

KHẢO SÁT ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG TRONG NHÂN GIỐNG SA NHÂN TÍM (*Amomum longiligulare*) DƯỚI SỰ GIÁM SÁT VÀ ĐIỀU KHIỂN CỦA HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG IoT

Khúc Thị An¹, Văn Hồng Cẩm¹, Đoàn Vũ Thịnh^{2,*}

TÓM TẮT

Nông nghiệp công nghệ cao là một trong những định hướng đang được nhiều người quan tâm. Nghiên cứu này tập trung vào xác định điều kiện môi trường phù hợp với nhân giống sa nhân tím (*Amomum longiligulare*) thông qua hệ thống IoT (Internet of Things). Hệ thống IoT được xây dựng có thể thu thập và lưu trữ các dữ liệu về ánh sáng, nhiệt độ không khí, độ ẩm đất trong mô hình vườn ươm. Độ ẩm đất được điều khiển thông qua hệ thống tưới nhỏ giọt, nhiệt độ không khí được điều khiển một phần thông qua hệ thống bơm phun sương. Các dữ liệu môi trường được giám sát và lưu trữ đối chiếu với số liệu so sánh sự phát triển của cây trồng (tỷ lệ sống của hom mẹ, số chồi bật từ hom mẹ, chiều cao cây con). Các thông số thích hợp nhân giống sa nhân tím trong điều kiện vườn ươm Trường Đại học Nha Trang đã được xác định. Kết quả nghiên cứu cho thấy, độ ẩm đất $70 - 75 \pm 3\%$, trung bình ánh sáng ban ngày 381,83 Lux và nhiệt độ $25 - 33^\circ\text{C}$ cho kết quả tốt về tỷ lệ sống của hom mẹ ($86,67 \pm 6,66\%$) và số chồi bật từ hom mẹ ($2,58 \pm 0,16$). Mặt khác, điều kiện để phát triển tốt chiều cao cây con ($22,28 \pm 4,80 \text{ cm}/6 \text{ tháng}$) đạt được trong điều kiện ánh sáng trung bình vào ban ngày 1.073,80 Lux, độ ẩm đất trung bình $50 - 55 \pm 3\%$ và nhiệt độ $25 - 33^\circ\text{C}$.

Từ khóa: Hệ thống giám sát, internet vạn vật (IoT), nông nghiệp bền vững, sa nhân tím.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sa nhân được biết đến là loại gia vị đắt thứ ba trên thế giới sau saffron và vanilla [1]. Đã có nhiều mô hình trồng sa nhân được thực hiện ở một số địa phương trên cả nước. Đa số các mô hình trồng sa nhân được bố trí dưới tán rừng. Các cây giống để phục vụ trồng rừng nói chung và sa nhân nói riêng chủ yếu là nhân giống từ hạt hoặc tách cây, chồi từ cụm cây mẹ. Việc nhân giống sa nhân tím từ chồi sẽ cho cây sinh trưởng nhanh và cho quả sớm sau 18 tháng trồng, rút ngắn được thời gian thu hoạch (nếu trồng từ cây con gieo hạt sẽ mất hơn 3 năm mới cho thu hoạch) [2], [3]. Nhân giống sa nhân tím (*Amomum longiligulare*) bằng phương pháp tách chồi được xem là phương pháp

thích hợp nhất phù hợp với đặc điểm sinh học của cây sa nhân. Tuy vậy, việc tách trực tiếp cây giống từ cây mẹ cho cây con có tỷ lệ sống thấp, hệ số nhân giống thấp, cây giống phát triển chậm [3]. Những nghiên cứu về nhân giống cây sa nhân tím hiện đang tập trung chủ yếu vào khảo sát các chất điều hòa sinh trưởng thực vật, giá thể và khoảng cách giâm hom, hiện chưa có các khảo sát về điều kiện tự nhiên phù hợp với cây giống sa nhân. Các biến nông học được xác định là các thông số quan trọng ảnh hưởng đến sự phát triển của sa nhân bao gồm: Nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng. Do vậy, việc giám sát các thông số môi trường là cần thiết [4].

IoT là hệ thống bao gồm các máy tính, các hệ thống nhúng kết nối đến các thiết bị trên môi trường internet cho phép các thiết bị có thể tự động tạo ra, trao đổi, phân tích dữ liệu và đưa ra các quyết định chấp hành [5].

¹ Viện Công nghệ Sinh học và Môi trường, Trường Đại học Nha Trang

² Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Nha Trang

*Email: thinhdv@ntu.edu.vn

Việc sử dụng công nghệ IoT trong phục vụ nông nghiệp đã được nghiên cứu và ứng dụng trên nhiều đối tượng thực vật khác nhau bao gồm: saffaron [6], nho [7], xả lách [8], lúa [9], dâu [10]... Đặc biệt, đối với nhân giống cây con, việc nghiên cứu và giám sát được toàn bộ hệ thống thông qua việc ứng dụng IoT là cần thiết nhằm giải quyết vấn đề về tiết kiệm nước, nhân công lao động, thu được các thông số môi trường chính xác. Từ đó, có thể giảm thiểu rủi ro trong quá trình chăm sóc cây giống, cải thiện hệ số nhân chồi, rút ngắn thời gian sinh trưởng phát triển của cây giống để đạt chuẩn trồng trên diện rộng.

