACTICES FOR PHARMACEUTICAL QUALITY CONTROL LABORATORIES"

► ***Nguyễn Thị Thu Hường***

Viện Kiểm nghiệm thuốc Trung ương

Từ khóa: *WHO TRS 1052, GLP*

WHO TRS 1052 – Annex 4 (xuất bản tháng 4/2024) là bản cập nhật quan trọng "Hướng dẫn thực hành tốt của WHO dành cho các phòng thí nghiệm kiểm soát chất lượng dược phẩm ", thay thế cho phiên bản trước đó (Annex 1, TRS 957, 2010), tập trung vào hiện đại hóa quản trị phòng thí nghiệm, quản lý rủi ro và hài hòa với tiêu chuẩn ISO/IEC 17025:2017. Các điểm mới quan trọng bao gồm quản trị chiến lược, nâng cao tính toàn vẹn dữ liệu và các quy định trong ước lượng độ không đảm bảo đo.

1. Thực hành tốt phòng kiểm nghiệm thuốc

Thực hành tốt phòng thí nghiệm là bộ nguyên tắc, tiêu chuẩn về hệ thống quản lý chất lượng liên quan đến quá trình tổ chức và Điều kiện tiến hành nghiên cứu phi lâm sàng trong hoạt động về dược đối với sức khỏe con người và an toàn môi trường được lập kế hoạch, thực hiện, giám sát, ghi lại, lưu trữ và báo cáo (1)

2. Những điểm mới quan trọng trong WHO TRS 1052 – Annex 4

Từ kinh nghiệm trong các cuộc đánh giá các phòng thí nghiệm kiểm soát chất lượng dược phẩm đã cho phép WHO xác định được các phần cần làm rõ và cần bổ sung các phần mới của phiên bản mới nhất này. Ngoài ra, đại dịch COVID-19 đã cho thấy quản lý rủi ro, quản lý khủng hoảng và duy trì hoạt động kinh doanh là những vấn đề cần được giải quyết để đảm bảo các phòng thí nghiệm sẵn sàng đối mặt với những tình huống tương tự.

2.1. Tính toàn vẹn dữ liệu

Quản lý chất lượng cần đảm bảo việc thiết lập, thực hiện và duy trì các quy trình vận hành tiêu chuẩn cho tất cả các hoạt động hành chính và kỹ thuật để kiểm soát tính toàn vẹn của tài liệu, hồ sơ và dữ liệu

Tính toàn vẹn dữ liệu: Mức độ đầy đủ, nhất quán, chính xác, trung thực và đáng tin cậy của dữ liệu, các đặc điểm này được duy trì trong suốt vòng đời dữ liệu. Dữ liệu cần được thu thập và duy trì một cách an toàn, sao cho chúng có thể truy xuất nguồn gốc, dễ đọc, được ghi lại đồng thời, nguyên bản hoặc bản sao chính xác, chính xác, đầy đủ, nhất quán, bền vững và khả dụng (thường được gọi là "ALCOA+").

Đảm bảo tính toàn vẹn dữ liệu đòi hỏi các hệ thống quản lý rủi ro chất lượng phù hợp, bao gồm việc tuân thủ các nguyên tắc khoa học đúng đắn và các thực hành tài liệu tốt.

Các khuyến nghị chi tiết được cung cấp trong Hướng dẫn của WHO về tính toàn vẹn dữ liệu (3) cần được thực hiện.

2.2. Quản lý rủi ro chất lượng

Phòng thí nghiệm cần có một phương pháp chính thức, được thiết lập tốt để quản lý rủi ro, bao gồm việc xác định, đánh giá, xử lý, ưu tiên, giám sát liên tục và xem xét lại các rủi ro. Phòng thí nghiệm cần xem xét tác động tiềm tàng của tất cả các loại rủi ro liên quan đến các quy trình, hoạt động, các bên liên quan, sản phẩm và dịch vụ, và cần xác định các thủ tục và phương pháp luận để giảm thiểu, giám sát và kiểm soát xác suất hoặc tác động của các sự kiện không may và không mong muốn cũng như các sự cố tiềm tàng(2)

Hai nguyên tắc chính của quản lý rủi ro chất lượng là:

- Việc đánh giá rủi ro đối với chất lượng phải dựa trên kiến thức khoa học và cuối cùng là liên kết với việc bảo vệ bệnh nhân;
- Mức độ nỗ lực, tính quy phạm và hồ sơ tài liệu của quy trình quản lý rủi ro chất lượng phải tương xứng với mức độ rủi ro

2.3. Quản lý hiệu suất

Việc xem xét quản lý phòng thí nghiệm cần đặt ra các mục tiêu, chỉ số hiệu suất và mục tiêu có thể đo lường được cho các hoạt động của phòng thí nghiệm trong một khung thời gian cụ thể, cần được theo dõi thường xuyên và, nếu cần, phải có các hành động thích hợp. Các mục tiêu cần phải SMART: cụ thể, có thể đo lường được, khả thi, phù hợp và có thời hạn. Một số ví dụ về chỉ số hiệu suất là số lượng sản phẩm được thử nghiệm so với số lượng sản phẩm dự kiến được thử nghiệm, tỷ lệ khiếu nại được giải quyết trong khung thời gian nhất định hoặc tỷ lệ báo cáo thử nghiệm phân tích được ban hành trong một khung thời gian(2)

2.4. Quản lý khủng hoảng

Phòng thí nghiệm liên tục xác định các mối quan ngại ảnh hưởng đến việc đảm bảo tính chính xác và hiệu quả của phòng thí nghiệm, điều này phụ thuộc vào việc lập kế hoạch và ngân sách phù hợp để có được các nguồn lực cần thiết (bảo trì cơ sở hạ tầng và cung cấp năng lượng, cũng như đảm bảo tính liên tục của các hoạt động phòng thí nghiệm). Kế hoạch đảm bảo hoạt động liên tục cho phép phòng thí nghiệm thực hiện các biện pháp hiệu quả khi phát sinh sự cố hoặc vấn đề, cho phép quản lý các vấn đề đó và đảm bảo hoạt động liên tục. Do đó, các chức năng chính của doanh nghiệp, đặc biệt là các chức năng y tế công cộng quan trọng, có thể được khôi phục hoàn toàn trong thời gian ngắn nhất có thể với chi phí chấp nhận được(2)

2.5. Quản lý truyền thông

Phòng thí nghiệm cần đảm bảo rằng nhân viên và các bên liên quan được thông báo và nhận thức được kết quả giám sát hiệu suất, cũng như đánh giá hệ thống quản lý hoặc từ các công cụ giám sát khác

Một phòng thí nghiệm thuộc một tổ chức, chẳng hạn như NMRA hoặc công ty sản xuất, cần có các kênh liên lạc với các bộ phận khác trong tổ chức,

Thực hành tốt phòng thí nghiệm (GLP-WHO) là hệ thống quản lý chất lượng quy định nguyên tắc, tiêu chuẩn cho phòng kiểm nghiệm dược phẩm, đảm bảo dữ liệu phân tích chính xác, tin cậy và nhất quán.



được xác định và thiết lập để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình ra quyết định và các quy trình liên quan khác (2)

2.6. Ước lượng độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo của kết quả đo lường là một thành phần thiết yếu trong việc đánh giá và diễn giải tổng thể dữ liệu phân tích. Hiểu rõ và ước lượng đúng độ không đảm bảo đo của phép thử là điều cơ bản để đảm bảo tính chính xác, độ tin cậy và khả năng tái lập của các kết quả phân tích.

Các yêu cầu về độ không đảm bảo đo cho tất cả các phép thử định lượng được thực hiện bởi phòng thí nghiệm quốc gia (2)

Khi việc kiểm tra tuân thủ được thực hiện bằng cách sử dụng các quy trình phân tích dược điển và các quy trình phân tích được mô tả trong tài liệu cấp phép lưu hành, các yêu cầu về ước lượng độ không đảm bảo đo của phép thử được coi là đáp ứng nếu tất cả các nguồn không chắc chắn quan trọng được kiểm soát. Trong những trường hợp này, có thể không nhất thiết phải báo cáo độ không đảm bảo đo của phép thử. Quyết định về việc có ước lượng và tính đến độ không đảm bảo đo của phép thử trong tuyên bố về sự phù hợp với giới hạn quy định hay không thuộc về phòng thí nghiệm. Quyết định được đưa ra trên cơ sở từng trường hợp cụ thể và cần được ghi lại trước (2)

Khi việc kiểm tra tuân thủ được thực hiện bằng các quy trình nội bộ đã được phát triển và trải qua quá trình thẩm định thích hợp cho mục đích sử dụng dự định, thì các giới hạn kỹ thuật, phải ước lượng độ không đảm bảo đo của của phép thử, phải đảm bảo đưa ra được quyết định không thể nghi ngờ về sự tuân thủ (2)

Nội dung chi tiết về ước lượng độ không đảm bảo đo của phép thử được trình bày trong Hướng dẫn thực hành tốt của WHO dành cho các phòng thí nghiệm kiểm soát chất lượng dược phẩm(2)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Bộ Y Tế (2018), Thông tư 04/2018/TT Quy định về Thực hành tốt phòng thí nghiệm*
2. *WHO good practices for pharmaceutical quality control laboratories In: WHO Expert Committee on Specifications for Pharmaceutical Preparations: fifty- seventh report. WHO Technical Report Series No. 1052, Annex 4. Geneva: World Health Organization; 2024*
3. *Guideline on data integrity. In: WHO Expert Committee on Specifications for Pharmaceutical Preparations: fifty-fifth report. WHO Technical Report Series No. 1033, Annex 4. Geneva: World Health Organization; 2021*
4. *WHO guidelines on quality risk management. In: WHO Expert Committee on Specifications for Pharmaceutical Preparations: forty-seventh report. WHO Technical Report Series No. 981, Annex 2. Geneva: World Health Organization; 2013*



TỪ 2429 ĐẾN 15189

Từ Quyết định 2429 đến ISO 15189: Lộ trình tất yếu

Chuẩn hóa phòng xét nghiệm - yêu cầu khách quan trong nâng cao chất lượng chăm sóc sức khỏe nhân dân

Trong tiến trình đổi mới toàn diện hệ thống y tế, Đảng và Nhà nước luôn xác định rõ quan điểm: "Nâng cao chất lượng dịch vụ khám, chữa bệnh là nhiệm vụ trọng tâm, lấy người bệnh làm trung tâm phục vụ". Trong đó, xét nghiệm y học - với vai trò cung cấp căn cứ khoa học cho chẩn đoán và điều trị - ngày càng giữ vị trí then chốt.

Theo định hướng của ngành y tế, việc bảo đảm chất lượng xét nghiệm không chỉ dừng lại ở việc có kết quả, mà phải hướng tới kết quả chính xác, tin cậy, kịp thời và có khả năng liên thông, phục vụ hiệu quả công tác khám, chữa bệnh và quản lý sức khỏe cộng đồng.

Quyết định 2429/QĐ-BYT - nền tảng pháp lý quan trọng

Ngày 12/6/2017, Bộ Y tế ban hành Quyết định 2429/QĐ-BYT về tiêu chí đánh giá mức chất lượng phòng xét nghiệm y học. Đây là một trong những văn bản cụ thể hóa chủ trương của Chính phủ về tăng cường quản lý chất lượng dịch vụ y tế.

Bộ tiêu chí được xây dựng tương đối toàn diện, bao gồm các nội dung về:

- Tổ chức và quản lý
- Nhân lực
- Trang thiết bị
- Quản lý quy trình xét nghiệm
- Đảm bảo chất lượng và an toàn sinh học

Việc triển khai Quyết định 2429 trong thời gian qua đã góp phần:

- Chuẩn hóa hoạt động phòng xét nghiệm trên phạm vi cả nước
- Tăng cường công tác kiểm tra, giám sát
- Nâng cao nhận thức về quản lý chất lượng tại các cơ sở y tế

Đáng chú ý, trong Mục tiêu tổng quát của "Nghị quyết 20-NQ/TW Hội nghị lần thứ 6 Ban chấp hành Trung ương Khóa XII về tăng cường công tác bảo vệ, chăm sóc và nâng cao sức khỏe nhân dân trong tình hình mới" có nhấn mạnh: "Nâng cao sức khoẻ cả về thể chất và tinh thần, tầm vóc, tuổi thọ, chất lượng cuộc sống của người Việt Nam. Xây dựng hệ thống y tế công bằng, chất lượng, hiệu quả và hội nhập quốc tế."

Tuy nhiên, xét về bản chất, Quyết định 2429 vẫn chủ yếu phục vụ mục tiêu:

- Đánh giá và xếp hạng nội bộ
- Chuẩn hóa điều kiện hoạt động
- Tăng cường quản lý hành chính

Trong khi đó, các yêu cầu về năng lực kỹ thuật chuyên sâu và công nhận quốc tế vẫn chưa được bao quát đầy đủ.

ISO 15189 – chuẩn mực quốc tế và định hướng hội nhập

Thực hiện chủ trương hội nhập quốc tế trong lĩnh vực y tế, nhiều văn bản của Chính phủ và Bộ Y tế đã khuyến khích áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ.

Trong bối cảnh đó, ISO 15189 được xác định là tiêu chuẩn cốt lõi đối với phòng xét nghiệm y học.

Khác với các bộ tiêu chí đánh giá thông thường, ISO 15189 yêu cầu phòng xét nghiệm phải:

- Chứng minh năng lực kỹ thuật thông qua các bằng chứng khoa học
- Kiểm soát toàn bộ quá trình xét nghiệm
- Đảm bảo truy xuất nguồn gốc và độ tin cậy của kết quả
- Áp dụng quản lý rủi ro và cải tiến liên tục

Đây cũng là tiêu chuẩn được các tổ chức công nhận quốc tế thừa nhận, tạo điều kiện cho việc:

- Liên thông kết quả xét nghiệm
- Hợp tác quốc tế
- Nâng cao vị thế của cơ sở y tế

Khoảng cách giữa yêu cầu trong nước và chuẩn mực quốc tế

Thực tiễn cho thấy, mặc dù nhiều cơ sở y tế đã đạt mức đánh giá cao theo Quyết định 2429, nhưng vẫn tồn tại những hạn chế khi tham gia vào môi trường hội nhập, như: Thiếu bằng chứng định lượng về năng lực kỹ thuật; Khó khăn trong việc công nhận và liên thông kết quả; Chưa đáp ứng đầy đủ các yêu cầu về truy xuất và kiểm soát chất lượng;...

Điều này phản ánh khoảng cách giữa "đạt tiêu chí trong nước" và "đạt chuẩn quốc tế", đặt ra yêu cầu cấp thiết phải có bước chuyển đổi phù hợp.

Từ "tuân thủ" đến "công nhận" - lộ trình tất yếu

Trên cơ sở các định hướng của Chính phủ về nâng cao chất lượng dịch vụ công và hội nhập quốc tế, việc triển khai ISO 15189 được xem là bước đi tiếp theo mang tính tất yếu.

Lộ trình này thể hiện rõ tính kế thừa:

- Bắt đầu từ việc đáp ứng Quyết định 2429
- Tiến tới chuẩn hóa hệ thống quản lý
- Nâng cao năng lực kỹ thuật
- Hướng tới công nhận theo tiêu chuẩn quốc tế

Đây là quá trình chuyển đổi từ "tuân thủ quy định" → "chứng minh năng lực" → "được công nhận". Đồng thời phù hợp với tinh thần các nghị quyết của Đảng về đổi mới hệ thống y tế, nâng cao chất lượng dịch vụ công, qua đó chủ động hội nhập quốc tế.

Việc áp dụng ISO 15189 không chỉ mang lại lợi ích ở cấp độ kỹ thuật, mà còn có ý nghĩa chiến lược đối với toàn ngành y tế.

- Đối với cơ sở y tế: nâng cao chất lượng chẩn đoán, giảm sai sót, tối ưu nguồn lực
- Đối với ngành y tế: đồng bộ hóa chất lượng xét nghiệm, hỗ trợ phòng chống dịch bệnh
- Đối với quốc gia: tăng cường năng lực hội nhập, nâng cao uy tín hệ thống y tế

Đây cũng là một trong những bước đi cụ thể nhằm thực hiện mục tiêu phát triển hệ thống y tế công bằng, chất lượng, hiệu quả và hội nhập quốc tế.

Quyết định 2429/QĐ-BYT đã tạo nền tảng pháp lý quan trọng cho việc chuẩn hóa phòng xét nghiệm tại Việt Nam. Tuy nhiên, trước yêu cầu phát triển và hội nhập, việc tiến tới áp dụng ISO 15189 là xu hướng tất yếu, phù hợp với định hướng của Đảng và Nhà nước.

Đây không chỉ là yêu cầu về chuyên môn kỹ thuật, mà còn là bước chuyển mang tính chiến lược, góp phần nâng cao chất lượng chăm sóc sức khỏe nhân dân và khẳng định vị thế của y tế Việt Nam trong tiến trình hội nhập quốc tế.□

► ***Nguyễn Thị Thu Hường***
Viện Kiểm nghiệm thuốc Trung ương

ĐẢM BẢO TÍNH TOÀN VẸN DỮ LIỆU VÀ THỪA NHẬN QUỐC TẾ: VAI TRÒ CỦA GLP-OECD VÀ ISO/IEC 17025

► ***Vũ Minh Vỹ***
Văn phòng Công nhận chất lượng quốc gia (BoA)
Ủy ban Tiêu chuẩn đo lường chất lượng Quốc gia

Tóm tắt

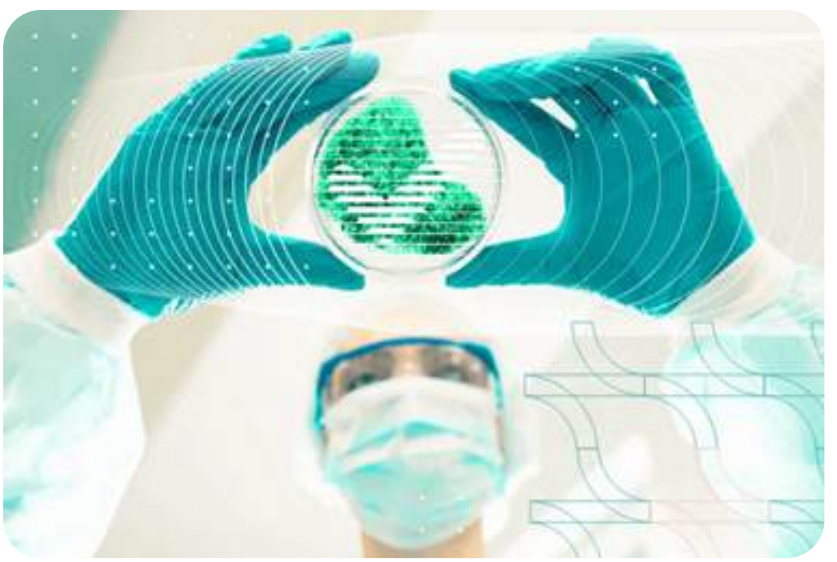
Trong bối cảnh hội nhập kinh tế quốc tế và gia tăng các rào cản kỹ thuật trong thương mại, tính tin cậy của kết quả thử nghiệm và nghiên cứu đóng vai trò quan trọng đối với hoạt động quản lý nhà nước, bảo vệ sức khỏe cộng đồng và thúc đẩy xuất khẩu hàng hóa. Bài viết này phân tích vai trò của tiêu chuẩn ISO/IEC 17025 và Nguyên tắc Thực hành tốt phòng thí nghiệm của OECD (GLP-OECD) trong việc đảm bảo tính toàn vẹn dữ liệu, năng lực kỹ thuật và độ tin cậy của kết quả thử nghiệm. Ngoài ra, bài viết cũng phân tích cơ chế thừa nhận quốc tế đối với kết quả thử nghiệm và dữ liệu nghiên cứu thông qua các thỏa thuận công nhận đa phương và cơ chế chấp nhận dữ liệu lẫn nhau (MAD) của OECD.

