

Ứng dụng chuyển đổi số trong nông nghiệp: xu hướng toàn cầu và thực tiễn tại Việt Nam

Lâm Trí Đức

Khoa Kỹ thuật xét nghiệm y học, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Tp Hồ Chí Minh

duclt@ntt.edu.vn

Tóm tắt

Nông nghiệp toàn cầu đang đối diện với nhiều khó khăn và thách thức nghiêm trọng, bắt nguồn từ sự cạn kiệt dần của tài nguyên tự nhiên. Dân số đã vượt qua mốc 8 tỷ vào năm 2022, và điều này tạo thêm áp lực lên những nguồn tài nguyên đã khan hiếm. Để đạt được sự gia tăng 70 % vào năm 2050 liên quan đến sản xuất, các tiến bộ khoa học và công nghệ trong lĩnh vực nông nghiệp cần được triển khai. Nông nghiệp đã đối mặt với những tác động nghiêm trọng trong đại dịch COVID -19 khi mọi thứ bị chậm lại đáng kể, tuy nhiên với công nghệ hiện đại như AI, IoT, các hệ thống dữ liệu lớn, cũng như công nghệ blockchain, tất cả nhằm mục đích giảm thiểu việc sử dụng tài nguyên trong khi tự động và tối ưu hóa quy trình nông nghiệp cùng với việc cải thiện tính minh bạch trong toàn bộ chuỗi cung ứng, việc canh tác bền vững cuối cùng cũng trở nên khả thi. Những tiến bộ này cho phép phân tích dự đoán chính xác và giám sát liên tục, cũng như tự động hóa quy trình sản xuất. Tại Việt Nam, các hệ thống dự đoán sâu bệnh dựa trên AI và hệ thống tưới thông minh IoT đang được triển khai. Tuy nhiên, các rào cản như thiếu kỹ năng số, chi phí đầu tư ban đầu cao, chuỗi giá trị phân mảnh và quy định pháp lý là những trở ngại cản trở việc thực hiện trên quy mô lớn. Bài viết này giúp phân tích các xu hướng chuyển đổi số trong nông nghiệp toàn cầu và ở Việt Nam, nhấn mạnh các công nghệ như UAV, cảm biến từ xa, robot và blockchain. Bên cạnh đó nêu ra những rào cản chính và gợi ý các cải tiến bao gồm đào tạo tốt hơn nhằm nâng cao kỹ năng số, thay đổi chính sách, tăng cường đầu tư công và hợp tác đa phương.

Nhận 30/06/2025

Được duyệt 21/07/2025

Công bố 28/09/2025

Từ khóa

Chuyển đổi số, nông nghiệp thông minh, an ninh lương thực

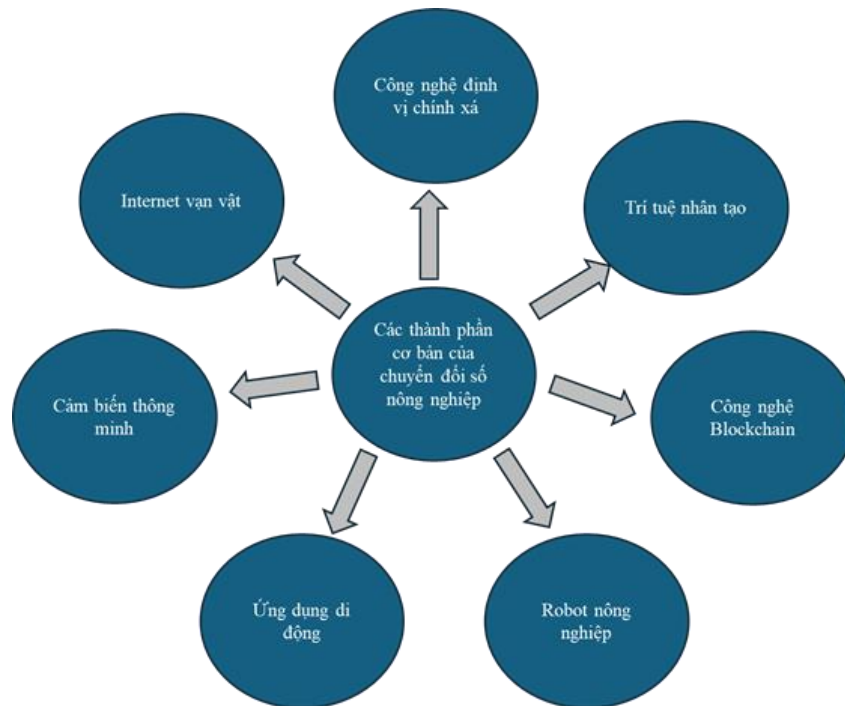
© 2025 Journal of Science and Technology - NTTU

