

NÔNG NGHIỆP CÔNG NGHỆ CAO: GÓC NHÌN TỪ SỰ TIẾN HOÁ CỦA NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN CỦA CÔNG NGHỆ

Đỗ Kim Chung

Khoa Kinh tế và Phát triển nông thôn, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Tác giả liên hệ: dkchung@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 06.07.2020

Ngày chấp nhận đăng: 17.12.2020

TÓM TẮT

Nông nghiệp công nghệ cao được dùng chính thức trong các bộ luật và chính sách của chính phủ Việt Nam. Tuy vậy, dưới tác động của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4, khái niệm “nông nghiệp thông minh” lại được dùng phổ biến hơn “nông nghiệp công nghệ cao”. Trên cơ sở thảo luận sự tiến hoá của nông nghiệp gắn với sự phát triển của các phương thức sản xuất xã hội và đổi mới công nghệ và sự ra đời của nông nghiệp thông minh, bài viết này luận nội hàm “nông nghiệp công nghệ cao” trên từ cách tiếp cận của “nông nghiệp thông minh”. Cuối cùng, bài viết chỉ ra bản chất, các đặc trưng và xu hướng đổi mới công nghệ trong nền nông nghiệp công nghệ cao theo cách tiếp cận mới.

Từ khóa: Nông nghiệp công nghệ cao, nông nghiệp thông minh, sự tiến hoá của nông nghiệp, đổi mới công nghệ.

High Tech-agriculture: A Point of View on Agricultural Evolution and Technological Development

ABSTRACT

High tech-agriculture is a term officially used in Laws and Policies of the Vietnamese government. However, with the impacts of the Fourth Industrial Revolution, the concept of “smart agriculture” is used more widely than that of “high tech-agriculture”. Based on reviews of agricultural evolutions with development of social production modes and technological innovations and the emergence of smart, this paper discusses and derives meanings of high tech-agriculture term based on a view of “smart agriculture”. Finally, the paper points out nature, main features and tendencies of technological innovations in the high-tech agriculture with a new point of view.

Keywords: high tech-agriculture, smart agriculture, agriculture evolution, technological innovation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự chuyển đổi của nền nông nghiệp (agricultural transformation) được nhiều học giả như Clark (1940), Kuznets (1966), Chenery & Syrquin (1975) và Timmer (1988) nghiên cứu. Các học giả trên đều đi đến thống nhất sự chuyển đổi nông nghiệp được phản ánh qua sự thay đổi về giảm tỷ trọng của lao động nông nghiệp và giá trị GDP của nông nghiệp trong nền kinh tế trong khi thu nhập bình quân đầu người của quốc gia tăng lên. Cho đến giờ, ít có những nghiên cứu nhìn nhận sự chuyển đổi của nông nghiệp trên các phương diện tiến hoá của

công nghệ, tư liệu lao động gắn với sự phát triển của xã hội loài người. Chỉ từ năm 1784, việc phát minh ra động cơ hơi nước đã tạo ra sự thay đổi lớn trong nền kinh tế xã hội, trong đó có nông nghiệp. Sự thay đổi này được coi là cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ nhất. Đến nay, loài người bước vào cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Cuộc cách mạng này đã và đang làm thay đổi sâu sắc nền kinh tế xã hội, trong đó, có nông nghiệp (Đỗ Kim Chung, 2017). Trong cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, nền nông nghiệp đang chuyển từ nền nông nghiệp truyền thống sang nền nông nghiệp hiện đại, năng suất, hiệu quả và thân thiện với môi trường. Khi