Nghiên cứu này tập trung vào việc thiết kế và sử dụng hệ thống IoT trong theo dõi giám sát từ xa các điều kiện môi trường (nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng) của khu vực ươm cây sa nhân tím tại vườn ươm Trường Đại học Nha Trang. Các dữ liệu về sự phát triển của sa nhân tím ở các điều kiện môi trường khác nhau được so sánh, từ đó lựa chọn được điều kiện phù hợp nhất trong ươm giống cây con sa nhân tím.

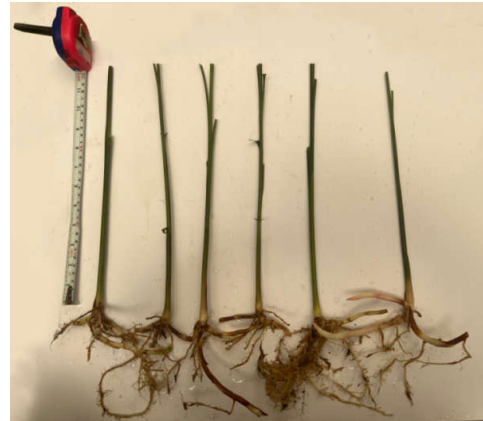
2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

2.1.1. Cây sa nhân tím

Cây sa nhân tím (*Amomum longiligulare*) được thu từ vườn ươm cây tại xã Vĩnh Phương, thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa. Các mẫu cây sa nhân tím được thuần hóa và trồng tại vườn ươm Trường Đại học Nha Trang.

Những cây sa nhân được chọn làm hom giống là những cây trưởng thành được tách từ bụi cây mẹ, cây thành thực về khả năng tái sinh, tuổi sinh lý của các hom giống tương ứng 2 - 3 năm. Hom giống được cắt tỉa rễ, lá, thân giả và để lại giả hành chiều dài khoảng 30 cm, xử lý thuốc bệnh trước khi giâm [11] (Hình 1).



Hình 1. Cây giống sa nhân sau khi cắt lá tạo hom

2.1.2. Vật tư nông nghiệp

- Chất kích thích ra rễ là α -NAA (alpha-Naphtalen acetic axit) (Duchefa, Hà Lan), sử dụng nồng độ 200 ppm để xử lý kích thích ra rễ trước khi giâm hom.

- Túi bầu PP (Polyetylen) kích thước 9 x 18 cm, có chứa giá thể giâm cây mẹ (hom) gồm 80% đất trồng thương mại + 19% phân bò hoai mục + 1% supe lân [11].

2.1.3. Các thành phần thiết yếu của hệ thống IoT:



Hình 2. Các thành phần của hệ thống IoT.

Chú thích: PLC sigma (bộ xử lý trung tâm) (a); HMI (màn hình giao diện người máy lập trình được) (b); RS-GZWS-N01 (cảm biến ánh sáng và nhiệt độ không khí) (c), SM3002B (cảm biến nhiệt độ và độ ẩm của đất) (d), Raspberry Pi4 (máy tính nhúng: server web) (e).

- Thiết bị IoTs: Thiết bị IoT bao gồm bộ điều khiển logic lập trình được (PLC sigma, Panasonic) (Hình 2-a), màn hình giao diện kết nối PLC (HMI MT8071iP, Weintek) (Hình 2-b), cảm biến ánh sáng, nhiệt độ không khí (RS-GZWS-N01, Shandong) (Hình 2-c), cảm biến nhiệt độ và độ ẩm đất (SM3002B, Shangdong) (Hình 2-d) là những cảm biến được ứng dụng rộng rãi trong nhà kính nông nghiệp. Raspberry Pi 4 (Hình 2-e) kết nối với PLC để đọc và lưu trữ các giá trị cảm biến. Raspberry Pi còn được dùng làm Server web cho phép người dùng truy cập, thiết lập các ngưỡng cảnh báo, kết nối với PLC điều khiển các van điện từ cho hệ thống phun sương, hệ thống tưới ẩm cho vườn ươm. Van điện từ đóng mở nguồn nước cấp cho các nghiệm thức (Hình 3-W), hệ thống phun sương làm ẩm và mát không khí (Hình 3-S).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thời gian, địa điểm nghiên cứu

- Thời gian nghiên cứu: Nghiên cứu được triển khai từ tháng 01/2022 đến tháng 01/2023, trong đó thời gian tiến hành thiết kế xây dựng hệ thống nhà vườn và IoT từ 01/2022 - 7/2022. Thời gian thử nghiệm hệ thống và ươm trồng sa nhân tím từ 8/2022 - 1/2023.

- Địa điểm nghiên cứu: Các thí nghiệm được bố trí tại khu vực vườn ươm Trường Đại học Nha Trang.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.2.1. Thiết lập mô hình thí nghiệm vườn ươm sa nhân tím có gắn hệ thống IoT

Vườn ươm tự động hóa dựa trên IoT trong thí nghiệm bao gồm các hợp phần:

(1) Trong hệ thống nhà màng, khu vực thí nghiệm được chia thành 4 khu nhỏ với các điều kiện chăm sóc khác nhau (Bảng 1).

(2) Hệ thống IoT được thiết kế, lắp đặt để theo dõi các thông số môi trường trong quá trình chăm sóc cây sa nhân bao gồm: Độ ẩm đất (thông qua bộ điều khiển hệ thống tưới nhỏ giọt), ánh sáng (dựa trên các cảm biến) và nhiệt độ không khí (thông qua bộ điều khiển hệ thống bơm phun sương).