1. Giới thiệu

Ngành nông nghiệp chịu áp lực nặng nề khi dân số thế giới vượt 8 tỷ người vào năm 2022, đòi hỏi phải cung cấp lương thực lớn hơn. Tuy nhiên, nông nghiệp toàn cầu đang chật vật với các vấn đề nghiêm trọng, từ sự suy giảm tài nguyên nước và đất đến những tác động ngày càng dữ dội của biến đổi khí hậu. Theo tổ chức FAO, 2020 để bảo vệ an ninh lương thực, sản lượng nông nghiệp toàn cầu cần đạt mức tăng 70 % trước năm 2050, khi tài nguyên thiên nhiên đang suy thoái đáng kể. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đang làm cho các hiện tượng khí tượng cực đoan như ngập lụt, khô hạn và xâm nhập mặn trở nên phổ biến hơn, tác động nặng nề đến sản xuất nông nghiệp, nhất là ở các quốc gia có nền kinh tế chủ yếu dựa vào nông nghiệp như Việt Nam. Việc đất đai bị thoái hóa do sử dụng quá mức, cùng với tình trạng thiếu nước ngọt đang khiến các phương pháp sản xuất nông nghiệp bền vững trở nên cấp thiết. Việt Nam hiện vẫn phụ thuộc chủ yếu vào các kỹ thuật canh tác truyền thống, dẫn đến năng suất hạn chế và dễ bị tác

động bởi những điều kiện thời tiết bất lợi như hạn hán, xâm nhập mặn, và lũ lụt.

Công nghệ số như IoT, AI, và Big Data đang cách mạng hóa nông nghiệp, giúp theo dõi môi trường, tối ưu tài nguyên và nâng cao năng suất. Các nghiên cứu và thực tiễn gần đây cho thấy quá trình số hóa có thể giúp giảm khoảng 30% lượng thuốc trừ sâu và phân bón, đồng thời nâng cao năng suất cây trồng lên đến 20% ở các quốc gia đang phát triển. Các công cụ phân tích dữ liệu hỗ trợ nông dân ra quyết định hiệu quả hơn trong gieo trồng, tưới tiêu và thu hoạch. Tại Việt Nam, AI như AgriPredict giúp dự đoán sâu bệnh cho cây lúa ở Đồng bằng sông Cửu Long [1]. Chuyển đổi số không chỉ tối ưu sản xuất mà còn đáp ứng tiêu chuẩn truy xuất nguồn gốc toàn cầu. Đây là hướng đi chiến lược để giải quyết các thách thức nông nghiệp hiện nay. Sự phối hợp giữa doanh nghiệp, nhà khoa học, nông dân và chính phủ là yếu tố then chốt cho thành công. Bài viết trình bày xu hướng chuyển đổi số nông nghiệp toàn cầu và Việt Nam, đồng thời đề xuất giải pháp nâng cao năng suất và chất lượng ngành (hình 1).



