

CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG NÔNG NGHIỆP: LỢI ÍCH, THÁCH THỨC VÀ GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ

Lê Thị Kim Loan^{1,*}, Hồ Thị Thân²

¹Trường Đại học Phú Yên

²Trường Đại học Xây dựng Miền Trung

*Email: lekimloan@pyu.edu.vn

Ngày nhận bài: 28/06/2023; ngày nhận đăng: 15/09/2023

Tóm tắt

Chuyển đổi số là con đường nhanh nhất, hiệu quả nhất để đạt đến nền nông nghiệp bền vững và kỷ nguyên nông nghiệp mới – “Nông nghiệp 4.0”. Bên cạnh những tiềm năng mạnh mẽ, chuyển đổi số trong nông nghiệp đang đối mặt với nhiều thách thức như cơ sở vật chất, hạ tầng công nghệ số và nguồn nhân lực với năng lực số thấp. Bài viết phân tích những lợi ích, thách thức cơ bản của chuyển đổi số và giới thiệu một số giải pháp công nghệ hàng đầu trong lĩnh vực nông nghiệp.

Từ khóa: chuyển đổi số, công nghệ số, nông nghiệp 4.0, chuyển đổi số trong nông nghiệp

Digital transformation in agriculture: Benefits, Challenges, and Technology Solutions

Le Thi Kim Loan¹, Ho Thi Than²

¹Phu Yen University

²Mien Trung University of Civil Engineering

Received: June 28, 2023; Accepted: September 15, 2023

Abstract

Digital transformation is the fastest and most effective way to achieve sustainable agriculture and towards the new era of “Agriculture 4.0”. Besides the strong potentials, digital transformation in agriculture is facing many challenges such as financial resources, digital technology infrastructure and human resources with low digital competencies. The paper analyzes some fundamental benefits and challenges of digital transformation and introduces some priority technology solutions in the agricultural sector.

Key words: digital transformation, digital technology, agriculture 4.0, digital transformation in agriculture

1. Đặt vấn đề

Các quốc gia đang thúc đẩy chuyển đổi số ở tất cả các lĩnh vực và nông nghiệp không phải là ngoại lệ. Ngành nông nghiệp đang hướng tới một kỷ nguyên nông nghiệp mới gọi là “Nông nghiệp 4.0” nhờ các công nghệ số mới nổi như Internet vạn vật, điện toán đám mây, dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo, hệ thống hỗ trợ ra quyết định... Không thể phủ nhận

sức mạnh của công nghệ số và những lợi ích của nó đã làm thay đổi nền nông nghiệp của nhiều quốc gia. Tuy nhiên, ngành nông nghiệp cũng đang gặp phải những thách thức lớn trong quá trình chuyển đổi số như nguồn tài chính, hạ tầng công nghệ số, nguồn nhân lực... Xác định rõ những thách thức và lựa chọn công nghệ số phù hợp được xem là chìa khóa thành công của quá trình chuyển đổi số trong lĩnh vực nông nghiệp.

2. Khái niệm chuyển đổi số trong lĩnh vực nông nghiệp

Chuyển đổi số là khái niệm xác định quá trình tìm kiếm các giải pháp cho nhu cầu xã hội và các ngành với sự tích hợp của công nghệ số, theo đó là sự phát triển, thay đổi của quy trình làm việc và văn hóa (Dayioglu, M. A., & Turker, U. (2021). “Digital transformation for sustainable future-agriculture 4.0: a review”. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 373-399.), là quá trình thay đổi công nghệ cơ bản và liên tục, trong đó số hóa và số hóa tăng theo thời gian (0). Theo Bộ Thông tin và Truyền thông Việt Nam, chuyển đổi số là quá trình thay đổi tổng thể và toàn diện của cá nhân, tổ chức về cách sống, cách làm việc và phương thức sản xuất dựa trên các công nghệ số. Trong khi đó, Microsoft cho rằng, chuyển đổi số là việc tư duy lại cách thức các tổ chức tập hợp mọi người, dữ liệu và quy trình để tạo những giá trị mới.

Trong lĩnh vực nông nghiệp, chuyển đổi kỹ thuật số là một công cụ giúp giảm thiểu sự phức tạp của nền nông nghiệp số đang diễn ra, mang đến cơ hội tạo ra giá trị nông nghiệp (França, S.R., Ziviani, F., & Muylder, C. F. (2020). “Agricultural digitalisation and digital transformation: the future of agricultural competitive excellence in the 4.0 Environment”. *Brazilian Journal of Development*, 6(2), 7240-7260.. Chuyển đổi số được mô tả như một phương tiện phục hồi hoạt động kinh doanh và nâng cao hiệu quả, tính bền vững thông qua những đổi mới trong cung cấp sản phẩm và dịch vụ nông nghiệp.