2.2.2.2. Thiết kế phần cứng và phần mềm

- Thiết kế phần cứng:

Trung tâm của hệ thống IoT là PLC kết nối với các cảm biến [12]. PLC sigma của hãng Panasonic đóng vai trò là trung tâm thu nhận dữ liệu từ các cảm biến (cường độ chiếu sáng và nhiệt độ không khí [13], cảm biến nhiệt độ và độ ẩm đất [14]) được lập trình bằng phần mềm FPGWIN GR7S (ver 2.28.30). Thông số các cảm biến môi trường được truyền về bộ xử lý trung tâm thông qua chuẩn truyền thông RS485 có sử dụng bộ chuyển đổi RS485-232. Các cảm biến được thiết lập địa chỉ truyền nhận dữ liệu (ID) bằng phần mềm Insight Senensor (<https://epcb.vn/>). Một màn hình giao diện người-máy (HMI) MT8071iP của hãng Weintek được sử dụng để đọc giá trị các cảm biến từ PLC. Màn hình HMI được lập trình bằng phần mềm Easy Builder Pro (ver 6.07.01) thông qua kết nối mạng cục bộ (LAN) [15]. Hệ thống điều khiển kết nối với các đầu ra của PLC để đóng mở các van điện từ điều khiển hệ thống phun sương và tưới nhỏ giọt.

- Thiết kế phần mềm:

Phần mềm hệ thống bao gồm giao diện web và ứng dụng cho thiết bị di động để người dùng có thể theo dõi thông số môi trường của vườn ươm mọi lúc, mọi nơi. Trong đó, website được xây dựng trên ứng dụng web của R shiny (<https://shiny.rstudio.com>) [15] và lưu trữ trên Raspberry Pi 4 cho phép các thiết bị kết nối với Server thông qua dịch vụ web. Giao diện website đảm bảo tính thân thiện và thực hiện một số yêu cầu như: Thiết lập ngưỡng cảnh báo, thống kê, truy vấn, gửi cảnh báo đến địa chỉ email người dùng nếu tham số môi trường vượt hoặc dưới ngưỡng thiết lập.

Phần mềm ứng dụng hoạt động trên thiết bị di động (Apps) được xây dựng bằng phần mềm Flutter (ver 3.3.6) dựa trên ngôn ngữ lập trình Dart bằng cách đồng bộ dữ liệu webserver với Google Sheets thông qua Google Application Program Interface (API) [16] được cung cấp miễn phí bởi Google. Phần mềm ứng dụng cho di động đảm bảo các chức năng: Theo dõi, tra cứu, thiết lập ngưỡng điều khiển và hiển thị cảnh báo khi tham số môi trường vượt ngưỡng thiết lập.

- Cơ sở dữ liệu:

Dữ liệu thông số môi trường với định dạng văn bản (.csv) được lưu trữ trên thẻ SD của Raspberry Pi đồng bộ hóa với Google Sheets và được truy xuất từ xa thông qua địa chỉ IP của máy chủ 118.69.121.84/smartagri. Dữ liệu được cập nhật liên tục sau khoảng thời gian 30 phút cho phần lưu trữ và 1 phút/lần đọc cho phần hiển thị thông qua giao diện website. Dữ liệu lưu trữ không giới hạn về thời gian, số dòng (tùy thuộc vào dung lượng thẻ SD).

2.2.2.3. Khảo sát điều kiện môi trường phù hợp với cây giống sa nhân tím dưới sự hỗ trợ của hệ thống IoT

Theo các tài liệu khuyến nông, điều kiện phát triển thích hợp cho sa nhân giống: độ che phủ 30-70%, nhiệt độ không khí trung bình 25-35°C, độ ẩm đất 50-70% [3], [11]. Trên cơ sở đó, đã chọn miền khảo sát để tiến hành tối ưu hóa điều kiện nhân giống và chăm sóc cây giống sa nhân tím phù hợp với điều kiện vườn ươm của Trường Đại học Nha Trang. Thiết kế các nghiệm thức (NT) nhằm khảo sát điều kiện môi trường thích hợp trong nhân giống sa nhân tím tại vườn ươm được thực hiện với 4 nghiệm thức khác nhau bố trí trong 4 khu vực khác nhau (Bảng 1). Mỗi nghiệm thức gồm 30 hom. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần cách nhau 2 tuần.

Bảng 1. Bố trí thí nghiệm thử nghiệm nhân giống sa nhân dưới sự giám sát và điều khiển của hệ thống IoT

Nghiệm thức	Thông số môi trường		
	Độ ẩm đất (%) <i>Giám sát và điều khiển hệ thống van nhỏ giọt</i>	Nhiệt độ không khí (°C) <i>Giám sát và điều khiển một phần bằng phun sương</i>	Ánh sáng <i>Giám sát</i>
NT1	(50% - 55%) ± 3%	Nhiệt độ không khí cho phép: (25-33°C) ± 1°C. Khi nhiệt độ vượt quá ngưỡng trên (quá 33°C), hệ thống bơm phun sương được kích hoạt giúp làm mát không khí.	Khu vực nhiều ánh sáng dưới mái che, giám sát ánh sáng.
NT2	(70% - 75%) ± 3%		Khu vực ít ánh sáng dưới mái che (che phủ bởi tán cây lớn và tòa nhà xung quanh), giám sát ánh sáng.
NT3	(50% - 55%) ± 3%		
NT0	Nhiệt độ, ánh sáng tự nhiên dưới mái che của vườn ươm, tưới nước 2 ngày/lần		