Từ khóa: *ISO/IEC 17025, GLP-OECD, tính toàn vẹn dữ liệu, công nhận phòng thử nghiệm, MAD, BoA.*

1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh hội nhập kinh tế toàn cầu, tính tin cậy của kết quả thử nghiệm và nghiên cứu là yếu tố quan trọng đối với thương mại quốc tế, quản lý chất lượng và an toàn sức khỏe cộng đồng. Sự phát triển của các hệ thống quản lý phòng thử nghiệm hiện đại không chỉ nhằm nâng cao năng lực kỹ thuật mà còn hướng tới kiểm soát tính trung thực, khả năng truy xuất và độ tin cậy của các dữ liệu khoa học.

Bài báo này phân tích vai trò của hai tiêu chuẩn quốc tế quan trọng là ISO/IEC 17025 và Nguyên tắc Thực hành tốt phòng thí nghiệm của (GLP-OECD) trong việc thiết lập hệ thống đảm bảo tính toàn vẹn dữ liệu. Đồng thời, bài viết cũng làm rõ cơ chế thừa nhận quốc tế giúp các kết quả thử nghiệm tại Việt Nam được chấp nhận rộng rãi trên thế giới.



Trong những năm 1970, vụ việc tại Phòng thí nghiệm Thử nghiệm Sinh học - Công nghiệp (Industrial Bio-Test Laboratories - IBT) tại Hoa Kỳ đã cho thấy các rủi ro nghiêm trọng khi dữ liệu thử nghiệm bị thao túng hoặc ghi chép không trung thực. Theo các tài liệu điều tra, nhiều nghiên cứu độc tính đã bị làm sai lệch kết quả, làm ảnh hưởng đến việc đánh giá an toàn của thuốc và hóa chất. Hậu quả là hơn 22.000 nghiên cứu về an toàn bị nghi ngờ, buộc các cơ quan quản lý phải rà soát lại hàng ngàn sản phẩm thuốc và hóa chất nông nghiệp. Sự kiện này được xem là một trong những nguyên nhân thúc đẩy việc hình thành các hệ thống quản lý chất lượng nghiêm ngặt đối với hoạt động thử nghiệm và nghiên cứu phi lâm sàng.

Để tăng độ tin cậy vào kết quả thử nghiệm, các tổ chức quốc tế đã xây dựng và ban hành nhiều chuẩn mực kỹ thuật quan trọng, trong đó nổi bật là ISO/IEC 17025 và GLP-OECD.

- ISO/IEC Guide 25, tiền thân của ISO/IEC 17025, được ban hành năm 1978 bởi Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế (ISO) và Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEC), nhằm đưa ra các yêu cầu về năng lực kỹ thuật của phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn. Hiện nay, tiêu chuẩn ISO/IEC 17025:2017 là tiêu chuẩn quốc tế phổ biến nhất về quản lý chất lượng đối với các phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn.
- Trong khi đó, Nguyên tắc Thực hành tốt phòng thí nghiệm (Good Laboratory Practice - GLP) được Cơ quan Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ (FDA) ban hành năm 1978. Đến năm 1981, OECD (Organization for Economic Co-operation and Development – Tổ chức hợp tác và phát triển kinh tế) đã phát triển thành bộ nguyên tắc GLP-OECD nhằm đảm bảo các dữ liệu nghiên cứu phi lâm sàng có tính toàn vẹn, khả năng truy xuất nguồn gốc và độ tin cậy cao.

Tại Việt Nam, Văn phòng Công nhận chất lượng quốc gia (BoA) đóng vai trò quan trọng trong việc triển khai các chương trình công nhận theo ISO/IEC 17025 và GLP-OECD nhằm nâng cao năng lực hạ tầng chất lượng quốc gia và thúc đẩy sự thừa nhận quốc tế đối với kết quả thử nghiệm.

2. Yêu cầu về tính toàn vẹn dữ liệu trong ISO/IEC 17025 và GLP-OECD

Mặc dù cùng hướng tới mục tiêu đảm bảo độ tin cậy của dữ liệu, ISO/IEC 17025 và GLP-OECD có phạm vi áp dụng và cách tiếp cận khác nhau.

2.1. ISO/IEC 17025:2017

ISO/IEC 17025:2017 tập trung vào năng lực kỹ thuật của phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn, đồng thời yêu cầu kiểm soát dữ liệu và hệ thống quản lý thông tin tại Điều khoản 7.11.

Theo đó, phòng thử nghiệm phải:

- Đảm bảo quyền truy cập đối với dữ liệu và hệ thống quản lý thông tin (như phần mềm LIMS, bảng tính Excel …);
- Thực hiện phê duyệt, xác nhận giá trị sử dụng và kiểm tra định kỳ đối với các phần mềm quản lý dữ liệu như LIMS hoặc bảng tính điện tử;
- Bảo đảm hệ thống quản lý thông tin được bảo vệ khỏi các truy cập trái phép hoặc sửa đổi không được kiểm soát;
- Thực hiện đánh giá lại hệ thống khi có thay đổi có thể ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm hoặc hiệu chuẩn.

Tiêu chuẩn này chủ yếu trả lời câu hỏi: "Kết quả đo hoặc thông số kỹ thuật có độ chính xác và độ tin cậy như thế nào?". Do đó, ISO/IEC 17025 đặc biệt nhấn mạnh độ đúng, độ chính xác và độ không đảm bảo đo của kết quả thử nghiệm.

2.2. GLP-OECD

GLP-OECD tập trung vào việc bảo đảm tính toàn vẹn và khả năng truy xuất nguồn gốc của dữ liệu nghiên cứu phi lâm sàng, đặc biệt trong các nghiên cứu đánh giá an toàn hóa chất, thuốc bảo vệ thực vật, thuốc thú y, mỹ phẩm và dược phẩm.

Theo GLP-OECD:

- Mọi hoạt động nghiên cứu, từ lúc cân mẫu đến khi đọc kết quả, đều phải ghi lại theo thời gian thực, phải được ghi chép đầy đủ, kịp thời và có thể truy xuất;
- Dữ liệu gốc phải được lưu giữ và bảo vệ phù hợp;
- Mọi thay đổi dữ liệu phải được nhận diện và lưu vết;
- Trách nhiệm của từng cá nhân tham gia nghiên cứu phải được xác định rõ ràng.



Các yêu cầu này nhằm hạn chế nguy cơ gian lận dữ liệu và đảm bảo tính khách quan của kết quả nghiên cứu an toàn. GLP-OECD hướng tới việc trả lời câu hỏi: "Liệu sản phẩm hoặc hóa chất có an toàn đối với con người và môi trường hay không?" dựa trên các bằng chứng khoa học có thể kiểm chứng.

3. So sánh phạm vi áp dụng của ISO/IEC 17025 và GLP-OECD

Bảng so sánh nhanh hai tiêu chuẩn:

Đặc điểm	GLP-OECD	ISO/IEC 17025
Mục tiêu chính	Đảm bảo tính toàn vẹn và độ tin cậy của dữ liệu nghiên cứu an toàn	Đảm bảo năng lực kỹ thuật và độ chính xác của phép đo
Phạm vi áp dụng	Nghiên cứu độc học, nghiên cứu an toàn phi lâm sàng	Thử nghiệm và hiệu chuẩn
Loại hình hoạt động	Nghiên cứu độc học, an toàn môi trường (dài hạn)	Thử nghiệm hàng hóa, hiệu chuẩn thiết bị (ngắn hạn)
Giá trị cốt lõi	Đảm bảo độ tin cậy của dữ liệu nghiên cứu an toàn	Đảm bảo độ chính xác và độ tin cậy của kết quả đo

Trong thực tế, hai hệ thống này mang tính bổ trợ lẫn nhau hơn là thay thế cho nhau.

4. Vai trò của Văn phòng Công nhận Chất lượng Quốc gia (BoA)

Văn phòng Công nhận chất lượng quốc gia (BoA) là tổ chức sự nghiệp thuộc Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia, Bộ Khoa học và Công nghệ, thực hiện các hoạt động công nhận cho các PTN/các tổ chức đánh giá sự phù hợp theo chuẩn mực quốc tế.

Hiện nay, BoA triển khai chương trình công nhận GLP-OECD, bên cạnh 6 hệ thống công nhận khác, để nâng cao năng lực tiệm cận với các tổ chức công nhận của các nước phát triển, trong đó có:

- Công nhận phòng thử nghiệm theo ISO/IEC 17025;
- Công nhận tổ chức nghiên cứu theo GLP-OECD;
- Các chương trình công nhận phục vụ hoạt động thử nghiệm, chứng nhận và giám định trong nhiều lĩnh vực công nghiệp và quản lý nhà nước.



Đối với lĩnh vực dược tại Việt Nam, hoạt động đánh giá công nhận "Thực hành tốt phòng kiểm nghiệm thuốc - GLP" do Cục Quản lý Dược, Bộ Y tế thực hiện. Theo đó, Cục Quản lý Dược, Bộ Y tế thực hiện đánh giá và công nhận cho các đơn vị phân tích, thử nghiệm trên đối tượng là nguyên liệu và thuốc thành phẩm phục vụ cho con người (các Viện, Trung tâm Kiểm nghiệm thuộc hệ thống kiểm nghiệm nhà nước và các phòng kiểm nghiệm khối tư nhân) tuân thủ Thông tư số 04/2018/TT-BYT ngày 09/02/2018 của Bộ Y tế.

Theo quy định này:

- Cơ sở thử nghiệm thuốc và nguyên liệu làm thuốc có thể lựa chọn áp dụng GLP-WHO (Phụ lục I) hoặc GLP-OECD (Phụ lục II) theo thông tư và tài liệu cập nhật;
- Cơ sở thử nghiệm vắc xin, sinh phẩm y tế, sản phẩm từ máu, cơ sở kinh doanh dịch vụ thử tương đương sinh học của thuốc triển khai áp dụng GLP-OECD (Phụ lục II) theo Thông tư và tài liệu cập nhật.

Trong khi Cục Quản lý Dược, Bộ Y tế tập trung quản lý hoạt động GLP trong lĩnh vực dược phục vụ con người thì Văn phòng Công nhận chất lượng quốc gia (BoA) lại triển khai mở rộng phạm vi công nhận GLP-OECD cho nhiều lĩnh vực khác như: Hóa chất công

nghiệp, nông nghiệp, thuốc thú y, mỹ phẩm, thực phẩm, thức ăn chăn nuôi, thiết bị y tế, môi trường và nghiên cứu y sinh.

5. Cơ chế thừa nhận quốc tế và Thỏa thuận MAD

5.1. Thừa nhận quốc tế đối với ISO/IEC 17025

Một trong những lợi ích quan trọng của việc áp dụng ISO/IEC 17025 là khả năng được thừa nhận quốc tế đối với kết quả thử nghiệm và hiệu chuẩn.

Thông qua việc tham gia các tổ chức hợp tác công nhận quốc tế như:

- GLOBAL ACI (Global Accreditation Cooperation Incorporated) – Tổ chức Hợp tác công nhận toàn cầu);
- APAC (Asia Pacific Accreditation Cooperation - Hợp tác Công nhận Châu Á - Thái Bình Dương);

BoA đã tham gia các ký các thỏa ước thừa nhận lẫn nhau, tạo điều kiện để kết quả thử nghiệm của các phòng thử nghiệm được công nhận (VILAS) theo ISO/IEC 17025 tại Việt Nam được chấp nhận tại nhiều quốc gia và vùng lãnh thổ. Việc được công nhận phù hợp theo ISO/ IEC 17025 như một tấm "Hộ chiếu" cho hàng hóa bởi vì "một kết quả, chấp nhận mọi nơi". Cơ chế này góp phần giảm thiểu thử nghiệm lặp lại, tiết kiệm chi phí và tạo thuận lợi cho hoạt động xuất nhập khẩu hàng hóa.

5.2. Thỏa thuận MAD của OECD

Đối với GLP-OECD, cơ chế "Chấp nhận dữ liệu lẫn nhau" (Mutual Acceptance of Data – MAD) cho phép dữ liệu nghiên cứu an toàn được tạo ra tại một quốc gia tuân thủ GLP-OECD được các quốc gia thành viên OECD và các nước tham gia MAD chấp nhận. Nguyên tắc này được hiểu là: "thử một nơi, chấp nhận mọi nơi".

Cơ chế MAD:

- Giúp doanh nghiệp tiết kiệm chi phí thử nghiệm lặp lại khi xuất khẩu;
- Rút ngắn thời gian đưa sản phẩm ra thị trường;
- Thúc đẩy thương mại quốc tế đối với hóa chất, thuốc bảo vệ thực vật, mỹ phẩm và dược phẩm.

Hiện nay, hệ thống MAD được áp dụng rộng rãi tại 38 quốc gia thành viên OECD và các nền kinh tế tham gia chương trình tuân thủ GLP của OECD tại Bắc Mỹ, Nam Mỹ, Châu Âu, Châu Á Thái Bình Dương bao gồm: Úc, Áo, Bỉ, Canada, Chile, Colombia, Costa Rica, Cộng hòa Séc, Đan Mạch, Estonia, Phần Lan, Pháp, Đức, Hy Lạp, Hungary, Iceland, Ireland, Israel, Ý, Nhật Bản, Hàn Quốc, Latvia, Litva, Luxembourg, Mexico, Hà Lan, New Zealand, Na Uy, Ba Lan, Bồ Đào Nha, Cộng hòa Slovakia, Slovenia, Tây Ban Nha, Thụy Điển, Thụy Sĩ, Thổ Nhĩ Kỳ, Vương quốc Anh và Hoa Kỳ.

6. Kết luận

Tính toàn vẹn dữ liệu hiện nay không chỉ là một yêu cầu kỹ thuật mà còn là nền tảng của tính minh bạch và độ tin cậy trong hoạt động khoa học và thử nghiệm và là điều kiện tiên quyết để hội nhập. ISO/IEC 17025 và GLP-OECD là hai tiêu chuẩn về quản lý có vai trò bổ trợ và song hành. Trong đó:

- ISO/IEC 17025 bảo đảm năng lực kỹ thuật và độ chính xác của kết quả thử nghiệm ngắn hạn;
- GLP-OECD bảo đảm tính toàn vẹn và khả năng truy xuất của dữ liệu nghiên cứu an toàn dài hạn.

Việc Văn phòng Công nhận chất lượng quốc gia (BoA) triển khai mạnh mẽ và hiệu quả các chương trình công nhận theo các tiêu chuẩn này không chỉ góp phần nâng cao năng lực hạ tầng chất lượng quốc gia, bảo vệ sức khỏe cộng đồng và môi trường tại Việt Nam, mà còn tạo ra "công cụ hỗ trợ thừa nhận quốc tế" giá trị cho hàng hóa Việt Nam vươn ra thế giới, tăng cường khả năng thừa nhận quốc tế đối với hàng hóa và dữ liệu nghiên cứu của Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *ISO/IEC 17025:2017 - General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*
2. *OECD (1998), OECD Principles on Good Laboratory Practice*
3. *FDA Inspection Report on Industrial Bio-Test Laboratories (Northbrook, Illinois)*
4. *Hearings before the Subcommittee on Health and Scientific Research of the Committee on Human Resources, United States Senate (1977 & 1978)*
5. *EPA: Summary of the IBT Review Program (1983)*
6. *Bộ Y tế (2018), Thông tư số 04/2018/TT-BYT ngày 09/02/2018*
7. *ILAC Mutual Recognition Arrangement (ILAC MRA) documents*
8. *OECD Mutual Acceptance of Data (MAD) system*

CHUYỂN ĐỔI SỐ & LỰC LƯỢNG SẢN XUẤT CHẤT LƯỢNG MỚI TRONG BỐI CẢNH VIỆT NAM: CƠ HỘI, THÁCH THỨC VÀ GIẢI PHÁP

► ***Nguyễn Thị Hải Yến***
Guilin University of Electronic Technology
Email: nthyen211@gmail.com

Tóm tắt

Chuyển đổi số đang trở thành xu thế tất yếu đối với các quốc gia, trong đó có Việt Nam, nhằm nâng cao năng suất, chất lượng tăng trưởng và tạo ra những động lực phát triển mới. Bài viết này tập trung làm rõ mối quan hệ giữa chuyển đổi số và sự hình thành "lực lượng sản xuất chất lượng mới" (New Quality Productive Forces) trong bối cảnh Việt Nam, dựa trên nền tảng lý luận từ kinh nghiệm quốc tế và thực tiễn chính sách trong nước. Thông qua phân tích tài liệu, chuyển đổi số thúc đẩy hình thành lực lượng sản xuất chất lượng mới nhờ ứng dụng dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo, Internet vạn vật, đồng thời lực lượng sản xuất chất lượng mới lại là động lực cốt lõi để duy trì chuyển đổi số bền vững. Bên cạnh đó, bài viết này cũng nhận diện bốn nhóm thách thức chính (công nghệ, nhân lực, tổ chức và văn hoá, an toàn dữ liệu) và đề xuất các giải pháp cụ thể phù hợp.

Từ khóa: *chuyển đổi số; lực lượng sản xuất chất lượng mới; kinh tế số;*

1. Mở đầu

Cách mạng công nghiệp lần thứ tư đã và đang làm thay đổi căn bản phương thức sản xuất, kinh doanh và quản lý trên phạm vi toàn cầu. Tại Việt Nam, chuyển đổi số được xác định là một trong những đột phá chiến lược để bắt kịp, tiến cùng và vượt lên trong kỷ nguyên số. Ngày 03/6/2020, Thủ tướng Chính phủ đã Quyết định số 749/QĐ-TTg phê duyệt "Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030", đặt mục tiêu phát triển chính phủ số, kinh tế số và xã hội số.

Trong bối cảnh đó, khái niệm "lực lượng sản xuất chất lượng mới" – được nhấn mạnh trong các nghiên cứu quốc tế gần đây, đặc biệt là ở Trung Quốc – đang nổi lên như một thước đo quan trọng đánh giá hiệu quả của chuyển đổi số. Khác với lực lượng sản xuất truyền thống dựa chủ yếu vào lao động, tài nguyên và vốn, lực lượng sản xuất chất lượng mới dựa trên tri thức, công nghệ số, đổi mới sáng tạo và phát triển bền vững. Mối quan hệ giữa chuyển đổi số và hình thành lực lượng sản xuất chất lượng mới là một chủ đề còn khá mới mẻ trong nghiên cứu tại Việt Nam, đặc biệt khi áp dụng vào các ngành, lĩnh vực cụ thể.

Bài viết này nhằm trả lời hai câu hỏi nghiên cứu chính: (i) Chuyển đổi số đã và đang thúc đẩy hình thành lực lượng sản xuất chất lượng mới tại Việt Nam như thế nào? (ii) Những thách thức nào đang cản trở quá trình này và giải pháp khắc phục ra sao?

