

SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VĨNH LONG
TRUNG TÂM ỨNG DỤNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ
DỰ ÁN KHOA HỌC CẤP CƠ SỞ

**BÁO CÁO TÓM TẮT KẾT QUẢ THỰC HIỆN NHIỆM
VỤ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP CƠ SỞ**

**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IOT TRỒNG NẤM
TẠI TRUNG TÂM ỨNG DỤNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ TỈNH
VĨNH LONG**

Tổ chức chủ trì: Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ
Chủ nhiệm nhiệm vụ: CN. NGUYỄN TRƯỜNG SƠN

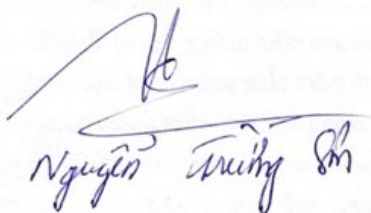
VĨNH LONG - 2025

SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VĨNH LONG
TRUNG TÂM ỨNG DỤNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

**BÁO CÁO TÓM TẮT KẾT QUẢ THỰC HIỆN NHIỆM
VỤ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP CƠ SỞ**

**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IOT TRỒNG NẤM
TẠI TRUNG TÂM ỨNG DỤNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ
TỈNH VĨNH LONG**

CHỦ NHIỆM NHIỆM VỤ


Nguyễn Trường Sơn

TỔ CHỨC CHỦ TRÌ



Phan Bá Lùng

VĨNH LONG - 2025

MỤC LỤC

MỤC LỤC	i
PHẦN MỞ ĐẦU	1
1. Đặt vấn đề	1
2. Mục tiêu đề tài.....	3
3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn kết quả nghiên cứu	3
4. Thời gian thực hiện: Từ tháng 08/2024 đến tháng 07/2025.....	3
5. Sản phẩm từ đề tài	3
Chương 1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	5
1.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu, địa điểm thực hiện.....	5
1.2. Phương pháp triển khai và kỹ thuật sử dụng.....	6
1.3. Nội dung nghiên cứu.....	8
Chương 2. KẾT QUẢ TRIỂN KHAI HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT NHÀ NẤM TẠI TRUNG TÂM ỨNG DỤNG KHCN VĨNH LONG.....	11
2.1. Đánh giá hiện trạng nhà trồng nấm	11
2.2. Quy trình trồng và chăm sóc nấm đang ứng dụng tại trung tâm	12
2.3. Thiết lập bộ trung tâm điều khiển hệ thống tưới tự động nhà nấm	13
2.3.1. Thiết bị bộ trung tâm điều khiển:	13
2.3.2. Thiết kế bộ trung tâm điều khiển hệ thống tưới tự động nhà nấm.....	13
2.3.3. Cài đặt bộ trung tâm điều khiển tại nhà trồng nấm.....	17
2.4. Phân tích thiết kế cơ sở dữ liệu hệ thống tưới tự động nhà nấm	17
Phân tích sơ sở dữ liệu nhà nấm	17
2.5. Thiết kế hệ thống phần mềm ứng dụng trồng nấm.....	18
2.5.1. Thiết kế hệ thống phần mềm ứng dụng trồng nấm	18
2.6. Kết quả hoàn thiện chức năng phần mềm trồng nấm	19
2.6.1. Màn hình chính giám sát và điều khiển thiết bị	19
2.6.2. Màn hình thu thập và theo dõi dữ liệu.....	20
2.6.3. Màn hình trình bày biểu đồ về nhiệt độ và ẩm độ không khí	21
2.6.4. Trạng thái hoạt động thiết bị.....	22
2.6.7. Đăng nhập hệ thống.....	22
2.6.8. Giao diện ứng dụng app điện thoại thông minh.....	23
2.6.9 Kết quả thu thập dữ liệu	24
2.7. Kết quả so sánh năng suất nấm giữa phương pháp truyền thống và phương pháp sử dụng IoT trong trồng nấm.....	25
2.7.1. Hiệu quả về năng suất giữa hai mô hình	25

2.7.2. So sánh hiệu quả mô hình IoT và phương pháp trồng nấm truyền thống	27
2.9. Đánh giá kết quả thực hiện dự án	28
PHẦN KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	29
1. Kết luận.....	29
2. Kiến nghị.....	29

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Việt Nam là quốc gia có thế mạnh về sản xuất nông nghiệp, diện tích đất nông nghiệp khoảng 27,3 triệu ha, nông nghiệp Việt Nam hiện đang tái cơ cấu theo hướng ứng dụng công nghệ cao, thông minh. Với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học và công nghệ đặc biệt là cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, người dân cần ứng dụng tiến bộ khoa học công nghệ trong sản xuất để góp phần tăng năng suất, chất lượng sản phẩm; giúp giảm chi phí lao động của con người và tiết kiệm thời gian.

Trong sản xuất nông nghiệp việc ứng dụng công nghệ cao, ứng dụng thành tựu cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 vào nông nghiệp ngày trở nên cấp thiết góp phần tăng năng suất, chất lượng sản phẩm. Tỉnh Vĩnh Long đã ban hành Kế hoạch số 28/KH-UBND ngày 23/8/2018 của Chủ tịch UBND tỉnh về thực hiện Chỉ thị 16/CT-TTg ngày 04/5/2017 của Thủ tướng Chính phủ về việc tăng cường năng lực tiếp cận cuộc Cách mạng công nghệ lần thứ 4.

Tiếp theo, Tỉnh Vĩnh Long cũng đã ban hành văn bản chỉ đạo các ngành chức năng của tỉnh và các huyện, thị xã và thành phố Vĩnh Long triển khai thực hiện Nghị quyết số 03-NQ/TU của Ban Chấp hành Đảng bộ tỉnh Vĩnh Long về phát triển nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao giai đoạn 2021-2025. Theo đó, Nghị quyết số 03-NQ/TU ngày 01/12/2021 của Ban Chấp hành Đảng bộ tỉnh xác định: Phát triển kinh tế nông nghiệp, xây dựng tỉnh Vĩnh Long thành địa phương có thế mạnh về sản xuất nông nghiệp. Chuyển đổi tư duy từ sản xuất nông nghiệp thuần túy sang phát triển kinh tế nông nghiệp hiệu quả, đa dạng, theo yêu cầu của thị trường; từ phát triển theo số lượng sang chất lượng để có hiệu quả cao hơn; tập trung cho ứng dụng công nghệ sinh học, công nghệ kỹ thuật số; vận dụng được thành tựu cách mạng công nghệ 4.0.

Những năm gần đây, trồng nấm được xem là một nghề mang lại hiệu quả kinh tế cao. Điển hình là đã có hàng ngàn hộ nông dân trồng nấm quy mô trang trại ở nhiều nơi trong nước, vùng đồng bằng Sông Cửu Long cũng đang có vài tỉnh thành đang phát huy thế mạnh của nghề trồng nấm như: Tiền Giang, Bến Tre, Sóc Trăng, Kiên Giang. Tại Vĩnh Long, phong trào trồng nấm bào ngư của xã Long Phước - Long Hồ, xã Mỹ Hòa – Thị xã Bình Minh, Phường Tân Ngãi – Thành phố Vĩnh Long phát triển rất mạnh. Bên cạnh đó, một số doanh nghiệp trong tỉnh đang hướng tới ứng dụng công nghệ cao trong

sản xuất nông nghiệp trong đó có trồng nấm. Do đó, Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ Vĩnh Long có định hướng nghiên cứu ứng dụng công nghệ cao tự động hóa một số khâu trong sản xuất, nhằm nâng cao năng suất chất lượng, ghi nhận dữ liệu nhật ký canh tác điện tử phục vụ thực hiện truy xuất nguồn gốc sản phẩm, tiết kiệm công lao động, thu thập dữ liệu môi trường để điều chỉnh tưới chính xác giúp tiết kiệm nước, giảm điện năng tiêu thụ.

Trong năm 2020, Nhóm đã thực hiện đề tài “Xây dựng hệ thống tưới tự động trong sản xuất nông nghiệp sử dụng Internet of Things (IoT) giám sát hệ thống tại Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ”, đạt hiệu quả. Hệ thống được ứng dụng tại nhà màng Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ phục vụ tốt cho quá trình canh tác trồng các loại hoa quả như: dưa lưới, dưa lê, ớt sừng vàng Châu phi. Hệ thống phục vụ cho việc chăm sóc cây trồng hiệu quả hơn, dựa vào các cảm biến sẽ giúp đo đạc các thông số nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm đất, ánh sáng, pH, EC, ... tất cả sẽ được giám sát và điều khiển tự động mọi lúc mọi nơi qua Internet trên điện thoại thông minh hoặc máy tính. Với những kết quả đạt được từ kết quả đề tài là cơ sở để nhóm tiếp tục nghiên cứu và hoàn thiện ứng dụng công nghệ IoT trong mô hình trồng nấm nhằm nâng cao sản lượng và chất lượng nấm, giảm chi phí lao động, tự động điều chỉnh môi trường cho nấm phát triển tốt.

**** Luận giải về sự cần thiết phải nghiên cứu dự án:***

Những năm qua, Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ Vĩnh Long đã xây dựng mô hình nhà trồng nấm và nhân rộng cho nhiều hộ nông dân các huyện, thị xã và thành phố Vĩnh Long đem lại hiệu quả, giúp ích cho người dân sản xuất phát triển kinh tế gia đình cải thiện đời sống. Trong năm 2019, Trung tâm đã xây dựng 08 mô hình trồng nấm bào ngư tại xã Mỹ Hòa – thị xã Bình Minh, Vĩnh Long; xây dựng 08 mô hình trồng nấm bào ngư tại xã Long Phước, Long Hồ, Vĩnh Long nhằm hỗ trợ nâng cao đời sống, thu nhập cho người dân.

Hiện nay, ứng dụng nông nghiệp công nghệ cao trong sản xuất là xu thế chung là hướng đi phù hợp giúp tăng năng suất, chất lượng sản phẩm nông sản, hướng tới nền nông nghiệp sạch, bền vững, thích ứng với biến đổi khí hậu. Trong đó, ứng dụng công nghệ IoT ngày càng có vai trò quan trọng trong quá trình sản xuất nông nghiệp. Với mô hình nhà trồng nấm tự động ứng dụng công nghệ IoT có khả năng giám sát và tự động

điều chỉnh các thông số môi trường, nếu cảm biến xác nhận độ ẩm trong nhà trồng nấm thấp so với thông số chuẩn, hệ thống sẽ tự động bật quạt và phun sương để cân bằng. Hệ thống giúp giám sát và điều khiển tự động các thiết bị nhằm đảm bảo môi trường tối ưu cho từng giai đoạn sinh trưởng và phát triển của nấm.