Ghi chú: $\pm$ sai số phép đo của máy

Thu thập dữ liệu của cây con sa nhân tím trên các nghiệm thức sau 6 tháng kể từ khi ươm trồng. Các chỉ tiêu theo dõi gồm: Tỷ lệ hom sống, số chồi bật (số chồi mới được tạo thành trên cây mẹ/đếm số chồi mới được hình thành trên cây mẹ giâm lúc đầu), chiều cao thân cây con mới được ghi nhận và xử lý thống kê để đánh giá và lựa chọn các điều kiện môi trường thích hợp.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các giá trị kết quả về tỷ lệ hom mẹ sống, số chồi mới được tạo thành và chiều cao cây con sau

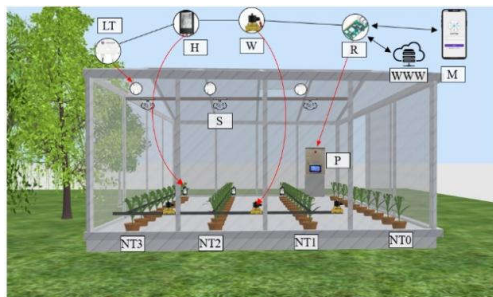
6 tháng ươm trồng được phân tích thống kê và xử lý bằng phần mềm StatGraphics Centurion 19 (ver 19.1.2).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thiết lập mô hình thí nghiệm vườn ươm có gắn hệ thống IoT

Sơ đồ bố trí vị trí ươm sa nhân, lắp đặt, thử nghiệm hệ thống IoT được thể hiện ở hình 3. Trong đó, 4 nghiệm thức NT0 - NT3 (Bảng 1) được bố trí tại 4 vị trí trong vườn ươm (một mặt hướng nắng và một mặt có bóng râm che). Mỗi khu vực

đều có hệ thống giám sát ánh sáng, nhiệt độ không khí và giám sát nhiệt độ, độ ẩm đất. Hệ thống phun sương có tác dụng cân bằng nhiệt độ môi trường với giá trị ngưỡng thiết lập; hệ thống tưới nhỏ giọt được điều khiển bởi các van điện từ đảm bảo độ ẩm đất luôn trong ngưỡng thiết lập cho trước; quy trình đóng mở hệ thống tạo sương, tưới nhỏ giọt được điều khiển thông qua phần mềm điều khiển được lập trình bên trong PLC; màn hình điều khiển và hiển thị; Server web đều được đặt bên trong tủ điều khiển.



Hình 3. Sơ đồ bố trí hệ thống IoT tại vườn ươm sa nhân Trường Đại học Nha Trang

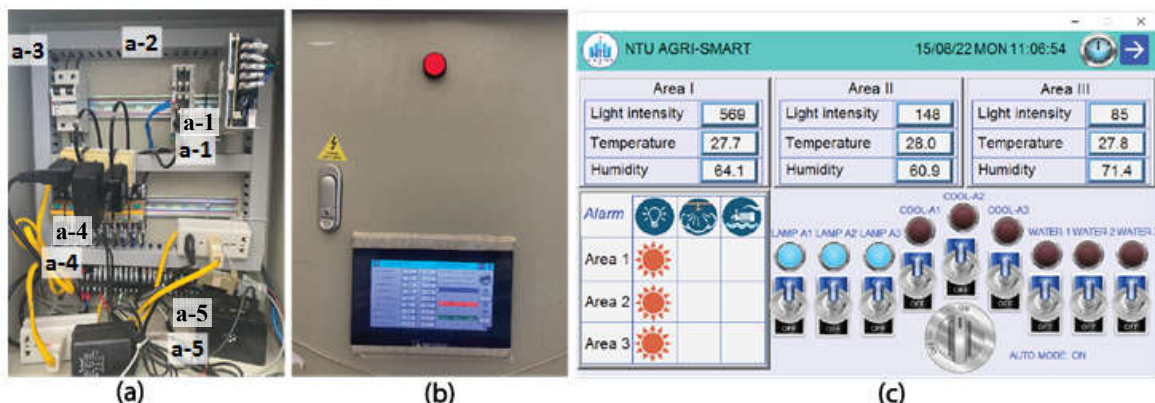
Chú thích: Cảm biến ánh sáng và nhiệt độ không khí (LT); cảm biến độ ẩm đất (H); van điều khiển đóng/mở hệ thống tưới nhỏ giọt (W); hệ thống phun sương (S); tủ điều khiển trung tâm (P); máy tính nhúng Raspberry 4 (R) có chức năng như webserver (WWW) và được điều khiển thông qua ứng dụng dành cho thiết bị di động (M).

Hệ thống hoạt động theo nguyên lý: Cảm biến cập nhật thông số môi trường theo thời gian thực tại vườn ươm (độ ẩm đất, nhiệt độ không khí và ánh sáng). Dữ liệu sẽ được gửi đến bộ điều khiển trung tâm (PLC); dựa trên các giải thuật điều khiển, bộ điều khiển trung tâm sẽ gửi lệnh điều khiển lên các cơ cấu chấp hành nhằm ổn định thông số môi trường đã được thiết lập. Hệ thống có thể hoạt động ở chế độ tự động và thủ công thông qua giao diện web, ứng dụng cho điện thoại thông minh hoặc ngay trên màn hình điều khiển.