Ở Việt Nam, nông nghiệp là một trong 8 lĩnh vực ưu tiên trong Chương trình chuyển đổi số quốc gia. Nội dung trọng tâm của chuyển đổi số trong lĩnh vực nông nghiệp (Thủ tướng Chính phủ (2019), *Quyết định 749/QĐ-TTg ngày 03/06/2020 phê duyệt “Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030”* bao gồm:

(1) Phát triển nông nghiệp công nghệ cao theo hướng chú trọng nông nghiệp thông minh, nông nghiệp chính xác, tăng tỷ trọng của nông nghiệp công nghệ số trong nền kinh tế.

(2) Thực hiện chuyển đổi số trong nông nghiệp phải dựa trên nền tảng dữ liệu. Tập trung xây dựng các hệ thống dữ liệu lớn của ngành như về đất đai, cây trồng, vật nuôi, thủy sản. Xây dựng mạng lưới quan sát, giám sát tích hợp trên không và mặt đất phục vụ các hoạt động nông nghiệp. Thúc đẩy cung cấp thông tin về môi trường, thời tiết, chất lượng đất đai để người nông dân nâng cao năng suất và chất lượng cây trồng, hỗ trợ chia sẻ các thiết bị nông nghiệp qua các nền tảng số.

(3) Ứng dụng công nghệ số để tự động hóa các quy trình sản xuất, kinh doanh; quản lý, giám sát nguồn gốc, chuỗi cung ứng sản phẩm, bảo đảm nhanh chóng, minh bạch, chính xác, an toàn, vệ sinh thực phẩm. Xem xét thử nghiệm triển khai sáng kiến “Mỗi nông dân là một thương nhân, mỗi hợp tác xã là một doanh nghiệp ứng dụng công nghệ số” với mục tiêu mỗi người nông dân được định hướng, đào tạo ứng dụng công nghệ số trong sản xuất, cung cấp, phân phối, dự báo (giá, thời vụ, ...) nông sản, đẩy mạnh phát triển thương mại điện tử trong nông nghiệp.

(4) Thực hiện chuyển đổi số mạnh mẽ trong công tác quản lý để có các chính sách, điều hành kịp thời phát triển nông nghiệp như dự báo, cảnh báo thị trường, quản lý quy hoạch.

3. Lợi ích và thách thức của chuyển đổi số trong lĩnh vực nông nghiệp

Không thể phủ nhận chuyển đổi số đang mang lại nhiều thay đổi mạnh mẽ trong lĩnh vực nông nghiệp. Nhiều nghiên cứu và thực tiễn tại các quốc gia trên thế giới đang dần khẳng định chuyển đổi số là con đường nhanh nhất, hiệu quả nhất để đạt đến nền nông nghiệp bền vững. Theo báo cáo của FAO và Ngân hàng Thế giới, chuyển đổi số có thể được sử dụng để giải quyết những thách thức mà nông nghiệp và nông thôn đang phải đối mặt (Dayioglu, M. A., & Turker, U. (2021). “Digital transformation for sustainable future-agriculture 4.0: a review”. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 373-399.). Chuyển đổi số đóng góp đáng kể vào việc giải quyết các thách thức bền vững cấp bách của ngành nông nghiệp (0; McFadden, J., Casalini, F., Griffin, T., & Antón, J. (2022). “The digitalisation of agriculture: A literature review and emerging policy issues”. <https://oecd-ilibrary.org>. Satpathy, B. (2022). “Digital transformation for sustainable agriculture: a progressive method for smallholder farmers”. *Current Science (00113891)*, 123(12)., sẽ là bước chuyển mới nhất có thể giúp đảm bảo nông nghiệp đáp ứng nhu cầu của dân số toàn cầu trong tương lai (Trendov, M., Varas, S., & Zeng, M. (2019). *Digital technologies in agriculture and rural areas: status report*. FAO, Rome..