2. Cơ sở lý luận

2.1. Chuyển đổi số: khái niệm và tác động

Chuyển đổi số là quá trình tích hợp các công nghệ số vào mọi hoạt động của tổ chức, làm thay đổi căn bản cách thức vận hành và tạo ra giá trị. Ở cấp độ doanh nghiệp, chuyển đổi số không chỉ đơn thuần là số hóa dữ liệu hay tự động hóa quy trình, mà còn là sự tái cấu trúc mô hình kinh doanh, văn hóa tổ chức và hệ sinh thái quan hệ với khách hàng, đối tác. Các công nghệ nền tảng bao gồm: điện toán đám mây (cloud computing), dữ liệu lớn (big data), trí tuệ nhân tạo (AI), Internet vạn vật (IoT), blockchain và tự động hóa quy trình bằng robot (RPA).

Đối với nền kinh tế Việt Nam, chuyển đổi số đã tác động tích cực đến năng suất các nhân tố tổng hợp (TFP). Theo Báo cáo tóm tắt Chuyển đổi số quốc gia 2024, tỷ trọng kinh tế số trong GDP đạt khoảng

18,3% và mục tiêu đến 2025 là 20%. Các doanh nghiệp như Tập đoàn Viettel, Tập đoàn VNPT, Tập đoàn FPT, Tập đoàn Vingroup,... đã dẫn đầu trong việc xây dựng hạ tầng số và phát triển sản phẩm, dịch vụ số.

2.2. Lực lượng sản xuất chất lượng mới

Lực lượng sản xuất chất lượng mới là một khái niệm được đề cập lần đầu trong bối cảnh chiến lược phát triển của Trung Quốc, nhấn mạnh sự chuyển đổi từ mô hình sản xuất truyền thống (phụ thuộc nhiều vào lao động, tài nguyên, năng lượng) sang mô hình dựa trên đổi mới sáng tạo, công nghệ cao, thông minh hóa và phát triển xanh.

Lực lượng sản xuất chất lượng mới được định nghĩa là hình thái lực lượng sản xuất tiên tiến, dựa trên nền tảng ứng dụng công nghệ số, trí tuệ nhân tạo và kết nối mạng lưới, có khả năng tạo ra năng suất cao hơn, chất lượng tốt hơn, chi phí thấp hơn và ít tác động tiêu cực đến môi trường so với phương thức sản xuất truyền thống.

Hội thảo khoa học quốc gia (Báo Nhân Dân, 2026), Tổng Bí thư Tô Lâm cũng đã nhấn mạnh, tập trung phát triển lực lượng sản xuất mới (kết hợp giữa nguồn nhân lực chất lượng cao với tư liệu sản xuất mới, hạ tầng chiến lược về giao thông, chuyển đổi số, chuyển đổi xanh) gắn với hoàn thiện quan hệ sản xuất; đẩy mạnh công nghệ chiến lược, chuyển đổi số, chuyển đổi xanh, lấy khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo làm động lực chính cho phát triển.

Tại Việt Nam, sự xuất hiện của các mô hình "nhà máy thông minh" của VinFast, "ngân hàng số" của BIDV, "nông nghiệp công nghệ cao" của TH True Milk là những minh chứng bước đầu cho sự hình thành lực lượng sản xuất chất lượng mới.

Bảng 1: So sánh các đặc trưng cơ bản giữa lực lượng sản xuất truyền thống và lực lượng sản xuất chất lượng mới

Tiêu chí	Lực lượng sản xuất truyền thống	Lực lượng sản xuất chất lượng mới
Động lực chính	Lao động, vốn, tài nguyên thiên nhiên	Tri thức, dữ liệu, đổi mới sáng tạo
Công nghệ cốt lõi	Cơ khí, hóa chất, dây chuyền lắp ráp	AI, IoT, Cloud, Big Data, Blockchain
Mức độ linh hoạt	Thấp, khó thay đổi sản phẩm	Cao, sản xuất theo yêu cầu (mass customization)
Tác động môi trường	Cao, phát thải nhiều	Thấp, kinh tế tuần hoàn, sản xuất xanh
Năng suất lao động	Ổn định, tăng chậm	Tăng đột biến nhờ tự động hóa và tối ưu

3. Mối quan hệ giữa chuyển đổi số và hình thành lực lượng sản xuất chất lượng mới

3.1. Chuyển đổi số là nền tảng kiến tạo lực lượng sản xuất chất lượng mới

Nhờ chuyển đổi số, các doanh nghiệp Việt Nam có thể thu thập và phân tích dữ liệu theo thời gian thực, từ đó ra quyết định chính xác hơn. Ví dụ, trong sản xuất, hệ thống IoT giám sát tình trạng máy móc giúp giảm thời gian dừng máy đột xuất; trong logistics, AI tối ưu lộ trình giao hàng giúp tiết kiệm nhiên liệu. Những cải tiến này trực tiếp nâng cao hiệu suất – một thành tố cốt lõi của lực lượng sản xuất chất lượng mới.

Ngoài ra, chuyển đổi số còn phá vỡ các giới hạn về không gian và thời gian. Các nền tảng thương mại điện tử (Shopee, Lazada, Tiki,...) cho phép doanh nghiệp vừa và nhỏ tiếp cận thị trường cả nước mà không cần hệ thống phân phối vật lý đồ sộ. Điều này tạo ra một dạng "lực lượng sản xuất mở" dựa trên nền tảng số.

3.2. Lực lượng sản xuất chất lượng mới là động lực duy trì và mở rộng chuyển đổi số

Một khi lực lượng sản xuất chất lượng mới đã được hình thành, doanh nghiệp có nguồn lực dồi dào hơn (tài chính, tri thức, quan hệ) để tiếp tục đầu tư vào các công nghệ số thế hệ mới. Hơn nữa, lực lượng sản xuất chất lượng mới tạo ra lợi thế cạnh tranh rõ rệt, buộc các đối thủ cũng phải chuyển đổi số, từ đó thúc đẩy hiệu ứng lan tỏa trong toàn ngành.

Ví dụ như Tập đoàn Vingroup là đơn vị tiên phong trong chuyển đổi xanh và chuyển đổi số, đặc biệt trong lĩnh vực sản xuất ô tô VinFast. Toàn bộ nhà máy tại Hải Phòng được trang bị hơn 1.400 robot từ KUKA, ABB, Siemens và các đối tác công nghệ hàng đầu, cùng hệ thống MES (Manufacturing Execution System) và giải pháp số hóa từ SAP, đạt mức tự động hóa 90-95% tại các xưởng dập và sơn. Mỗi chiếc xe được gắn mã định danh và theo dõi toàn bộ dữ liệu sản xuất thông qua hệ thống MES, tạo ra bản sao số (digital twin) cho từng sản phẩm từ khâu linh kiện đến lắp ráp, đảm bảo tỷ lệ nội địa hóa hiện đạt hơn 40% (mục tiêu 84% vào năm 2026). Đồng thời, Vingroup phát triển hệ sinh thái dịch vụ số như Vinhomes Smart City ứng dụng AI trong quản lý tòa nhà, và VinCSS (tiên phong công nghệ FIDO tại ASEAN) trong lĩnh vực an ninh mạng. Về chiến lược công nghệ cao, Vingroup đầu tư mạnh vào pin lithium-ion (nhà máy tại Hà Tĩnh hợp tác với Gotion) và hợp tác chặt chẽ với nhiều tập đoàn công nghệ Quanta Computer Inc.hàng đầu thế giới để tích hợp các tính năng tiên tiến vào sản phẩm của mình như NVIDIA, BlackBerry, Erae AMS, Vector Informatik GmbH…

4. Thách thức trong chuyển đổi số và hình thành lực lượng sản xuất chất lượng mới tại Việt Nam

Mặc dù có nhiều tín hiệu tích cực, quá trình chuyển đổi số hướng tới lực lượng sản xuất chất lượng mới tại Việt Nam đang đối mặt với bốn thách thức lớn.

4.1. Thách thức về công nghệ và hạ tầng

Tính đến năm 2024, 82,3% hộ gia đình có kết nối internet và hơn 70.000 doanh nghiệp ứng dụng công nghệ số. Tuy nhiên, nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs), chưa có đủ nguồn lực để đầu tư vào các hệ thống số đồng bộ. Hạ tầng mạng viễn thông tại vùng sâu vùng xa còn hạn chế, ảnh hưởng đến khả năng thu thập dữ liệu thời gian thực. Bên cạnh đó, việc thiếu các tiêu chuẩn chung về dữ liệu và kết nối giữa các nền tảng làm giảm hiệu quả liên thông.

4.2. Thách thức về nhân lực số

Theo Báo cáo của TopDev (2024), giai đoạn 2023-2025, Việt Nam thiếu hụt từ 150.000 đến 200.000 lập trình viên/kỹ sư công nghệ thông tin hàng năm, đặc biệt trong các lĩnh vực AI, dữ liệu lớn và an ninh mạng. Trong khi đó, lực lượng lao động hiện tại của các ngành truyền thống (dệt may, chế biến thực phẩm, cơ khí,…) chưa được đào tạo lại kịp thời, dẫn đến tình trạng thiếu hụt lao động số.

4.3. Thách thức về tổ chức và văn hóa

Tổ chức và văn hóa là một trong những yếu tố then chốt thúc đẩy hoặc cản trở chuyển đổi số tại doanh nghiệp. Tâm lý ngại thay đổi, sợ rủi ro, tránh né trách nhiệm cùng với các quy định kiểm soát chặt chẽ, cơ chế ra quyết định chậm trễ, cùng cấu trúc tổ chức theo chiều dọc (hierarchical) tạo ra "sức ỳ" văn hóa, là những rào cản phổ biến trong các doanh nghiệp nhà nước và doanh nghiệp gia đình. Trong khi đó, chuyển đổi số đòi hỏi sự linh hoạt, phân quyền ra quyết định và văn hóa thử nghiệm sai (test-and-learn, fail-fast) để đổi mới sáng tạo.

4.4. Thách thức về an toàn, an ninh mạng và dữ liệu

Theo Báo cáo An ninh mạng Việt Nam 2025 của Hiệp hội An ninh mạng Quốc gia, 27,8% cơ quan, doanh nghiệp chưa triển khai bất kỳ tiêu chuẩn an ninh mạng nào, trong khi chỉ có khoảng 51,45% đơn vị đã tổ chức diễn tập an ninh mạng và xây dựng kịch bản ứng phó sự cố. Tỷ lệ doanh nghiệp đạt chứng nhận ISO 27001 còn hạn chế, tập trung chủ yếu ở các doanh nghiệp lớn tham gia Chương trình 1322, còn các doanh nghiệp vừa và nhỏ chiếm đa số (98%) vẫn thiếu nguồn lực để tuân thủ các tiêu chuẩn bảo mật quốc tế này.

Tình trạng lộ lọt dữ liệu cá nhân đạt mức báo động: chỉ trong 6 tháng đầu năm 2025 đã có hơn 110 triệu bản ghi dữ liệu bị rao bán trái phép, trong quý III/2025 có hơn 502 triệu bản ghi dữ liệu doanh nghiệp bị rò rỉ. Điển hình như vụ tấn công vào Trung tâm Thông tin Tín dụng Quốc gia (CIC) tháng 9/2025 làm lộ 160 triệu hồ sơ tín dụng.

5. Giải pháp và khuyến nghị chính sách

5.1. Hoàn thiện thể chế và chính sách hỗ trợ

Chính phủ cần tiếp tục hoàn thiện khung pháp lý cho kinh tế số, bao gồm hệ thống văn bản hướng dẫn Luật Giao dịch điện tử 2023 (Nghị định 194/2025/NĐ-CP về cơ sở dữ liệu quốc gia, Nghị định 23/2025/NĐ-CP về chữ ký điện tử), Luật Dữ liệu 2024 và các Nghị định hướng dẫn (165/2025/NĐ-CP, 278/2025/NĐ-CP), cũng như cơ chế thử nghiệm có kiểm soát theo Nghị định 94/2025/NĐ-CP cho các mô hình ngân hàng số, fintech.

Đồng thời, mở rộng các chương trình hỗ trợ chuyển đổi số cho doanh nghiệp nhỏ và vừa thông

qua ưu đãi thuế theo Nghị định 20/2026/NĐ-CP (miễn thuế TNDN 3 năm cho DNVVN mới), hỗ trợ 50% chi phí tư vấn và giải pháp số (tối đa 50 triệu/năm cho doanh nghiệp nhỏ, 100 triệu/năm cho doanh nghiệp vừa), và xây dựng các nền tảng số dùng chung (platform-as-a-service) theo mô hình ‹Make in Vietnam".

5.2. Phát triển nguồn nhân lực số

Thực hiện Nghị quyết số 71-NQ/TW (2025) về đột phá phát triển giáo dục và đào tạo, đẩy mạnh đào tạo các ngành STEM, ngoại ngữ và kỹ năng số và Quyết định số 1002/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt Đề án đào tạo nguồn nhân lực phục vụ phát triển công nghệ cao giai đoạn 2025 - 2035 và định hướng tới năm 2045.. Chiến lược nhân lực cần song song hai hướng: một là, đào tạo chuyên sâu – các trường đại học cần tăng chỉ tiêu ngành CNTT, AI, khoa học dữ liệu, gắn kết chặt chẽ với doanh nghiệp qua chương trình thực tập và đồng thiết kế chương trình đào tạo; hai là, đào tạo lại và nâng cao kỹ năng cho người lao động trong các ngành truyền thống thông qua các nền tảng học tập trực tuyến.

Triển khai chính sách thu hút, đãi ngộ và trọng dụng nhân tài, đặc biệt trí thức Việt Nam ở nước ngoài, biến nguồn nhân lực chất lượng cao thành lợi thế cạnh tranh quốc gia.

5.3. Xây dựng văn hóa số trong doanh nghiệp

Chuyển đổi số không chỉ là vấn đề công nghệ mà là sự thay đổi căn bản về văn hóa và tổ chức. Tại Việt Nam, rào cản lớn nhất không phải thiếu vốn hay công nghệ, mà là "sức ỳ" văn hóa. Để vượt qua, Lãnh đạo doanh nghiệp cần tiên phong và có những cam kết mạnh mẽ trong chuyển đổi số. Doanh nghiệp cần xây dựng văn hóa thử nghiệm (test-and-learn) và chấp nhận rủi ro có kiểm soát, cho phép các đội nhóm tự chủ đổi mới. Các tập đoàn công nghệ hàng đầu như FPT (áp dụng mô hình Agile/Squads-Tribes từ 2018) và Viettel (triển khai đơn vị sản phẩm số và startup nội bộ) đã chuyển đổi thành công từ cấu trúc phòng ban chức năng sang tổ chức linh hoạt – hình mẫu phù hợp để nhân rộng cho các doanh nghiệp lớn và vừa tại Việt Nam.

5.4. Tăng cường bảo đảm an toàn thông tin

Doanh nghiệp cần thực hiện đánh giá rủi ro định kỳ, triển khai giải pháp bảo mật đa lớp (tường lửa, mã hóa, quản lý danh tính và truy cập). Khuyến khích áp dụng tiêu chuẩn ISO 27000 trong việc quản lý an toàn thông tin.

Chính phủ cần tiếp tục tăng cường năng lực cho các trung tâm ứng cứu sự cố an ninh mạng cấp quốc gia (VNCERT/CC), cấp ngành và cấp vùng, đảm bảo phối hợp liên ngành hiệu quả..

6. Kết luận

Chuyển đổi số và hình thành lực lượng sản xuất chất lượng mới có mối quan hệ biện chứng, vừa là nguyên nhân vừa là kết quả của nhau trong bối cảnh phát triển kinh tế – xã hội Việt Nam hiện nay. Các bằng chứng từ Tập đoàn Vingroup, Tập đoàn FPT, Tập đoàn Viettel, Ngân hàng BIDV và nhiều doanh nghiệp khác cho thấy, việc áp dụng đồng bộ các công nghệ số không chỉ nâng cao năng suất và chất lượng mà còn tạo ra những mô hình kinh doanh mới, mang lại lợi thế cạnh tranh bền vững.

Tuy nhiên, để hiện thực hóa mục tiêu chuyển đổi số, cần có sự chung tay của ba bên: Chính phủ (hoàn thiện thể chế, đầu tư hạ tầng, hỗ trợ tài chính), Doanh nghiệp (mạnh dạn đầu tư, xây dựng văn hóa số, nâng cao kỹ năng cho người lao động) và Trường học (đổi mới chương trình đào tạo, gắn với thực tiễn). Đặc biệt, cần chú trọng đến nhóm doanh nghiệp vừa và nhỏ – chiếm 98% tổng số doanh nghiệp – thông qua các chương trình hỗ trợ có trọng tâm, trọng điểm.□

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Văn bản pháp luật và chính sách

1. *[1] Quốc hội (2023), Luật Giao dịch điện tử số 20/2023/QH15 ngày 21/6/2023, Công báo.*
2. *[2] Quốc hội (2024), Luật Dữ liệu số 60/2024/QH15 ngày 21/11/2024, Công báo.*
3. *[3] Ban Chấp hành Trung ương Đảng (2025), Nghị quyết số 71-NQ/TW ngày 18/7/2025 về đột phá phát triển giáo dục và đào tạo, Tạp chí Cộng sản, (8), tr. 1-15.*
4. *[4] Thủ tướng Chính phủ (2020), Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03/6/2020 phê duyệt Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030, Cổng thông tin điện tử Chính phủ.*
5. *[5] Thủ tướng Chính phủ (2025), Nghị định số 194/2025/NĐ-CP ngày 23/6/2025 về cơ sở dữ liệu quốc gia, cơ sở dữ liệu chuyên ngành và chia sẻ dữ liệu, Công báo.*
6. *[6] Thủ tướng Chính phủ (2025), Nghị định số 165/2025/NĐ-CP ngày 13/6/2025 quy định chi tiết một số điều của Luật Dữ liệu, Công báo.*

7. *[7] Thủ tướng Chính phủ (2023), Nghị định số 13/2023/NĐ-CP ngày 17/4/2023 về bảo vệ dữ liệu cá nhân, Công báo.*

Báo cáo, số liệu thống kê và nghiên cứu thị trường

8. *[8] Bộ Thông tin và Truyền thông (2025), Báo cáo tóm tắt Chuyển đổi số quốc gia năm 2024 (Báo cáo số 02/BC-BTTTT), Hà Nội.*
9. *[9] Trung tâm Đổi mới sáng tạo Quốc gia (NIC) (2025), Báo cáo đổi mới sáng tạo và đầu tư công nghệ Việt Nam 2024, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.*
10. *[10] TopDev (2024), Vietnam IT Market Report 2024-2025: Vietnam IT & Tech Talent Landscape, TP. Hồ Chí Minh.*
11. *[11] Hiệp hội An ninh mạng Quốc gia (VNISA) (2026), Báo cáo An ninh mạng Việt Nam 2025, Hà Nội.*

Tạp chí khoa học

12. *[12] Nguyễn Thế Phúc (2025), "Phát triển lực lượng sản xuất mới đáp ứng yêu cầu kỷ nguyên vươn mình của dân tộc: Thực trạng và giải pháp", Tạp chí Khoa học chính trị, (7), tr. 1-12.*
13. *[13] Nguyễn Văn Thủy (2025), "Vai trò của khoa học trong phát triển lực lượng sản xuất mới ở Việt Nam hiện nay", Tạp chí Quản lý nhà nước, https://www.quanlynhanuoc.vn (truy cập ngày 15/4/2026).*
14. *[14] Lê Thị Hậu, Tô Trung Thành (2024), "Tác động của chuyển đổi số đến năng suất lao động của doanh nghiệp Việt Nam", Tạp chí Kinh tế và Phát triển, (Số Đặc biệt), tr. 13-22.*
15. *[15] Shu H., Li C. (2026), "Artificial Intelligence Empowering New Quality Productive Forces of Enterprises: A Perspective on Supply Chain Resilience", Sustainability, 18(4), 2062.*
16. *[16] Fang X., Liu M. (2024), "How does the digital transformation drive digital technology innovation of enterprises? Evidence from enterprise's digital patents", Technological Forecasting and Social Change, 204, 123428.*
17. *[17] Li L., Su F., Zhang W., Mao J., Cao Y. (2018), "Digital Transformation by SME Entrepreneurs: A Capability Perspective", Information Systems Journal, 28(6), tr. 1129-1157.*

Báo chí và nguồn điện tử

18. *[18] Tổng Bí thư Tô Lâm (2025), "Phát biểu khai mạc Diễn đàn Quốc gia Phát triển doanh nghiệp công nghệ số Việt Nam lần thứ VI", Bộ Khoa học và Công nghệ, ngày 16/01/2025.*
19. *[19] Bộ Khoa học và Công nghệ (2025), "Chuyển đổi số ở doanh nghiệp Việt: Khoảng cách lớn giữa kỳ vọng và thực tiễn", Cổng thông tin Bộ KH&CN, ngày 20/10/2025.*
20. *[20] Báo Chính phủ (2023), "Thách thức chuyển đổi số đối với doanh nghiệp Nhà nước", Báo điện tử Chính phủ, ngày 26/7/2023.*



TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN MỚI VỀ CHẤT LƯỢNG TRONG HÓA PHÂN TÍCH CỦA EURACHEM – PHIÊN BẢN THỨ 4 (2026)

► *Xuân Vũ*

1. Hướng dẫn mới về Chất lượng trong Hóa phân tích – Phiên bản 4 (2026)

Tài liệu Hướng dẫn mới về chất lượng trong hóa phân tích, do Eurachem và CITAC xuất bản vừa được ra mắt vào ngày 6 tháng 2 năm 2026. Đây là phiên bản thứ 4 của tài liệu Hướng dẫn này. Phiên bản này là bản sửa đổi của phiên bản thứ 3 của CITAC/Eurachem được xuất bản vào năm 2016.

