CUỘC THI SÁNG TẠO TẾ BÀO GỐC 2026
LẦN THỨ 11 | CHỦ ĐỀ: TẾ BÀO GỐC & AI
SINH AI
MĐT: 505
ĐƠN VỊ TỔ CHỨC
ĐƠN VỊ TÀI TRỢ

VITRA MATRIX

[1]Trần Thị Nguyệt Ái, [2]Nguyễn Dương Phương Thảo, [3]*Đỗ Phú Hưng*, [4]Võ Tuấn Kiệt, [5]Huỳnh Quốc Nam
[1]Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM, [2]Trường Đại học Y Hà Nội, [3]ĐH KH và CN Hà Nội (USTH),
[4]THPT Hai Bà Trưng Huế, [5]Trường Phổ thông Năng khiếu - ĐHQG.HCM

Ý TƯỞNG CỐT LÕI

Hệ thống AI tạo bản sao số giúp dự báo lão hóa, mất tiềm năng biệt hóa trước 24–72 giờ và phát hiện sớm ngoại nhiễm vi khuẩn, nấm trong nuôi cấy tế bào gốc.

01. BỐI CẢNH & VẤN ĐỀ

- **Bối cảnh:** Tế bào gốc là nền tảng của y học tái tạo; nuôi cấy kéo dài, chi phí cao.
- **Vấn đề:** Xét nghiệm định kỳ tốn kém, chậm, phát hiện khi tế bào đã hỏng → hủy lô, lãng phí.
- **Nhu cầu:** Theo dõi liên tục, không xâm lấn → dự báo trước lão hóa, phát hiện sớm ngoại nhiễm → giảm chi phí, giảm thất bại, an toàn cho bệnh nhân.

02. MỤC TIÊU

- Thu thập dữ liệu ảnh + chuyển hóa theo thời gian.
- Xây dựng Digital Twin AI → SCQS.
- Kiểm chứng với tiêu chuẩn vàng; hỗ trợ quyết định kiểm tra, can thiệp.

03. ĐIỂM MỚI SÁNG TẠO

- **Một hệ thống – ba rủi ro:** dự báo lão hóa, mất biệt hóa (24–72 giờ); phát hiện ngoại nhiễm.
- **Hợp nhất ảnh + chuyển hóa:** khác mô hình chỉ dùng ảnh (Imai 2018) hoặc phổ dịch nuôi (Chelvam 2025).
- **SCQS có giải thích:** chỉ rõ nguyên nhân cảnh báo → hỗ trợ quyết định can thiệp.
- **Chi phí thấp, không xâm lấn:** không bắt buộc bioreactor.

04. CƠ SỞ KHOA HỌC

- Nghiên cứu liên quan: AI dự đoán chất lượng MSC từ ảnh hình thái (Imai 2018); học máy phát hiện ngoại nhiễm từ phổ dịch nuôi ở mốc 21 giờ (Chelvam 2025).
- Cơ chế:
  - Ngoại nhiễm → vi sinh vật tiêu thụ glucose, sinh acid → pH giảm, lactate tăng, trước khi môi trường đục.
  - Lão hóa → tế bào to, dẹt, tăng sinh chậm → thay đổi hình thái đo được trên ảnh.
- Cơ sở đề xuất: Digital Twin cập nhật liên tục từ ảnh và chuyển hóa → nhận diện xu hướng bất thường sớm hơn quan sát thủ công.

05. PHƯƠNG PHÁP / QUY TRÌNH ĐỀ XUẤT

1 DỮ LIỆU TẾ BÀO

- Nguồn: MSC nuôi cấy tại phòng thí nghiệm hợp tác.
- Loại: ảnh pha tương phản + pH, glucose, lactate, oxy hòa tan.
- Thu thập: 3 nhóm (đối chứng sạch, nhiễm có kiểm soát, lão hóa); theo các mốc thời gian.