Hình 1. Các thành phần cơ bản của chuyển đổi số nông nghiệp

2. Tổng quan các tiến bộ trong chuyển đổi số nông nghiệp trên thế giới

2.1 Cảm biến từ xa dựa trên máy bay không người lái (UAV)

Ứng dụng máy bay không người lái trong thu thập dữ liệu từ xa, được tích hợp các cảm biến tối tân như radar, lidar, nhiệt, đa phổ và siêu phổ, cho phép thu thập dữ liệu chuyên sâu từ các khu vực canh tác nông nghiệp [2, 3]. Dữ liệu thu thập được sẽ cung cấp thông tin quan trọng về tình trạng cây trồng, đặc điểm đất, độ ẩm và các vấn đề như sâu bệnh hoặc thiếu chất dinh dưỡng, từ đó giúp nông dân đưa ra các quyết định tối ưu trong quản lý tưới nước, bón phân và phòng chống dịch bệnh [4]. Ví dụ, cảm biến đa phổ cho phép nhận biết sớm các triệu chứng stress ở cây trồng, tạo điều kiện cho các giải pháp can thiệp nhanh chóng nhằm giảm thiểu tổn thất nghiêm trọng. Công nghệ này không chỉ cải thiện năng suất mà còn giảm thiểu tác hại môi trường bằng cách tối ưu hóa việc sử dụng các nguồn tài nguyên như nước và phân bón, từ đó góp phần thúc đẩy sự phát triển của một nền nông nghiệp bền vững [5]. Dù tiềm năng lớn, việc ứng dụng UAV trong nông nghiệp vẫn đối mặt với nhiều thách thức như chi phí vận hành cao, đòi hỏi kỹ thuật phức tạp trong xử lý dữ liệu, và các vấn đề liên quan đến quyền riêng tư cũng như an toàn dữ liệu. Ngoài ra, giới hạn về năng lực hoạt động và tình trạng kết nối mạng không ổn định ở các nước đang phát triển, tiếp tục là trở ngại đáng kể cho việc vận hành rộng rãi công nghệ này [6].

2.2 Tự động hóa và Robot nông nghiệp

Robot và tự động hóa nông nghiệp, như máy kéo dùng năng lượng tái tạo kết hợp AI, đang dần thay thế nguồn

lao động tay chân trong các khâu gieo trồng, tưới tiêu, thu hoạch và diệt cỏ [7]. Dự án SunBot (EIP-AGRI) cho thấy tiềm năng của máy kéo chạy bằng năng lượng mặt trời trong giảm khí thải, tiếng ồn và tăng hiệu quả lao động [8]. Trong bối cảnh thiếu hụt lao động sau COVID-19, robot đang được doanh nghiệp quan tâm nhằm tăng năng suất và bảo đảm an toàn [9, 10]. Hệ thống co-robot đã giúp giảm hơn 50 % lao động thủ công trong quản lý cỏ dại [11]. Tuy nhiên, công nghệ này còn ở giai đoạn đầu, với chi phí cao, yêu cầu hạ tầng phức tạp và khả năng thích ứng còn hạn chế. Đồng thời, nó cũng đặt ra các thách thức xã hội và đạo đức do dịch chuyển lao động sang các công việc kỹ thuật chuyên sâu [12].

2.3. Mạng cảm biến không dây và Internet vạn vật (IoT)

Hệ thống Internet vạn vật (IoT) sử dụng các mạng cảm biến không dây để thu nhận dữ liệu thời gian thực về đất, nước, các biến số thời tiết và những yếu tố môi trường đi kèm, sau đó kết nối với các nền tảng phân tích trên đám mây để hỗ trợ việc ra quyết định tối ưu [10]. Công nghệ này hỗ trợ giám sát không gián đoạn các điều kiện canh tác, giúp nông dân tối ưu hóa việc quản lý tài nguyên, cải thiện năng suất và lợi nhuận thông qua các giải pháp tự động hóa và phân tích dữ liệu chi tiết và nâng cao. Chẳng hạn, việc ứng dụng cảm biến IoT trong hệ thống tưới nước thông minh cho phép kiểm soát lượng nước sử dụng hiệu quả hơn, đồng thời nâng cao khả năng quản lý tài nguyên nước. Ở các trang trại quy mô lớn, IoT kết hợp với hệ thống hỗ trợ quyết định và mô hình tăng trưởng cây trồng sử dụng AI để tối ưu hóa sản xuất. Các vấn đề về bảo mật dữ liệu, quyền riêng tư

và độ phức tạp trong việc cài đặt, bảo trì hệ thống IoT cũng là những rào cản lớn. Ngoài ra, sự thiếu hụt kiến thức kỹ thuật của nông dân và các quy định về tần số vô tuyến có thể tạo ra thách thức trong việc triển khai công nghệ này [13].