Đây là tài liệu hướng dẫn được sử dụng rộng rãi trong các phòng thí nghiệm, trong đó đưa ra những hướng dẫn mang tính thực hành tốt cho hoạt động phân tích, gồm cả phân tích định tính và định lượng,

Mặc dù Hướng dẫn mang tiêu đề 'Hướng dẫn về Chất lượng trong Hóa Phân tích', tuy vậy Hướng dẫn này cũng có thể sử dụng trong các ngành khác ngoài hóa học. Có một lưu ý là Eurachem cũng có xuất bản một Hướng dẫn dành riêng cho các phòng thí nghiệm vi sinh.

2. Những điểm mới trong phiên bản thứ 4

Đây là phiên bản sửa đổi mang tính toàn diện cập nhật để phản ánh những thay đổi được nêu trong tiêu chuẩn ISO/IEC 17025:2017.

Việc sửa đổi được thực hiện bởi các chuyên gia am hiểu trong lĩnh vực này của Eurachem, do vậy Hướng dẫn đi khá sâu về mặt kỹ thuật. Tài liệu này có thể được sử dụng để thực hành tại phòng thí nghiệm hoặc phục vụ cho công tác đào tạo,

3. Các đối tượng có thể sử dụng Tài liệu này ?

Nội dung nêu trong Hướng dẫn này mặc dù định hướng theo yêu cầu của ISO/IEC 17025, nhưng cũng phù hợp cho các đối tượng sau::

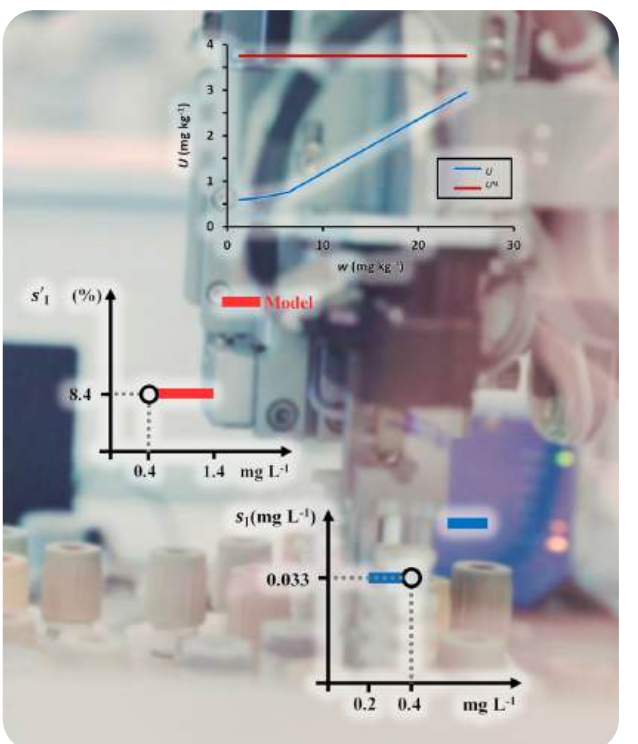
- Các phòng thí nghiệm dự định xin công nhận theo ISO 15189
- Các tổ chức hoạt động tuân thủ theo Nguyên tắc Thực hành tốt Phòng thí nghiệm (GLP)
- Các phòng thí nghiệm đang thiết lập hệ thống quản lý chất lượng nhưng dự định không xin đăng ký công nhận
- Các chuyên gia tham gia đào tạo trong lĩnh vực hóa phân tích và đảm bảo chất lượng

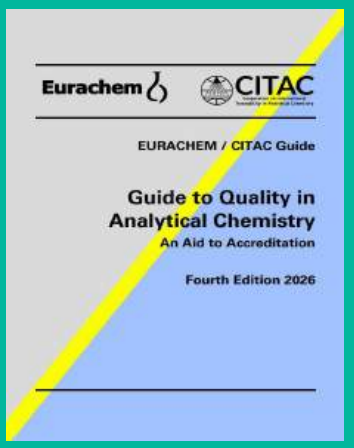
4. Tại sao lại có tài liệu chung Eurachem và CITAC

Hướng dẫn chung giữa Eurachem và CITAC xuất phát từ nhu cầu thống nhất các tiêu chuẩn đo lường và chất lượng hóa học trên phạm vi toàn cầu.

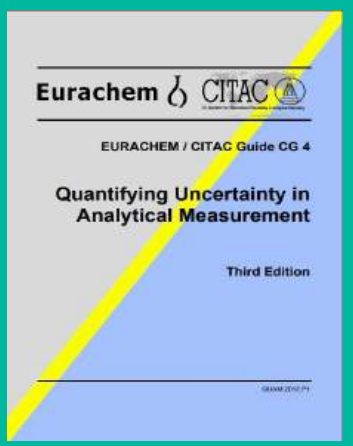
Các hướng dẫn này được xây dựng nhằm giải quyết những thách thức đặc thù trong lĩnh vực hóa phân tích do tiêu chuẩn chung ISO/IEC 17025 đôi khi không nêu chi tiết cách thức thực hiện.

Mục đích của việc xây dựng các tài liệu này nhằm:

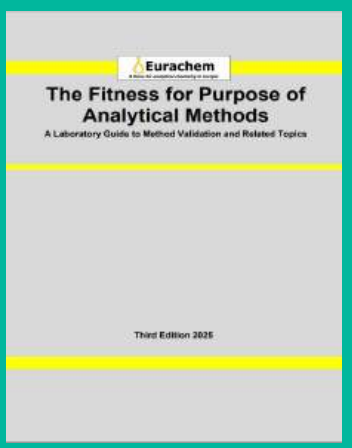




Tài liệu Eurachem Hướng dẫn chất lượng hóa phân tích Phiên bản 4, 2026.
Có thể download theo link sau: https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/Eurachem_CITAC_QAC_2026_EN.pdf



Tài liệu Eurachem Hướng dẫn xác định độ không đảm bảo đo trong phép đo phân tích, Phiên bản 3, 2012.
Có thể download theo link sau: https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012_P1.pdf



Tài liệu Eurachem 2025 Hướng dẫn xác nhận giá trị sử dụng của phương pháp, Phiên bản 3, 2025.
Có thể download theo link sau: https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV_guide_3rd_ed_V1_EN.pdf

Thống nhất cách hiểu: Diễn giải các yêu cầu của tiêu chuẩn chất lượng (như ISO/IEC 17025) thành các bước thực hành cụ thể cho phòng thí nghiệm.

Đảm bảo tính so sánh: Đảm bảo kết quả phân tích tại các quốc gia khác nhau hoặc thời điểm khác nhau đều có thể so sánh được với nhau, nhằm hỗ trợ thương mại quốc tế và bảo vệ người tiêu dùng.

Lượng hóa sai số: Cung cấp phương pháp luận chuẩn để tính toán độ không đảm bảo đo (Measurement Uncertainty) và xác nhận giá trị sử dụng (Method Validation) — những yếu tố then chốt để chứng minh năng lực kỹ thuật của phòng thử nghiệm.

Tránh chồng chéo: Sự hợp tác giúp tối ưu hóa nguồn lực từ các chuyên gia hàng đầu châu Âu (Eurachem) và thế giới (CITAC), tạo ra các bộ tài liệu uy tín nhất thay vì nhiều hướng dẫn riêng lẻ gây nhiễu

5. Eurachem và CITAC là ai?

- Eurachem:

Eurachem là mạng lưới các tổ chức tại châu Âu, tập trung vào việc thiết lập hệ thống đảm bảo chất lượng, độ tin cậy và sự liên kết chuẩn quốc tế cho các phép đo hóa phân tích. Eurachem cung cấp các hướng dẫn kỹ thuật miễn phí (như xác nhận giá trị sử dụng của phương pháp, độ không đảm bảo đo v.v), tổ chức các hội thảo và hoạt động đào tạo để hỗ trợ các phòng thí nghiệm và tổ chức công nhận

- CITAC (Cooperation on International Traceability in Analytical Chemistry) là tổ chức hợp tác về Liên kết chuẩn Quốc tế trong Hóa phân tích

CITAC là một tổ chức quốc tế chuyên cải thiện khả năng truy xuất nguồn gốc và so sánh các phép đo hóa phân tích trên toàn thế giới. Tổ chức này đóng vai trò cầu nối giữa các phòng thí nghiệm, cơ quan quản lý và viện đo lường bằng cách cung cấp các hướng dẫn, hội thảo và đào tạo kỹ thuật về xác nhận giá trị sử dụng của phương pháp và độ không đảm bảo của phép đo.

Sứ mệnh CITAC là thúc đẩy và cải thiện khả năng truy xuất nguồn gốc trong các phép đo hóa trên toàn cầu.

6. Một số tài liệu đáng lưu ý khác của Eurachem và CITAC

Một số tài liệu khác của Eurachem và CITAC hoàn toàn miễn phí cũng rất hữu ích cho các phòng thí nghiệm lĩnh vực hóa tham khảo như sau:

- Eurachem/CITAC: Hướng dẫn xác định độ không đảm bảo đo trong phép đo phân tích, Phiên bản 3, 2012 (EURACHEM/CITAC Guide Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement Third Edition, 2012)
- Eurachem – Sự phù hợp với mục đích của các phương pháp phân tích – Hướng dẫn xác nhận giá trị sử dụng của phương pháp và các chủ đề liên quan, Phiên bản lần 3, 2025 (Eurachem - The Fitness for Purpose of Analytical Methods- A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics, Third edition, 2025)

Đây là những tài liệu thảm khảo rất tốt cho các phòng thí nghiệm, chuyên gia đánh giá, cán bộ đào tạo và các chuyên gia về chất lượng.

BỨC TRANH CÔNG NGHỆ PHÂN TÍCH TẠI ANALYTICA HANOI 2026:

ĐỘNG LỰC NÂNG CAO NĂNG LỰC THỬ NGHIỆM TRONG KỶ NGUYÊN SỐ VÀ HỘI NHẬP









Triển lãm quốc tế analytica Hanoi 2026 tiếp tục khẳng định vai trò là sự kiện hàng đầu trong lĩnh vực công nghệ phân tích, thí nghiệm và công nghệ sinh học tại Việt Nam. Với sự tham gia của nhiều doanh nghiệp trong và ngoài nước, triển lãm không chỉ là nơi giới thiệu thiết bị, hóa chất và giải pháp mới, mà còn phản ánh rõ nét xu hướng phát triển của ngành thử nghiệm trong bối cảnh chuyển đổi số và hội nhập quốc tế ngày càng sâu rộng.

Theo danh sách đơn vị trưng bày do Ban tổ chức công bố, analytica Hanoi 2026 quy tụ hàng loạt thương hiệu lớn như Anton Paar, Merck, FOSS, LECO, HACH cùng nhiều doanh nghiệp trong nước như Kimteco, HTI, LMS, Việt Anh, Hà Phan… tạo nên một hệ sinh thái đa dạng từ thiết bị phân tích, hóa chất, vật tư tiêu hao đến các giải pháp tích hợp phòng thí nghiệm.

Thiết bị phân tích chính xác cao: Nền tảng của hệ thống thử nghiệm hiện đại

Một trong những điểm nổi bật tại triển lãm là sự hiện diện của các doanh nghiệp cung cấp thiết bị phân tích có độ chính xác cao, tiêu biểu như Anton Paar và LECO. Đây là những thương hiệu đã định hình chuẩn mực toàn cầu trong lĩnh vực đo lường và phân tích vật lý – hóa học.

Các thiết bị thế hệ mới được giới thiệu tại triển lãm cho thấy xu hướng rõ rệt: nâng cao độ chính xác, giảm thiểu sai số và tăng khả năng tự động hóa. Từ các hệ thống đo mật độ, độ nhớt, đến thiết bị phân tích nguyên tố như carbon, nitrogen, oxygen… đều được cải tiến theo hướng rút ngắn thời gian phân tích, đồng thời nâng cao độ lặp lại của kết quả.

Đáng chú ý, nhiều thiết bị hiện nay đã tích hợp trí tuệ nhân tạo và thuật toán xử lý dữ liệu, cho phép

tự động hiệu chuẩn, cảnh báo sai lệch và tối ưu hóa quy trình vận hành. Điều này đặc biệt quan trọng trong bối cảnh các phòng thí nghiệm phải đáp ứng các yêu cầu nghiêm ngặt của tiêu chuẩn quốc tế như ISO/IEC 17025.

Hóa chất và vật tư tiêu hao: Bảo đảm độ tin cậy của kết quả phân tích

Song song với thiết bị, hóa chất và vật tư tiêu hao tiếp tục đóng vai trò then chốt trong đảm bảo chất lượng thử nghiệm. Sự tham gia của các tập đoàn như Merck cho thấy xu hướng phát triển các dòng hóa chất chuẩn phân tích cao, dung dịch chuẩn và kit kiểm nghiệm nhanh.

Các giải pháp hóa chất hiện đại không chỉ dừng ở việc cung cấp sản phẩm mà còn đi kèm với quy trình và phương pháp thử nghiệm chuẩn hóa. Điều này giúp các phòng thí nghiệm nâng cao tính nhất quán và khả năng so sánh kết quả giữa các đơn vị.

Một điểm đáng chú ý là xu hướng "xanh hóa" phòng thí nghiệm (Green Lab) đang được các doanh nghiệp thúc đẩy mạnh mẽ. Các hóa chất thân thiện môi trường, giảm độc hại và tiết kiệm tài nguyên ngày càng được ưu tiên phát triển, phù hợp với định hướng phát triển bền vững.

Phân tích nhanh và trực tuyến: Xu hướng tất yếu trong sản xuất hiện đại

Một xu hướng nổi bật khác là sự phát triển của các công nghệ phân tích nhanh, tiêu biểu là quang phổ cận hồng ngoại (NIR) của FOSS. Các hệ thống này cho phép phân tích mẫu gần như tức thời, không phá hủy mẫu, giúp kiểm soát chất lượng theo thời gian thực.

Đáng chú ý, thiết bị phân tích không còn chỉ nằm trong phòng thí nghiệm mà đã được tích hợp trực tiếp vào dây chuyền sản xuất. Điều này giúp doanh nghiệp phát hiện sai lệch ngay từ đầu, giảm thiểu rủi ro và tối ưu hóa chi phí.

Các thiết bị này cho phép phân tích mẫu gần như tức thời, không cần xử lý phức tạp, từ đó hỗ trợ kiểm soát chất lượng theo thời gian thực.

Không chỉ dừng lại trong phòng thí nghiệm, các hệ thống phân tích hiện đại còn được tích hợp trực tiếp vào dây chuyền sản xuất, giúp doanh nghiệp phát hiện sai lệch ngay từ đầu và giảm thiểu rủi ro.

Xu hướng này đặc biệt phù hợp với các ngành như thực phẩm, nông nghiệp và thủy sản – nơi yêu cầu kiểm soát chất lượng liên tục và minh bạch trong toàn bộ chuỗi cung ứng các ngành như: sữa, thức ăn chăn nuôi, ngũ cốc, thực phẩm, phòng thí nghiệm…



Anton Paar phát triển, sản xuất và phân phối các thiết bị thí nghiệm và hệ thống đo lường quy trình chính xác cao, và cung cấp giải pháp tự động hóa và robot được tùy chỉnh.

Đây là một giải pháp hoàn chỉnh hỗ trợ tất cả các khía cạnh của hoạt động phân tích từ phát triển đường chuẩn đến đo lường và tích hợp dữ liệu.

Giải pháp phân tích môi trường: Đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững

Trong bối cảnh yêu cầu bảo vệ môi trường ngày càng cao, các giải pháp phân tích nước và môi trường của HACH và các doanh nghiệp khác nhận được nhiều sự quan tâm.

Các thiết bị đo nhanh, hệ thống quan trắc tự động và phần mềm quản lý dữ liệu cho phép theo dõi chất lượng môi trường theo thời gian thực, hỗ trợ cơ quan quản lý và doanh nghiệp trong việc kiểm soát ô nhiễm.

Đặc biệt, khả năng tích hợp dữ liệu và cảnh báo sớm giúp nâng cao hiệu quả quản lý môi trường, góp phần thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững.

Doanh nghiệp trong nước từng bước làm chủ công nghệ và thị trường

Bên cạnh các tập đoàn quốc tế, sự tham gia của các doanh nghiệp trong nước như Kimteco, HTI, LMS, Việt Anh, Hà Phan… cho thấy sự trưởng thành của ngành thiết bị và giải pháp phòng thí nghiệm tại Việt Nam.

Các doanh nghiệp này không chỉ dừng ở vai trò phân phối mà đang từng bước phát triển năng lực tư vấn, tích hợp hệ thống và cung cấp giải pháp tổng thể. Một số đơn vị đã chú trọng đào tạo nhân lực, chuyển giao công nghệ và hỗ trợ vận hành, góp phần nâng cao năng lực cho các phòng thí nghiệm trong nước.

Sự kết hợp giữa doanh nghiệp trong nước và quốc tế tạo nên hệ sinh thái đa dạng, giúp thị trường Việt Nam tiếp cận nhanh hơn với các công nghệ tiên tiến.

Chuyển đổi số phòng thí nghiệm: Từ xu hướng đến yêu cầu bắt buộc

Một điểm nhấn quan trọng tại analytica Hanoi 2026 là xu hướng chuyển đổi số trong phòng thí nghiệm. Các giải pháp LIMS, kết nối thiết bị và quản lý dữ liệu đang trở thành yếu tố không thể thiếu.

Việc số hóa dữ liệu không chỉ giúp nâng cao hiệu quả quản lý mà còn đảm bảo tính toàn vẹn và truy xuất nguồn gốc – yêu cầu bắt buộc trong nhiều lĩnh vực như dược phẩm, thực phẩm và môi trường.