2

- Làm sạch: loại ảnh mờ, lệch nét; xử lý giá trị thiếu, nhiễu cảm biến.
- Tăng cường: xoay, lật, chỉnh độ sáng ảnh.
- Trích xuất đặc trưng: hình thái (diện tích, độ tròn, mật độ hạt nền); chỉ tiêu pH, glucose, lactate theo thời gian.

3

- **Mô hình:** M-A ; M-B; M-C ; M-D ; M-E
- **Phương pháp:** Phương pháp: Transfer Learning (ResNet-18) • Huấn luyện phân tầng theo 3 rủi ro • Tách dữ liệu theo người hiến • Hiệu chuẩn xác suất → SCQS
- **Công cụ:** PyTorch, OpenCV, scikit-learn; ResNet-18; HistGradientBoosting; FastAPI

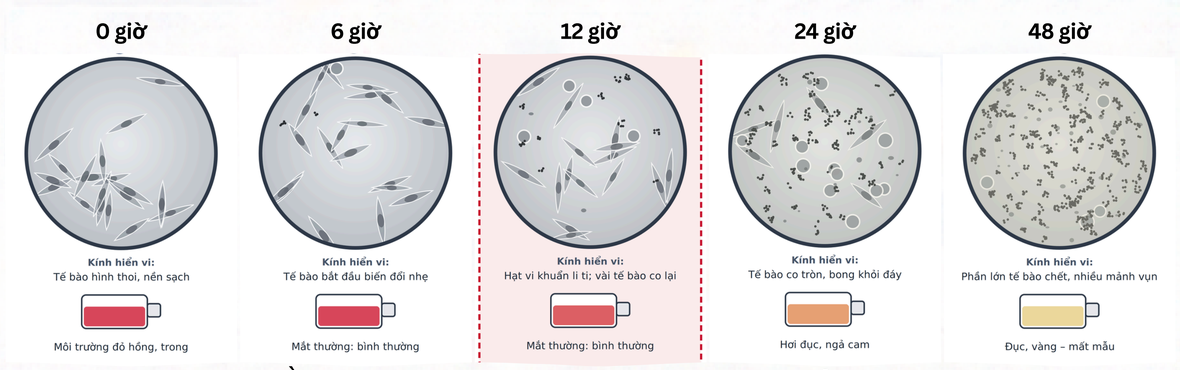
4 KIỂM CHỨNG

- Đánh giá: so với tiêu chuẩn vàng: nuôi cấy vi sinh, SA-β-gal, nhuộm biệt hóa.
- Tiêu chí: độ nhạy, độ đặc hiệu, AUC, thời gian phát hiện, tỷ lệ báo động giả.
- Phương pháp: kiểm định chéo theo người hiến; so sánh với quan sát của kỹ thuật viên.

5 SẢN PHẨM ĐẦU RA

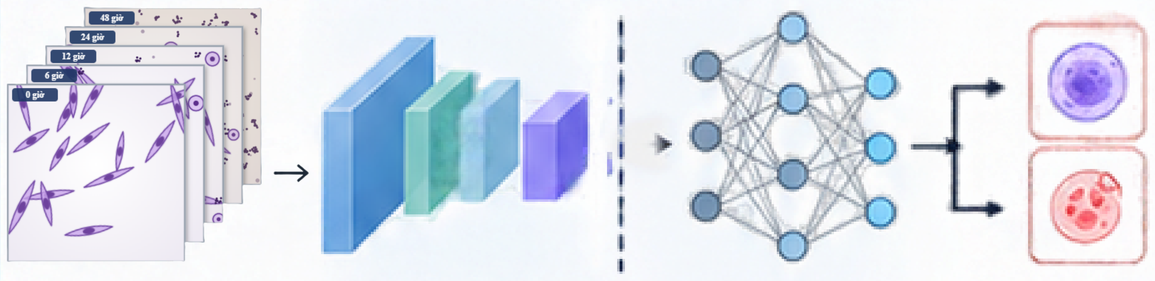
- SCQS: điểm chất lượng 0–100 theo thời gian.
- Cảnh báo: loại rủi ro + nguyên nhân.
- Gợi ý: thời điểm kiểm tra, can thiệp.