3.2. Hoạt động của hệ thống IoT

3.2.1. Hoạt động của phần cứng

Phần cứng bao gồm: Tủ điện (Hình 4-a) chứa các bộ phận cho phần điều khiển (nguồn cấp - a1, bộ xử lý trung tâm CPU - a2, cầu dao đóng ngắt điện - a3, các cơ cấu chấp hành - a4, Raspberry Pi - 5a, màn hình giao diện lập trình được (Hình 4-b); giao diện màn hình điều khiển (Hình 4-c). Ngoài ra, hệ thống còn có một số thiết bị khác như: Cảm biến độ ẩm đất (Hình 3-H), cảm biến ánh sáng, nhiệt độ không khí (Hình 3-LT), van điện từ, van nhỏ giọt (Hình 3-W), hệ thống phun sương (Hình 3-S). Các thiết bị liên kết và vận hành ổn định, kết quả thử nghiệm việc cập nhật giá trị thông số môi trường lên màn hình hiển thị (Hình 4-b) và giao diện phần mềm lập trình (Hình 4-c) cho kết quả tương đồng với thiết bị đo đạc chuẩn.



Hình 4. Thành phần của hệ thống IoT sau lắp ráp (a, b) và giao diện màn hình hiển thị (b, c)

3.2.2. Hoạt động của phần mềm

Phần mềm bao gồm giao diện website được công bố thông qua URL (118.69.121.84/smartagri)

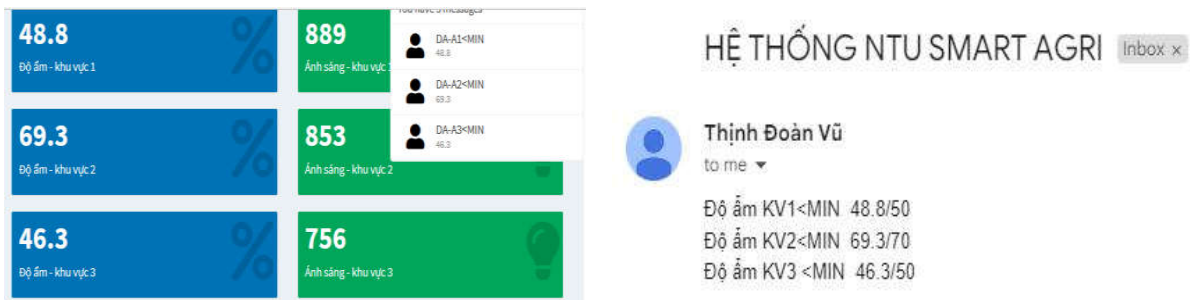
bao gồm: Trang chủ hiển thị thông tin giá trị hiện thời của các cảm biến môi trường: Ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm, đồ thị biến thiên các giá trị cảm biến theo thời gian (Hình 5); cảnh báo giá trị vượt

ngưỡng về email người dùng (Hình 6). Ngoài ra, website còn có một số chức năng tương tự trên phần mềm ứng dụng trên thiết bị di động như:

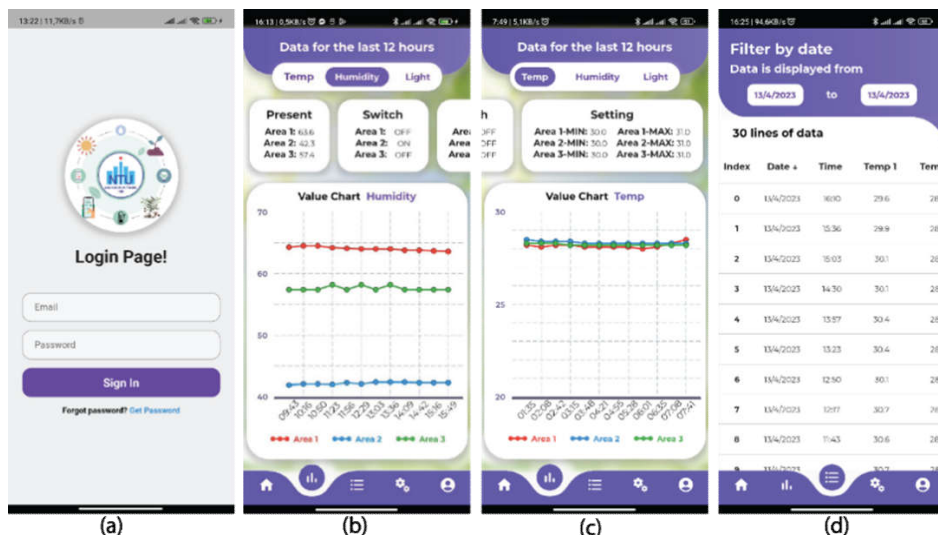
Trang đăng nhập và thiết lập ngưỡng cảnh báo hoặc bật tắt các mô-đun điều khiển, thống kê thông số môi trường theo thời gian (Hình 7).