Do đó, để tối ưu hóa trong lĩnh vực trồng nấm ứng dụng nông nghiệp công nghệ cao giúp nâng cao năng suất, chất lượng nấm cho người dân; tôi đề xuất thực hiện dự án ***“Ứng dụng công nghệ IoT trồng nấm tại Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ tỉnh Vĩnh Long”***.

2. Mục tiêu đề tài

Xây dựng thành công mô hình trồng nấm Bào ngư ứng dụng công nghệ IoT cảm biến nhiệt độ, ẩm độ; điều khiển tưới tự động giúp nâng cao 10-15% năng suất, tiết kiệm trên 80% công tưới nước so với trồng nấm theo phương pháp truyền thống.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn kết quả nghiên cứu

Ý nghĩa khoa học: Cơ sở lý luận về việc áp dụng IoT trong nông nghiệp chính xác, giám sát – điều khiển nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, khí CO₂ dựa trên dữ liệu thời gian thực. Phương pháp nghiên cứu kết hợp công nghệ cảm biến, truyền thông dữ liệu để tối ưu điều kiện sinh trưởng của nấm. Mở rộng khả năng ứng dụng IoT từ các lĩnh vực cây trồng – thủy sản, tạo tiền đề cho các nghiên cứu chuyên sâu hơn về nông nghiệp thông minh.

Ý nghĩa thực tiễn: Nâng cao năng suất và chất lượng nấm bào ngư nhờ kiểm soát môi trường ổn định, giảm tỷ lệ hư hỏng bị nhiễm bệnh; Giảm chi phí sản xuất và lao động thủ công, tăng hiệu quả kinh tế cho hộ nông dân và hợp tác xã; Ứng dụng giám sát từ xa, giúp người trồng theo dõi điều kiện môi trường qua điện thoại, tiết kiệm thời gian và chủ động xử lý sự cố; Phù hợp với sản xuất nông nghiệp bền vững, giảm lãng phí điện – nước nhờ điều khiển chính xác; Mô hình có thể nhân rộng cho các loại nấm khác.

4. Thời gian thực hiện: Từ tháng 08/2024 đến tháng 07/2025

5. Sản phẩm từ đề tài

Danh mục sản phẩm khoa học đáp ứng được yêu cầu đặt hàng

TT	Tên sản phẩm	Ghi chú
----	--------------	---------

1	Mô hình nhà trồng nấm thông minh ứng dụng công nghệ IoT: Hệ thống hỗ trợ giám sát thông số môi trường nhà nấm và điều chỉnh phù hợp cho nấm phát triển tốt nhất; Thông qua phần mềm giám sát cán bộ quản lý có thể theo dõi từ xa các thông số môi trường tại khu vực trồng trọt như: nhiệt độ, độ ẩm không khí, ánh sáng, CO ₂ ,... dựa vào các thông số trên để điều khiển hệ thống một cách tự động hoặc điều khiển bằng tay từ xa	Đạt yêu cầu
2	Báo cáo khoa học tổng kết	Đạt yêu cầu

Chương 1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu, địa điểm thực hiện

Dự án tập trung vào việc ứng dụng công nghệ IoT trong trồng nấm, với đối tượng nghiên cứu chính bao gồm: (1) Quy trình và điều kiện sinh trưởng của nấm Bào ngư (*Pleurotus ostreatus*) trong môi trường nhà trồng tại Trung tâm Ứng dụng Khoa học Công nghệ (KHCN) Vĩnh Long; (2) Hệ thống thiết bị IoT và hạ tầng kỹ thuật phục vụ giám sát – điều khiển môi trường trồng nấm, cụ thể là nghiên cứu các công nghệ Internet of Things, điện toán đám mây (Cloud) và giao thức truyền tin MQTT; và (3) Nền tảng phần cứng, cảm biến IoT dùng để thu thập dữ liệu môi trường, bao gồm vi điều khiển Arduino/ESP8266 và các cảm biến nhiệt độ, độ ẩm không khí, ánh sáng, chất lượng Oxy (đại diện cho thông gió/khí CO₂) trong nhà trồng nấm. Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu cũng khảo sát nhu cầu và thói quen của cán bộ kỹ thuật, nông hộ trong việc trồng và chăm sóc nấm để đảm bảo hệ thống IoT đề xuất phù hợp thực tiễn sử dụng.

Về phạm vi nghiên cứu, dự án triển khai thí điểm trong quy mô nhà trồng nấm Bào ngư tại Trung tâm Ứng dụng KHCN Vĩnh Long. Đây là nhà lưới trồng nấm có diện tích và điều kiện khí hậu điển hình cho nghề trồng nấm trong tỉnh. Phạm vi nghiên cứu giới hạn ở việc *tự động hóa khâu giám sát và điều chỉnh vi khí hậu* (nhiệt độ, ẩm độ, ánh sáng, thông gió) bên trong nhà trồng, cũng như *xây dựng hệ thống phần mềm quản lý dữ liệu canh tác*. Dự án không mở rộng sang các khâu khác như xử lý sau thu hoạch hay phân phối sản phẩm, mà tập trung vào giai đoạn trồng trọt trong nhà nấm. Địa điểm thực hiện cụ thể là tại khu nhà trồng nấm thuộc Trung tâm Ứng dụng KHCN Vĩnh Long – nơi có sẵn cơ sở hạ tầng kỹ thuật (điện, nước, mạng) phục vụ lắp đặt hệ thống. Trước khi triển khai, nhóm đã tiến hành khảo sát hiện trạng nhà trồng (nhiệt độ dao động 28–34 °C ban ngày, độ ẩm 65–85% tùy thời điểm, chiếu sáng tự nhiên, thông gió thụ động qua lưới) để làm cơ sở thiết kế hệ thống điều khiển tự động phù hợp.

Tóm lại, đối tượng nghiên cứu của dự án bao quát cả yếu tố sinh học (cây nấm và môi trường sống) lẫn yếu tố công nghệ (hệ thống IoT giám sát – điều khiển). Phạm vi được giới hạn trong mô hình nhà nấm tại Trung tâm, nhằm đảm bảo điều kiện thí nghiệm được kiểm soát và số liệu thu được có tính tin cậy trước khi có thể nhân rộng cho các hộ trồng nấm khác trong tương lai.

1.2. Phương pháp triển khai và kỹ thuật sử dụng

Phương pháp nghiên cứu triển khai: Để đạt được mục tiêu, dự án kết hợp nhiều phương pháp nghiên cứu định tính và định lượng. Trước hết, nhóm tiến hành nghiên cứu tài liệu và cơ sở lý thuyết về các thành phần hệ thống. Cụ thể, nhóm tìm hiểu chuyên sâu về *nền tảng vi điều khiển Arduino* (phần cứng và môi trường lập trình Arduino IDE) cũng như *module IoT ESP8266* để sử dụng làm bộ não cho hệ thống. Đồng thời, các công nghệ IoT liên quan được nghiên cứu, bao gồm dịch vụ điện toán đám mây phục vụ lưu trữ dữ liệu và điều khiển từ xa, cùng với giao thức MQTT – một giao thức nhẹ dùng truyền thông tin kiểu publish/subscribe phù hợp cho IoT.

Tiếp theo, nhóm áp dụng phương pháp thực nghiệm để xây dựng và kiểm chứng hệ thống: Một mô hình thử nghiệm được thiết lập gồm máy tính (chạy hệ điều hành Windows/Linux) cài đặt Arduino IDE, các board vi điều khiển (Arduino Uno/NodeMCU ESP8266), và tập hợp các cảm biến môi trường (cảm biến nhiệt độ-độ ẩm DHT, cảm biến ánh sáng, cảm biến khí oxy/CO₂, v.v.). Hệ thống được lắp đặt trong nhà trồng nấm thật để thu thập dữ liệu và hiệu chỉnh thuật toán điều khiển qua các lần thí nghiệm. Thông qua quá trình này, nhóm quan sát cách hệ thống phản ứng với những biến đổi môi trường thực tế (ví dụ: nhiệt độ ban ngày tăng cao hoặc độ ẩm giảm đột ngột) nhằm điều chỉnh tham số điều khiển phù hợp với điều kiện canh tác nấm tại địa phương.

Song song với thực nghiệm, phương pháp phân tích – thiết kế hệ thống được áp dụng để phát triển phần mềm. Nhóm phân tích các *chức năng cần có của ứng dụng* giám sát dành cho người sử dụng cuối (cán bộ kỹ thuật, chủ trại nấm). Từ đó, tiến hành mô hình hóa hệ thống qua biểu đồ use-case, thiết kế *cơ sở dữ liệu* để lưu trữ thông tin môi trường và nhật ký canh tác, và phác thảo *giao diện người dùng* đảm bảo tính trực quan, thân thiện. Việc phân tích thiết kế đảm bảo rằng hệ thống IoT không chỉ hoạt động chính xác về mặt kỹ thuật mà còn phù hợp với quy trình trồng nấm hiện hành và dễ dàng được chấp nhận bởi người dùng.

Kỹ thuật và công cụ sử dụng: Dựa trên các phương pháp trên, dự án triển khai hệ thống IoT với những kỹ thuật và thành phần chính sau:

- **Bộ điều khiển trung tâm và cảm biến:** Xây dựng bộ trung tâm điều khiển dựa trên vi điều khiển Arduino Uno kết hợp module Wifi ESP8266 (NodeMCU). Bộ điều

khuyến này kết nối tới *các cảm biến IoT* đặt trong nhà nắm để thu thập dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, khí CO₂... theo thời gian thực. Các cảm biến tiêu biểu gồm cảm biến SHT20 đo nhiệt độ – ẩm độ không khí, cảm biến ánh sáng BH1750 đo cường độ ánh sáng, cảm biến Oxy đo chất lượng không khí và các cảm biến hỗ trợ khác phục vụ giám sát vi khí hậu nấm.

- **Hệ thống mạng và truyền dữ liệu:** Sử dụng công nghệ Internet of Things (IoT) với kết nối Wi-Fi tích hợp trên module ESP8266 để truyền dữ liệu cảm biến từ bộ điều khiển trung tâm lên máy chủ. Giao thức MQTT được lựa chọn để đảm bảo việc gửi/nhận dữ liệu hiệu quả giữa các thiết bị IoT và server do MQTT có ưu điểm sử dụng băng thông thấp, độ tin cậy cao và hoạt động tốt ngay cả khi đường truyền mạng không ổn định. Kiến trúc truyền thông theo mô hình publish/subscribe: bộ điều khiển định kỳ *xuất bản* (publish) các bản tin chứa dữ liệu môi trường lên MQTT broker, đồng thời *đăng ký* (subscribe) các chủ đề điều khiển để nhận lệnh (như bật quạt, bơm sương) từ hệ thống quản lý.