2.4. Phân tích dữ liệu lớn (Big Data Analytics)

Học máy kết hợp với dữ liệu lớn cho phép phân tích nhanh dữ liệu từ cảm biến, vệ tinh và các nguồn khác để dự báo năng suất, tối ưu tài nguyên và quản lý rủi ro. Dữ liệu lớn bao gồm văn bản, hình ảnh, video và được đặc trưng bởi 5 chữ V: Giá trị, Khối lượng, Tốc độ, Đa dạng và Tính xác thực [14, 15]. Nhờ đó, nông dân có thể đưa ra quyết định chính xác về gieo trồng, tưới tiêu và thu hoạch, giảm chi phí và tác động môi trường. Ví dụ, phân tích dữ liệu giúp dự đoán thời tiết, phát hiện sớm dịch bệnh hoặc hỗ trợ quản lý tưới tiêu qua mô phỏng cây trồng và phân tích địa không gian. Tuy nhiên, việc phân tích dữ liệu phức tạp đòi hỏi chuyên môn cao và hạ tầng phù hợp, điều còn hạn chế ở các nước đang phát triển. Hiện nay, các hệ thống phân tích dữ liệu lớn trong nông nghiệp vẫn chủ yếu ở giai đoạn thử nghiệm, đặc biệt đối với mô hình không đất như thủy canh và khí canh.

2.5. Trí tuệ nhân tạo (AI) và Học máy (Machine Learning)

Việc áp dụng học máy và trí tuệ nhân tạo đang trở thành xu thế phổ biến trong nhiều lĩnh vực, góp phần đổi mới sáng tạo và cải thiện hiệu suất như dự đoán năng suất, phát hiện dịch bệnh, nhận diện cỏ dại và quản lý tài nguyên nông nghiệp. Các kỹ thuật và thuật toán học máy đã được áp dụng hiệu quả trong lĩnh vực nông nghiệp nhằm hỗ trợ dự báo năng suất cây trồng, phát hiện sớm sâu bệnh và cỏ dại, dự đoán lượng mưa, cũng như ước lượng các đặc tính lý, hóa của đất như loại đất, độ ẩm, nhiệt độ, độ pH và hàm lượng dinh dưỡng. Tuy nhiên, phần lớn các hệ thống AI vẫn đang trong giai đoạn phát triển, với ít ứng dụng thương mại hóa rộng rãi. Các thách thức bao gồm yêu cầu về dữ liệu lớn, chi phí tính toán cao, và các vấn đề liên quan đến bảo mật dữ liệu cũng như quyền riêng tư khi sử dụng các mô hình học máy. Mặc dù đầy tiềm năng, việc ứng dụng AI trong các mô hình canh tác hiện đại như thủy canh và khí canh vẫn chưa thực sự phổ biến, do còn thiếu cơ sở nghiên cứu và giải pháp triển khai phù hợp.

2.6. Công nghệ Blockchain

Công nghệ Blockchain hỗ trợ thuận lợi cho thanh toán giữa các bên liên quan, hạ chi phí giao dịch, giảm thiểu gian lận và tăng cường niềm tin của người tiêu dùng nhờ khả năng truy xuất nguồn gốc rõ ràng. Ví dụ, các dự án hợp tác giữa Wal-Mart, IBM và các tập đoàn lớn

đã triển khai blockchain để truy xuất chuỗi cung ứng thịt lợn và xoài, tăng cường an toàn thực phẩm và độ tin cậy. Blockchain cũng hỗ trợ các hợp đồng thông minh để tự động hóa thanh toán dựa trên dữ liệu thời tiết hoặc thông tin sản xuất, như trong các chương trình bảo hiểm nông nghiệp. Tuy nhiên, việc triển khai blockchain gặp khó khăn do thiếu kiến thức công nghệ của các bên liên quan, chi phí đầu tư cao, yêu cầu thay đổi tổ chức lớn và các vấn đề về quyền sở hữu dữ liệu cũng như khả năng mở rộng hệ thống. Ngoài ra, việc chọn loại blockchain (công khai, riêng tư hoặc có quyền) và đảm bảo độ chính xác của dữ liệu đầu vào vẫn là những thách thức kỹ thuật cần khắc phục.