Số hóa (theo nghĩa của ngành Công nghiệp 4.0) đã thay đổi công việc của nông dân và cách họ trải nghiệm những thay đổi từ công việc truyền thống hơn sang nông nghiệp số hóa (Goller, M., Caruso, C., & Harteis, C. (2021). “Digitalisation in agriculture: Knowledge and learning requirements of German dairy farmers”. *International journal for research in vocational education and training*, 8(2), 208-223 Các công nghệ và ứng dụng kỹ thuật số tạo cơ hội cho nông dân học hỏi kiến thức mới, vận dụng kỹ thuật hiện đại vào sản xuất và tiếp cận thị trường toàn cầu. Công nghệ số có tiềm năng cách mạng hóa nông nghiệp bằng cách giúp nông dân làm việc chính xác, hiệu quả và bền vững hơn. Những hiểu biết sâu sắc dựa trên hệ thống dữ liệu giúp cho việc ra quyết định chính xác trong sản xuất và kinh doanh, tăng hiệu suất công việc. Đây có thể là yếu tố để thu hút lao động trẻ tham gia vào lĩnh vực nông nghiệp. Các công nghệ số cung cấp cho người tiêu dùng sự minh bạch hơn về nguồn gốc thực phẩm họ sử dụng. Công nghệ số mang đến cơ hội đổi mới mô hình kinh doanh trong chuỗi giá trị bằng cách kết nối nhà sản xuất và người tiêu dùng theo những cách sáng tạo (Khanna, M. (2021). “Digital transformation of the agricultural sector: pathways, drivers and policy implications”. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43(4), 1221-1242. Bên cạnh đó, công nghệ số là chìa khóa để cải thiện đời sống vật chất và tinh thần của nông dân, làm cho nông thôn trở nên hấp dẫn, phát triển và bền vững hơn; đồng thời giảm các hạn chế, khó khăn ở vùng sâu, vùng xa và cải thiện khả năng tiếp cận các dịch vụ (European Commission (2021). *Digital transformation in agriculture and rural areas*. OIB..

Bộ Hợp tác và Phát triển Kinh tế Liên bang Đức (BMZ) đang mở rộng các dịch vụ tư vấn về công nghệ thông tin và truyền thông (CNTT-TT) trong cộng đồng nông nghiệp, thiết lập việc sử dụng các ứng dụng công nghệ số như một tiêu chuẩn mặc định trong tất cả các dự án phát triển nông thôn và hỗ trợ sự lan rộng của chúng (Goller, M., Caruso, C., & Harteis, C. (2021). “Digitalisation in agriculture: Knowledge and learning requirements of

German dairy farmers”. *International journal for research in vocational education and training*, 8(2), 208-223; German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) (2021). *Digitalisation in agriculture - Risks and opportunities*. Bonn and Eschborn, Germany.. Tại Tây Ban Nha, quá trình chuyển đổi số của ngành nông nghiệp cũng được cho là sẽ tác động đáng kể đến năng suất, chất lượng sản phẩm, chi phí sản xuất, tính bền vững và bảo vệ môi trường (Sadjadi, E. N., & Fernández, R. (2023). “Challenges and Opportunities of Agriculture Digitalization in Spain”. *Agronomy*, 13(1), 259.. Số hóa sẽ trở thành động lực chính cho sự phát triển nông nghiệp của Nga, cho phép đạt được một số mục tiêu nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh của đất nước, bao gồm: (1) Tăng khối lượng và chất lượng thu hoạch; (2) Tối ưu hóa và giảm thiểu vốn đầu tư; (3) Giảm sức lao động, tăng năng suất nông nghiệp; (4) Giảm tác động có hại đến môi trường; (5) Giảm sự phụ thuộc của hiệu quả nông nghiệp vào yếu tố con người (Vaganova et al, 2020). Quá trình số hóa và chuyển đổi số trong ngành nông nghiệp Úc đã được triển khai trong những thập niên đầu của thế kỷ 21 đã khẳng định cần phát triển và nâng cao năng lực số của lực lượng lao động nông nghiệp. Thành tựu nổi bật của quốc gia này là (1) Định nghĩa khung năng lực kỹ thuật số quốc gia về lực lượng lao động nông nghiệp Australia; (2) Xác định ảnh hưởng của các công nghệ mới nổi sẽ có đối với năng lực của lực lượng lao động nông nghiệp trong 10 năm tới; và (3) Đánh giá các nhà cung cấp và chương trình đào tạo hiện tại trong các lĩnh vực liên quan đến nông nghiệp số (KPMG Consulting Skills Impact (Skills Service Organisation), Faethm (Firm), University of Queensland (2019). *Agricultural workforce digital capability framework*.