- **Cơ sở hạ tầng lưu trữ và máy chủ:** Toàn bộ dữ liệu thu thập (như nhiệt độ, độ ẩm theo thời gian) cùng với nhật ký canh tác nấm điện tử được lưu trữ trên *máy chủ Trung tâm tích hợp dữ liệu tỉnh Vĩnh Long*. Việc này nhằm đảm bảo dữ liệu được quản lý tập trung, an toàn và có thể phục vụ phân tích dài hạn. Máy chủ này đóng vai trò như đám mây lưu trữ (Cloud Storage) nội bộ, cho phép truy xuất dữ liệu từ xa qua Internet đồng thời hỗ trợ tính năng đồng bộ, truy xuất nguồn gốc canh tác khi cần.

- **Phát triển ứng dụng giám sát và điều khiển:** Xây dựng một phần mềm ứng dụng web (dạng web application) để tương tác với hệ thống IoT trồng nấm. Ứng dụng web này kết nối với bộ điều khiển trung tâm qua Internet, cung cấp giao diện để người dùng theo dõi các thông số môi trường hiện tại và điều khiển thiết bị tưới, quạt thông gió từ xa. Về kỹ thuật, ứng dụng sử dụng *hệ quản trị cơ sở dữ liệu MySQL* để lưu trữ dữ liệu cảm biến và thông tin nhật ký, cùng với *ngôn ngữ kịch bản PHP* trên máy chủ để xử lý logic nghiệp vụ và giao tiếp với MQTT broker. Giao diện người dùng được thiết kế tương thích trên máy tính và thiết bị di động, hiển thị trực quan các biểu đồ nhiệt độ, độ ẩm theo thời gian, trạng thái hoạt động của thiết bị (bơm, quạt), và cho phép thiết lập ngưỡng điều khiển. Các tính năng chính bao gồm: giám sát môi trường nhà nấm mọi

lúc, mọi nơi qua Internet, cảnh báo khi thông số vượt ngưỡng, điều khiển tưới và thông gió thủ công (từ xa) hoặc cấu hình chế độ tự động.

Tóm lại, phương pháp triển khai kết hợp chặt chẽ giữa *nguyên cứu lý thuyết* (đảm bảo chọn đúng công nghệ, thiết bị) và *thực nghiệm tại hiện trường* (đảm bảo hệ thống hoạt động hiệu quả trong thực tế). Các kỹ thuật hiện đại từ IoT, truyền thông không dây đến phát triển ứng dụng web được tích hợp đồng bộ, tạo nên một hệ thống hoàn chỉnh phục vụ trồng nấm công nghệ cao.

1.3. Nội dung nghiên cứu

Nội dung 1: Khảo sát hiện trạng nhà nấm tại Trung tâm Ứng dụng KHCHN

Thực hiện khảo sát và đánh giá hiện trạng nhà nấm tại Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ với các tiêu chí cần đạt về nhiệt độ, ánh sáng, ẩm độ khả năng thông gió, che chắn gió, côn trùng, các tiêu chuẩn về chiều cao, nền nhà trồng nấm.

Các bước trong quy trình trồng và chăm sóc nấm bào ngư đã được ứng dụng tại Trung tâm: (1) Trồng nấm trên kệ → (2) Khử trùng nhà, trại (*rải vôi xử lý nền, phun Clorin tỷ lệ 5-7%*) → (3) Đưa túi phôi vào → (4) Tháo nút bông (*Khi tơ nấm trắng 100%; để 1-2 ngày, đậy nắp không tưới nước*) → (5) Đậy nắp nhựa (*Đậy nắp 5-7 ngày tưới nhiều nước*) → (6) Tưới đón nấm (*Tháo nắp ra, tưới nhẹ lên túi phôi, nền trại 3-5 lần ngày*) → (7) Thu hoạch nấm → (8) Vệ sinh cỏ túi phôi → Quay lại bước (5) để tiếp tục thu hoạch nấm.

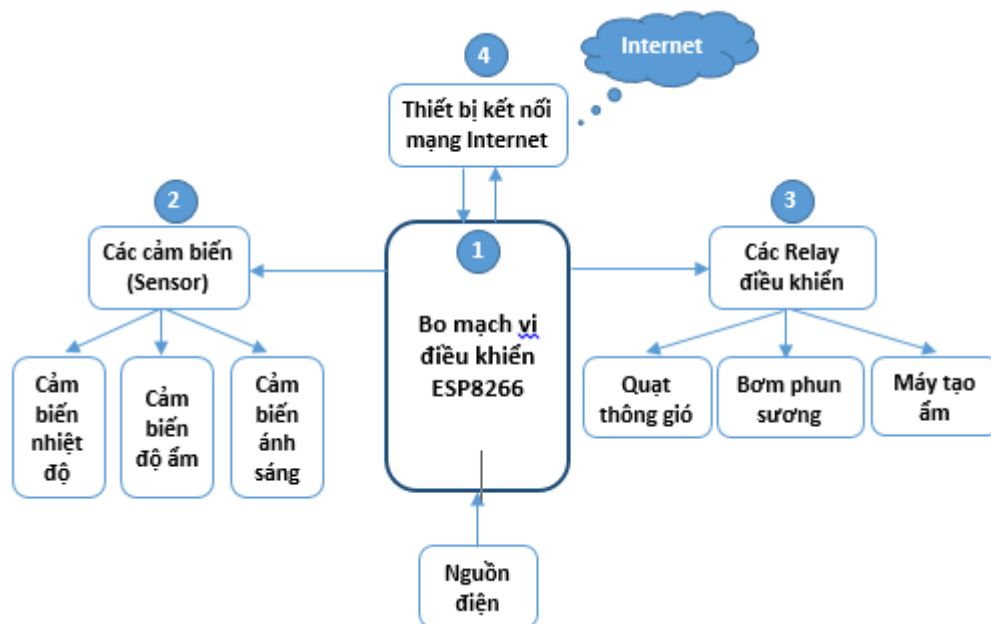
Nội dung 2: Hoàn thiện tính năng phần mềm hệ thống trồng nấm ứng dụng công nghệ IoT

Công việc 1: Xây dựng bộ trung tâm điều khiển tại nhà nấm

Bộ trung tâm điều khiển bao gồm các thiết bị: (1) Mạch vi điều khiển ESP8266 arduino (2) Thiết bị cảm biến nhiệt độ và ẩm độ môi trường không khí; cảm biến ánh sáng, cảm biến CO₂; (3) relay kết nối thiết bị; (4) thiết bị kết nối mạng Internet, ...

Chức năng bộ thiết bị trung tâm điều khiển: Mạch vi điều khiển ESP8266 đọc các thông số (nhiệt độ, độ ẩm không khí, ánh sáng, ...) từ các bộ cảm biến. Dựa vào các thông số này, ESP8266 xử lý gửi dữ liệu lên Internet (máy chủ Cloud) và gửi tín hiệu đến Relay để tắt/mở máy bơm phun sương tưới nấm.

Bộ trung tâm điều khiển cho phép lập trình kết nối qua môi trường mạng Internet để điều khiển ESP8266 arduino (thực hiện tắt/mở từ xa, thực hiện thay đổi các thông số độ ẩm, nhiệt độ giúp ESP8266 điều khiển Relay mở hệ thống tưới phù hợp thực tế), phần mềm ứng dụng được giao tiếp với bộ trung tâm điều khiển các thiết bị nhà nấm từ xa.



Sơ đồ khối bộ trung tâm điều khiển

1. Trang chủ trên ứng dụng điện thoại và trên máy tính

- Hiện thị theo dõi thời gian thực thông số dữ liệu môi trường nhà nấm như nhiệt độ, ẩm độ, ánh sáng, CO₂,...

- Các nút điều khiển tắt/mở thiết bị nhà nấm như bơm phun sương, quạt thông gió, đổi lưu không khí, ánh sáng đèn, máy tạo ẩm nhà nấm,...

- Chế độ tự động và chế độ kích hoạt bằng tay từ xa.

2. Biểu đồ đo nhiệt độ và ẩm độ không khí

3. Lưu trữ dữ liệu cảm biến môi trường lên máy chủ: nhiệt độ và ẩm độ không khí, ánh sáng, CO₂

4. Lưu trữ dữ liệu trạng thái tắt mở thiết bị

5. Dữ liệu nhật ký canh tác nhà nấm: Nguồn gốc phôi nấm, quá trình chăm sóc nấm từ khi bắt đầu đến kết thúc thu hoạch cho một đợt nấm.

6. Cấu hình hệ thống

7. Quản lý tài khoản, quản lý đăng nhập hệ thống bảo mật.

Phần mềm ứng dụng web có chức năng giám sát hệ thống kết nối với thiết bị phần cứng thông qua đó thu thập số liệu từ các thiết bị cảm biến IoT thuộc bộ trung tâm điều khiển, thực hiện điều khiển hệ thống tưới cho người dùng như: thực hiện tưới phun tự động dựa trên thông số nhiệt độ hoặc kích hoạt bằng tay từ xa qua mạng Internet; thông tin thu thập được thể hiện lên phần mềm giám sát giúp cán bộ quản lý quan sát được các thông số nhà nấm ở bất kỳ đâu.

Công việc 2: Phân tích thiết kế cơ sở dữ liệu

Thiết kế cơ sở dữ liệu cho phần mềm ứng dụng sử dụng hệ quản trị cơ sở dữ liệu mã nguồn mở MySQL.

- Thiết kế database lưu trữ dữ liệu cho phần mềm ứng dụng.
- Thiết kế cấu trúc các bảng dữ liệu (Tables).

Công việc 3: Thiết kế hệ thống phần mềm ứng dụng trồng nấm

Công việc 4: Thiết kế hệ thống phần mềm ứng dụng trồng nấm (tiếp theo)

Công việc 5: Lập trình module phần mềm ứng dụng trồng nấm

Công việc 6: Lập trình module phần mềm ứng dụng trồng nấm (tiếp theo)

Công việc 7: Lập trình bộ trung tâm điều khiển, mạch vi điều khiển ESP8266 arduino

Công việc 8: Kiểm thử hệ thống

Nội dung 3: Triển khai hệ thống mô hình trồng nấm

Công việc 1:

- Triển khai cài đặt bộ trung tâm điều khiển xử lý tại Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ;
- Cài đặt phần mềm ứng dụng giám sát hệ thống trồng nấm ứng dụng công nghệ IoT. Phần mềm được cài đặt tại Máy chủ Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ.
- Chuyển giao công nghệ cho Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ đưa vào sử dụng thực tế.

Công việc 2: Triển khai thực nghiệm mô hình nhà trồng nấm trên 100m² tại Trung tâm.

Mô hình nhà trồng nấm chia làm 2 khu vực tổng cộng 4.000 phôi nấm: Phôi nấm do Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ cung cấp.

- Khu vực 1 trồng 2.000 phôi nấm theo phương pháp truyền thống (Thực hiện theo Quy trình trồng ở mục 11.1)
- Khu vực 2 trồng 2.000 phôi nấm theo phương pháp ứng dụng công nghệ IoT trồng nấm. Hệ thống giám sát và điều khiển từ xa trên ứng dụng điện thoại thông minh hoặc máy tính.