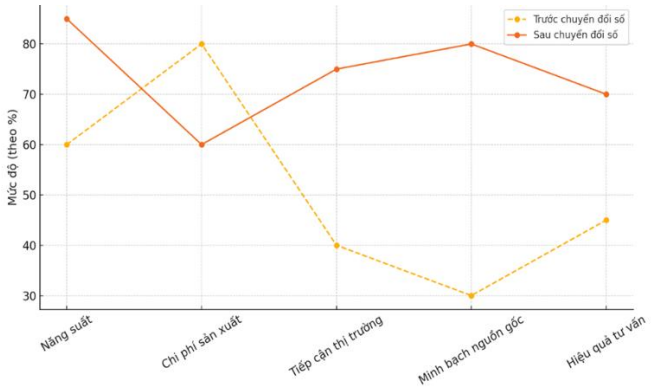
3. Những tiến bộ trong chuyển đổi số nông nghiệp tại Việt Nam

Nhằm nâng cao hiệu suất sản xuất, đảm bảo sự rõ ràng và phát triển chuỗi giá trị nông sản theo hướng lâu dài, Việt Nam đã và đang triển khai các giải pháp công nghệ số trong ngành nông nghiệp (Bảng 1). Đặc biệt điện thoại thông minh đã trở thành một công cụ không thể thiếu trong nông nghiệp hiện đại, gần 80 % nông dân sử dụng điện thoại thông minh để cập nhật thông tin về giá cả thị trường, thời tiết, đất đai, giống cây và phân bón. Tuy nhiên, các ứng dụng hiện tại còn hạn chế trong việc cung cấp giao tiếp hai chiều hoặc phân tích dự đoán, làm giảm hiệu quả tư vấn nông nghiệp. Mã QR đang được sử dụng phổ biến tại các siêu thị để truy xuất nguồn gốc nông sản, đáp ứng nhu cầu minh bạch thông tin và tăng giá trị hàng hóa. Công nghệ blockchain giúp đảm bảo truy xuất rõ ràng, thời gian xử lý hợp đồng được rút ngắn đồng thời giúp nâng cao hiệu quả chuỗi cung ứng, đặc biệt với hàng xuất khẩu. IoT hỗ trợ tự động hóa, giảm lao động thủ công và nâng cao hiệu suất. Các mô hình tại Việt Nam như Vinmart (mã QR), Vina T&T (blockchain cho xoài xuất khẩu), và Smart Agri (điện toán đám mây & IoT) cho thấy vai trò rõ rệt của từng công nghệ trong nâng cao hiệu quả sản xuất và truy xuất nguồn gốc nông sản.

Máy bay không người lái cung cấp hình ảnh độ phân giải cao để giám sát cảnh quan, quản lý dịch bệnh và phun thuốc trừ sâu, giúp tiết kiệm đến 40 % chi phí hóa chất và giảm ô nhiễm môi trường. Đại học Nông nghiệp Việt Nam đã phát triển drone siêu nhẹ cho các mục đích này, dù hạn chế pháp lý về cảm biến vẫn là thách thức. Phân tích dữ liệu mang lại các giải pháp tùy chỉnh, kết hợp với drone và công nghệ đám mây để tăng hiệu quả giám sát nông trại, giúp nông dân ra quyết định chính xác hơn. Nhật ký số giúp cải thiện hiệu quả sử dụng đầu vào và cung cấp tư vấn, nhưng phát triển chậm do thiếu chính sách hỗ trợ mạnh mẽ. Mạng di động, với sự phổ

biến của 3G, 4G và chuẩn bị cho 5G, đã mở rộng kết nối, đặc biệt ở các vùng sâu vùng xa, tạo điều kiện cho nông dân tiếp cận thông tin và dịch vụ tư vấn kịp thời. Cuối cùng, nền tảng thông tin thị trường và giá trực tuyến như ứng dụng G4EENCoffee giúp nông dân kết nối trực tiếp với nhà bán lẻ, đảm bảo giá cả cạnh tranh và cải thiện khả năng ra quyết định trong mua bán, chế biến và lưu trữ nông sản. Các công nghệ này không chỉ khắc phục vấn đề thông tin và hiệu quả mà còn tạo cơ hội để nông nghiệp Việt Nam chuyển từ mô hình tiêu tốn tài nguyên sang mô hình tri thức, hướng đến phát triển ổn định và hòa nhập với xu thế toàn cầu.