Ngoài ra, các công nghệ mới như điện toán đám mây, trí tuệ nhân tạo và Internet vạn vật (IoT) đang từng bước được ứng dụng trong phòng thí nghiệm, mở ra khả năng vận hành thông minh và tối ưu hóa nguồn lực.

Vai trò của analytica Hanoi 2026 trong hệ sinh thái thử nghiệm

Không chỉ là một triển lãm thương mại, analytica Hanoi 2026 còn đóng vai trò là diễn đàn kết nối giữa doanh nghiệp, nhà khoa học và cơ quan quản lý.

Thông qua các hoạt động trưng bày, hội thảo và trình diễn công nghệ, sự kiện góp phần lan tỏa tri thức, cập nhật xu hướng và thúc đẩy hợp tác trong lĩnh vực phân tích và thử nghiệm.

Đây cũng là cơ hội để các phòng thí nghiệm tại Việt Nam tiếp cận công nghệ mới, nâng cao năng lực và đáp ứng các yêu cầu ngày càng khắt khe của thị trường trong nước và quốc tế.

Bức tranh công nghệ phân tích tại analytica Hanoi 2026 cho thấy một xu hướng rõ rệt: chuyển từ phân tích truyền thống sang phân tích nhanh, tự động hóa và số hóa toàn diện.

Sự hội tụ của các doanh nghiệp hàng đầu cùng các giải pháp công nghệ tiên tiến không chỉ góp phần nâng cao năng lực thử nghiệm mà còn tạo động lực thúc đẩy đổi mới sáng tạo trong nhiều lĩnh vực.

Trong bối cảnh Việt Nam đẩy mạnh hội nhập và phát triển bền vững, việc nâng cao năng lực phân tích – thử nghiệm không chỉ là yêu cầu kỹ thuật mà còn là yếu tố chiến lược, góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh của nền kinh tế.

Triển lãm analytica Hanoi 2026 vì vậy không chỉ là nơi giới thiệu công nghệ, mà còn là "bức tranh thu nhỏ" phản ánh tương lai của ngành thử nghiệm tại Việt Nam – hiện đại, kết nối và hội nhập.

V.H

THỬ NGHIỆM ĐỘ DAI PHÁ HỦY VẬT LIỆU CTOD

► **Phan Văn Út**
Trung tâm Kỹ thuật TC ĐL CL 3
ut.pv@quatest3.com.vn

1. Giới thiệu

Hầu hết các thử nghiệm cơ tính truyền thống chỉ tập trung vào những đặc tính tĩnh của vật liệu như độ bền kéo, giới hạn chảy, độ giãn dài… Những chỉ tiêu thử truyền thống theo các tiêu chuẩn này chỉ cho biết vật liệu hoạt động như thế nào trong điều kiện hoàn hảo.

Nhưng thực tế có những đặc tính này mà chưa nói ra: *Vật liệu trong thực tế có khiếm khuyết như các vết nứt nhỏ, những tạp chất, những sai lỗi hàn. Dưới tác động của ứng suất, những khuyết tật này có thể sẽ lớn dần dẫn đến hư hỏng cấu trúc.*

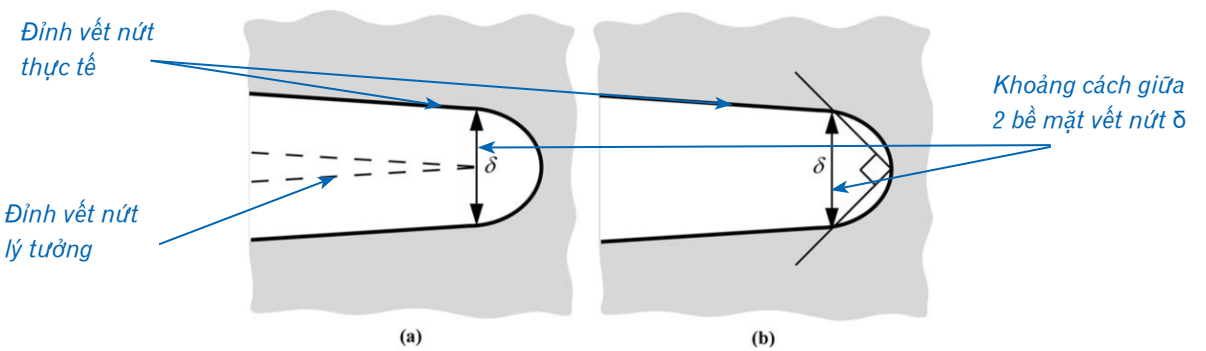
Thử nghiệm truyền thống cho biết vật liệu hoàn hảo bền đến mức nào; còn thử nghiệm CTOD cho biết vật liệu không hoàn hảo sẽ hoạt động như thế nào khi có sự cố xảy ra. CTOD sẽ làm rõ sự khác biệt giữa một vết nứt ngừng phát triển và một vết nứt sẽ xé toạc toàn bộ cấu trúc.

CTOD là viết tắt của **Crack-Tip Opening Displacement**, tạm dịch là **độ mở rộng khe hở đầu vết nứt**, thực chất là biến dạng tổng (biến dạng đàn hồi + biến dạng dẻo) ở vị trí gần đỉnh vết nứt ban đầu. Như vậy, thử nghiệm CTOD sử dụng mẫu có sẵn vết nứt, tác dụng tải thử và đo chính xác độ mở rộng của vết nứt trước khi vật liệu bị phá hủy.

Về nguyên tắc, mẫu thử CTOD khi chịu tải phải trải qua các giai đoạn sau:

1. Giai đoạn đàn hồi: Vật liệu và vết nứt biến dạng đàn hồi, nghĩa là khe hở rãnh cắt và khe hở đầu vết nứt trở về giá trị ban đầu khi bỏ tải trọng ngoài;
2. Giai đoạn biến dạng dẻo: Vật liệu và vết nứt bắt đầu biến dạng dẻo, nghĩa là không trở về trạng thái ban đầu khi bỏ tải trọng ngoài;
3. Giai đoạn tới hạn: Điểm mà vết nứt trở nên không ổn định;
4. Giai đoạn gãy vỡ: Mẫu bị phá hủy.

Giá trị CTOD δ được định nghĩa là khoảng cách giữa hai mặt đối diện của đầu vết nứt, trong đó 2 cách đo phổ biến nhất được thể hiện như trên Hình 1. Giá trị CTOD càng cao nghĩa là khả năng chống lại sự phát triển vết nứt của vật liệu càng tốt.



Hình 1: Các cách định nghĩa khác nhau của giá trị CTOD

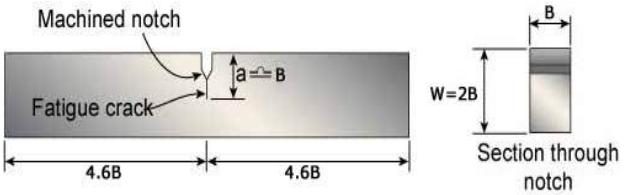
Thử nghiệm CTOD là một phép thử phức tạp, có những yêu cầu nghiêm ngặt về thiết bị, điều kiện thử cũng như chuẩn bị mẫu thử nghiệm.

2. Quy trình thử nghiệm CTOD

Gồm những bước chính như sau:

2.1. Gia công mẫu

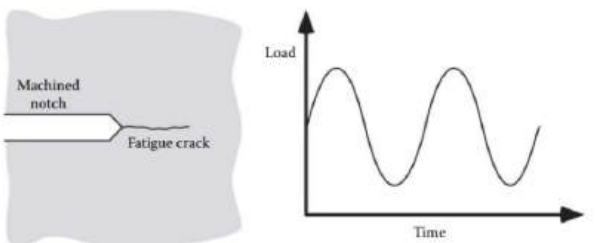
Cắt phôi và gia công mẫu thử, thường là mẫu uốn 3 điểm – SENB (hình 2) có rãnh khía (notch) tạo bằng máy theo đúng kích thước và tỷ lệ tiêu chuẩn. Rãnh khía có thể được tạo ra bằng máy công cụ hoặc gia công tia lửa điện (EDM).



Hình 2. Mẫu CTOD mặt cắt ngang chữ nhật

2.2. Tạo vết nứt ban đầu do mỏi (Fatigue Pre-cracking)

Sử dụng máy thử mỏi thiết lập tải trọng chu kỳ (cyclic loading) để tạo ra một vết nứt tự nhiên, sắc nhọn, phát triển từ đáy rãnh khía gia công như Hình 3.

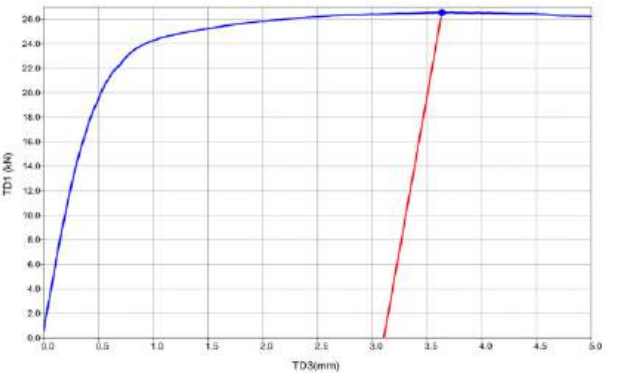


Hình 3: Tạo vết nứt mỏi trên mẫu thử. Vết nứt mỏi được tạo ra ở đầu rãnh (gia công cơ) bằng cách sử dụng tải trọng chu kỳ (mỏi).

2.3. Tiến hành thử nghiệm - thử bẻ gãy

Tiến hành gia tải tĩnh (thường là uốn 3 điểm) với tốc độ được quy định, được kiểm soát chặt chẽ. Hệ thống phần mềm sẽ ghi lại liên tục biểu đồ tương quan giữa lực tác dụng (P) và độ mở miệng rãnh khía (CMOD) - hình 4.



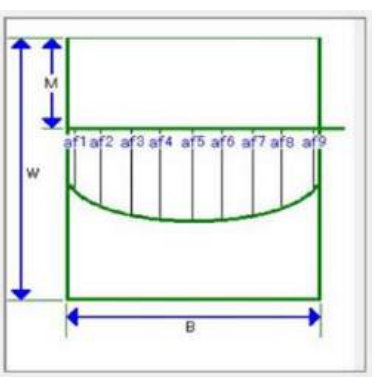


Hình 4: Minh họa cách lắp đặt và biểu đồ tương quan P-CMOD

2.4. Đo chiều sâu vết nứt thực tế (Post-test Measurement)

Sau khi thử xong, nếu mẫu chưa gãy rời, tiếp tục bẻ gãy hoàn toàn mẫu. Quan sát mặt gãy dưới kính hiển vi hoặc dụng cụ chuyên dụng để đo chính xác chiều sâu vết nứt mỏi ban đầu tại nhiều điểm theo quy định (Hình 5).





Hình 5: Sơ đồ đo vết nứt trên mặt gãy để xác nhận giá trị phép thử

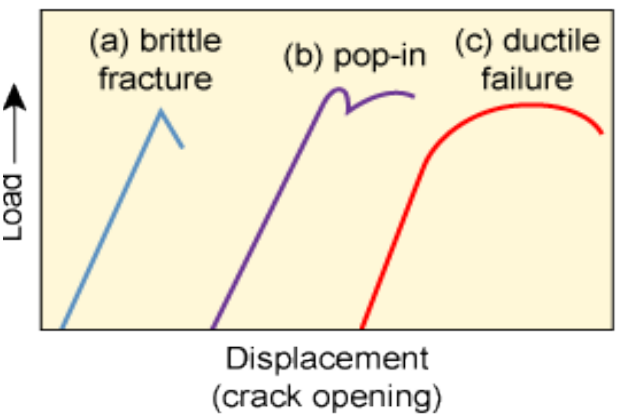
2.5. Tính toán kết quả

Dựa vào đặc tính của biểu đồ P-CMOD, kích thước mẫu đo thực tế và chiều sâu vết nứt, sử dụng các công thức toán học trong tiêu chuẩn để tính toán ra giá trị CTOD.

Trong quá trình thử nghiệm, dữ liệu được ghi lại tự động trên biểu đồ tải trọng P theo chuyển vị CMOD. Hình 6 minh họa các hình dạng đường cong khác nhau có thể được tạo ra trong đó:

1. Thử nghiệm trong đó mẫu thử bị gãy theo kiểu giòn với rất ít hoặc không có biến dạng dẻo;
2. Thể hiện hiện tượng "nứt đột ngột" (pop-in).

Nghĩa là vết nứt giòn xuất hiện nhưng chỉ lan truyền một khoảng ngắn trước khi bị chặn lại trong vật liệu cứng hơn - điều này có thể xảy ra nhiều lần và tạo ra đường cong có dạng răng cưa hoặc vật liệu sau một lần nứt đột ngột tiếp tục biến dạng kiểu dẻo cho đến khi gãy, tương tự như trong (c), cho thấy hành vi hoàn toàn dẻo.



Hình 6: Đường cong tải trọng theo độ dịch chuyển khe nứt thể hiện ba kiểu hành vi gãy mỡ

Trong quá trình thử nghiệm mẫu thử quy trình hàn, vị trí của vết cắt trong vùng ảnh hưởng nhiệt *(heat affected zone - HAZ)* của mối hàn hoặc trong kim loại cơ bản rất quan trọng, vì vết nứt mỏi nằm sai vị trí sẽ không đại diện cho vùng cần quan tâm và làm cho việc thử nghiệm trở thành không hợp lệ. Để chắc chắn rằng đầu vết nứt nằm chính xác trong vùng quan tâm, mẫu cần được đánh bóng và tẩm thực *(etching)*, sau đó kiểm tra cấu trúc kim loại bằng kính hiển vi kim tương *(metallographic microscope)* trước khi gia công rãnh cắt và tạo vết nứt mỏi. Việc kiểm tra cũng có thể được thực hiện sau khi bẻ gãy để xác nhận lại tính hợp lệ của kết quả thử nghiệm.

Sau khi mẫu được bẻ gãy, bề mặt gãy được kiểm tra để đảm bảo rằng vết nứt mỏi có mặt trước tương đối thẳng. Các ứng suất dư có trong mối hàn [13] có thể làm cho mặt trước của vết nứt mỏi không đều - nếu điều này không kiểm soát tốt, thử nghiệm có thể không hợp lệ. Đáng tiếc là các nguyên nhân gây ra lỗi thử nghiệm này chỉ có thể được xác định sau khi thử nghiệm hoàn tất và bề mặt vết nứt được kiểm tra.

Trong thử nghiệm CTOD, các dữ liệu cần được thu thập phải có cả những dữ liệu của phép thử nghiệm kéo tĩnh. Báo cáo thử nghiệm CTOD có thể bao gồm các thông số K, J và giá trị CTOD (δ). Công thức tính toán các giá trị này khá phức tạp, phụ thuộc vào loại mẫu, loại tải trọng tác dụng cũng như đặc trưng chống lại sự hình thành và bắt đầu lan rộng của vết nứt của vật liệu. Chi tiết về cách tính toán cũng như đánh giá tính hợp lệ của phép thử được trình bày chi tiết ở các tiêu chuẩn về phương pháp thử nghiệm áp dụng.

3. Phương pháp thử CTOD

Hiện nay, các tiêu chuẩn phương pháp thử CTOD thường được sử dụng là:

1. BS 7448 Parts 1-4: *Fracture Mechanics Toughness Tests* - Thử nghiệm độ dai gãy, chủ yếu áp dụng cho thép kết cấu trong đó tập trung vào thử nghiệm mối hàn.
2. ASTM E1820: *Standard Test Method for Measurement of Fracture Toughness* - Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn đo độ dai gãy, áp dụng cho nhiều loại vật liệu, nhiều dạng mẫu thử và các quy định về xác nhận thống kê
3. ISO 12135: *Metallic Materials - Unified Method for Fracture Toughness Testing* - Vật liệu kim loại - Phương pháp thống nhất để thử nghiệm độ dai gãy, chủ yếu áp dụng cho đánh giá chất lượng vật liệu trong các ứng dụng quan trọng.

4. Trung tâm kỹ thuật 3 và thử nghiệm CTOD

Hiện nay Trung tâm Kỹ thuật 3 là một trong những đơn vị đầu tiên của Việt Nam trong việc cung cấp đầy đủ dịch vụ thử nghiệm CTOD từ việc chuẩn bị mẫu đến việc đánh giá cấu trúc tế vi trước và sau khi thử, đặt biệt khi cần đánh giá phạm vi hạt thô trong vùng ảnh hưởng nhiệt GCHAZ *(Grain coarsened heat affected zone).*

Trung tâm có thể thử nghiệm CTOD cho vật liệu kim loại và mối hàn với chiều dày lên đến 110mm tại nhiệt độ trong khoảng từ -70°C đến nhiệt độ phòng và tại nhiệt độ -196°C. Phép thử CTOD này đã được công nhận phù hợp với tiêu chuẩn ISO/IEC

17025:2017 với mã số VILAS 004 và đã đáp ứng các yêu cầu khắt khe của các chủ đầu tư cũng như các đơn vị tư vấn giám sát là các tổ chức đăng kiểm nổi tiếng thế giới như Lloyd's Register (LR - Anh), Det Norske Veritas (DNV – Na Uy), Bureau Veritas (BV - Pháp)….

Trong thời gian qua, Trung tâm Kỹ thuật 3 đã cung cấp dịch vụ thử nghiệm CTOD cho các dự án xây lắp ngành dầu khí, điện gió mà Việt Nam có tham gia như SHWE Gas Project, Block B Gas Project, Gallaf 3 Project, Sư tử Trắng giai đoạn 2B, dự án mỏ Thiên Nga - Hải Âu, dự án mỏ Đại Hùng Nam, dự án đường ống dẫn khí Ô môn – Lô B… .



Hình 8. Rãnh cắt tại tâm mối hàn



Hình 9. Bề mặt phá hủy của mẫu sau khi thử CTOD

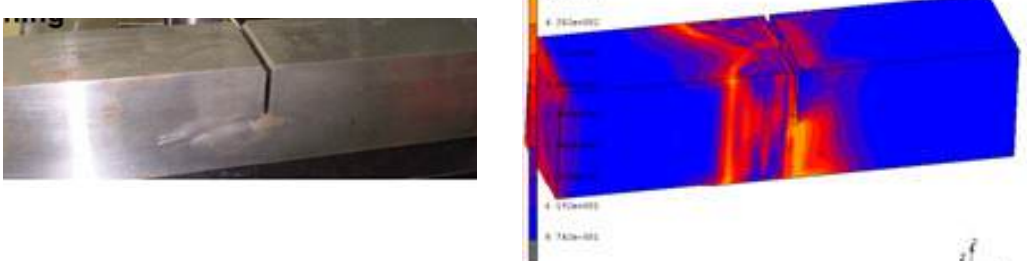
Hình 8 và 9 là hình ảnh thử nghiệm CTOD loại SE(B) mẫu quy trình hàn dày 80mm ở nhiệt độ -20°C với hướng cắt rãnh là chính giữa tâm mối hàn tại Trung tâm Kỹ thuật 3.

Trong Hình 9 thể hiện mặt gãy mẫu thử đã được thực hiện. Bề mặt vết nứt mỏi phẳng, nhẵn và vết nứt phát triển theo hình "cánh cung" liên tục, không bị gãy khúc trên suốt biên dạng là bằng chứng trực quan về sự hợp lệ của quá trình tạo vết nứt mỏi ban đầu cũng như toàn bộ quá trình thử nghiệm CTOD.