thảo luận bản chất của nền nông nghiệp áp dụng thành quả của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4, có nhiều nghiên cứu đã gọi đây là nền Nông nghiệp 4.0 (Đỗ Kim Chung, 2017), Nông nghiệp số (Sara, 2016), Nông nghiệp thông minh (Nguyễn Văn Sán, 2017; Đỗ Kim Chung, 2018), Nông nghiệp chính xác (The international Society of precision agriculture, 2020). Tuy nhiên, nhiều học giả như Daniel Walker (2017), Trần Đức Viên (2017), Nguyễn Xuân Trạch (2018) gọi đây là nền nông nghiệp công nghệ cao. Cụm từ “công nghệ cao” đã được dùng trong văn bản của Chính phủ và các bộ ngành như Quyết định số 1895/QĐ-TTg ngày 17/12/2012 và Quyết định 66/QĐ-Ttg ngày 25/12/2015, Quyết định 738/QĐ-BNN năm 2017 cũng dùng nội hàm “nông nghiệp công nghệ cao”. Từ các văn bản này, các địa phương đã và đang xây dựng chương trình phát triển nông nghiệp công nghệ cao. Tuy nhiên, tìm kiếm hai cụm từ “*Nông nghiệp thông minh*” và “*Nông nghiệp công nghệ cao*” trên Google cho thấy: cụm từ “nông nghiệp thông minh” vẫn được dùng nhiều và phổ biến hơn¹. Vì sao khái niệm “nông nghiệp công nghệ cao” tuy ít được thảo luận hơn nhưng lại được dùng trong các văn bản chính thức của Chính phủ. Một khi đã được dùng trong các văn bản này, nên hiểu như thế nào cho đúng về sự ra đời, nội hàm, bản chất, cấu thành, đặc trưng và xu hướng công nghệ trong nông nghiệp công nghệ cao? Từ việc thảo luận sự tiến hoá của nông nghiệp theo các góc độ khác nhau, nhất là theo sự tiến hoá của công nghệ đi đến thảo luận nội hàm và yếu tố cấu thành của nông nghiệp công nghệ cao, bài viết này đi tìm câu trả lời cho các vấn đề trên.

2. SỰ TIẾN HOÁ CỦA NÔNG NGHIỆP

Nền nông nghiệp của mọi quốc gia cũng đều trải qua giai đoạn phát triển từ thấp đến cao, gắn liền với sự tiến hóa của loài người, sự gia tăng về dân số và phát triển của công nghệ (Peter, 2002; Thomas & Peter, 2012). Sự tiến hoá của nông

ng nghiệp được xem xét dựa trên ba góc độ: nông nghiệp gắn với sự phát triển của các phương thức sản xuất xã hội, nông nghiệp với sự thay đổi mục đích của sản xuất nông nghiệp và nông nghiệp với sự tiến hoá của công nghệ.

2.1. Nông nghiệp với sự phát triển của các phương thức sản xuất xã hội

Lịch sử loài người đã trải qua năm hình thái kinh tế xã hội, từ cộng sản nguyên thủy, chiếm hữu nô lệ, phong kiến, tư bản chủ nghĩa và xã hội chủ nghĩa. Ứng với mỗi giai đoạn này có một nền nông nghiệp với những đặc trưng công nghệ và có những động lực cho nông nghiệp thay đổi. Có thể phác thảo một cách tương đối sự tiến hoá của nông nghiệp với các hình thái kinh tế xã hội như ở bảng 1.

Trong xã hội cộng sản nguyên thủy, loài người sống theo bầy, chưa có phân chia giai cấp, chưa có chế độ chiếm hữu. Loài người sử dụng các công cụ còn rất thô sơ để tồn tại. Nông nghiệp được coi là ngành kinh tế ra đời sớm nhất của nền văn minh loài người, có trước các ngành thủ công, công nghiệp và chế tác. *Nền nông nghiệp ở thời kỳ nguyên thủy có đặc trưng chủ yếu là các hoạt động săn bắt thú rừng, hái lượm các sản phẩm thực phẩm sẵn có trong tự nhiên*. Bốn từ “săn bắt, hái lượm” là đặc trưng cơ bản của hoạt động nông nghiệp thời cộng sản nguyên thủy. Loài người sống thành từng bầy, tập trung lại săn và bắt động vật hoang dã, hái và lượm các sản phẩm thực vật có sẵn trong tự nhiên, hoàn toàn dựa vào tự nhiên để tồn tại. Cụm từ “săn bắt” có nghĩa là con người dùng sức người là chính để bắt động vật hoang dã làm thức ăn. Lúc này, vũ khí (súng) chưa phát triển nên không thể gọi là “săn bắn”. Chưa có hoạt động trồng trọt và chăn nuôi nên không thể gọi là “*cây trồng, vật nuôi*” ở giai đoạn này. Trong xã hội nguyên thủy, dân số ít, sự sinh tồn của loài người phụ thuộc vào sản phẩm tự nhiên và hoạt động khai thác sản phẩm tự nhiên, không có tích lũy.