Chương 2. KẾT QUẢ TRIỂN KHAI HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT NHÀ NẤM TẠI TRUNG TÂM ỨNG DỤNG KHCN VĨNH LONG

2.1. Đánh giá hiện trạng nhà trồng nấm

- Thực hiện khảo sát và đánh giá hiện trạng nhà nấm tại Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ với các tiêu chí cần đạt về nhiệt độ, ánh sáng, ẩm độ khả năng thông gió, che chắn gió, côn trùng, các tiêu chuẩn về chiều cao, nền nhà trồng nấm,... Bên cạnh hiện trạng về nhà trồng nấm, còn thực hiện khảo sát về hệ thống điện, nước, đường truyền/wifi, máy chủ,... Qua đó có phương án điều chỉnh, cải tạo nhà nấm đáp ứng yêu cầu đặt ra.

- Kết quả khảo sát được trình bày trong các bảng 1, 2, 3

Bảng 1. Kết quả khảo sát nhà trồng nấm

TIÊU CHÍ	THỰC TRẠNG KHẢO SÁT
Nhiệt độ môi trường trong nhà nấm	Trung bình dao động 28–34 °C vào ban ngày, 24–27 °C ban đêm.
Độ ẩm không khí (RH)	Dao động không ổn định, 65–85%. Không có phun sương, chỉ tưới ẩm bằng tay 2–3 lần/ngày.
Ánh sáng trong nhà trồng	Sử dụng ánh sáng tự nhiên; không đo cường độ; ánh sáng tán xạ kém.
Khả năng thông gió	Vách bằng lưới nên khá thông thoáng tuy nhiên không có quạt nên không khí không đối lưu. Không kiểm soát CO ₂ .
Khả năng che chắn gió, côn trùng	Cửa và vách làm bằng lưới có che bạt nylon, che chắn được gió và côn trùng.
Chiều cao nhà trồng	3,5m đủ thể tích khí lưu thông.
Nền nhà trồng	Nền đất cát, không bằng phẳng, dễ đọng nước → gây ẩm ướt nấm mốc.
Số lượng kệ xếp bịch phân	3 dãy kệ sắt, xếp 4 tầng, bịch đặt sát nhau, thiếu độ thoáng giữa các hàng.

Bảng 2. Kết quả khảo sát hạ tầng kỹ thuật

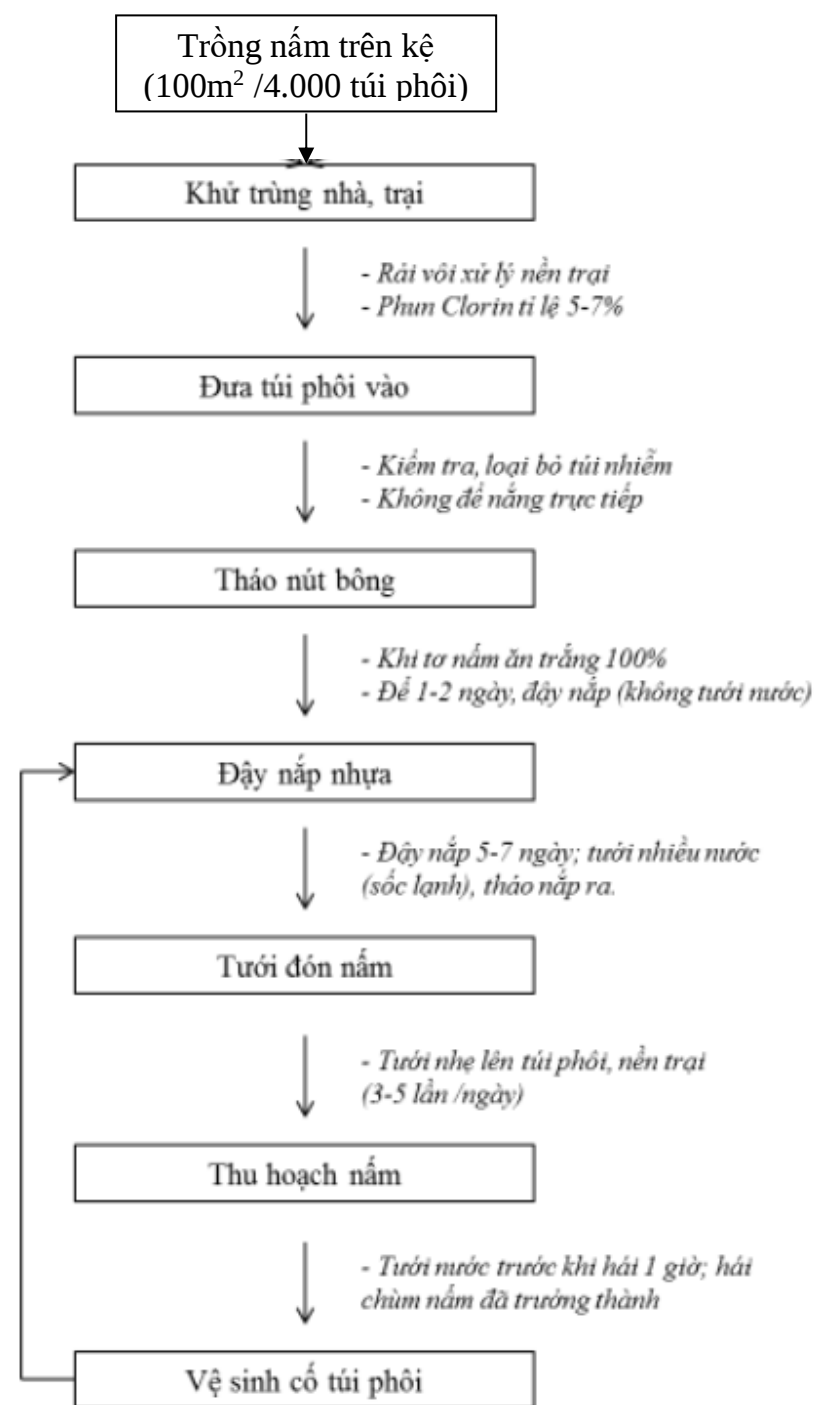
HẠNG MỤC	THỰC TRẠNG
Hệ thống điện	Có nguồn điện 220V ổn định, dây điện kéo thẳng từ khu làm việc, chưa có hệ thống tủ điện riêng biệt.
Hệ thống nước	Nước máy thủy cục dẫn vào nhà nắm bằng ống nhựa, áp lực yếu vào giờ cao điểm.
Hạ tầng wifi/internet	Có sóng WiFi yếu (RSSI khoảng -75 dBm), không ổn định, không phủ sóng hết nhà trồng.
Máy chủ/dữ liệu	Chưa có thiết bị lưu trữ/giám sát nào. Không có cơ sở dữ liệu về môi trường – năng suất trồng.

Bảng 3. Kết quả tổng kết khảo sát nhà màng

HẠNG MỤC TỔNG THỂ	ĐÁNH GIÁ SƠ BỘ
Điều kiện vi khí hậu	Không ổn định, phụ thuộc thời tiết; không đủ tiêu chuẩn cho canh tác nắm ổn định quanh năm.
Hạ tầng giám sát & điều khiển	Không có hệ thống kiểm soát; người trồng vận hành hoàn toàn thủ công, chủ yếu dựa vào kinh nghiệm.
Tiêu chuẩn nhà trồng	Đạt các tiêu chuẩn về nhà trồng.

2.2. Quy trình trồng và chăm sóc nắm đang ứng dụng tại trung tâm

Nắm được trồng trên kệ sắt, các túi xếp chồng lên nhau, mỗi kệ có 3 tầng, mỗi tầng có 3 hàng túi phôi. Quy trình thực hiện được thể hiện ở hình 5.1



Hình 1. Quy trình trồng nấm và chăm sóc tại đơn vị

2.3. Thiết lập bộ trung tâm điều khiển hệ thống tưới tự động nhà nấm

2.3.1. Thiết bị bộ trung tâm điều khiển:

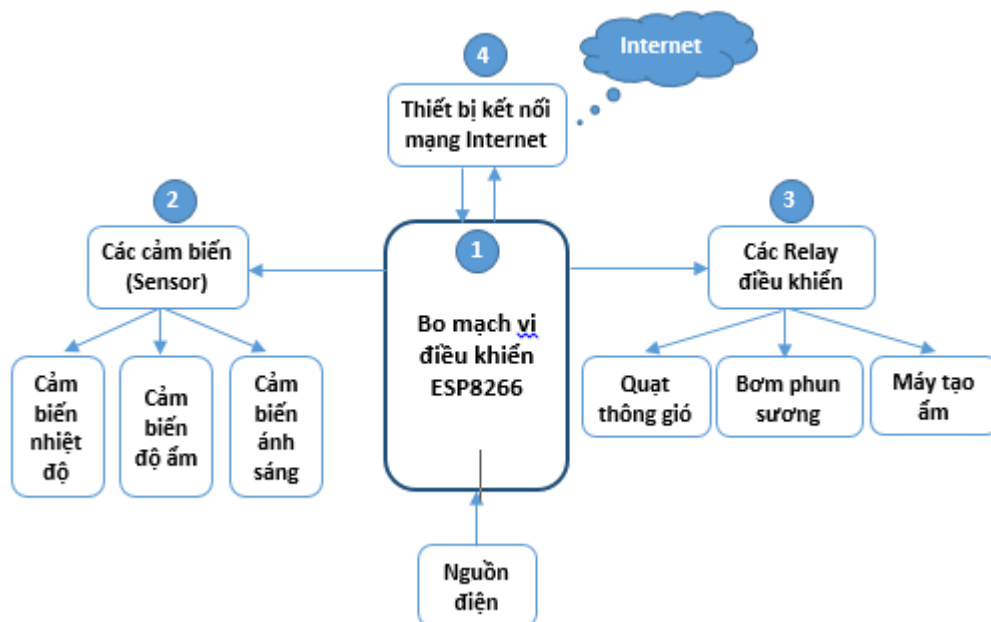
Nhóm thực hiện dự án đã nghiên cứu tìm hiểu mua sắm thiết bị phù hợp và hoàn thiện thí nghiệm các thiết bị hiện có trên thị trường trong và ngoài nước.

2.3.2. Thiết kế bộ trung tâm điều khiển hệ thống tưới tự động nhà nấm

2.3.2.1. Mô hình hoạt động bộ trung tâm điều khiển

Thiết kế bộ trung tâm điều khiển bao gồm các thiết bị: (1) Mạch vi điều khiển ESP8266 arduino (2) Thiết bị cảm biến nhiệt độ và ẩm độ môi trường không khí; cảm biến ánh sáng, cảm biến Oxygen; (3) relay kết nối thiết bị; (4) thiết bị kết nối mạng Internet.