Trong quá trình nghiên cứu triển khai phép thử CTOD, một trong những khó khăn mà Trung tâm Kỹ thuật 3 đã tốn khá nhiều thời gian và phải trải qua không ít lần thất bại là quá trình tạo vết nứt mỏi ban đầu.

Kinh nghiệm thực tế cho thấy nếu không xử lí được ứng suất dư thì không thể tạo được vết nứt mỏi cho vị trí mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt phù hợp quy định. Hiện nay, Trung tâm Kỹ thuật 3 tạo vết nứt mỏi (và cả thử bẻ gãy CTOD) trên máy Shimadzu Servopulser 300 kN/ 450 kN với phần mềm chuyên dụng của hãng Shimadzu, có thể tạo vết nứt mỏi với chiều dài vết nứt tùy chọn. Hệ thống sẽ tự động dừng khi vết nứt mỏi đạt đến giá trị quy định.

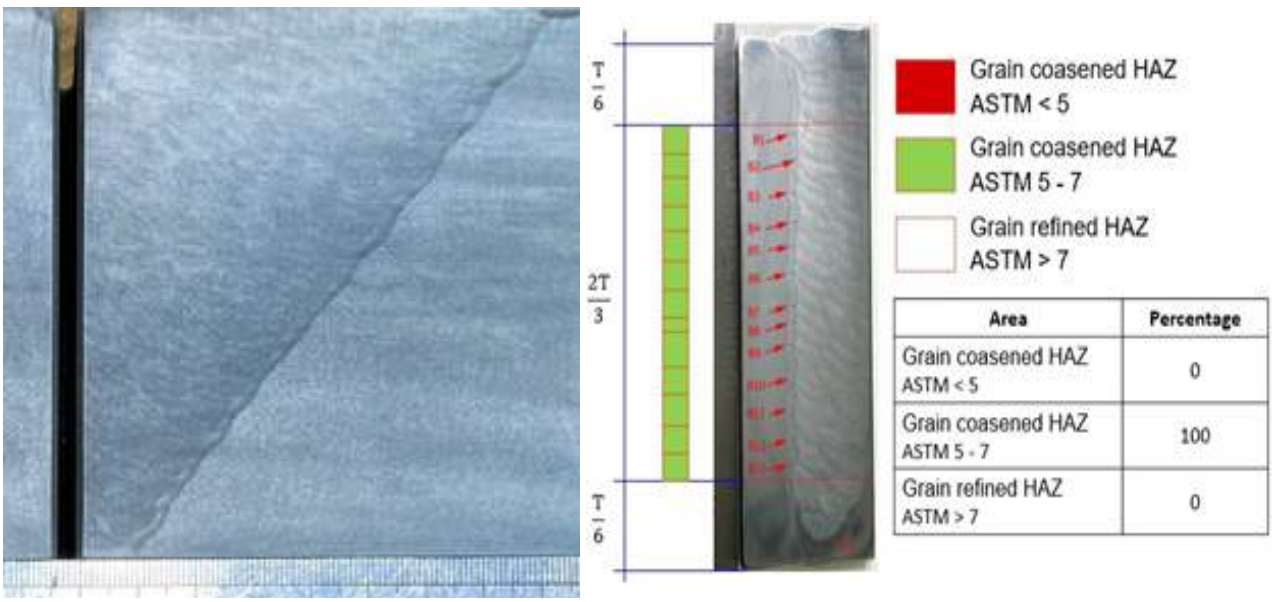
Ngoài ra, phần mềm tiên tiến này còn cho phép điều khiển quá trình theo hệ số cường độ ứng suất trong quá trình tạo vết nứt mỏi. Điều này thực sự hữu ích vì mối quan hệ phi tuyến giữa chiều dài vết nứt mỏi và hệ số cường độ ứng suất.



Hình 10: Mẫu thử với rãnh cắt tại vùng HAZ và sự phân bố ứng suất xung quanh mối hàn

Bên cạnh thách thức về lĩnh vực cơ học, việc lập bản đồ cấu trúc tế vi (micro-map) để xác nhận tính hợp lệ vị trí rãnh cắt thông qua đánh giá tổ chức tế vi vùng GCHAZ bằng kích thước hạt (grain size) theo ASTM E112 cũng là một thách thức trong thử nghiệm CTOD tại vùng ảnh hưởng nhiệt của mối hàn HAZ.

Trung tâm đã xây dựng quy trình đánh giá trước và sau khi thử (Pre-testing & Post-testing Metallography) phù hợp với các yêu cầu của EEMUA 158[1].



Hình 11: Bản đồ vi cấu trúc vùng HAZ
Sketch micro-map of microstructures & grain sizes in HAZ

5. Kết luận

Thử nghiệm CTOD là một trong những hoạt động nghiên cứu triển khai thử nghiệm theo nhu cầu xã hội thực tế của Trung tâm Kỹ thuật 3. Với mục tiêu là thay thế cho các dịch vụ phải thuê nước ngoài, giúp khách hàng tiết kiệm thời gian cũng như chi phí cho kiểm soát chất lượng sản phẩm có yêu cầu cao.

Trong năm 2025, Trung tâm Kỹ thuật 3 đã thực hiện với số lượng khoảng 140 mẫu thử CTOD, cho thấy kết quả hoạt động của Trung tâm đã dần tiếp cận và phù hợp với các chuẩn mực quốc tế, đáp ứng được các nhu cầu của doanh nghiệp.

Đây cũng là cột mốc hoàn thành chặng đường đầu tiên trong kế hoạch nghiên cứu của Trung tâm về lĩnh vực thử nghiệm cơ học phá hủy (fracture mechanics) như cường độ ứng suất tới hạn (fracture toughness K1C), tốc độ phát triển nứt mỏi (fatigue crack growth rate) cho cho các vật liệu có độ bền cao, tính dẻo thấp [10], [15] như vật liệu ray dùng cho các dự án đường sắt đô thị, đường sắt tốc độ cao mà Việt Nam đang chuẩn bị triển khai trong thời gian tới.

Với đội ngũ nhân sự hầu hết là những người trẻ, có năng lực, nhiệt tình, trang thiết bị thử nghiệm khá hiện đại và đa dạng, hệ thống quản lý chất lượng tốt, Trung tâm Kỹ thuật 3 tự tin có đủ cơ sở kỹ thuật và nguồn lực để thực hiện cam kết luôn đồng hành và hỗ trợ cộng đồng doanh nghiệp trong việc tiếp cận những kỹ thuật mới nhằm cải thiện khả năng cạnh tranh cho hàng hóa, dịch vụ của Việt Nam trên thị trường trong nước cũng như quốc tế.

1.. *EEMUA (Engineering Equipment and Materials Users Association) Publication 158: Construction Specification for Fixed Offshore Structures*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Anderson, T. L. (2017). Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications (4th ed.).*
2. *BS 7910:2019+A1:2020 - Guide to methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures.*
3. *ISO 15653:2018 Metallic materials - Method of test for the determination of quasistatic fracture toughness of welds.*
4. *ISO 12135:2016 Metallic materials - Unified method of test for the determination of quasistatic fracture toughness*
5. *DNV-OS-C401 (2021) Fabrication and testing of offshore structures.*
6. *BS 7448 -1;2 Fracture mechanics toughness tests - Method for determination of KIc, critical CTOD and critical J values of metallic materials*
7. *ASTM E 1290 - 08 Standard Test Method for Crack-Tip Opening Displacement (CTOD) Fracture Toughness Measurement.*
8. *ASTM E 1820 - 15a Standard Test Method for Measurement of Fracture Toughness.*
9. *EEMUA 158 : 2014 Construction Specification For Fixed Offshore Structures*
10. *BS EN 13674-1 :2011 Railway applications – Track - Rail*
11. *https://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/ctod-testing-076*
12. *Zong tao Fanga, Bo Sunb and Chun run Li - Experimental Study on CTOD Fracture Toughness of Welded Joints of Low Temperature Steel*
13. *Hermawan Agus Suhartono, Heryana Yana, Gilang Cempaka Kusuma - Kyushu University Institutional Repository - Assessing Toughness of Pressurized Fluid Channel: Experiment using CTOD in Spiral Submerged Arc Welded Pipes.*
14. *Gil M. Agag Jr - Mapua , University Experimental investigation of CTOD fracture toughness in FCAW-GS welds of offshore jacket structure; https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7196752/v1*
15. *Diego F. B. Sarzosa, Claudio Ruggier - Marine Systems & Ocean Technology, University of São Paulo - Experimental validation of relationship between fracture parameters J and CTOD for SE(B) and SE(T) specimens during ductile crack growth ; DOI 10.1007/s40868-015-0005-4*



NỀN TẢNG KHOA HỌC HỖ TRỢ CHO CÔNG TÁC QUẢN LÝ PHỤC VỤ AN TOÀN THỰC PHẨM

► ***Vũ Thị Thanh An***
Trung tâm Đánh giá nguy cơ về An toàn thực phẩm,
Viện Kiểm nghiệm an toàn vệ sinh thực phẩm Quốc gia.

Các hoạt động khoa học trong kiểm nghiệm, đánh giá nguy cơ là căn cứ quan trọng, bằng chứng xác đáng không thể thay thế khi đưa ra các chính sách, quyết định trong quản lý an toàn thực phẩm trong thời đại đổi mới hiện nay.

Là đơn vị kỹ thuật tuyến cao nhất trong lĩnh vực kiểm nghiệm chất lượng và an toàn thực phẩm, Viện Kiểm nghiệm an toàn vệ sinh thực phẩm quốc gia luôn lấy "khoa học" làm nền tảng cho tất cả các hoạt động của Viện. Trải qua gần 20 năm xây dựng và phát triển, Viện đang sử dụng và làm chủ hàng loạt các kỹ thuật phân tích cao cả trong lĩnh vực hóa lý và sinh học. Đối với lĩnh vực hóa lý, 5 khoa chuyên môn của Viện được phân công theo từng lĩnh vực kiểm nghiệm trọng tâm bao gồm: (1) Kim loại và vi khoáng; (2) Tồn dư và ô nhiễm hóa chất; (3) Dinh dưỡng và phụ gia thực phẩm; (4) Độc học và dị nguyên; (5) Nghiên cứu và phát triển. Thêm vào đó, lĩnh vực vi sinh cũng được phát triển mạnh mẽ ở cả hai mảng vi sinh truyền thống và sinh học phân tử với 2 khoa chuyên môn bao gồm Khoa Vi sinh và biến đổi gen và Khoa Động thực vật thực nghiệm.



Sơ đồ tổ chức các đơn vị thuộc Viện

Viện đã được trang bị các hệ thống thiết bị phân tích có độ chính xác cao như sắc ký lỏng khối phổ phân giải cao (LC-HR/MS), sắc ký khí khối phổ phân giải cac (GC-HRMS), sắc ký lỏng khối phổ ba tứ cực (LC-MS/MS), sắc ký khí khối phổ ba tứ cực (GC-MS/MS), sắc ký lỏng khối phổ phát xạ plasma (LC-ICP-MS)… cho khối hóa lý hay các hệ thống giải trình tự hệ gen, giải trình tự gen thế hệ mới, định danh vi khuẩn, Real-Time PCR… cho khối vi sinh. Hệ thống thiết bị phân tích hiện đại đã hỗ trợ cho Viện kịp thời trong công tác kiểm nghiệm đánh giá chất lượng, an toàn thực phẩm; xác định nguyên nhân ngộ độc thực phẩm, sự cố về an toàn thực phẩm; thanh tra, kiểm tra, giám sát về an toàn thực phẩm… đáp ứng nhu cầu của cơ quan quản lý, của doanh nghiệp và người tiêu dùng.

Bên cạnh đó, góp phần cùng đất nước thúc đẩy chuyển đổi sang mô hình quản lý an toàn thực phẩm dựa trên nguy cơ, năm 2024, Bộ Y tế đã ban hành Quyết định số 1963/QĐ-BYT ngày 08/7/2026, thành lập ***Trung tâm đánh giá nguy cơ về an toàn thực phẩm*** thuộc Viện với nhiệm vụ chính là thực hiện các nghiên cứu đánh giá nguy cơ nhằm cung cấp bằng chứng khoa học về các mối nguy, nguy cơ an toàn thực phẩm phục vụ công tác quản lý.

Tuy mới bước vào hoạt động nhưng trung tâm đã tích cực tham gia và tiến hành các nghiên cứu đánh giá nguy cơ trên phạm vi cả nước, trong đó



Công tác phân tích và kiểm nghiệm an toàn thực phẩm tại Viện được thực hiện trên hệ thống trang thiết bị hiện đại

phải kể đến các nghiên cứu đại diện cho hai nhóm mối nguy hóa học và vi sinh như đánh giá nguy cơ Histamin trong cá thuộc họ Cá ngừ, đánh giá nguy cơ phơi nhiễm các chất sinh ra trong quá trình chế biến, đánh giá nguy cơ nhiễm 3-MCPD trong thực phẩm dinh dưỡng cho trẻ dưới 36 tháng, đánh giá nguy cơ nhiễm Salmonella và Campylobacter trong thịt gà… Kết quả đánh giá nguy cơ từ những nghiên cứu này đóng vai trò là những căn cứ khoa học xác thực và đã được xây dựng thành các báo cáo khoa học gửi đến các cơ quan quản lý an toàn thực phẩm phục vụ việc đưa ra các chính sách, quyết định nhằm giảm thiểu, hạn chế các tác động bất lợi của các mối nguy trong quản lý an toàn thực phẩm.

"Quản lý an toàn thực phẩm dựa trên nguy cơ" là một phương pháp quản lý an toàn thực phẩm mang tính chủ động và phòng ngừa cao đang được áp dụng ở rất nhiều các quốc gia và cùng lãnh thổ trên thế giới như Mỹ, Canada, liên minh châu Âu, Hàn Quốc, Nhật Bản… Trong đó, việc xác định và đánh giá nguy cơ được coi là hoạt động trọng tâm tạo ra các căn cứ khoa học cho toàn bộ chuỗi phân tích nguy cơ nhằm đảm bảo an toàn thực phẩm. Xác định được tầm quan trọng của việc đưa "quản lý an toàn thực phẩm dựa trên nguy cơ" thành "tư tưởng" trong hệ thống an toàn thực phẩm tại Việt Nam, tháng 12/2025, Viện đã tổ chức hội thảo quốc tế "Ứng dụng đánh giá nguy cơ hóa học và vi sinh



Vị trí và mối quan hệ hoạt động của Trung tâm đánh giá nguy cơ về an toàn thực phẩm (VFSA)







Cán bộ Trung tâm đánh giá nguy cơ tiến hành lấy mẫu phục vụ công tác đánh giá nguy cơ

trong đảm bảo an toàn thực phẩm" nhằm giới thiệu các cách tiếp cận, phương pháp đánh giá nguy cơ về an toàn thực phẩm cũng như chia sẻ các kết quả nghiên cứu, kinh nghiệm và các ứng dụng thực tiễn trong đánh giá nguy cơ về an toàn thực phẩm hiện nay của Việt Nam và quốc tế. Hội thảo được tổ chức với sự tham dự của các chuyên gia đánh giá nguy cơ hàng đầu tại Việt Nam như Viện nghiên cứu chăn nuôi quốc tế (ILRI) và các tổ chức quốc tế như Bộ An toàn thực phẩm và dược phẩm Hàn Quốc (MFDS); Trung tâm Khoa học Liên bang về Công nghệ Y học dự phòng Quản lý nguy cơ sức khỏe Liên bang Nga (FBSI), Dự án An toàn thực phẩm vì sự phát triển Canada (SAFEGRO), Viện Liên bang về đánh giá nguy cơ Đức (BfR)…

Bên cạnh việc ngăn ngừa thì việc điều tra, truy xuất căn nguyên các sự cố hay các vụ ngộ độc thực phẩm cũng là một hoạt động đòi hỏi tính chính xác, kịp thời trong công tác cung cấp bằng chứng khoa học trước khi đưa ra các quyết định quản lý. Phối hợp cùng Văn phòng Nông nghiệp và Thực phẩm Nông nghiệp của Canada tại khu vực Ấn Độ Dương - Thái Bình Dương (IPAAO), Hội thảo tập huấn ***"Xác định nguyên nhân sự cố về an toàn thực phẩm và giám sát vệ sinh thực phẩm"*** đã được Viện tổ chức vào tháng 3/2026. Tại hội thảo, các học viên là đại diện đến từ các Chi cục An toàn thực phẩm trên 34 tỉnh thành Việt Nam đã có cơ hội học hỏi những kinh nghiệm về truy xuất nguyên nhân ngộ độc thực phẩm tại Canada đồng thời cũng chia sẻ





Tọa đàm bàn tròn giữa các chuyên gia về đánh giá nguy cơ an toàn thực phẩm tại Hội thảo





Hội thảo tập huấn Xác định nguyên nhân sự cố về an toàn thực phẩm và giám sát vệ sinh thực phẩm

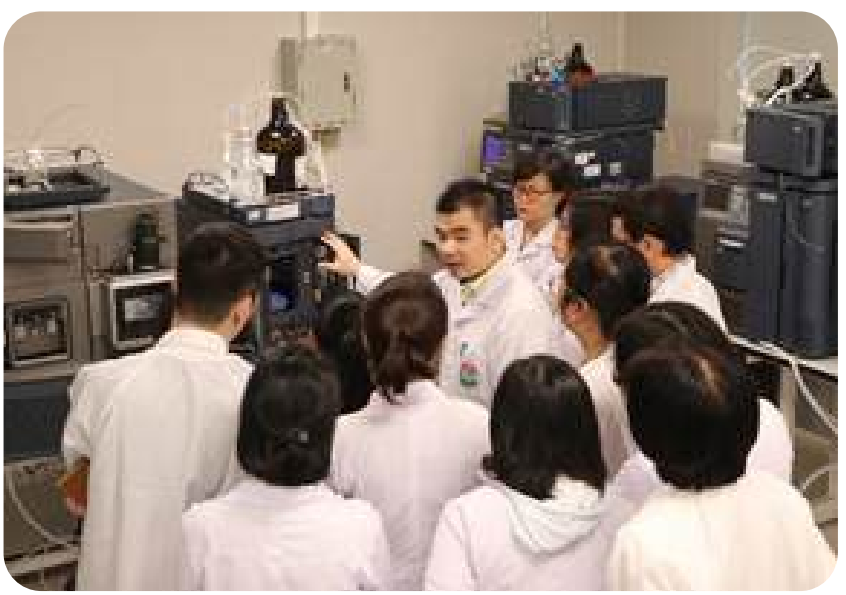
những kinh nghiệm thực tế mà các địa phương đã tiến hành. Nội dung tập huấn còn bao gồm cả việc thực hành xác định mức độ vệ sinh của bề mặt môi trường chế biến thực phẩm bằng thiết bị thử nhanh LuciPac A3.

Tại Viện, ngay từ những ngày đầu năm 2026, khi con bão "cereulide" trong thực phẩm bổ sung của nhiều nhãn hàng uy tín được công khai, công tác khoa học đã được đẩy mạnh với tạo dựng tổ nghiên cứu đột xuất với mục tiêu phát triển phương pháp xác định cereulide trên nền mẫu thực phẩm bổ sung. Sau một thời gian nghiên cứu và tìm hiểu, phương pháp phân tích mới này đã được xây dựng hoàn thiện đồng thời đã được công nhận về hiệu năng bởi Văn phòng công nhận chất lượng quốc gia. Đáp ứng nhanh với yêu cầu thực tế đặt ra, phương pháp cũng đã nhanh chóng được chuyển giao đến toàn bộ mạng lưới an toàn thực phẩm thông qua khóa đào tạo trực tiếp tại Viện được tổ chức trừ 25-27/3.