Biểu đồ so sánh hiệu quả trước và sau chuyển đổi số trong nông nghiệp Việt Nam (Hình 2) cho thấy sự cải thiện rõ rệt trong nhiều chỉ số then chốt. Trước đây, năng suất chỉ đạt khoảng 60 % do phụ thuộc vào kinh nghiệm và thiếu công nghệ, nhưng sau khi ứng dụng IoT, điện toán đám mây và phân tích dữ liệu, con số này tăng lên 85 %. Chi phí sản xuất giảm từ 80 % xuống 60 % nhờ tự động hóa và điều phối thông minh. Tỷ lệ nông dân tiếp cận thị trường tăng từ 40 % lên 75 % nhờ nền tảng thương mại điện tử như G4EENCoffee và Zalo OA. Minh bạch nguồn gốc tăng từ 30 % lên 80 % nhờ mã QR và blockchain, đặc biệt với nông sản xuất khẩu như xoài Tiền Giang. Dịch vụ tư vấn nông nghiệp cũng cải thiện hiệu quả từ 45 % lên 70 % nhờ công nghệ số. Những thay đổi này cho thấy chuyển đổi số đang tạo ra sự chuyển biến toàn diện và bền vững cho ngành nông nghiệp Việt Nam.



Hình 2. So sánh hiệu quả trước và sau chuyển đổi số trong nông nghiệp tại Việt Nam

Bảng 1. Các mô hình điển hình về ứng dụng công nghệ số trong nông nghiệp Việt Nam

STT	Tên mô hình/dự án	Công nghệ áp dụng	Địa điểm triển khai	Kết quả nổi bật
1	Smart Agri – Global CyberSoft	IoT, cảm biến môi trường, đám mây	TP Hồ Chí Minh	Theo dõi điều kiện trồng trọt theo thời gian thực, giúp tăng 15–20 % năng suất, giảm thất thoát.
2	iQShrimp – Cargill	IoT, AI phân tích dữ liệu	Bạc Liêu, Cà Mau	Cảnh báo sớm dịch bệnh, cải thiện năng suất nuôi tôm, giảm rủi ro nhờ dữ liệu thời tiết, nước.
3	Ứng dụng QR Code truy xuất xoài – Vina T&T	QR Code, blockchain (thử nghiệm)	Tiền Giang	Giúp truy xuất nguồn gốc xoài xuất khẩu sang Mỹ, giảm thời gian xác nhận đơn hàng đến 40 %.
4	G4EENCoffee – ICCO	Nền tảng trực tuyến, kết nối thị trường	Tây Nguyên	Kết nối trực tiếp nông dân với nhà rang/xuống, tăng thu nhập lên 20–25 % do loại bỏ trung gian.
5	Dự án UAV phun thuốc – ĐH Nông nghiệp Việt Nam	Drone, hình ảnh GIS, cảm biến	Hà Nội, Hưng Yên	Tiết kiệm 40 % chi phí thuốc BVTV, nâng cao độ chính xác phun, giảm

STT	Tên mô hình/dự án	Công nghệ áp dụng	Địa điểm triển khai	Kết quả nổi bật
6	Hệ thống nhật ký điện tử – Sổ NNPTNT Lâm Đồng	Nhật ký số	Lâm Đồng	tác động môi trường. Ứng dụng tại vùng trồng rau sạch; truy xuất dễ dàng, hỗ trợ liên kết với HTX và siêu thị. Hơn 10.000 nông dân được cập nhật thời tiết, kỹ thuật canh tác kịp thời qua Zalo.
7	Truyền thông qua Zalo OA – Trung tâm KN Hà Tĩnh	Mạng xã hội, điện thoại thông minh	Hà Tĩnh	

4. Thách thức trong chuyển đổi số nông nghiệp tại Việt Nam

Chuyển đổi số trong nông nghiệp Việt Nam vẫn đối mặt nhiều thách thức. Thiếu kỹ năng số, đặc biệt ở vùng nông thôn và miền núi, cản trở nông dân tiếp cận công nghệ như smartphone hay IoT. Chuỗi giá trị phân mảnh, thiếu đồng bộ về công nghệ và thông tin làm gia tăng chi phí, giảm minh bạch và hiệu quả sản xuất. Rào cản pháp lý như quy định lưu trữ dữ liệu trong nước theo Luật An ninh mạng (2019) và lệnh cấm UAV cản trở ứng dụng công nghệ hiện đại. Thêm vào đó, sự thiếu phối hợp giữa các cơ quan và chi phí đầu tư cao khiến nông hộ nhỏ (chiếm 71 % sản lượng) khó tiếp cận đổi mới công nghệ. Giải pháp đề xuất gồm: mở rộng đào tạo kỹ năng số thông qua khuyến nông và nâng cao nhận thức cộng đồng; sửa đổi quy định về UAV, đám mây và thúc đẩy dữ liệu mở [8]; tăng đầu tư công cho nông nghiệp số và đơn giản hóa thủ tục tín dụng. Những giải pháp này góp phần thúc đẩy phát triển bền vững và nâng cao tiềm năng cạnh tranh cho nông nghiệp Việt Nam.