Bên cạnh những tiềm năng mạnh mẽ, chuyển đổi số trong nông nghiệp đối mặt với nhiều thách thức. Nhận thức của doanh nghiệp và nông dân là rào cản đầu tiên đối với quá trình thực hiện chuyển đổi số trong nông nghiệp. Một bộ phận không quan tâm nhiều đến chuyển đổi số, ngược lại một bộ phận khác rất tâm huyết với chuyển đổi số nhưng không biết bắt đầu từ đâu và làm như thế nào để đạt hiệu quả.

Cơ sở hạ tầng kỹ thuật số là điều kiện cơ bản bảo đảm quá trình chuyển đổi sang nông nghiệp số thành công. Tuy nhiên, hiện tại cơ sở hạ tầng kỹ thuật số phục vụ cho nông nghiệp còn bất cập dẫn đến việc tiếp cận công nghệ số và ứng dụng vào sản xuất, thương mại gặp nhiều khó khăn, đặc biệt là ở các vùng sâu, vùng xa. Việc thiếu các hệ thống dữ liệu tích hợp và các cơ sở dữ liệu lớn làm hạn chế ứng dụng công nghệ thông tin của các doanh nghiệp, các hộ sản xuất trong sản xuất, minh bạch về nguồn gốc sản phẩm, chia sẻ thông tin ...

Các nền nông nghiệp có tỉ lệ cơ giới hóa thấp sẽ đối mặt với nhiều khó khăn khi chuyển sang nông nghiệp số. Chuyển đổi số trong nông nghiệp đòi hỏi sự chuyển đổi rất lớn đối với hệ thống canh tác, kinh tế nông thôn, cộng đồng và quản lý tài nguyên thiên nhiên (Trendov, M., Varas, S., & Zeng, M. (2019). *Digital technologies in agriculture and rural areas: status report*. FAO, Rome.. Đây sẽ là một thách thức và đòi hỏi một cách tiếp cận có hệ thống và toàn diện để đạt được những lợi ích tiềm năng đầy đủ.

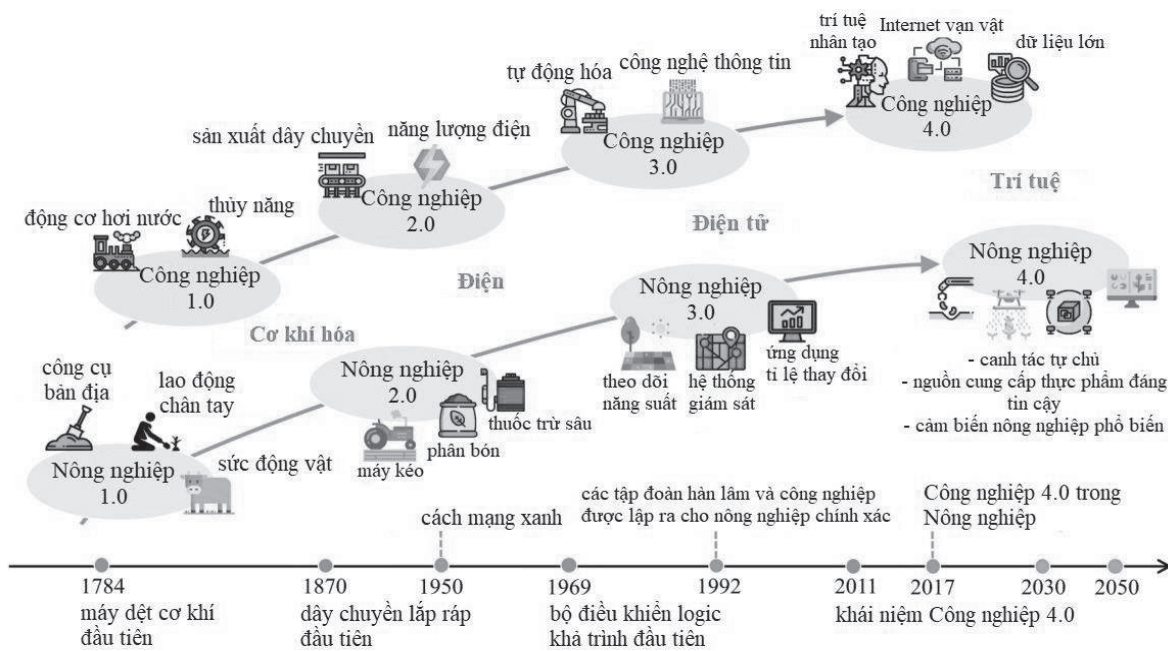
Nguồn vốn hạn chế gây trở ngại cho chuyển đổi số trong nông nghiệp. Cả doanh nghiệp và nông dân đều thiếu nguồn vốn để thực hiện chuyển đổi số. Ngành nông nghiệp khó thu hút nguồn vốn đầu tư từ nước ngoài. Trong khi đó doanh nghiệp và nông dân khó tiếp cận với nguồn vốn tín dụng trong nước. Các chính sách hỗ trợ tín dụng hỗ trợ nông

ng nghiệp chưa kịp thời, chưa phù hợp với thực tế.