Với phương châm ***"Chính xác - Khách quan - Tận tâm - Hiệu quả - Kịp thời",*** Viện Kiểm nghiệm an toàn vệ sinh thực phẩm trong suốt những năm hoạt động vẫn luôn lấy "khoa học" làm xương sống trong mọi công tác hoạt động của Viện. Khoa học đã trở thành công cụ nghiên cứu mạnh mẽ giúp hiện đại hóa, tăng cường tính chính xác trong từng kết quả kiểm nghiệm mà Viện đưa ra. Tiếp cận khoa học theo hướng công nghệ hóa, big data hay AI cũng trở thành một hướng phát triển mới mà Viện đang định hình.□







Triển khai chuyển giao công nghệ thông qua khóa đào tạo về xác định hàm lượng Cereulide trong thực phẩm

Hóa học & Đời sống



Hóa học và đời sống: An toàn từ những điều nhỏ nhất

Trong đời sống hiện đại, hóa chất không còn là khái niệm xa vời trong phòng thí nghiệm mà đã trở thành một phần hiện hữu trong từng không gian sống, từng hoạt động sinh hoạt hàng ngày của mỗi gia đình. Những hóa chất ấy hiện hữu trong từng sản phẩm như chất tẩy rửa, sản phẩm chăm sóc cá nhân, vật liệu xây dựng cho đến thực phẩm tiêu dùng,... Hóa chất đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao chất lượng cuộc sống, tuy nhiên, đi kèm với những tiện ích đó là những rủi ro tiềm ẩn nếu việc sử dụng thiếu hiểu biết hoặc không được kiểm soát đúng cách.

Dưới góc độ khoa học, đặc biệt là ngành Hóa học môi trường và các lĩnh vực liên quan, nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc tiếp xúc kéo dài với các hợp chất hóa học trong không gian sống có thể gây ảnh hưởng đáng kể đến sức khỏe con người. Các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi, tồn dư hóa chất trong thực phẩm hay các phản ứng hóa học ngoài ý muốn trong quá trình sử dụng đều là những yếu tố cần được nhận diện và kiểm soát.

Trong bối cảnh đó, việc trang bị kiến thức cơ bản về hóa chất trong đời sống không chỉ là nhu cầu cá nhân mà còn là yêu cầu của một xã hội phát triển theo hướng an toàn, bền vững và có trách nhiệm. Không cần đến những giải pháp phức tạp, chính những thay đổi nhỏ trong thói quen hàng ngày – từ cách lựa chọn sản phẩm, phương pháp làm sạch, đến cách bảo quản và sử dụng – cũng có thể tạo ra những tác động tích cực lâu dài.

Xuất phát từ thực tiễn này, chuyên mục Phổ biến kiến thức mang đến Bạn đọc chuỗi bài viết về chủ đề "Hóa học và đời sống: An toàn từ những điều nhỏ nhất", nhằm cung cấp một góc nhìn tổng thể, dễ tiếp cận nhưng có cơ sở khoa học, về việc sử dụng hóa chất trong sinh hoạt hàng ngày. Thông qua 5 bài viết, chuyên đề tập trung làm rõ các khía cạnh:

- Nhận diện và giảm thiểu hóa chất độc hại trong không gian sống
- Ứng dụng các giải pháp "hóa học tự nhiên" trong làm sạch và khử mùi
- Kỹ năng nhận biết hóa chất trong thực phẩm
- Kiểm soát chất lượng không khí trong nhà
- Nguyên tắc sử dụng hóa chất gia dụng an toàn

Mỗi bài viết không chỉ dừng ở việc cung cấp thông tin, mà còn hướng tới việc hình thành tư duy sử dụng hóa chất có trách nhiệm – một yếu tố ngày càng quan trọng trong bối cảnh tiêu chuẩn hóa và bảo vệ môi trường được đặt lên hàng đầu.

Có thể khẳng định rằng, một không gian sống an toàn không đồng nghĩa với việc loại bỏ hoàn toàn hóa chất, mà nằm ở khả năng hiểu, kiểm soát và sử dụng chúng một cách hợp lý.□

***TNNN** (St)*



NHẬN DIỆN HÓA CHẤT TRONG THỰC PHẨM
KỸ NĂNG CẦN THIẾT TRONG ĐỜI SỐNG HIỆN ĐẠI

Trong bối cảnh thị trường thực phẩm ngày càng đa dạng, việc sử dụng hóa chất trong bảo quản và chế biến là điều khó tránh khỏi. Tuy nhiên, nếu không được kiểm soát chặt chẽ, các hóa chất này có thể trở thành nguy cơ đối với sức khỏe người tiêu dùng. Vì vậy, việc nhận diện dấu hiệu thực phẩm có chứa hóa chất là kỹ năng ngày càng cần thiết.

Hóa chất trong thực phẩm: lợi ích và rủi ro

Theo Hóa học thực phẩm (food chemistry - ngành khoa học nghiên cứu cấu trúc, tính chất và sự biến đổi hóa học của các thành phần trong thực phẩm), hóa chất được sử dụng trong thực phẩm nhằm kéo dài thời gian bảo quản, cải thiện màu sắc, kết cấu và hương vị. Tuy nhiên, việc lạm dụng hoặc sử dụng sai quy định các chất như hàn the, formol hay phẩm màu công nghiệp có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng.

Nguy cơ không chỉ đến từ lượng hóa chất, mà còn từ việc tích lũy lâu dài trong cơ thể.

Dấu hiệu nhận diện bằng cảm quan

Người tiêu dùng có thể nhận biết một số dấu hiệu bất thường thông qua quan sát:

- Thực phẩm có màu sắc quá tươi hoặc không đồng đều
- Kết cấu bất thường, quá dai hoặc quá giòn
- Mùi lạ, không đặc trưng của sản phẩm tự nhiên

Những dấu hiệu này không phải là bằng chứng tuyệt đối, nhưng là cơ sở để cảnh giác khi lựa chọn thực phẩm.

Vai trò của sơ chế và chế biến

Bên cạnh việc lựa chọn, các biện pháp sơ chế cũng góp phần giảm thiểu dư lượng hóa chất:

- Rửa kỹ dưới vòi nước
- Ngâm trong nước muối loãng
- Nấu chín kỹ trước khi sử dụng

Các phương pháp này giúp loại bỏ một phần hóa chất bám trên bề mặt hoặc tồn dư trong thực phẩm.

Người tiêu dùng trong chuỗi an toàn thực phẩm

Trong chuỗi cung ứng hiện đại, người tiêu dùng không chỉ là người sử dụng cuối cùng mà còn đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy thị trường minh bạch. Việc lựa chọn sản phẩm có nguồn gốc rõ ràng, có kiểm định chất lượng sẽ tạo áp lực tích cực đối với nhà sản xuất.

Như vậy, nhận diện hóa chất trong thực phẩm không chỉ là kỹ năng cá nhân, mà còn là một phần của trách nhiệm xã hội.□

***TNNN** (St)*



ỨNG DỤNG "HÓA HỌC TỰ NHIÊN" TRONG LÀM SẠCH VÀ KHỬ MÙI

Trước xu hướng tiêu dùng xanh ngày càng phát triển, việc sử dụng các nguyên liệu tự nhiên để thay thế một phần hóa chất công nghiệp trong sinh hoạt đang trở thành lựa chọn của nhiều gia đình. Tuy nhiên, đằng sau những "mẹo vặt" quen thuộc này là những nguyên lý khoa học cụ thể, phản ánh sự vận dụng hiệu quả của các phản ứng hóa học cơ bản trong đời sống.

Bản chất khoa học của các giải pháp tự nhiên

Dưới góc nhìn Hóa học hữu cơ *(Organic chemistry - ngành của hóa học chuyên nghiên cứu cấu trúc, tính chất, phản ứng và tổng hợp các hợp chất chứa carbon)*, nhiều nguyên liệu tự nhiên chứa các hợp chất có khả năng tham gia vào các phản ứng làm sạch, khử mùi và ức chế vi sinh vật.

Chẳng hạn, giấm chứa axit axetic có khả năng hòa tan cặn khoáng và làm sạch bề mặt kim loại; chanh chứa axit citric có tác dụng khử mùi và hỗ trợ chống oxy hóa; trong khi đó, muối và baking soda có khả năng hấp phụ và trung hòa một số hợp chất gây mùi.

Những đặc tính này cho thấy, các giải pháp "tự nhiên" thực chất không phải là mẹo dân gian đơn thuần, mà dựa trên cơ sở khoa học rõ ràng.

Ứng dụng trong sinh hoạt hàng ngày

Trong thực tế, các nguyên liệu tự nhiên có thể được sử dụng linh hoạt trong nhiều tình huống:

- Giấm được dùng để loại bỏ cặn vôi trong ấm đun nước, vòi nước hoặc bề mặt kính
- Chanh giúp khử mùi trong tủ lạnh, thớt hoặc khu vực bếp
- Baking soda có thể làm sạch bề mặt bếp, hút ẩm và khử mùi trong không gian kín

Những ứng dụng này không chỉ giúp giảm phụ thuộc vào hóa chất tẩy rửa mạnh, mà còn góp phần giảm thiểu lượng chất thải hóa học ra môi trường.

Giới hạn của giải pháp tự nhiên

Tuy nhiên, cần nhìn nhận một cách khách quan rằng các nguyên liệu tự nhiên không thể thay thế hoàn toàn hóa chất công nghiệp trong mọi trường hợp. Đối với những vết bẩn cứng đầu, vi khuẩn hoặc nấm mốc phát triển mạnh, các chất tẩy rửa chuyên dụng vẫn cần thiết.

Bên cạnh đó, việc sử dụng không đúng cách các chất tự nhiên cũng có thể gây ảnh hưởng đến bề mặt vật liệu hoặc hiệu quả làm sạch không như mong muốn.

Xu hướng tiêu dùng bền vững

Việc kết hợp giữa hóa chất công nghiệp và giải pháp tự nhiên một cách hợp lý đang trở thành xu hướng phổ biến. Điều này phản ánh sự chuyển dịch từ tư duy "làm sạch bằng mọi giá" sang "làm sạch an toàn và bền vững".

Có thể thấy, ứng dụng "hóa học tự nhiên" không chỉ là giải pháp thay thế, mà còn là một phần của lối sống có trách nhiệm với sức khỏe và môi trường.

***TNNN** (St)*

CHỦ ĐỘNG GIẢM THIỂU HÓA CHẤT ĐỘC HẠI TRONG KHÔNG GIAN SỐNG

Trong bối cảnh đời sống hiện đại ngày càng phụ thuộc vào các sản phẩm hóa học, không gian sống của con người đang trở thành nơi tích tụ nhiều loại hợp chất tiềm ẩn nguy cơ đối với sức khỏe. Từ chất tẩy rửa, sơn, vật liệu nội thất cho đến các sản phẩm tạo mùi, hóa chất hiện diện một cách âm thầm nhưng liên tục. Vì vậy, việc chủ động kiểm soát và giảm thiểu các nguồn phát thải hóa chất trong gia đình không chỉ là giải pháp bảo vệ sức khỏe cá nhân, mà còn là một bước đi quan trọng hướng tới lối sống an toàn và bền vững.

Hóa chất trong gia đình: "mối nguy vô hình" khó nhận diện

Khác với các yếu tố ô nhiễm có thể nhìn thấy bằng mắt thường, nhiều loại hóa chất tồn tại trong không khí dưới dạng các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC). Những chất này phát sinh từ nhiều nguồn khác nhau như sơn tường, keo dán, đồ nội thất công nghiệp, chất tẩy rửa hay nước hoa phòng. Trong điều kiện không gian kín, các hợp chất này có thể tích tụ với nồng độ cao hơn so với môi trường ngoài trời.

Dưới góc độ Hóa học môi trường *(Environmental Chemistry - ngành khoa học nghiên cứu các quá trình hóa học xảy ra trong tự nhiên và chịu ảnh hưởng của hoạt động con người),* việc tiếp xúc kéo dài với VOC có thể gây ra các triệu chứng như đau đầu, kích ứng mắt, mũi, họng, thậm chí ảnh hưởng đến hệ hô hấp và thần kinh. Đáng chú ý, nhiều gia đình chưa nhận thức đầy đủ về nguy cơ này, đặc biệt khi các sản phẩm hóa học thường được quảng bá với hình ảnh "sạch khuẩn", "thơm mát", dễ tạo cảm giác an toàn giả định.



Nguồn phát thải hóa chất phổ biến trong không gian sống

Trong môi trường gia đình, có thể nhận diện một số nhóm nguồn phát thải chính:

- *Sản phẩm tẩy rửa:* Nước lau sàn, nước rửa kính, chất tẩy nhà vệ sinh thường chứa các hợp chất như clo, amoniac hoặc chất hoạt động bề mặt.
- *Vật liệu xây dựng và nội thất:* Sơn, vecni, gỗ công nghiệp có thể phát thải formaldehyde trong thời gian dài.
- *Sản phẩm tạo mùi:* Nến thơm, xịt phòng, tinh dầu tổng hợp thường phát tán các hợp chất bay hơi vào không khí.
- *Thiết bị sinh hoạt:* Một số thiết bị điện tử, nhựa gia dụng cũng có thể giải phóng hóa chất khi sử dụng lâu dài.

Việc sử dụng đồng thời nhiều nguồn phát thải trong không gian kín sẽ làm gia tăng đáng kể mức độ phơi nhiễm.

Kiểm soát hóa chất bắt đầu từ nhận thức và thói quen

Giảm thiểu hóa chất độc hại trong không gian sống không nhất thiết đòi hỏi các giải pháp phức tạp, mà trước hết đến từ việc thay đổi thói quen sử dụng hàng ngày.

Một số nguyên tắc cơ bản có thể áp dụng:

- *Lựa chọn sản phẩm an toàn:* Ưu tiên các sản phẩm có nhãn mác rõ ràng, thành phần minh bạch, hạn chế các sản phẩm chứa nhiều hương liệu tổng hợp.
- *Sử dụng có kiểm soát:* Tránh lạm dụng chất tẩy rửa, đặc biệt không sử dụng đồng thời nhiều loại hóa chất khác nhau trong cùng một không gian.
- *Tăng cường thông gió:* Mở cửa sổ, sử dụng quạt thông gió để giảm nồng độ hóa chất trong không khí, đặc biệt sau khi vệ sinh hoặc sử dụng sản phẩm có mùi.
- *Giảm phụ thuộc vào sản phẩm tạo mùi:* Thay vì sử dụng xịt phòng, có thể ưu tiên các giải pháp tự nhiên như thông gió hoặc sử dụng vật liệu hút ẩm.

Những thay đổi nhỏ này có thể tạo ra tác động tích cực rõ rệt đối với chất lượng không khí trong nhà.

Vai trò của giải pháp tự nhiên trong giảm thiểu hóa chất

Bên cạnh việc kiểm soát sản phẩm công nghiệp, nhiều giải pháp tự nhiên cũng có thể góp phần giảm thiểu hóa chất trong không gian sống. Ví dụ, một số loại cây xanh có khả năng hấp thụ một phần các hợp chất độc hại trong không khí, đồng thời tạo cảm giác dễ chịu cho môi trường sống.

Ngoài ra, việc duy trì vệ sinh định kỳ, hạn chế tích tụ bụi và vi sinh vật cũng giúp giảm nhu cầu sử dụng các chất tẩy rửa mạnh. Đây là cách tiếp cận mang tính phòng ngừa, thay vì xử lý hậu quả.

Từ không gian sống đến trách nhiệm môi trường

Việc sử dụng hóa chất trong gia đình không chỉ ảnh hưởng đến sức khỏe của các thành viên trong nhà, mà còn có tác động lan tỏa đến môi trường xung quanh. Nước thải chứa hóa chất, bao bì sản phẩm và khí thải từ các hợp chất bay hơi đều góp phần làm gia tăng áp lực lên hệ sinh thái.

Do đó, giảm thiểu hóa chất trong sinh hoạt hàng ngày cũng đồng nghĩa với việc:

- Giảm phát thải ô nhiễm ra môi trường
- Hạn chế rủi ro đối với nguồn nước và không khí
- Góp phần xây dựng lối sống tiêu dùng bền vững

Đây là xu hướng đang được khuyến khích trong nhiều chính sách phát triển xanh và kinh tế tuần hoàn.

Hướng tới không gian sống an toàn và bền vững

Trong bối cảnh chất lượng môi trường ngày càng trở thành vấn đề được quan tâm, việc chủ động kiểm soát hóa chất trong không gian sống cần được xem là một phần của văn hóa tiêu dùng hiện đại. Không chỉ dừng ở việc lựa chọn sản phẩm, mỗi cá nhân cần hình thành thói quen sử dụng hóa chất một cách có trách nhiệm.

Việc kết hợp giữa nhận thức khoa học, thay đổi hành vi và áp dụng các giải pháp phù hợp sẽ giúp giảm thiểu đáng kể rủi ro từ hóa chất, đồng thời nâng cao chất lượng cuộc sống.

Có thể khẳng định rằng, một không gian sống an toàn không phụ thuộc hoàn toàn vào việc loại bỏ hóa chất, mà nằm ở khả năng kiểm soát và sử dụng chúng một cách hợp lý. Đây chính là nền tảng để hướng tới một môi trường sống lành mạnh, bền vững và thân thiện với con người.

***TNNN** (St)*

SỬ DỤNG HÓA CHẤT GIA DỤNG AN TOÀN từ THÓI QUEN đến CHUẨN MỰC

Hóa chất gia dụng mang lại nhiều tiện ích trong sinh hoạt, nhưng cũng tiềm ẩn nguy cơ nếu sử dụng không đúng cách. Trong bối cảnh hiện đại, việc sử dụng hóa chất an toàn cần được xem là một chuẩn mực trong đời sống.

Nguy cơ từ việc sử dụng sai cách

Theo các nghiên cứu trong Hóa học phân tích *(analytical chemistry - ngành của hóa học nghiên cứu phương pháp xác định thành phần, cấu trúc và hàm lượng của các chất trong mẫu vật)*, nhiều tai nạn đã xảy ra do trộn lẫn các loại hóa chất không tương thích. Ví dụ, việc kết hợp chất tẩy chứa clo với amoniac có thể tạo ra khí độc gây nguy hiểm cho hệ hô hấp.

Nguy cơ không chỉ đến từ phản ứng hóa học, mà còn từ việc sử dụng quá liều hoặc bảo quản không đúng cách.

Nguyên tắc sử dụng an toàn

Để giảm thiểu rủi ro, cần tuân thủ các nguyên tắc cơ bản:

- Đọc kỹ hướng dẫn trước khi sử dụng
- Không pha trộn các loại hóa chất khác nhau
- Sử dụng đúng liều lượng
- Bảo quản an toàn, tránh xa trẻ em

Việc tuân thủ các nguyên tắc này giúp hạn chế tối đa các rủi ro có thể xảy ra.