Hình 5. Giao diện trang chủ của website smartagri (<http://118.69.121.84/smartagri>)



Hình 6. Nội dung cảnh báo giá trị thông số môi trường vượt ngưỡng cho phép trên ứng dụng web và email



Hình 7. Giao diện của ứng dụng dành cho thiết bị di động bao gồm các chức năng: đăng nhập hệ thống (a), hiển thị giá trị thông số môi trường (b), thiết lập giá trị ngưỡng (c) và chức năng thống kê theo thời gian (d)

3.3. Khảo sát điều kiện môi trường phù hợp với cây giống sa nhân tím dưới sự hỗ trợ của hệ thống IoT

Dưới sự giám sát và điều khiển của hệ thống IoT, các dữ liệu về điều kiện ánh sáng, nhiệt độ không khí và độ ẩm đất của 4 nghiệm thức được thu nhận. Bên cạnh đó, các dữ liệu về sự phát triển của cây con sa nhân tím sau 6 tháng đã được sử

dụng để xác định điều kiện trồng phù hợp với cây con tại khu vực vườn ươm và đánh giá việc sử dụng hệ thống IoT trong nhân giống cây. Các thông số môi trường trong 3 khu vực có hệ thống theo dõi, ghi nhận và điều khiển IoT được thể hiện ở bảng 2. Các dữ kiện về sự phát triển của cây con sa nhân tím được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 2. Các thông số môi trường khu vực thử nghiệm nhân giống sa nhân tím thu nhận được bởi hệ thống IoT trong thời gian 6 tháng ươm trồng

Nghiem thức	Nhiệt độ (°C) (giám sát và điều khiển một phần)	Độ ẩm đất (%) (giám sát và điều khiển)	Ánh sáng (Lux) (giám sát)
NT1 (khu vực 1)	Nhiệt độ cao nhất: 33,2 Nhiệt độ thấp nhất: 20,3 Nhiệt độ trung bình: 26,1	Độ ẩm cao nhất: 65,0 Độ ẩm thấp nhất: 45,1 Độ ẩm trung bình: 57,2	Cường độ ánh sáng cao nhất: 13.252,00 Cường độ ánh sáng trung bình: 483,24 Cường độ ánh sáng trung bình ban ngày: 1.073,80
NT2 (khu vực 2)	Nhiệt độ cao nhất: 32,5 Nhiệt độ thấp nhất: 20,3 Nhiệt độ trung bình: 25,6	Độ ẩm cao nhất: 82,9 Độ ẩm thấp nhất: 68,0 Độ ẩm trung bình: 75,3	Cường độ ánh sáng cao nhất: 3.237,00 Cường độ ánh sáng trung bình: 189,97 Cường độ ánh sáng trung bình ban ngày: 381,83
NT3 (khu vực 3)	Nhiệt độ cao nhất: 32,2 Nhiệt độ thấp nhất: 20,1 Nhiệt độ trung bình: 25,2	Độ ẩm cao nhất: 62,0 Độ ẩm thấp nhất: 47,2 Độ ẩm trung bình: 55,2	Cường độ ánh sáng cao nhất: 1.860,00 Cường độ ánh sáng cao nhất trung bình: 103,64 Cường độ ánh sáng cao nhất trung bình ban ngày: 208,28
NT0	Nhiệt độ, ánh sáng tự nhiên dưới mái che của vườn ươm, tưới nước 2 ngày/lần		

Kết quả cho thấy, ánh sáng ở khu vực thí nghiệm 1 mạnh hơn so với khu vực thí nghiệm 2 và 3. Trong đó, ánh sáng tại khu vực thí nghiệm 1 đạt mức trung bình vào ban ngày (6 giờ sáng - 6 giờ tối trong 6 tháng ươm trồng) là 1.073,80 Lux và mức ánh sáng cực đại cây nhận được ở khoảng

13.252,00 Lux. Mặt khác, khu vực thí nghiệm 2 và 3 có mức ánh sáng thấp với mức cực đại là khoảng 3.237,00 và 1.860,00 Lux và trung bình ánh sáng vào ban ngày (6 giờ sáng - 6 giờ tối trong 6 tháng ươm trồng) vào khoảng 381,83 và 208,28 Lux. Yếu tố nhiệt độ không khí được giám sát và điều khiển

một phần thông qua hệ thống phun sương tại 3 khu vực theo nhiệt độ phù hợp với cây sa nhân là 25- 33°C. Kết quả cho thấy, cả 3 khu vực có nhiệt độ trung bình ở khoảng 25,5 - 25,9°C; nhiệt độ thấp nhất của vườn ở mức 20,1°C (vào buổi tối) và cao nhất đạt 33,2°C (vào buổi trưa). Đối với độ ẩm đất,

hệ thống IoT đã điều khiển để 3 khu vực thí nghiệm đạt các mức độ ẩm lần lượt khác nhau: Khu vực 1 và 3 có độ ẩm đất trung bình 57,2 - 55,2%; khu vực 2 có độ ẩm đất trung bình đạt 75,3% (Bảng 2).