Theo sơ đồ khối bộ trung tâm điều khiển (Hình 5.2) hoạt động như sau: Bo mạch vi điều khiển arduino ESP8266 thực hiện thu thập dữ liệu từ các cảm biến gửi lên, arduino ESP8266 xử lý dữ liệu từ cảm biến và gửi dữ liệu về máy chủ trên mạng Internet, đồng thời arduino ESP8266 nhận dữ liệu tín hiệu từ máy chủ gửi về qua mạng Internet, tiếp theo arduino gửi tín hiệu điều khiển tắt/mở các thiết bị qua relay điều khiển thiết bị trong nhà màng.

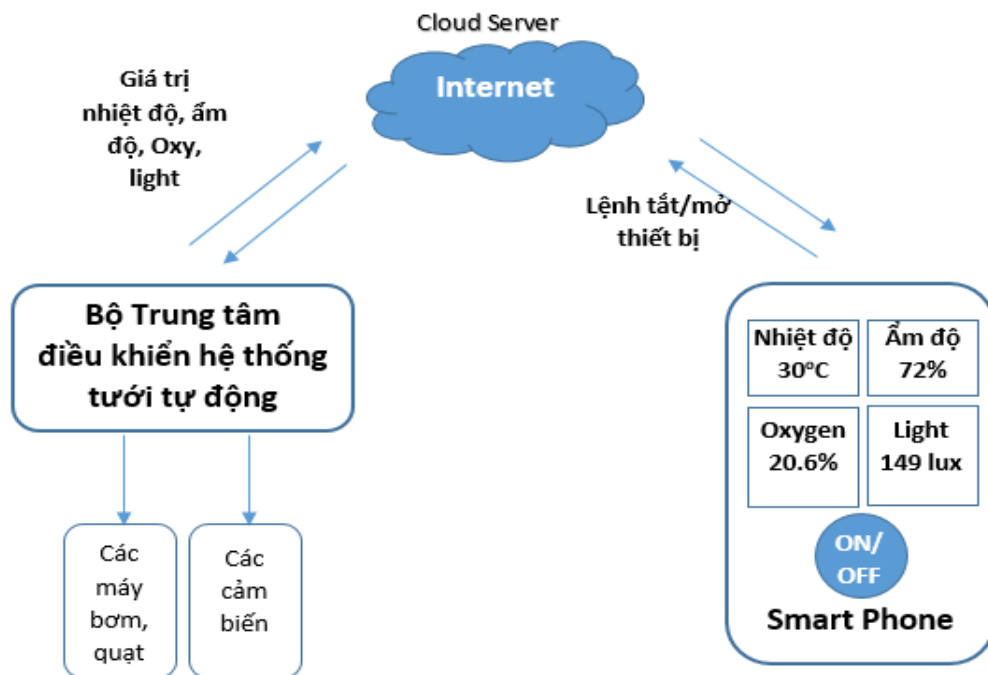


Hình 2. Sơ đồ khối Bộ Trung tâm điều khiển hệ thống tự động nhà nấm

Chức năng bộ thiết bị trung tâm điều khiển: Mạch vi điều khiển ESP8266 đọc các thông số (nhiệt độ, độ ẩm không khí, Oxygen, ánh sáng, ...) từ các bộ cảm biến. Dựa vào các thông số này, ESP8266 xử lý gửi dữ liệu lên Internet (máy chủ Cloud) và gửi tín hiệu đến Relay để bật/tắt máy bơm phun sương tưới nấm, máy tạo ẩm siêu âm.

Bộ trung tâm điều khiển cho phép lập trình kết nối qua môi trường mạng Internet để điều khiển ESP8266 arduino (thực hiện bật/tắt từ xa, thực hiện thay đổi các thông số độ ẩm, nhiệt độ giúp ESP8266 điều khiển Relay mở hệ thống tưới phù hợp thực tế), phần mềm ứng dụng được giao tiếp với bộ trung tâm điều khiển các thiết bị nhà nấm từ xa.

2.3.2.2. Sơ đồ hệ thống giám sát và điều khiển qua Internet:



Hình 3. Sơ đồ hệ thống tưới tự động điều khiển qua Internet

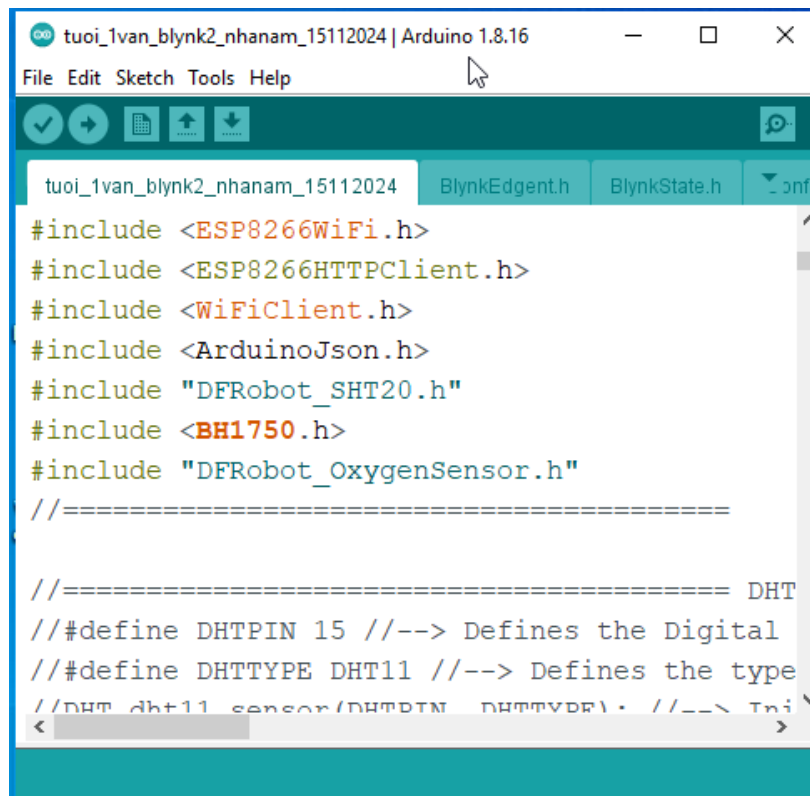
Theo sơ đồ (Hình 3) người dùng sử dụng điện thoại thông minh (smartphone) hoặc máy vi tính có kết nối mạng Internet tại bất kỳ đâu để giám sát và điều khiển hệ thống từ xa mà không cần phải có mặt trực tiếp tại nhà nấm.

Giám sát các thông số môi trường nhà nấm: Nhiệt độ và ẩm độ không khí, cường độ ánh sáng trong nhà nấm, chất lượng Oxy trong nhà nấm; trạng thái hoạt động thiết bị bơm tưới phun cho nấm, máy tạo ẩm siêu âm, đèn led nhà nấm, quạt thông gió.

Điều khiển: Bật/tắt các thiết bị trong nhà nấm tự động hoặc thủ công bằng các nút nhấn trên điện thoại.

1.3.2.3. Lập trình và nạp code bộ trung tâm điều khiển

Nhóm thực hiện dự án cài đặt phần mềm Arduino IDE môi trường phát triển cho Arduino (Hình 5.4), làm các thí nghiệm lập trình kiểm tra kết nối bo mạch điều khiển arduino ESP8266 với các cảm biến, các relay điều khiển. Lập trình đọc dữ liệu từ các cảm biến, nhận các lệnh điều khiển tắt/mở thiết bị nhà nấm từ người dùng, chuẩn kết nối đến máy chủ để truyền dữ liệu giữa các thiết bị. Tất cả các kết quả thí nghiệm được ứng dụng cho dự án thể hiện ở phần nạp code chương trình hoàn chỉnh lên bo mạch vi điều khiển arduino ESP8266. Dựa trên bo mạch arduino ESP8266 để cài đặt bộ trung tâm giám sát và điều khiển hệ thống tưới tự động hoạt động chính xác, hiệu quả.



Hình 4. Môi trường lập trình Arduino IDE

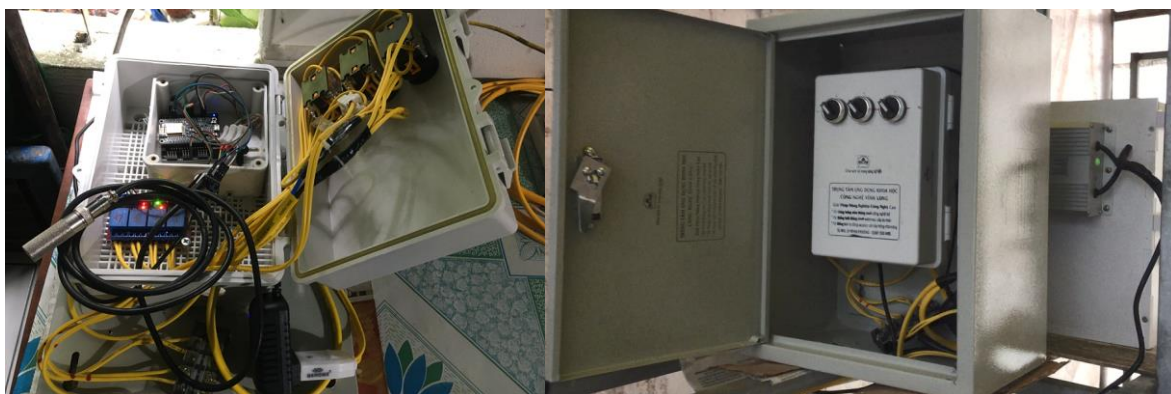
Sau đây là các thí nghiệm được thực hiện lập trình xử lý cho các thiết bị kết nối với arduino ESP8266 đọc và truyền dữ liệu trong xây dựng hệ thống tưới tự động nhà nấm:

- Lập trình arduino ESP8266: đọc và xử lý dữ liệu cảm biến Oxygen trong nhà nấm.
- Lập trình arduino ESP8266: đọc và xử lý dữ liệu cảm biến nhiệt độ và ẩm độ không khí trong nhà nấm.
- Lập trình arduino ESP8266: đọc và xử lý dữ liệu cảm biến ánh sáng
- Lập trình arduino ESP8266: Truyền dữ liệu thu thập được nhiệt độ và độ ẩm không khí, chất lượng Oxy không khí, cường độ ánh sáng thu được gửi lên máy chủ Cloud Blynk.
- Lập trình arduino ESP8266: Truyền dữ liệu thu thập được nhiệt độ và độ ẩm không khí, chất lượng Oxy không khí, cường độ ánh sáng thu được gửi lên máy chủ Web và lưu trữ Database.
- Lập trình arduino ESP8266: điều khiển tắt mở thiết bị nhà nấm (bơm phun sương, máy tạo ẩm, quạt thông gió, đèn led) thông qua relay.