Thách thức lớn nhất đối với ngành nông nghiệp là chất lượng nguồn nhân lực chưa đáp ứng yêu cầu chuyển đổi số. Nông nghiệp thiếu hụt đội ngũ chuyên môn cao, hiểu biết về công nghệ số để tiếp cận và làm chủ các công nghệ tiên tiến. Nhiều doanh nghiệp và nông dân thiếu hiểu biết về kinh doanh thương mại điện tử. Hoạt động sản xuất nông nghiệp phụ thuộc nhiều vào nhân lực thủ công, họ có tâm lý e ngại và khó tiếp cận với công nghệ số. Tỷ lệ già hóa lao động ngành nông nghiệp diễn ra nhanh, lao động trẻ rời xa nông nghiệp sẽ khó khăn cho việc thực hiện mục tiêu chuyển đổi số. Rào cản lớn nhất ngăn cản các bên liên quan triển khai hiệu quả các giải pháp công nghệ số trong nông nghiệp là nguồn nhân lực có trình độ và năng lực số thấp (Burra, D. D., Hildebrand, J., Giles, J., Nguyen, T., Hasiner, E., Schroeder, K., ... & Kropff, W. (2021). *Digital Agriculture Profile: Viet Nam*. FAO..

4. Các giải pháp công nghệ

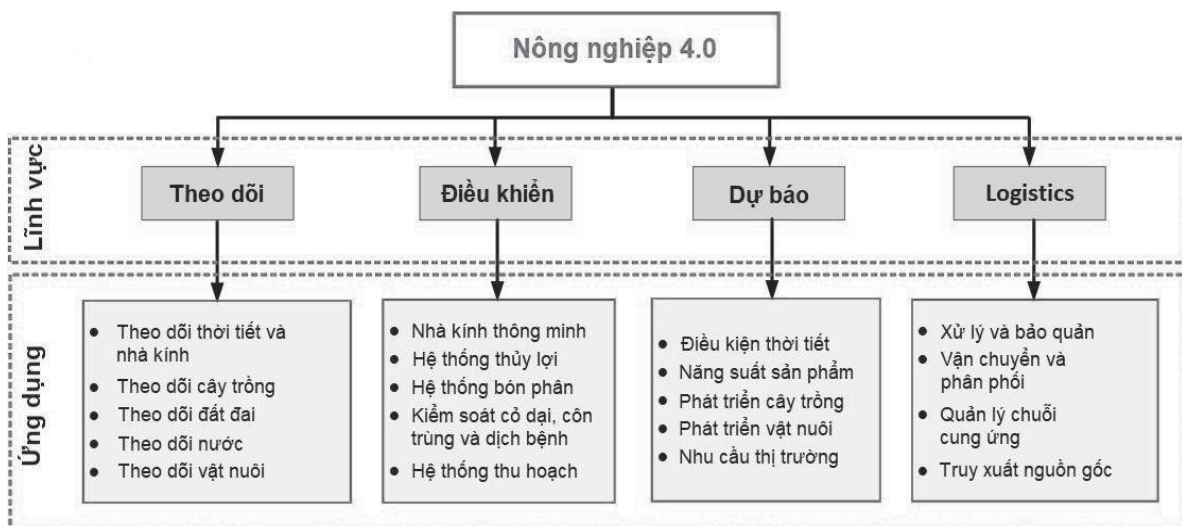
Các công nghệ số được giải thích bằng các ví dụ ứng dụng như Internet vạn vật, điện toán đám mây, dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo, hệ thống hỗ trợ ra quyết định... (Dayioglu, M. A., & Turker, U. (2021). “Digital transformation for sustainable future-agriculture 4.0: a review”. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 373-399.; Fountas, S., Espejo-Garcia, B., Kasimati, A., Mylonas, N., & Darra, N. (2020). “The future of digital agriculture: technologies and opportunities”. *IT professional*, 22(1), 24-28.. Các hệ thống tưới tiêu và bón phân dựa trên Internet vạn vật giúp nâng cao hiệu quả của các quy trình tưới tiêu và giảm thiểu thất thoát nước và phân bón trong các cánh đồng nông nghiệp và nhà kính, nông nghiệp điện tử dựa trên blockchains và các giải pháp dựa trên máy bay không người lái và robot giúp giảm sử dụng thuốc diệt cỏ và thuốc trừ sâu được xử lý một cách có hệ thống.