Giai đoạn sau của xã hội cộng sản nguyên thủy, đồ sắt và đồ đồng ra đời thay thế dần các công cụ đồ đá, vũ khí đã được phát minh. Loài người chuyển từ “săn bắt” sang “săn bắn”. Do đó, năng suất khai thác tăng hơn, bắt được nhiều

¹ Kết quả tìm kiếm trên Google lúc 11h20 ngày 15/6/2020 cho thấy: có 356 triệu kết quả thảo luận về Nông nghiệp công nghệ cao và có 421 triệu kết quả thảo luận về Nông nghiệp thông minh

động vật hoang dã, có sản phẩm dư thừa, con người giữ động vật hoang dã lại cho tiêu dùng những ngày sau. Từ đó, con người đã nuôi động vật và hình thành nên *hoạt động chăn nuôi*. Như vậy, nếu nông nghiệp là hoạt động kinh tế sớm nhất của loài người thì chăn nuôi là ngành xuất hiện sớm nhất của nông nghiệp². Trong ngành chăn nuôi, động vật ăn cỏ là loại vật nuôi được con người nuôi sớm nhất vì lúc đó, thức ăn chính cho vật nuôi là cỏ từ thiên nhiên (Oklahoma State University, 2020). Tiếp đó, con người biết dùng các loại hạt, nhất là ngũ cốc để gieo trồng. Từ đây, đã hình thành nên ngành trồng trọt.

Trong giai đoạn cuối của xã hội nguyên thủy và xã hội chiếm hữu nô lệ, trồng trọt và chăn nuôi là hoạt động nông nghiệp cơ bản mặc dù công cụ cho trồng trọt và chăn nuôi còn thô sơ. Nông nghiệp trong giai đoạn này đặc trưng chính là sử dụng độ phì tự nhiên của đất. Loài người bước đầu có tích lũy. Dân số tiếp tục tăng, độ phì tự nhiên của đất giảm dần, năng suất khai thác tự nhiên giảm. Điều này, khiến con người phải chuyển sang nông nghiệp du canh (*shifting cultivation*), du mục (*transhumance*). Nông nghiệp du canh có nghĩa là con người phải chuyển việc trồng trọt từ khu đất được trồng trọt trước đó, có năng suất thấp sang gieo trồng ở khu đất mới để có năng suất cao hơn. Đến vùng đất mới, con người đã dùng biện pháp phát quang và đốt rẫy (*Slash and burn*) để tạo ra cánh đồng mới. Nông nghiệp du mục (*transhumance*) có nghĩa là con người chuyển việc chăn nuôi gia súc (chủ yếu là các loài ăn cỏ) từ nơi ít thức ăn sang nơi có cỏ để có năng suất chăn nuôi cao hơn. Khi du canh và du mục thì con người buộc phải di chuyển nơi ở (du cư). Việc di chuyển nơi trồng trọt hay nơi chăn thả vật nuôi của nông nghiệp du canh, du mục chủ yếu vì năng suất cây trồng và vật nuôi giảm dần do độ phì tự nhiên giảm trong khi nhu cầu tiêu