- Lập trình arduino ESP8266: nhận dữ liệu về trạng thái thiết lập tưới tự động từ máy chủ Web (Web Server)

2.3.3. Cài đặt bộ trung tâm điều khiển tại nhà trồng nấm

Nghiên cứu tìm hiểu và thực hiện thí nghiệm các thiết bị hiện có trên thị trường trong và ngoài nước, dự án đã thiết kế bộ thiết bị trung tâm điều khiển hệ thống tưới gồm: Bộ trung tâm được bảo vệ trong hộp kỹ thuật dễ lắp đặt trong nhà màng, các thiết bị đã được lập trình kiểm tra phù hợp có độ bền cao cài đặt trong môi trường nhà trồng nấm thực tế, các chân tín hiệu trên các cảm biến được cài đặt kết nối đúng trên arduino để arduino có thể lập trình đọc được dữ liệu từ cảm biến và điều khiển tắt/mở các thiết bị trong nhà màng (Hình 7).



Hình 5. Bộ thiết bị trung tâm điều khiển hệ thống tưới tự động nhà nấm

2.4. Phân tích thiết kế cơ sở dữ liệu hệ thống tưới tự động nhà nấm

Phân tích sơ sở dữ liệu nhà nấm

- Cơ sở dữ liệu phần mềm ứng dụng sử dụng hệ quản trị cơ sở dữ liệu mã nguồn mở MySQL. Thiết kế database và bảng lưu trữ dữ liệu cho phần mềm ứng dụng nhà nấm.

+ Phân tích và thiết kế bảng dữ liệu lưu trữ dữ liệu cảm biến nhà nấm theo thời gian thực: Nhiệt độ trong nhà nấm, ẩm độ không khí, nồng độ oxy trong nhà nấm, cường độ ánh sáng nhà nấm.

+ Phân tích và thiết kế bảng dữ liệu lưu trữ dữ liệu cảm biến nhà nấm từ đầu vụ đến khi thu hoạch (03 tháng): Nhiệt độ trong nhà nấm, ẩm độ không khí, chất lượng Oxy trong nhà nấm, cường độ ánh sáng nhà nấm.

+ Phân tích và thiết kế bảng dữ liệu lưu trữ dữ liệu trạng thái bật/tắt các thiết bị trong nhà nấm, thời gian.

+ Phân tích và thiết kế bảng dữ liệu lưu trữ dữ liệu nhật ký chăm sóc nấm: Người thực hiện, công việc thực hiện, loại nấm chăm sóc, trại nấm, ngày thực hiện, chi phí.

+ Phân tích và thiết kế bảng dữ liệu người sử dụng quản lý hệ thống, đăng nhập.

2.5. Thiết kế hệ thống phần mềm ứng dụng trồng nấm

2.5.1. Thiết kế hệ thống phần mềm ứng dụng trồng nấm:

Thiết kế các chức năng hệ thống phần mềm giám sát trồng nấm bằng công nghệ IoT, giám sát và điều khiển từ xa qua internet bằng ứng dụng điện thoại thông minh và trên máy vi tính. Các chức năng chính hệ thống gồm có:

- Thiết kế giao diện giám sát trên phần mềm ứng dụng: giám sát dữ liệu cảm biến môi trường theo thời gian thực gồm nhiệt độ không khí trong nhà nấm, ẩm độ không khí, chất lượng Oxy không khí, cường độ ánh sáng.

- Thiết kế giao diện chức năng màn hình điều khiển: điều khiển tự động hoặc thủ công các thiết bị tại nhà trồng nấm, thời gian bật/tắt thiết bị: bơm tưới phun sương cho nấm, máy tạo ẩm duy trì ẩm độ trong nhà nấm, đèn led ánh sáng cần thiết, quạt thông gió hút không khí nóng trong nhà nấm. Thiết lập chế độ tự động dựa trên ngưỡng nhiệt độ và độ ẩm, hiển thị trạng thái thiết bị điều khiển (quạt, đèn, phun sương, máy tạo ẩm)

- Thiết kế chức năng hiển thị trạng thái hoạt động của thiết bị theo thời gian thực, xem lại lịch sử hoạt động của hệ thống.

- Thiết kế giao diện chức năng trang thu thập và lưu trữ dữ liệu cảm biến môi trường từ đầu vụ trồng nấm đến khi kết thúc thu hoạch: thời gian lưu (ngày/tuần/tháng), thống số cảm biến môi trường trong nhà nấm.

- Thiết kế giao diện chức năng trang dạng biểu đồ hiển thị trực quan các thông số nhiệt độ và ẩm độ không khí, biến thiên dữ liệu thay đổi theo thời gian.

- Thiết kế giao diện chức năng trang nhật ký canh tác dữ liệu truy xuất nguồn gốc trồng nấm: Người thực hiện, loại nấm, công việc thực hiện, trại nấm, địa chỉ, ngày thực hiện, chi phí, hình ảnh.

- Thiết kế giao diện chức năng trang kỹ thuật trồng nấm, quy trình trồng nấm, một số loại nấm.

- Thiết kế chức năng cấu hình hệ thống trên phần mềm.

- Thiết kế chức năng trang tạo tài khoản người người sử dụng, cấp quyền sử dụng hệ thống.

- Thiết kế chức năng xác thực cho người dùng đăng nhập hệ thống: Người sử dụng phải thực hiện đăng nhập thành công mới có thể điều khiển và thực hiện các thao tác giám sát nhà trồng nấm bằng công nghệ IoT.

2.6. Kết quả hoàn thiện chức năng phần mềm trồng nấm

Hệ thống phần mềm giám sát và điều khiển thiết bị nhà trồng nấm bằng công nghệ IoT được xây dựng chạy ứng dụng web trên máy vi tính, thiết bị di động và App cho thiết bị điện thoại thông minh.

2.6.1. Màn hình chính giám sát và điều khiển thiết bị

- **Các chức năng trên menu hệ thống bao gồm:**

- + Trang chủ: Màn hình chính hệ thống giám sát và điều khiển thiết bị

- + Dữ liệu: Theo dõi các thông số đo tại nhà trồng nấm gồm nhiệt độ và ẩm độ không khí, chất lượng Oxy trong nhà nấm, cường độ ánh sáng trong nhà nấm.

- + Trạng thái: Trạng thái tắt mở thiết bị gồm bơm phun sương, máy tạo ẩm, đèn led trong nhà nấm, quạt lưu thông không khí,...

- + Biểu đồ: Theo dõi nhiệt độ và ẩm độ không khí dạng biểu đồ

- + Nhật ký: Nhật ký trồng nấm theo dõi quá trình chăm sóc cho nấm bào ngư khoảng 03 tháng cho một vụ trồng.

- + Kỹ thuật: Hướng dẫn kỹ thuật trồng một số loại nấm như nấm bào ngư, nấm linh chi, nấm rơm,...

- + Đăng nhập: Đăng nhập hệ thống để quản trị giám sát, điều khiển thiết bị nhà trồng nấm.

- Tại màn hình chính người sử dụng theo dõi được dữ liệu về nhà trồng nấm thời gian thực bao gồm nhiệt độ và ẩm độ không khí, cường độ ánh sáng, chất lượng Oxy trong nhà nấm, cường độ ánh sáng qua các bộ cảm biến lắp đặt tại nhà nấm (Hình 5.9).



Hình 61. Màn hình chính ứng dụng giám sát và điều khiển

2.6.2. Màn hình thu thập và theo dõi dữ liệu

Các dữ liệu về nhiệt độ và ẩm độ không khí, chất lượng Oxy trong nhà nấm, cường độ ánh sáng (Hình 5.10) được thực hiện thu thập cho một vụ trồng nấm đến thời điểm hiện tại bao gồm nhiệt độ và ẩm độ không khí, chất lượng Oxy, cường độ ánh sáng qua các bộ cảm biến lắp đặt tại nhà trồng nấm. Thời gian thu thập dữ liệu từ các cảm biến đo được dữ liệu môi trường sẽ gửi về máy chủ hàng ngày, hàng giờ đến khi thu hoạch kết thúc vụ trồng.

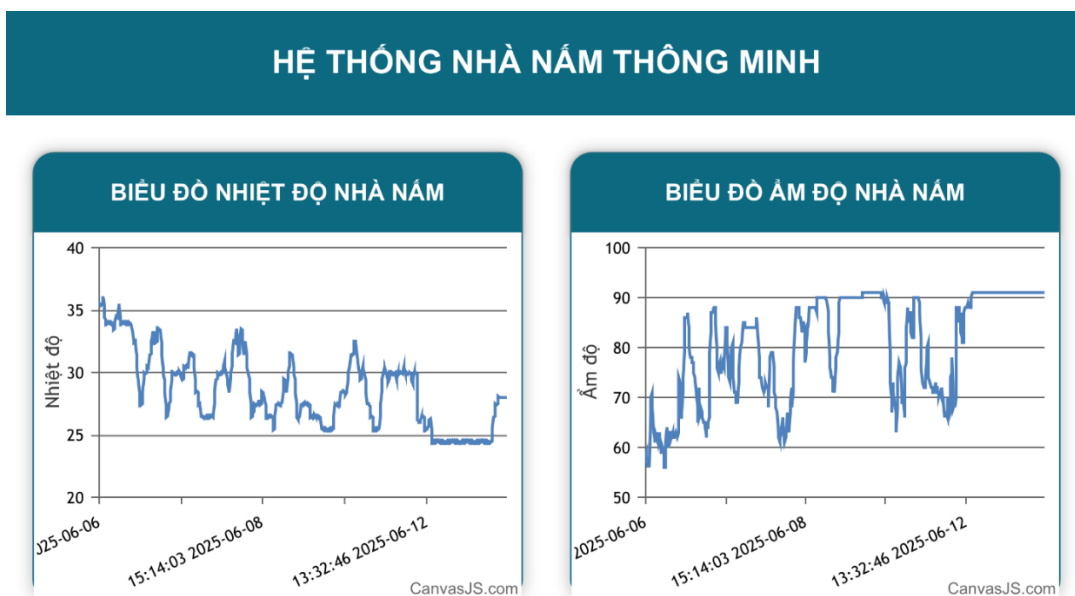
DỮ LIỆU CẢM BIẾN MÔI TRƯỜNG

ID	THỜI GIAN	TEMP (°C)	HUMI (%)	OXY	LUX	PHUN SƯƠNG	MÁY ẨM	ĐÈN LED	QUẠT
5532	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	ON	OFF	ON
5531	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	ON	OFF	OFF
5530	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	OFF	OFF	OFF
5529	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	OFF	OFF	OFF	OFF

Hình 7. Màn hình thu thập và theo dõi dữ liệu cảm biến

2.6.3. Màn hình trình bày biểu đồ về nhiệt độ và ẩm độ không khí

Ngoài trình bày dữ liệu đo được về môi trường cây trồng tại nhà màng theo dạng bảng, trong ứng dụng có thêm chức năng trình bày nhiệt độ và ẩm độ không khí theo dạng biểu đồ, tạo khung nhìn trực quan biến thiên về độ thay đổi giá trị môi trường đo được tại nhà năm (Hình 5.11).