Hình 1. Tiến trình các cuộc Cách mạng Công nghiệp và Cách mạng Nông nghiệp (Dayioglu, M. A., & Turker, U. (2021). “Digital transformation for sustainable future-agriculture 4.0: a review”. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 373-399.)

Hơn nữa, các công nghệ năng lượng tái tạo được cung cấp sức mạnh tổng hợp giữa các công nghệ như điện nông nghiệp và thủy điện kết hợp sản xuất lương thực và năng lượng ở nông thôn được giải thích, bên cạnh các hệ thống tưới tiêu nhỏ giọt và xoay trục chạy bằng năng lượng mặt trời và hệ thống giám sát môi trường. Do đó, vì một tương lai bền vững, những đổi mới công nghệ giúp tăng năng suất và cải thiện chất lượng cây trồng, bảo vệ môi trường, sử dụng tài nguyên hiệu quả và giảm chi phí đầu vào có thể giúp chúng ta đối mặt với nền nông nghiệp ngày nay vượt qua nhiều thách thức về kinh tế, xã hội và môi trường. (Dayioglu, M. A., & Turker, U. (2021). “Digital transformation for sustainable future-agriculture 4.0: a review”. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 373-399.).

Ngành nông nghiệp hướng tới một kỷ nguyên nông nghiệp mới gọi là “Nông nghiệp 4.0” nhờ các công nghệ số mới nổi. “Nông nghiệp 4.0” tìm ra giải pháp cho các vấn đề nông nghiệp và môi trường nhờ số hóa, tự động hóa và trí tuệ nhân tạo được điều chỉnh theo các công nghệ nông nghiệp khác nhau từ sản xuất cây trồng và vật nuôi, đến làm cỏ, kiểm soát sâu bệnh và cả thu hoạch.