5. Kết luận và kiến nghị

Chuyển đổi số đang là bước ngoặt trong hiện đại hóa nông nghiệp Việt Nam, giúp nâng cao hiệu quả, phát triển bền vững và tăng khả năng cạnh tranh quốc tế. Hạ Tài liệu tham khảo

tăng kỹ thuật số phát triển mạnh với gần 99 % dân số có điện, mạng 3G/4G/5G, và 97 % thanh niên biết chữ, tạo nền tảng thuận lợi cho ứng dụng công nghệ. Khoảng 80 % nông dân dùng smartphone để truy cập thông tin và giao dịch, giảm chi phí trung gian. Các công nghệ như IoT (iQShrimp), drone, phân tích dữ liệu, mã QR và blockchain đang giúp tối ưu hóa chuỗi giá trị và đáp ứng tiêu chuẩn quốc tế. Tuy nhiên, vẫn tồn tại thách thức như thiếu kỹ năng số, chi phí đầu tư cao, rào cản pháp lý và phân mảnh chuỗi cung ứng. Để giải quyết, cần sự phối hợp đồng bộ giữa chính phủ, doanh nghiệp, tổ chức quốc tế và nông dân.

Cần tập trung nâng cao kỹ năng số cho nông dân thông qua mở rộng đào tạo khuyến nông, hợp tác với doanh nghiệp và tổ chức quốc tế như Google, kết hợp công nghệ VR/AR, ưu tiên phụ nữ và vùng sâu vùng xa nhằm thúc đẩy quá trình số hóa nông nghiệp tại Việt Nam. Đồng thời, cần cải cách chính sách như dỡ bỏ lệnh cấm UAV, nới lỏng quy định lưu trữ dữ liệu, thúc đẩy dữ liệu mở và bảo mật, cải thiện quản lý sở hữu trí tuệ để hỗ trợ đổi mới sáng tạo. Tăng đầu tư vào AI, IoT, blockchain và đơn giản hóa tiếp cận tín dụng ưu đãi cho nông hộ nhỏ; khuyến khích quỹ đầu tư mạo hiểm cho startup nông nghiệp. Cần đẩy mạnh hợp tác đa bên để mở rộng các dự án như nhật ký số, G4EENCoffee, và hệ thống IoT đến nhiều vùng miền, đồng thời thiết kế giải pháp số bền vững, phù hợp với nông dân nhỏ lẻ, dân tộc thiểu số, ưu tiên công nghệ giảm phát thải và mô hình chia sẻ thiết bị. Để nâng cao hiệu quả chuyển đổi số nông nghiệp, cần đặt ra các mục tiêu rõ ràng và đo lường được. Đến năm 2030, mỗi năm nên đào tạo 100.000 nông dân về kỹ năng số; đến 2027, phần đầu 70 % hợp tác xã sử dụng nhật ký số, 50 % vùng sản xuất tập trung ứng dụng IoT và 30 % doanh nghiệp xuất khẩu dùng blockchain truy xuất nguồn gốc. Cần xây dựng mô hình mẫu cấp tỉnh và thúc đẩy hợp tác công và tư trong triển khai công nghệ như drone, cảm biến, cloud và phân tích dữ liệu. Đồng thời, cần chú trọng rủi ro dữ liệu và quyền riêng tư: thông tin cá nhân và dữ liệu sản xuất nếu không được bảo vệ có thể bị khai thác trái phép, gây mất lợi thế cạnh tranh. Do đó, cần xây dựng khung pháp lý bảo vệ dữ liệu nông nghiệp theo chuẩn quốc tế, triển khai định danh số cho nông dân, phân quyền truy cập và nâng cao trình độ hiểu biết về an toàn thông tin cho cán bộ và hợp tác xã.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