Hình 8. Màn hình theo dõi Biểu đồ dữ liệu nhiệt độ và ẩm độ không khí

2.6.4. Trạng thái hoạt động thiết bị

Trên màn hình người sử dụng giám sát được thời gian bật/tắt cho từng thiết bị, khoảng thời gian thiết bị mở thiết bị bao nhiêu phút, một ngày thiết bị mở bao nhiêu lần, chế độ hoạt động của hệ thống tự động hay thủ công,... (Hình 5.12)

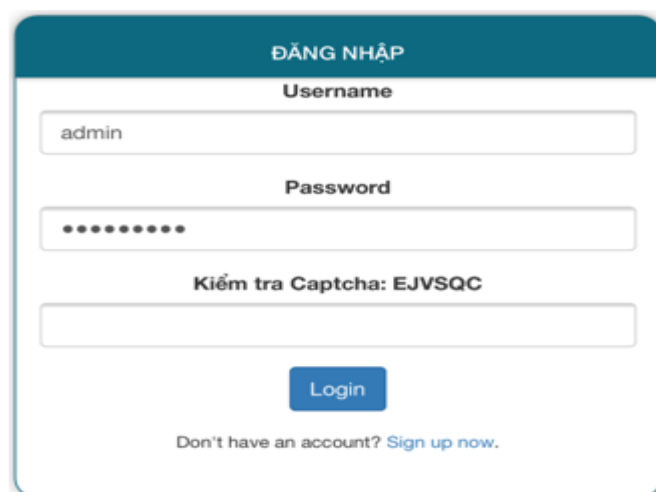
TRẠNG THÁI THIẾT BỊ

ID	THỜI GIAN	PHUN SƯƠNG	MÁY ẤM	ĐÈN LED	QUẠT
5538	09:03: 06 13-06-2025	ON	ON	OFF	ON
5537	09:03: 06 13-06-2025	ON	OFF	OFF	ON
5536	09:03: 06 13-06-2025	ON	OFF	OFF	OFF
5535	09:03: 06 13-06-2025	OFF	OFF	OFF	OFF
5534	09:03: 06 13-06-2025	ON	OFF	OFF	OFF
5533	09:03: 06 13-06-2025	ON	ON	OFF	OFF
5532	09:03: 06 13-06-2025	ON	ON	OFF	ON

Hình 9. Màn hình trạng thái hoạt động thiết bị

2.6.7. Đăng nhập hệ thống

Để quản lý hệ thống tưới tự động trên ứng dụng điều khiển, người sử dụng được cấp một tài khoản gồm Tên đăng nhập và Mật khẩu. Người sử dụng dùng tài khoản trên đăng nhập để xác thực thành công mới có quyền truy cập quản lý hệ thống. Cơ chế xác thực giúp hệ thống được bảo mật, an toàn chỉ những ai có quyền mới truy cập được hệ thống. Sau đây là giao diện đăng nhập hệ thống tưới tự động (Hình 5.15).



ĐĂNG NHẬP

Username

admin

Password

.....

Kiểm tra Captcha: EJVSQC

Login

Don't have an account? [Sign up now.](#)

Hình 10. Giao diện đăng nhập hệ thống

2.6.8. Giao diện ứng dụng app điện thoại thông minh

Trên App điện thoại màn hình chính người quản lý có thể giám sát và điều khiển hệ thống tự động giống như trên điện thoại (Hình 5.16, Hình 5.17): theo dõi được dữ liệu nhà trồng nấm theo thời gian thực bao gồm nhiệt độ và ẩm độ không khí, ánh sáng, chất lượng Oxy. Ở chế độ tự động: người quản lý có thể thiết lập tưới nấm tự động theo giờ và số phút cho một lần tưới, bật máy tạo ẩm tạo môi trường tốt cho nấm phát triển. Ở chế độ điều khiển thủ công người sử dụng có thể bật/tắt các thiết bị tưới phun sương, quạt thông gió qua các nút điều khiển trên giao diện chính.

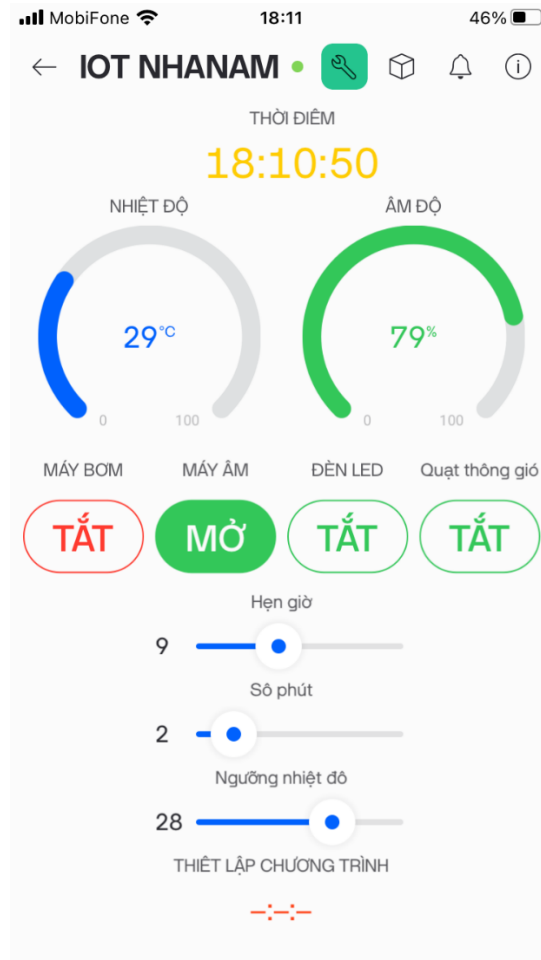


Hình 11. Giao diện trên app điện thoại thông minh

Chức năng chính trên app điện thoại gồm:

- Thời điểm; Hiển thị thời gian thực hệ thống giám sát và điều khiển thiết bị
- Nhiệt độ: Hiển thị nhiệt độ trong nhà nấm dạng biểu đồ gauss
- Ẩm độ: Hiển thị ẩm độ trong nhà nấm dạng biểu đồ gauss
- Nút máy bơm: Thực hiện bật/tắt máy bơm phun sương cho nấm
- Nút máy ẩm: Thực hiện bật/tắt máy tạo ẩm trong nhà nấm
- Nút đèn led: Thực hiện bật/tắt đèn led chiếu sáng
- Nút quạt thông gió: Thực hiện bật/tắt quạt thông gió làm mát nhà nấm
- Thiết lập chương trình hẹn giờ tưới, số phút tưới

- Thiết lập ngưỡng nhiệt độ bật/tắt máy tạo ẩm siêu âm



Hình 22. Giao diện trên app điện thoại thông minh

2.6.9 Kết quả thu thập dữ liệu

Thu thập dữ liệu qua các bộ cảm biến

Qua kết quả triển khai thực tế tại nhà trồng nấm hệ thống đã đo và thu thập dữ liệu môi trường tại nhà trồng nấm qua các bộ cảm biến như: cảm biến đo nhiệt độ và ẩm độ không khí, cảm biến đo cường độ ánh sáng, cảm biến đo chất lượng Oxy không khí. Hệ thống đã thu thập dữ liệu hàng ngày, hàng giờ một vụ trồng nấm khoảng 03 tháng (Bảng 4).

Bảng 4. Dữ liệu cảm biến nhiệt độ, ẩm độ, ánh sáng, chất lượng Oxy

ID	THỜI GIAN	TEMP (°C)	HUMI (%)	OXY	LUX	Phun sương	MÁY ẨM	ĐÈN LED	Quạt
5539	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	ON	OFF	OFF
5538	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	ON	OFF	ON

5537	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	OFF	OFF	ON
5536	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	OFF	OFF	OFF
5535	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	OFF	OFF	OFF	OFF
5534	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	OFF	OFF	OFF
5533	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	ON	OFF	OFF
5532	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	ON	OFF	ON
5531	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	ON	OFF	OFF
5530	13-06-2025 09:03:06	28	91	20.14	161	ON	OFF	OFF	OFF

Thu thập dữ liệu trạng thái hoạt động thiết bị

Dữ liệu về các trạng thái hoạt động thiết bị được lưu trữ và cơ sở dữ liệu máy chủ gồm thời gian bật/tắt cho từng thiết bị, khoảng thời gian thiết bị mở thiết bị bao nhiêu phút, một ngày thiết bị mở bao nhiêu lần, chế độ hoạt động của hệ thống tự động hay thủ công (Bảng 5).

Bảng 5. Bảng dữ liệu theo dõi trạng thái hoạt động thiết bị

STT	ID	THỜI GIAN	PHUN SƯƠNG	MÁY ẨM	ĐÈN LED	QUẠT
1	5539	09:03:06 13-06-2025	ON	ON	OFF	OFF
2	5538	09:03:06 13-06-2025	ON	ON	OFF	ON
3	5537	09:03:06 13-06-2025	ON	OFF	OFF	ON
4	5536	09:03:06 13-06-2025	ON	OFF	OFF	OFF
5	5535	09:03:06 13-06-2025	OFF	OFF	OFF	OFF
6	5534	09:03:06 13-06-2025	ON	OFF	OFF	OFF
7	5533	09:03:06 13-06-2025	ON	ON	OFF	OFF
8	5532	09:03:06 13-06-2025	ON	ON	OFF	ON
9	5531	09:03:06 13-06-2025	ON	ON	OFF	OFF
10	5530	09:03:06 13-06-2025	ON	OFF	OFF	OFF

2.7. Kết quả so sánh năng suất nấm giữa phương pháp truyền thống và phương pháp sử dụng IoT trong trồng nấm

2.7.1. Hiệu quả về năng suất giữa hai mô hình

Bảng 6. Kết quả so sánh năng suất nấm giữa hai phương pháp

Phương pháp	Tổng năng suất (kg)	Năng suất trung bình (kg)	Tăng trưởng (%)
Truyền thống	402,2	44,69	-
IoT	442,8	49,2	10,09

Bảng trên cho thấy kết quả từ hai đợt trồng cho thấy phương pháp sử dụng IoT mang lại năng suất cao hơn khoảng 10% so với phương pháp truyền thống. Điều này có thể được giải thích bởi khả năng của hệ thống IoT trong việc giám sát và điều chỉnh các yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, một cách chính xác và liên tục, tạo điều kiện lý tưởng cho sự phát triển của nấm. Phương pháp truyền thống, dựa vào giám sát thủ công, thường gặp khó khăn trong việc duy trì các điều kiện ổn định, dẫn đến năng suất thấp hơn và chất lượng nấm không đồng đều. Kết quả này thấp hơn một số nghiên cứu của Rukhiran và cộng sự (2023) và Guragain và cộng sự (2024) báo cáo rằng phương pháp IoT tăng năng suất trung bình lần lượt là 28% và 49% so với phương pháp truyền thống. Sự khác biệt này có thể xuất phát từ các yếu tố như loại nấm (nấm sò có thể phản ứng tốt hơn với môi trường kiểm soát), độ phức tạp của hệ thống IoT, hoặc điều kiện môi trường cụ thể tại địa phương.