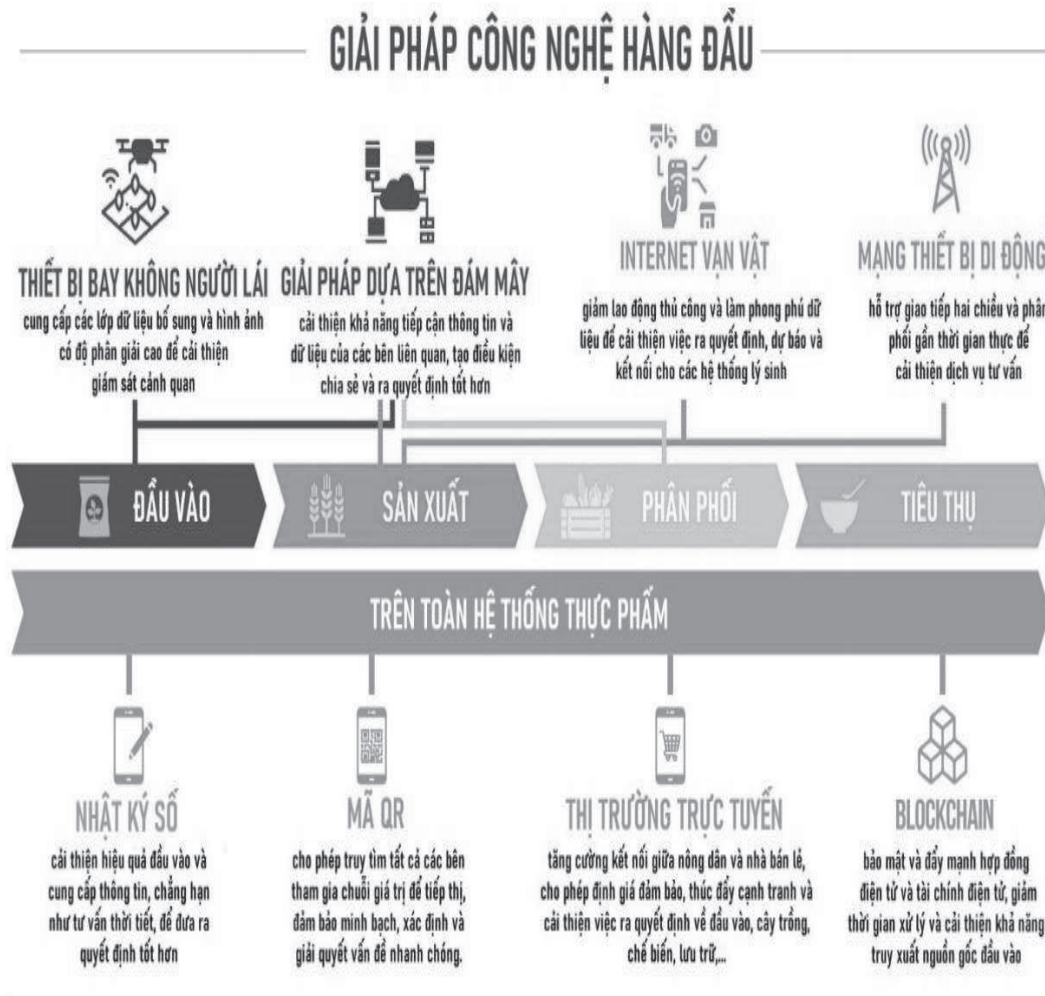


Hình 2. Các lĩnh vực và ứng dụng trong Nông nghiệp 4.0

(Dayioglu, M. A., & Turker, U. (2021). “Digital transformation for sustainable future-agriculture 4.0: a review”. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 373-399.)

Đối với Việt Nam, nông nghiệp là nền tảng của tăng trưởng kinh tế và việc làm, đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì sinh kế trên khắp đất nước. Tuy nhiên, những năm gần đây nhiều thách thức mới cho tất cả các bên liên quan trong ngành bên cạnh các cơ hội đầu tư mới để thúc đẩy tăng trưởng nông nghiệp. Một giải pháp khả thi để giải quyết những thách thức này là “Nông nghiệp số”. Mặc dù khái niệm nông nghiệp số còn tương đối mới và vẫn đang phát triển, nhưng các công nghệ nền tảng như kết nối di động và Internet đã sẵn sàng hỗ trợ các giải pháp kỹ thuật số đổi mới cho những thách thức lớn mà ngành nông nghiệp Việt Nam đang phải đối mặt. Các công nghệ hứa hẹn nhất để giải quyết những vấn đề này bao gồm điện thoại thông minh (có thể gửi và nhận thông tin), mã QR, blockchains (kết nối thông tin và dữ liệu trong chuỗi giá trị), giải pháp dựa trên đám mây (cho phép lưu

trữ và truy cập dữ liệu và thông tin trên toàn bộ chuỗi giá trị từ các nguồn khác nhau), Internet vạn vật, máy bay không người lái (tạo điều kiện thu thập dữ liệu và thông tin chi tiết ở độ phân giải cao) và phân tích dữ liệu (cho phép chuyển đổi dữ liệu thành thông tin và sản phẩm tri thức). (Burra, D. D., Hildebrand, J., Giles, J., Nguyen, T., Hasiner, E., Schroeder, K., ... & Kropff, W. (2021). *Digital Agriculture Profile: Viet Nam*. FAO.; Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2022), *Quyết định số 2151/QĐ-BNN-VP ngày 15/6/2022, Phê duyệt kế hoạch chuyển đổi số ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn giai đoạn 2022 – 2025*.



Hình 3. Các giải pháp công nghệ số trong Nông nghiệp 4.0 ở Việt Nam (Burra, D. D., Hildebrand, J., Giles, J., Nguyen, T., Hasiner, E., Schroeder, K., ... & Kropff, W. (2021). *Digital Agriculture Profile: Viet Nam*. FAO.

5. Kết luận

Chuyển đổi số được kỳ vọng là con đường hiệu quả nhất để ngành nông nghiệp vượt qua những trở ngại và nhanh chóng đạt được nền nông nghiệp bền vững. Cách tiếp cận toàn diện để hình thành cơ chế chuyển đổi số cho nông nghiệp cần giải quyết những vấn đề