Xây dựng thói quen tiêu dùng có trách nhiệm

An toàn hóa chất không chỉ là vấn đề kỹ thuật, mà còn là vấn đề nhận thức. Việc hình thành thói quen sử dụng có trách nhiệm sẽ góp phần:

- Bảo vệ sức khỏe gia đình
- Giảm thiểu tác động môi trường
- Nâng cao chất lượng cuộc sống

Hướng tới chuẩn mực an toàn trong xã hội hiện đại

Trong bối cảnh tiêu chuẩn hóa ngày càng được chú trọng, việc sử dụng hóa chất an toàn cần được xem là một phần của văn hóa tiêu dùng. Đây không chỉ là yêu cầu đối với cá nhân, mà còn là xu hướng tất yếu trong xã hội hiện đại.□

***TNNN** (St)*





PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN QUẢ ỔI SAU THU HOẠCH BẰNG HỖN HỢP CHITOSAN VÀ NANO SiO_2

Ổi (Psidium guajava) là loại trái cây nhiệt đới được trồng rộng rãi ở Việt Nam (đặc biệt ở Đông Nam Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long), có giá trị dinh dưỡng cao (nhiều vitamin C, khoáng chất, chất xơ...)[1][2]. Tuy nhiên, ổi là quả hô hấp đỉnh *(climacteric), nên sau khi thu hoạch chín rất nhanh – vỏ chuyển màu, thịt mềm – dẫn đến thời gian bảo quản ngắn và tổn thất lớn[2][3]. Để khắc phục, nghiên cứu đã tìm kiếm các chất phủ sinh học (edible coatings) an toàn giúp kéo dài độ tươi của ổi. Trong đó,* chitosan *và* nano SiO_2 *nổi lên như các lựa chọn hiệu quả. Chitosan là polysaccharide tự nhiên chiết xuất từ vỏ tôm, cua... Có khả năng tạo thành lớp màng mỏng trên bề mặt trái cây,* kháng khuẩn*, chậm quá trình hô hấp và lão hóa của quả[4][5]. Nano SiO_2 (silic dioxit siêu mịn) là hạt silica tổng hợp kích thước nano thường chiết xuất từ vỏ trấu hoặc tảo, cũng được ứng dụng rộng rãi do độ an toàn cao. Cơ quan An toàn Thực phẩm Châu Âu (EFSA) khẳng định hạt silica (E551) ở dạng nano "không gây mối lo ngại về an toàn" cho người tiêu dùng[6]. Sự kết hợp giữa chitosan và nano SiO_2 tạo thành lớp phủ đa năng, tận dụng tính liên kết của chitosan và đặc tính cải thiện cơ lý, kháng khuẩn của nano SiO_2[7][8]. Nhiều nghiên cứu cho thấy rằng màng phủ chứa nano SiO_2 giúp giảm thất thoát nước, duy trì độ cứng, vitamin C và độ tan rắn tổng của quả tốt hơn so với màng chitosan đơn thuần[8].*

Tính chất và an toàn của chitosan và nano SiO_2

Chitosan phân tử lượng thấp (ở đây dùng MW ~44.5kDa) tan tốt trong axit nhẹ, dễ pha chế dung dịch đồng nhất. Chitosan có nguồn gốc tự nhiên, phân hủy sinh học, ít độc, được FDA Mỹ công nhận GRAS (Generally Recognized as Safe) cho các mục đích sử dụng trong thực phẩm[9]. Các lớp màng phủ từ chitosan có khả năng kháng vi sinh (vi khuẩn, nấm mốc), ngăn cản oxy và hơi nước xâm nhập, từ đó làm chậm lão hóa và thối hỏng trái cây[4][3].

Nano SiO_2 (silica) là silica dạng vô định hình, hạt nano kích thước 20-30nm (ở đây chiết xuất từ vỏ trấu). Chất này có tính trơ, không vị và được sử dụng phổ biến trong thực phẩm (E551). Nhiều đánh giá an toàn cho thấy silica ở dạng nano được cơ thể hấp thụ rất thấp, không gây độc tính đáng kể[6]. Khi kết hợp vào màng phủ, nano SiO_2 tạo ra liên kết hydro với chuỗi chitosan, tăng cường độ bền và tính chống thấm của lớp màng[7][8]. Vì vậy, hỗn hợp

chitosan và nano SiO_2 được coi là an toàn cho sức khỏe người tiêu dùng và thân thiện với môi trường, phù hợp ứng dụng cho bao bọc nông sản sau thu hoạch[5][6].

Chuẩn bị dung dịch chitosan - nano SiO_2 (2-0,02%)

Quy trình đơn giản, dễ thực hiện như sau:

1. Hòa tan chitosan: Lấy 400g chitosan (MW 44,5kDa) vào 19,1L dung dịch axit axetic loãng 0,5% (19L nước + 100mL axit axetic đậm). Khuấy đều với máy khuấy tốc độ cao (~4000 vòng/phút) trong 15 phút để chitosan tan hoàn toàn. Lọc dung dịch qua lưới 100 mesh để loại bỏ tạp chất.

2. Pha nano silica: Chuẩn bị 133g bột nano SiO_2 (hạt ~20-30nm) đã hòa sẵn trong NaOH 10% - nồng độ 3% (w/v). Cho từ từ lượng nano SiO_2 này vào dung dịch chitosan 2% đã pha. Khuấy đều, điều chỉnh pH hỗn hợp về khoảng 5,5 bằng NaOH 10%. Thêm đủ axit axetic loãng 0,5% (hoặc nước) đến thể tích cuối cùng 20L. Tiếp tục khuấy đồng nhất 15 phút và lọc qua lưới 100 mesh. Kết quả thu được **hỗn hợp 2% chitosan + 0,02% nano SiO_2** đục nhẹ, đồng nhất.

Các bước này tương tự như nhiều quy trình công nghệ màng phủ từ chitosan và nano vật liệu khác đã được báo cáo trong nghiên cứu[5][8]. Sản phẩm chế phẩm này nên bảo quản trong bình kín, tránh ánh sáng trực tiếp ở nhiệt độ phòng (khoảng 30°C)[10].

Quy trình xử lý ổi sau thu hoạch

Thực hiện các bước sau đối với ổi (đặc biệt giống ổi Đài Loan) sau khi thu hoạch để tận dụng lớp phủ chitosan–nano SiO_2:

- Thu hoạch đúng cách: Thu hái ổi lúc sáng sớm hoặc chiều mát, chọn trái vừa chín tới (độ chiết ổi ~75 ngày sau nở hoa). Hạn chế để quả rơi xuống đất hay tiếp xúc ánh nắng trực tiếp. Dụng cụ cắt cần sắc bén, cắt một nhát để cuống không dập nát, tránh trầy xước da ổi. Sau thu hoạch, quả nên được chuyển về nơi tập trung ngay lập tức[11].

- Phân loại: Loại bỏ bao nilon, bao xốp, những quả bị trầy xước, dập nát, sâu bệnh. Chọn các quả đồng đều kích thước, vỏ căng bóng, không có vết thương cơ học để đảm bảo chất lượng cao trước khi bảo quản[12].

- Rửa sơ bộ và cắt cuống: Rửa nhẹ nhàng bằng nước sạch để loại bỏ đất cát. Cắt ngắn cuống chỉ còn 1-2cm để tránh cuống làm trầy nát trái khác trong quá trình xếp gói[13].

- Nhúng màng phủ: Xếp ổi vào rổ khô (không quá 3 lớp) sao cho trái không bị ép dính quá chặt. Nhúng cả rổ vào bồn 20L chứa hỗn hợp chitosan-nano SiO_2 đã chuẩn bị, đảm bảo tất cả trái đều chìm ngập. Giữ nguyên trong 1 phút - kể từ lúc ổi ngập hoàn toàn. Sau đó vớt ổi ra. Chú ý: Thời gian nhúng cần kiểm soát chính xác để lớp phủ bám dính đều trên vỏ mà không làm ổi hấp nước quá lâu.



Hình 1. *Hỗn hợp 2% chitosan (MW 44,5kDa) và 0,02% nano SiO_2 dùng để bao phủ quả ổi (nguồn: công trình nghiên cứu).*
Chitosan tan trong acetic acid tạo dung dịch trong suốt, sau đó thêm nano SiO_2 tạo hỗn hợp đồng nhất.

- Để ráo: Xếp ổi ra khay sạch, để khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng trong 1-2 giờ, cho đến khi bề mặt quả ráo. Lớp màng chitosan sẽ tạo màng mỏng bóng nhẹ trên vỏ, nhưng không để lại dư dịch axit hay mùi khó chịu.

- Đóng gói và bảo quản: Gói riêng từng quả ổi trong túi xốp thoáng khí, sau đó cho vào thùng carton (20 trái/thùng, có 6 lỗ thoát khí, kích thước khoảng 40×25×20cm)[14]. Bảo quản trong kho lạnh ở 15±1°C và độ ẩm 80±5% khi trái chở đi xa, hoặc ở nhiệt độ phòng ~30°C (trong điều kiện tương tự) nếu tiêu thụ tại chỗ gần[15]. Quá trình này tương tự như các quy trình bảo quản hậu thu hoạch thông thường nhưng bổ sung thêm bước nhúng màng phủ.

Kết quả đạt được và hiệu quả kinh tế

Nhiều nghiên cứu cho thấy lớp phủ chitosan + nano SiO_2 cải thiện đáng kể chất lượng và thời gian bảo quản của quả ổi. Cụ thể, ổi xử lý bằng hỗn hợp **2% chitosan (44,5kDa) + 0,02% nano SiO_2** có thể bảo quản đến **12 ngày** ở 15°C (gấp gần 2 lần so với không xử lý), trong khi ở điều kiện phòng (~30°C) cũng giữ được tươi khoảng **8 ngày**[16]. Các thông số chất lượng như độ cứng (độ chắc), hàm lượng vitamin C, tỉ lệ chất rắn hòa tan, tốc độ chuyển màu vỏ đều giảm chậm hơn so với mẫu đối chứng[16][8]. Lớp màng phủ này đặc biệt **kháng tốt vi sinh vật gây hư hỏng** sau thu hoạch: nó ức chế được các nấm men, nấm mốc và vi khuẩn thường gặp trên ổi như *Chrysosporium tropicum, Cladosporium sphaerospermum, Aspergillus wentii, Colletotrichum acutatum, Escherichia coli, Bacillus subtilis…*[17]. Nhờ đó, tỷ lệ hư hỏng, mốc gỉ hay thối đen được giảm đáng kể.

Lợi ích kinh tế

Chi phí sản xuất 100L dung dịch 2% chitosan + 0,02% nano SiO_2 vào khoảng **2,855 triệu đồng** (có thể trừ sản lượng cho ~100 tấn ổi). Tương ứng, chi phí cộng thêm chỉ khoảng **28 đồng/kg** ổi so với không xử lý[18]. Trong khi đó, sản phẩm ổi sau xử lý có mẫu mã đẹp, đạt chất lượng cao, giữ được giá trị dinh dưỡng và vệ sinh an toàn thực phẩm tốt hơn. Đặc biệt, nhờ kéo dài thời gian bảo quản gấp gần 2 lần, tỷ lệ hao hụt sau thu hoạch giảm mạnh, giúp người trồng và doanh nghiệp thu được lợi nhuận cao hơn[18]. Ngoài ra, quy trình này có thể điều chỉnh áp dụng cho nhiều loại trái cây khác (như táo, lựu, xoài…) hoặc nông sản mềm khác nhằm cải thiện độ tươi lâu sau thu hoạch.

Tóm lại, việc phủ lớp chitosan – nano SiO_2 lên quả ổi sau thu hoạch là phương pháp hữu cơ, an toàn và hiệu quả. Nó tận dụng tính kháng khuẩn của chitosan và tính bền chắc của nano silica để tạo hàng rào vật lý ngăn cản quá trình hô hấp và phát triển vi sinh gây hư quả[4][8]. Phương pháp này đã được chứng minh ở quy mô thí nghiệm là tăng đáng kể chất lượng lưu trữ của ổi mà chi phí chỉ tăng thêm rất ít, cho phép nhân rộng vào sản xuất thực tiễn.

***TNNN** (St)*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Các nghiên cứu và báo cáo kỹ thuật về chitosan và lớp phủ nano SiO_2 trong bảo quản trái cây[4][8][3][19][18]; Tổ chức EFSA, FDA về an toàn chitosan và silica[9][6].

1. *[1] [3] Improving Guava Shelf Life and Preserving Postharvest Quality With Edible Coatings - PMC (https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12179812/)*
2. *[2] [5] [7] Tăng thời gian bảo quản ổi lên gấp đôi nhờ hỗn hợp chitosan phân tử lượng thấp và nano silica (https://nq57.igip.gov.vn/tin-tuc/t3036/tang-thoi-gian-bao-quan-oi-len-gap-doi-nho-hon-hop-chitosan-phan-tu-luong-thap-va-nano-silica)*
3. *[4] Multifunctional Role of Chitosan Edible Coatings on Antioxidant Systems in Fruit Crops: A Review - PMC (https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7961546/)*
4. *[6] Re-evaluation of silicon dioxide (E 551) as a food additive in foods for infants below 16 weeks of age and follow-up of its re-evaluation as a food additive for uses in foods for all population groups | EFSA (https://www.efsa.europa.eu/en/plain-language-summary/re-evaluation-silicon-dioxide-e-551-food-additive-foods-infants-below-16)*
5. *[8] Optimization of Nano-SiO2/Tea Polyphenol/Pullulan Edible Composite Films for Postharvest Preservation of Cherry Tomatoes - PMC (https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12524071/)*
6. *[9] GRAS Notice 997 Agency Response Letter (https://www.fda.gov/media/158880/download)*
7. *[10] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] Phương pháp Bảo quản quả Ổi bằng hỗn hợp Chitosan và nano SiO2 (https://www.foodnk.com/phuong-phap-bao-quan-qua-oi-sau-thu-hoach-bang-hon-hop-chitosan-va-nano-sio2.html)*

HỘI CÁC PHÒNG THỬ NGHIỆM VIỆT NAM - VINALAB

VIETNAM ASSOCIATINON OF TESTING LABORATORIES

HỘI CÁC PHÒNG THỬ NGHIỆM VIỆT NAM (VINALAB) là tổ chức xã hội - nghề nghiệp liên kết các phòng thử nghiệm trên toàn quốc. Hội đóng vai trò kết nối cộng đồng chuyên môn nhằm nâng cao năng lực kỹ thuật và chất lượng dịch vụ thử nghiệm tại Việt Nam. Các hoạt động cốt lõi của VINALAB gồm có:

1. **KẾT NỐI VÀ CHIA SẺ:** Tạo môi trường để các phòng thử nghiệm giao lưu, trao đổi về thí nghiệm, tiêu chuẩn, quy chuẩn, đánh giá sự phù hợp, hiệu chuẩn, kiểm định.
2. **THỬ NGHIỆM THÀNH THẠO:** Làm cầu nối quan trọng giữa các đơn vị, tổ chức và cá nhân để tham gia các chương trình thử nghiệm thành thạo, giúp nâng cao độ chính xác và năng lực chuyên môn.
3. **HỘI THẢO VÀ TRIỂN LÃM:** Thường xuyên tổ chức các hội nghị, triển lãm và hội thảo chuyên ngành để chia sẻ kinh nghiệm và giới thiệu các thiết bị, công nghệ mới.
4. **ĐÀO TẠO VÀ TƯ VẤN:** Hỗ trợ các phòng thử nghiệm trong việc nâng cao tay nghề, cập nhật các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế.
5. **HỢP TÁC QUỐC TẾ:** Phối hợp với các hiệp hội thử nghiệm trong khu vực và quốc tế để mở rộng mạng lưới chuyên gia và công nghệ.

TRỤ SỞ HÀ NỘI

Tầng 09, Tòa nhà SISC Tower, Số 71 Láng Hạ, Phường Thành Công, Quận Ba Đình, Hà Nội

024 6683 9670

info@vinalab.org.vnfo@vinalab.org.vn

TRỤ SỞ PHÍA NAM

224 Điện Biên Phủ, Quận 3, Tp.Hồ Chí Minh

info@vinalab.org.vnfo@vinalab.org.vn

SISC GROUP

Nhà cung cấp giải pháp Y - Sinh toàn diện

34 năm đồng hành cùng Y học Việt Nam



- SÀNG LỌC CHẨN ĐOÁN TRƯỚC SINH - SƠ SINH
- ĐỊNH NHÓM MÁU SINH HÓA & MIỄN DỊCH
- TEST NHANH HỖ TRỢ CHẨN ĐOÁN
- SÀNG LỌC UNG THƯ CỔ TỬ CUNG
- XÉT NGHIỆM DI TRUYỀN
- SINH HỌC PHÂN TỬ GIẢI PHẪU BỆNH
- KÍNH HIỂN VI ỨNG DỤNG HỖ TRỢ SINH SẢN

revvity · thermo scientific Authorized Distributor · MGI · Roche · Actim · Abbott · QuidelOrtho · Nikon · WM WEST MEDICA · BIONIT

Website

CÔNG TY CỔ PHẦN THIẾT BỊ SISC VIỆT NAM
SISC Tower, 63-71 Láng Hạ, Ô Chợ Dừa, HN
+84-24 3747 2258

CÔNG TY CỔ PHẦN THIẾT BỊ SÀI GÒN
98B-98C Đặng Thuỳ Trâm, Bình Lợi Trung, HCM
+84-28 5431 8877

CÔNG TY TNHH MTV SISC MIỀN TRUNG
132 Đường 30/4, Hoà Cường, TP. Đà Nẵng
+84-236 7300 105

Phúc Gia®
For A Comfortable Life

CÔNG TY CỔ PHẦN
PHÒNG THỬ NGHIỆM PHÚC GIA

THỬ NGHIỆM, CHỨNG NHẬN THIẾT BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

Gia Dụng | Văn Phòng | Viễn Thông | Công Nghệ Thông Tin | An Ninh Mạng

THỬ NGHIỆM

- THÔNG TIN VÔ TUYẾN
- TƯƠNG THÍCH ĐIỆN TỪ
- HIỆU SUẤT NĂNG LƯỢNG
- AN TOÀN ĐIỆN
- MỨC HẤP THỤ RIÊNG
- AN TOÀN PIN LITHIUM
- AN TOÀN QUANG SINH HỌC
- AN NINH MẠNG (CYBER SECURITY)

CHỨNG CHỈ CÔNG NHẬN

- VILAS 1212
- VALAS 009
- VLAT-1.0388

CHỨNG NHẬN

- QCVN 4:2009/BKHCN
- QCVN 9:2012/BKHCN
- QCVN 19:2025/BKHCN
- QCVN 25:2025/BKHCN
- QCVN 135:2024/BTTTT
- TCVN/ISO/IEC

CHỨNG CHỈ CÔNG NHẬN

VICAS 123 - PRO

CHỈ ĐỊNH - CẤP PHÉP - CÔNG NHẬN

BỘ CÔNG THƯƠNG

NHỮNG CON SỐ ẤN TƯỢNG

10+ NĂM KINH NGHIỆM	**6+** CƠ QUAN QUẢN LÝ CHUYÊN NGÀNH
150+ NHÂN SỰ	**3** TỔ CHỨC CÔNG NHẬN (BOA, AOSC, VACI)
3000+ KHÁCH HÀNG	**10000m²** CƠ SỞ VẬT CHẤT

HỆ THỐNG PHÒNG THỬ NGHIỆM









CÔNG TY CỔ PHẦN PHÒNG THỬ NGHIỆM PHÚC GIA

Văn Phòng: Tầng 8 - 9, tòa nhà Silkpath, số 4 Lý Sơn, P. Việt Hưng, Hà Nội
PTN: Cảng cạn Long Biên, số 1 Huỳnh Tấn Phát, P. Long Biên, Hà Nội
Hà Nội: 0982 996 696 - 0965 996 696
Số 180, D2, khu Khang Điền Classia, đường Võ Chí Công, P. Long Trường, TP. HCM
TP. Hồ Chí Minh: 0918 996 696
TT. Thử nghiệm: lab@phucgia.com.vn
TT. Chứng nhận: cert@phucgia.com.vn
https://phucgia.com.vn

PROFILE