Mình họa dữ liệu / hình ảnh tế bào



Tụ cầu coagulase âm (*S. epidermidis*) - Hình ảnh minh họa

Minh họa mô hình / quy trình phân tích



06. KẾT QUẢ

Trạng thái bình nuôi cấy

		SCQS
Bình MSC-01	Bình thường	92
Bình MSC-02	Nghi ngoại nhiễm: pH giảm nhanh, lactate tăng	41
Bình MSC-03	Bình thường	88

Thiết lập điều kiện cho phép

	Tối thiểu	Tối đa	Đơn vị
pH	7,20	7,45	-
Nhiệt độ	36,5	37,5	°C
CO_2	4,5	5,5	%
Oxy hòa tan	30	—	% bão hòa
Glucose	2,0	—	mmol/L
Lactate	—	15	mmol/L

Lưu

Chi tiết thông số - Bình MSC-02

Thông số nuôi cấy	Giá trị hiện tại / Ngưỡng cho phép		Trạng thái
pH	7,08	/ 7,20 – 7,45	Bất thường
Nhiệt độ	37,0 °C	/ 36,5 – 37,5 °C	Bình thường
CO_2	5,0 %	/ 4,5 – 5,5 %	Bình thường
Oxy hòa tan	62 % bão hòa	/ ≥ 30 %	Bình thường
Glucose	2,6 mmol/L	/ ≥ 2,0 mmol/L	Bình thường
Lactate	18,4 mmol/L	/ ≤ 15 mmol/L	Bất thường

Giao diện minh họa

07. TÍNH KHẢ THI & ỨNG DỤNG

- Triển khai: thiết bị sẵn có, AI mã nguồn mở.
- Lộ trình: thử nghiệm BSL-2 → mở rộng dữ liệu → tích hợp quy trình kiểm soát chất lượng.
- Nguồn lực: AI & IoT, sinh học, y khoa, công nghệ sinh học.
- Hưởng lợi: ngân hàng tế bào gốc, cơ sở sản xuất, bệnh viện, bệnh nhân.
- Tác động: an toàn hơn, giảm lô hủy, giảm chi phí.
- Mở rộng: iPSC, dòng tế bào khác, bioreactor tự động.
- Giới hạn: Mycoplasma, virus cần xét nghiệm riêng.

Một số tài liệu tham khảo:

- Chelvam, S. P., Ng, A. J. Y., Huang, J., Lee, E., Baranski, M., Yong, D., Williams, R. B. H., Springs, S. L., & Ram, R. J. (2025). Machine learning aided UV absorbance spectroscopy for microbial contamination in cell therapy products. *Scientific Reports, 15*, Article 7631.
- Hallström, E., Kandavalli, V., Ranefall, P., Elf, J., & Wählby, C. (2023). Label-free deep learning-based species classification of bacteria imaged by phase-contrast microscopy. *PLOS Computational Biology, 19*(11), Article e1011181.
- Imai, Y., Kanie, K., & Kato, R. (2022). Morphological heterogeneity description enabled early and parallel non-invasive prediction of T-cell proliferation inhibitory potency and growth rate for facilitating donor selection of human mesenchymal stem cells. *Inflammation and Regeneration, 42*, Article 8.
- Imai, Y., Yoshida, K., Matsumoto, M., Okada, M., Kanie, K., Shimizu, K., Honda, H., & Kato, R. (2018). In-process evaluation of culture errors using morphology-based image analysis. *Regenerative Therapy, 9*, 15–23.
- Park, S.-Y., Park, C.-H., Choi, D.-H., Hong, J. K., & Lee, D.-Y. (2021). Bioprocess digital twins of mammalian cell culture for advanced biomanufacturing. *Current Opinion in Chemical Engineering, 33*, Article 100702.