cơ bản ảnh hưởng đến các khía cạnh sau: (1) nâng cao nhận thức của doanh nghiệp và nông dân về chuyển đổi số; (2) đổi mới, hiện đại hóa máy móc nông nghiệp; (3) thị trường tài chính và bảo hiểm; (4) giới thiệu và ứng dụng các phương tiện sáng tạo trong sản xuất nông nghiệp; (5) nâng cấp logistics: bảo quản, chế biến và tiêu thụ nông sản; phát triển hạ tầng thông tin nông thôn và đảm bảo an toàn thông tin; (6) đào tạo, bồi dưỡng, nâng cao trình độ chuyên gia nông nghiệp (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2023), *Quyết định số 1837/QĐ-BNN-CĐS ngày 11/5/2023, Ban hành kế hoạch chuyển đổi số của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn năm 2023.*; Vaganova, O. V., Solovjeva, N. E., Lesovik, R. V., & Lesovaya, S. L. (2020). “Digital Transformation of Russia’s Agricultural Sector”. *Utopia y praxis latinoamericana: revista internacional de filosofía iberoamericana y teoría social*, (12), 397-406). Các nhà quản lý, các doanh nghiệp, các cá nhân tham gia trong lĩnh vực nông nghiệp cần xác định rõ lợi ích và thách thức của chuyển đổi số; đồng thời lựa chọn, phát triển và sáng tạo công nghệ số phù hợp để bảo đảm quá trình chuyển đổi số thành công và hướng đến Nông nghiệp 4.0 trong tương lai □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2022), *Quyết định số 2151/QĐ-BNN-VP ngày 15/6/2022, Phê duyệt kế hoạch chuyển đổi số ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn giai đoạn 2022 – 2025.*
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2023), *Quyết định số 1837/QĐ-BNN-CĐS ngày 11/5/2023, Ban hành kế hoạch chuyển đổi số của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn năm 2023.*
- Thủ tướng Chính phủ (2019), *Quyết định 749/QĐ-TTg ngày 03/06/2020 phê duyệt “Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030”*
- Burra, D. D., Hildebrand, J., Giles, J., Nguyen, T., Hasiner, E., Schroeder, K., ... & Kropff, W. (2021). *Digital Agriculture Profile: Viet Nam*. FAO.
- Dayioglu, M. A., & Turker, U. (2021). “Digital transformation for sustainable future-agriculture 4.0: a review”. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 373-399.
- European Commission (2021). *Digital transformation in agriculture and rural areas*. OIB.
- Fountas, S., Espejo-Garcia, B., Kasimati, A., Mylonas, N., & Darra, N. (2020). “The future of digital agriculture: technologies and opportunities”. *IT professional*, 22(1), 24-28.
- França, S.R., Ziviani, F., & Muylder, C. F. (2020). “Agricultural digitalisation and digital transformation: the future of agricultural competitive excellence in the 4.0 Environment”. *Brazilian Journal of Development*, 6(2), 7240-7260.
- German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) (2021). *Digitalisation in agriculture - Risks and opportunities*. Bonn and Eschborn, Germany.
- Goller, M., Caruso, C., & Harteis, C. (2021). “Digitalisation in agriculture: Knowledge and learning requirements of German dairy farmers”. *International journal for research in vocational education and training*, 8(2), 208-223
- Khanna, M. (2021). “Digital transformation of the agricultural sector: pathways, drivers and policy implications”. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43(4), 1221-1242.
- KPMG Consulting Skills Impact (Skills Service Organisation), Faethm (Firm), University of Queensland (2019). *Agricultural workforce digital capability framework*.
- Martens, K.; Zscheischler, J.(2022). “The Digital Transformation of the Agricultural Value

- Chain: Discourses on Opportunities, Challenges and Controversial Perspectives on Governance Approaches”. *Sustainability*, 14, 3905. <https://doi.org/10.3390/su14073905>
- McFadden, J., Casalini, F., Griffin, T., & Antón, J. (2022). “The digitalisation of agriculture: A literature review and emerging policy issues”. <https://oecd-ilibrary.org>.
- Sadjadi, E. N., & Fernández, R. (2023). “Challenges and Opportunities of Agriculture Digitalization in Spain”. *Agronomy*, 13(1), 259.
- Satpathy, B. (2022). “Digital transformation for sustainable agriculture: a progressive method for smallholder farmers”. *Current Science (00113891)*, 123(12).
- Trendov, M., Varas, S., & Zeng, M. (2019). *Digital technologies in agriculture and rural areas: status report*. FAO, Rome.
- Vaganova, O. V., Solovjeva, N. E., Lesovik, R. V., & Lesovaya, S. L. (2020). “Digital Transformation of Russia’s Agricultural Sector”. *Utopia y praxis latinoamericana: revista internacional de filosofía iberoamericana y teoría social*, (12), 397-406.