Bảng 3. Kết quả ghi nhận sự sinh trưởng và phát triển của cây con sa nhân tím tại vườn ươm có hệ thống IoT sau 6 tháng

Nghiem thức	Tỷ lệ sống của hom mẹ (%)	Số chồi bật từ hom mẹ	Chiều cao cây con (cm)
NT0	60,00 ^b ± 6,67	1,95 ^{ab} ± 0,58	21,5 ^c ± 5,72
NT1	62,22 ^b ± 5,09	1,86 ^{ab} ± 0,24	22,28 ^c ± 4,80
NT2	86,67 ^c ± 6,66	2,58 ^c ± 0,16	16,32 ^b ± 4,38
NT3	42,22 ^a ± 5,09	1,72 ^a ± 0,15	13,48 ^a ± 4,86

Với các điều kiện về ánh sáng và độ ẩm đất khác nhau (nhiệt độ không khí được giám sát và kiểm soát tối đa 33,2°C, sự phát triển của cây con sa nhân giống cũng có những kết quả khác nhau). Trong đó, tỷ lệ sống của hom mẹ và số chồi bật từ hom mẹ tốt nhất ở khu vực 2 (ánh sáng trung bình vào ban ngày 381,83 Lux, độ ẩm đất trung bình 75,3%, nhiệt độ trung bình 25,6°C), trong khu vực này tỷ lệ sống của hom mẹ đạt 86,67 ± 6,66% và số bật chồi từ hom mẹ đạt 2,58 ± 0,16. Tuy nhiên, cây phát triển chiều dài thân lá tốt nhất trong điều kiện ở khu vực 1 (ánh sáng trung bình vào ban ngày 970,80 Lux, độ ẩm đất trung bình 57,2%, nhiệt độ trung bình 25,9°C), trong khu vực này chiều cao cây con đạt 22,28 ± 4,80 cm và khác biệt với khu vực 2, 3. Sự phát triển của cây con sa nhân không có sự khác biệt trong điều kiện chăm sóc tưới nước 2 lần/ngày (NT0) và dưới sự điều khiển tự động tại khu vực 1 (Bảng 3). Dưới sự hỗ trợ của hệ thống giám sát, điều khiển tự động IoT, sự phát triển của cây sa nhân tím con ở khu vực 1 có kết quả tương đồng với nghiên cứu của Trương Thị Hồng Hải và Trần Công Quang (2015) [11].

4. KẾT LUẬN

Hệ thống giám sát và điều khiển dựa trên công nghệ IoT đã được thiết kế nhằm ứng dụng trong mô hình nhân giống cây sa nhân tím tại vườn ươm Trường Đại học Nha Trang. Hệ thống

cho phép giám sát các thông số môi trường trong mô hình bao gồm: Nhiệt độ không khí, độ ẩm đất và ánh sáng. Bên cạnh đó, hệ thống có thể điều khiển tự động theo các thông số đã cài đặt trước hoặc người dùng có thể tự điều khiển bằng các nút nhấn trên màn hình cảm ứng của hệ thống, hoặc trên ứng dụng của thoại thông minh. Dưới sự giám sát và điều khiển của hệ thống IoT, các dữ kiện về điều kiện chăm sóc cây sa nhân được lưu trữ từ đó xác định được điều kiện phù hợp với từng giai đoạn phát triển của cây con. Kết quả khảo sát cho thấy, độ ẩm đất 70 - 75 ± 3%, trung bình ánh sáng ban ngày 381,83 Lux và nhiệt độ 25 - 33°C cho kết quả tốt về tỷ lệ sống của hom mẹ (86,67 ± 6,66%) và số chồi bật từ hom mẹ (2,58 ± 0,16). Mặt khác, điều kiện để phát triển tốt chiều cao cây con (22,28 ± 4,80 cm/6 tháng) đạt được trong điều kiện ánh sáng trung bình vào ban ngày 1.073,80 Lux, độ ẩm đất trung bình 50 - 55 ± 3% và nhiệt độ 25 - 33°C.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tiến hành dưới sự tài trợ kinh phí của đề tài nghiên cứu khoa học Trường Đại học Nha Trang “Khảo sát một số điều kiện sinh trưởng của cây giống sa nhân tím (Amomum longiligulare T.L. Wu) tại vườn ươm Trường Đại học Nha Trang dưới sự hỗ trợ của hệ thống nông nghiệp thông minh IoT.” Mã số: TR2021-13-27. Xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Năng Vịnh, Trần Văn Minh, Dương Tấn Nhựt, Nguyễn Thị Lý Anh, Đào Duy Thanh, Lê Huy Hàm, Cao Thị Huyền Trang, Hà Thị Thúy, Chu Bá Phúc, Dương Minh Nga, Đỗ Minh Phú & Phạm Thị Kim Hạnh (2006). Nghiên cứu áp dụng công nghệ phôi vô tính, hạt nhân tạo trong nhân nhanh một số cây có giá trị kinh tế. *Báo cáo tổng kết đề tài KC 04.19: 247-285*.
2. Nguyễn Hoàng Nghĩa (2001). *Nhân giống vô tính và trồng rừng dòng vô tính*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
3. Trần Thị Thu Hà, Hoàng Thanh Phúc & Nguyễn Tiến Đáp (2015). Nghiên cứu khả năng nhân chồi của cây sa nhân tím (*Amomum longiligulare*) ở vườn ươm. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Thái Nguyên*, 108 (8): 93 - 97.
4. Nguyễn Chí Nhân, Nguyễn Phước Hoàng Khang, Nguyễn Hoàng Quân, Nguyễn Văn Hiếu & Hồ Thanh Huy (2020). Thiết kế hệ thống giám sát và điều khiển mô hình Aquaponics dựa trên công nghệ IoTs. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ - Khoa học Tự nhiên*, 4(4): 800 - 810.
5. Mohanty L., Samir MS., & Nihar KB. (2018). Arduino based home automation using Internet of things (IoT). *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 118 (17): 769 - 778.
6. Kour K., Deepali G., Rashid J., Gupta K., Kim J., Han K., & Mohiuddin K. (2023). Smart Framework for Quality Check and Determination of Adulterants in Saffron Using Sensors and AquaCrop. *Agriculture*, 13 (4): 776. doi:10.3390/agriculture13040776.
7. Balduque-Gil J., Lacueva F., Lezaun G., del Hoyo-Alonso R., Ilarri S., Sánchez-Hernández E., Martín-Ramos P., & Barriuso-Vargas J. (2023). Big Data and Machine Learning to Improve European Grapevine Moth (*Lobesia botrana*) Predictions. *Plants*, 12 (3): 633. doi:10.3390/plants12030633.
8. Afzali S., Mosharafian S., Van Iersel M., & Mohammadpour Velni J. (2021). Development and Implementation of An IoT-Enabled Optimal and Predictive Lighting Control Strategy in Greenhouses. *Plants*, 10 (12): 2652. doi:10.3390/plants10122652.
9. Nguyễn Hồng Tín, Lương Vinh Quốc Danh, Trần Nhựt Khải Hoàn, Hồng Minh Hoàng, Hồ Chí Thịnh, Châu Mỹ Duyên, Huỳnh Việt Hùng & Lê Anh Tuấn (2020). Hệ thống giám sát và điều khiển ứng dụng công nghệ IoT phục vụ canh tác lúa theo kỹ thuật ướt và khô xen kẽ AWD. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*. 18 (8): 7-12.
10. Carlos A., Estrada L., Augusto C.-R., Ariza P., Piñeres-Melo M., Gonzalez R., Morales R., Ovallos D., & Andrés C.-M., (2020). Monitoring system of environmental variables for a strawberry crop using IoT tools. *Procedia Computer Science*, 170: 1083 - 1089. doi:10.1016/j.procs.2020.03.067.
11. Trương Thị Hồng Hải, Trần Công Quang (2015). Nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật nhân giống cây sa nhân tím (*Amomum longiligulare* T. L. Wu) bằng phương pháp giâm hom ở Bình Định. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. Tập 1, tháng 6: 202 - 209.
12. Saban M., Bekkour M., Amdaouch I., El Gueri J., Ait Ahmed B., Chaari M.Z., Ruiz-Alzola J., Rosado-Muñoz A., & Aghzout O., (2023). A Smart Agricultural System Based on PLC and a Cloud Computing Web Application Using LoRa and LoRaWan. *Sensors*, 23 (5): 2725. doi:10.3390/s23052725.
13. Ou CH., Chen YA., Huang TW., & Huang NF., (2020). Design and Implementation of Anomaly Condition Detection in Agricultural IoT Platform System. *International Conference on Information Networking*, 184 - 189. doi:10.1109/ICOIN48656.2020.9016618.
14. Xinyun L., Huidan L., Hang Y., Zilan C., Bangdi C., & Yi Y., 2021, IoT Data Acquisition Node For Deep Learning Time Series Prediction, *2021 2nd International Conference on Big Data Analytics and Practices (IBDAP)*, 107 - 111. doi:10.1109/IBDAP52511.2021.9552096.
15. Hari I., Rahmarestya E., & Harsono H., (2021). Development of IoT Based Smart