Theo nghiên cứu của Rahman và cộng sự (2022) nhấn mạnh rằng IoT không chỉ tăng năng suất mà còn giảm nguy cơ xuất hiện nấm độc nhờ giám sát chặt chẽ, một lợi ích không được đánh giá trong báo cáo này nhưng có thể quan trọng trong thực tế. Ngoài ra, áp dụng IoT cũng mang lại các lợi ích bổ sung, như giảm công sức lao động thông qua tự động hóa và cải thiện chất lượng nấm nhờ điều kiện môi trường ổn định. Ví dụ, nghiên cứu của Islam và cộng sự (2022) chỉ ra rằng hệ thống IoT giúp tiết kiệm chi phí lao động bằng cách tự động hóa giám sát và điều khiển, đồng thời cung cấp dữ liệu thời gian thực để ra quyết định nhanh chóng. Những lợi ích này đặc biệt quan trọng đối với các nông dân tại Vĩnh Long, nơi nguồn lực lao động và kỹ thuật có thể bị hạn chế. Tuy nhiên, việc áp dụng IoT đòi hỏi chi phí đầu tư ban đầu cao, bao gồm chi phí cho cảm biến, phần mềm, và đào tạo nhân lực. Các yếu tố này cần được cân nhắc khi nhân rộng mô hình, đặc biệt ở các khu vực nông thôn. Ngoài ra, các vấn đề kỹ thuật như hỏng cảm biến do môi trường ẩm ướt hoặc mất kết nối mạng có thể ảnh hưởng đến hiệu quả của hệ thống IoT.

2.7.2. So sánh hiệu quả mô hình IoT và phương pháp trồng nấm truyền thống

Bảng 7. Tổng hợp sự khác biệt về năng suất, nước tưới, công lao động và chất lượng nấm giữa hai phương pháp trồng

Tiêu chí	Phương pháp truyền thống	Phương pháp IoT
Năng suất (kg /100 phôi)	44,7	49,2 kg – tăng 10%
Lượng nước tưới	Tưới thủ công nhiều lần, 50 lít/ngày (phụ thuộc thời tiết)	Tưới tự động theo cảm biến, ~35 lít/ngày (tiết kiệm ~30% nước tưới) *
Công lao động	2 giờ/ngày (tưới và duy trì thủ công)	0,4 giờ/ngày (giảm >80% công lao động tưới nước)
Tỷ lệ nấm loại 1 (% sản lượng)	~50% (ước tính, chất lượng không đồng đều)	≥65% (môi trường ổn định giúp nấm loại 1 chiếm tỷ lệ cao)

Ghi chú: Số liệu về nước tưới mang tính ước lượng; hệ thống IoT với tưới phun sương tự động giúp sử dụng nước hiệu quả (~88–92% lượng nước được nấm hấp thụ), giảm lãng phí so với tưới thủ công.

Kết quả triển khai cho thấy mô hình trồng nấm ứng dụng IoT đạt hiệu quả vượt trội so với phương pháp truyền thống. Năng suất thu hoạch tăng khoảng 10% – từ ~44,7 kg lên ~49,2 kg nấm tươi trên mỗi 100 bịch phôi. Chất lượng nấm cũng cải thiện rõ rệt: tỷ lệ nấm loại 1 (kích thước và hình dáng đạt chuẩn) tăng lên khoảng 65% ở mô hình IoT, cao hơn hẳn so với phương pháp cũ. Nhờ môi trường sinh trưởng được kiểm soát chặt chẽ và liên tục, nấm phát triển đồng đều hơn, hạn chế nấm bị hỏng hoặc kém chất lượng.

Bên cạnh việc nâng cao năng suất và chất lượng, công nghệ IoT còn tối ưu hóa sử dụng tài nguyên. Hệ thống cảm biến và tưới tự động chỉ kích hoạt khi cần thiết, giúp tiết kiệm đáng kể lượng nước tưới (ước tính giảm khoảng 20–30% so với tưới thủ công nhờ tránh dư thừa). Đồng thời, IoT đã tự động hóa phần lớn công việc chăm sóc, giảm hơn 80% công lao động cho khâu tưới và giám sát so với trước đây. Người trồng không còn phải tưới nước thủ công nhiều lần trong ngày, thay vào đó chỉ cần theo dõi hệ thống qua điện thoại, vừa tiết kiệm thời gian vừa giảm chi phí nhân công.

Những kết quả tích cực trên khẳng định vai trò của công nghệ IoT trong trồng nấm. Việc giám sát nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng và tự động điều chỉnh kịp thời đã tạo điều kiện vi khí hậu tối ưu cho nấm ở mọi giai đoạn phát triển, nhờ đó tăng năng suất và hạn chế

rủi ro. Thực tế tại một mô hình trồng nấm ở Cần Thơ cũng cho thấy ứng dụng nông nghiệp công nghệ cao giúp năng suất nấm tăng 30–40%, tỷ lệ nấm loại 1 đạt trên 65%, và giảm đáng kể nấm bị nhiễm bệnh nhờ môi trường được kiểm soát 24/7. Như vậy, công nghệ IoT đã chứng minh hiệu quả trong việc tiết kiệm nước, giảm lao động thủ công và nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm nấm so với phương pháp truyền thống. Đây là hướng đi phù hợp và cần nhân rộng, đặc biệt tại các vùng như Đồng bằng sông Cửu Long, nhằm thúc đẩy sản xuất nấm bền vững, hiệu quả hơn trong tương lai.

2.9. Đánh giá kết quả thực hiện dự án

Đối với lĩnh vực KH&CN có liên quan: Giải pháp dự án ứng dụng tác động tích cực đến các Sở, ngành có liên quan trong việc ứng dụng thành tựu khoa học và công nghệ, ứng dụng công nghệ 4.0 trong nông nghiệp, từng bước tiếp cận cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

Đối với nơi ứng dụng kết quả nghiên cứu: Giải pháp hỗ trợ cán bộ chăm sóc nấm, quản lý giám sát và điều khiển chăm sóc nấm tự động, theo dõi các giai đoạn sinh trưởng và phát triển của nấm qua hệ thống giám sát thông minh.

Địa chỉ áp dụng: Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ - Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Vĩnh Long

Đối với kinh tế - xã hội và môi trường: Sản phẩm dự án có thể được ứng dụng trong các mô hình sản xuất nông nghiệp phục vụ sản xuất và đời sống người dân góp phần phát triển kinh tế - xã hội. Giải pháp giám sát được các thông số môi trường để đưa ra hướng xử lý thích hợp nên hoàn toàn thân thiện với môi trường.

PHẦN KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Đã xây dựng mô hình nhà trồng nấm ứng dụng IoT (Internet of Things) là một hệ thống tự động hóa việc giám sát và điều khiển môi trường trồng nấm, tối ưu hóa các yếu tố như nhiệt độ, độ ẩm để tạo điều kiện tốt nhất cho sự phát triển của nấm.

Tại màn hình chính điện thoại thông minh người sử dụng: (1) Giám sát nhà trồng nấm: theo dõi được dữ liệu về nhà trồng nấm thời gian thực bao gồm nhiệt độ và ẩm độ không khí, cường độ ánh sáng, chất lượng Oxy trong nhà nấm, cường độ ánh sáng qua các bộ cảm biến lắp đặt tại nhà nấm. (2) Điều khiển bật/tắt thiết bị trong nhà nấm từ xa hoặc tự động: tưới phun cho nấm, máy tạo ẩm siêu âm, đèn led, quạt thông gió.

Hệ thống thu thập cho một vụ trồng nấm đến thời điểm hiện tại bao gồm nhiệt độ và ẩm độ không khí, chất lượng Oxy, cường độ ánh sáng qua các bộ cảm biến lắp đặt tại nhà trồng nấm. Thời gian thu thập dữ liệu từ các cảm biến đo được dữ liệu môi trường sẽ gửi về máy chủ hàng ngày, hàng giờ đến khi thu hoạch kết thúc vụ trồng.

Phương pháp trồng nấm bằng công nghệ IoT giúp giảm tải khâu chăm sóc nấm mang lại các lợi ích như giảm công sức lao động thông qua tự động hóa và cải thiện chất lượng nấm nhờ điều kiện môi trường ổn định.

2. Kiến nghị

Đề dự án “*Ứng dụng công nghệ IoT trồng nấm tại Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ tỉnh Vĩnh Long*” đạt hiệu quả cao cần thực hiện một số nội dung sau:

Cơ quan thực hiện và ứng dụng kết quả dự án (Trung tâm Ứng dụng khoa học công nghệ)

- Phân công nhân sự quản lý và vận hành hệ thống nhà trồng nấm thông minh
- Quản lý và bảo dưỡng các thiết bị như: bộ phát wifi, camera quan sát, bộ trung tâm điều khiển, các bộ cảm biến.
- Tiếp tục triển khai ứng dụng kết quả dự án vào quản lý giám sát và điều khiển hệ thống nhà trồng nấm thông minh sau khi dự án kết thúc.

- Xây dựng kế hoạch đầu tư thuê Hosting và tên miền để duy trì hoạt động máy chủ web và máy chủ cơ sở dữ liệu nhằm đảm bảo hạ tầng để nhân rộng mô hình hệ thống nhà trồng nấm thông minh bằng công nghệ IoT.

- Tính toán chi phí lắp đặt hệ thống nhà trồng nấm thông minh bằng công nghệ IoT làm cơ sở nhân rộng mô hình.

- Phát triển dự án thành các sản phẩm phù hợp ứng dụng trong mô hình trồng rau thủy canh nhà kính, nhà trồng nấm, mô hình nuôi trồng thủy sản, trạm đo đạc các thông số môi trường,...

- Phát triển dự án thành những sản phẩm ứng dụng phù hợp cho các hộ gia đình mô hình sản xuất nhỏ.

- Đề xuất xây dựng dự án hỗ trợ triển khai ứng dụng nhân rộng mô hình trồng nấm bằng công nghệ IoT cho người dân và doanh nghiệp trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long.

- Nghiên cứu sử dụng nguồn năng lượng sạch, năng lượng tái tạo tế bào quang điện (pin năng lượng mặt trời) cấp nguồn điện cho hệ thống tưới tự động, bơm phun sương ở những nơi sản xuất nông nghiệp không có nguồn điện lưới.