1. Thakur, Y. N., Walke, M. M., Vishwakarma, H. D., Salunkhe, D. A., & Dhakulkar, Dr. B. (2024). A review on: Rice disease prediction. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(11), 351-354.
2. Le Mouél, C., & Forslund, A. (2017). How can we feed the world in 2050? A review of the responses from global scenario studies. *European Review of Agricultural Economics*, 44(4), 541-591.
3. Popescu, D., Stoican, F., Stamatescu, G., Ichim, L., & Dragana, C. (2020a). Advanced uav-wsn system for intelligent monitoring in precision agriculture. *Sensors*, 20(3), 817.
4. Comba, L., Biglia, A., Ricauda Aimonino, D., Tortia, C., Mania, E., Guidoni, S., & Gay, P. (2020). Leaf Area Index evaluation in vineyards using 3D point clouds from UAV imagery. *Precision Agriculture*, 21(4), 881-896.
5. Sanjeevi, P., Prasanna, S., Siva Kumar, B., Gunasekaran, G., Alagiri, I., & Vijay Anand, R. (2020a). Precision agriculture and farming using Internet of Things based on wireless sensor network. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 31(12), e3978. .
6. Del Cerro, J., Cruz Ulloa, C., Barrientos, A., & De León Rivas, J. (2021). Unmanned aerial vehicles in agriculture: A survey. *Agronomy*, 11(2), 203.
7. Gorjian, S., Ebadi, H., Trommsdorff, M., Sharon, H., Demant, M., & Schindele, S. (2021). The advent of modern solar-powered electric agricultural machinery: A solution for sustainable farm operations. *Journal of Cleaner Production*, 292, 126030.
8. Ghalazman E., A., Das, G. P., Gould, I., Zarafshan, P., Rajendran S., V., Heselden, J., Pearson, S. (2022). Applications of robotic and solar energy in precision agriculture and smart farming. In *Solar Energy Advancements in Agriculture and Food Production Systems* (pp. 351-390).
9. Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019a). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3-30.
10. Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019b). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3-30.
11. Pérez-Ruiz, M., Slaughter, D. C., Fathallah, F. A., Gliever, C. J., & Miller, B. J. (2014). Co-robotic intra-row weed control system. *Biosystems Engineering*, 126, 45-55.
12. Araújo, S. O., Peres, R. S., Barata, J., Lidon, F., & Ramalho, J. C. (2021). Characterising the agriculture 4. 0 landscape-Emerging trends, challenges and opportunities. *Agronomy*, 11(4), 667.
13. Osamy, W., Khedr, A. M., Salim, A., Ali, A. I. A., & El-Sawy, A. A. (2022). Coverage, deployment and localization challenges in wireless sensor networks based on artificial intelligence techniques: A review. *IEEE Access*, 10, 30232-30257.
14. Sivarajah, U., Kamal, M. M., Irani, Z., & Weerakkody, V. (2017). Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. *Journal of Business Research*, 70, 263-286.
15. Chi, M., Plaza, A., Benediktsson, J. A., Sun, Z., Shen, J., & Zhu, Y. (2016). Big data for remote sensing: Challenges and opportunities. *Proceedings of the IEEE*, 104(11), 2207-2219.

The Application of Digital Transformation in Agriculture: Global and Vietnamese Perspectives

Lam Tri Duc

Faculty of Medical Laboratory Technology, Nguyen Tat Thanh University

duclt@ntt.edu.vn

Abstract Global agriculture faces mounting challenges due to resource depletion and climate change, while rising food demand, driven by a global population exceeding 8 billion, intensifies pressure on already scarce resources. To meet the projected 70 % increase in food production by 2050, science and technology must play a central role. Agriculture has been severely impacted by the COVID-19 pandemic, with many activities slowing significantly. However, with the advent of modern technologies such as Artificial Intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), big data systems, and blockchain technology aimed at minimizing resource consumption while automating and optimizing agricultural processes and enhancing transparency throughout the entire supply chain, sustainable farming

has finally become achievable. These technological advancements enable precise predictive analysis, continuous monitoring, and the automation of production processes. In Vietnam, AI-based pest and disease prediction systems and IoT-enabled smart irrigation systems are currently being implemented. However, challenges remain, including limited digital skills, high upfront costs, fragmented value chains, and regulatory barriers. This review explores digital transformation trends in global and Vietnamese agriculture, highlighting technologies such as UAVs, remote sensing, robotics, and blockchain, and proposing solutions including digital training, policy reform, increased public investment, and cross-sector collaboration to foster a sustainable, tech-driven agricultural future.

Keywords Digital Transformation, Smart Agriculture, Food Security