Irrigation System with Programmable Logic Controller, *International Journal of Agriculture System*, 9 (1): 27 - 39. doi:10.20956/ijas.v9i1.

16. Lee KM. (2014). Study on the construction of an agriculture cultivating system with a smart phone controller, *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 2: 699 - 702.

SURVEY OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN PROPAGATION OF AMOMUM (*Amomum longiligulare*) UNDER MONITORING AND CONTROL OF IoT

Khuc Thi An¹, Van Hong Cam¹, Doan Vu Thinh^{2,*}

¹*Institute for Biotechnology and Environment, Nha Trang University*

²*Faculty of Information Technology, Nha Trang University*

Summary

Smart agriculture is one of the orientations that being cared. This study focuses on determining the suitable environmental conditions for the propagation of the purple amomum (*Amomum longiligulare*) based on IoT (Internet of Things) system. The designed IoT system can collect and store data about light, air temperature, and soil humidity in the nursery model. Soil moisture is also controlled through a drip valve irrigation system, the air temperature is partly controlled through a spray pump system. The environmental data was monitored, stored and then compared with the plant growth data (survival rate of mother cuttings, number of shoots emerging from parent cuttings, seedling height). From that, parameters suitable for propagation as purple amomum in greenhouse of Nha Trang University were determined. Research results showed that soil moisture $70 - 75 \pm 3\%$, average daylight 381.83 Lux and temperature $25 - 33^\circ\text{C}$ led to good results on survival rate of mother cuttings ($86.67 \pm 6.66\%$) and the number of shoots emerging from the parent cuttings (2.58 ± 0.16). On the other hand, the conditions that good for seedling height (22.28 ± 4.80 cm/6 months) were achieved in the average daytime light 1073.80 Lux, average soil moisture $50 - 55 \pm 3\%$ and temperature $25 - 33^\circ\text{C}$.

Keywords: *Amomum longiligulare*, internet of things (IoT), monitoring system, sustainable agriculture.

Người phản biện: TS. Đỗ Thị Gấm

Ngày nhận bài: 10/5/2023

Ngày thông qua phản biện: 5/6/2023

Ngày duyệt đăng: 29/6/2023