dùng của con người tiếp tục tăng (Bảng 1). Với sức ép càng tăng của dân số, trong khi diện tích đất nông nghiệp để du canh hay du mục có hạn, loài người chuyển từ nông nghiệp du canh, du cư sang “nông nghiệp định canh, định canh định cư” dựa trên sự tiến bộ của công cụ lao động và kiến thức tích lũy nhiều thế hệ của loài người. Đặc trưng chủ yếu của nông nghiệp định canh ở giai đoạn đầu là nông nghiệp quảng canh - nghĩa là việc trồng trọt và chăn nuôi ít có sự đầu tư mà vẫn dựa chủ yếu vào độ phì tự nhiên của đất. Giai đoạn này gắn liền với xã hội phong kiến. Áp lực dân số tiếp tục tăng, trong khi diện tích đất đai có hạn, với sự tiến bộ của công cụ lao động nhất là công cụ cơ khí và điện khí, sự ra đời của phân bón và thức ăn vật nuôi, nền nông nghiệp định canh theo hướng *quảng canh chuyển sang nông nghiệp thâm canh*. Nền nông nghiệp thâm canh là nền nông nghiệp tập trung tăng đầu tư trên một đơn vị diện tích trồng trọt hay một vật nuôi để thu thêm được nhiều hơn sản phẩm. Nền nông nghiệp thâm canh ra đời đã tạo ra được năng suất nông nghiệp cao hơn hẳn so với các nền nông nghiệp trước đó, đáp ứng tốt hơn nhu cầu nông sản của xã hội. Nền nông nghiệp thâm canh chủ yếu phát triển trong các xã hội hiện đại như xã hội tư bản chủ nghĩa và xã hội xã hội chủ nghĩa.

Như vậy, việc chuyển từ nền nông nghiệp săn bắt, hái lượm đến nông nghiệp thâm canh gắn liền với sự phát triển của xã hội loài người, từ xã hội nguyên thủy đến xã hội hiện đại ngày nay. Việc phân chia các nền nông nghiệp với các hình thái kinh tế xã hội như ở Bảng 1 chỉ mang tính tương đối, thể hiện những nét đặc trưng chủ yếu của nông nghiệp ở mỗi hình thái kinh tế xã hội. Nếu xem xét kỹ nông nghiệp ở một quốc gia hiện nay (dù là xã hội chủ nghĩa hay tư bản chủ nghĩa) thì vẫn tồn tại ít nhiều các nền nông nghiệp như du canh, du cư, quảng canh. Cornell (2007) đã chỉ ra hiện nay, có khoảng từ 200 triệu đến 500 triệu người trên thế giới vẫn thực hành nông nghiệp du canh (phát rẫy đốt- slash-and-burn) ở nhiều quốc gia trên các châu lục. Ở Việt Nam, nền nông nghiệp du canh du cư vẫn đang được một số cộng đồng đồng bào dân tộc ít người thực hiện ở các vùng núi cao ở Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung bộ và Tây Nguyên.

² Con người đã biết thuần hóa động vật và kiểm soát các điều kiện sống của vật nuôi ở những kỷ nguyên cuối của xã hội nguyên thủy. Dần theo thời gian, các hành vi tập thể, vòng đời và sinh lý của vật nuôi đã thay đổi hoàn toàn. Nhiều động vật trong trang trại hiện đại không còn thích hợp với cuộc sống nơi hoang dã nữa. Loài chó đã được thuần hóa ở Đông Á khoảng 15.000 năm, dê và cừu đã được thuần hóa khoảng 8000 trước Công nguyên ở châu Á. Lợn được thuần từ 7000 trước Công nguyên ở Trung Đông và Trung Quốc. Bàng chứng sớm nhất của ngựa thuần là khoảng năm 4000 TCN (Oklahoma State University, 2020).

Bảng 1. Sự tiến hoá của nông nghiệp qua các hình thái kinh tế - xã hội

Các hình thái kinh tế - xã hội	Loại nền nông nghiệp	Công nghệ	Động lực thay đổi
Cộng sản nguyên thủy	Săn bắt và hái lượm	Công cụ bằng đá, thanh lao, đá, gậy	Dân số ít, năng suất thấp, không tích lũy
Cộng sản nguyên thủy (giai đoạn cuối) và Chiếm hữu nô lệ	Chăn nuôi và Trồng trọt	Công cụ thô sơ	Dân số ít, bắt đầu có tích lũy, sử dụng độ phì của đất
Tiền Phong kiến	Du canh, du mục, đốt rẫy	Công cụ thô sơ	Dân số tăng, độ phì đất giảm, di cư đến vùng đất khác
Phong kiến	Định canh, và quảng canh	Công cụ thủ công	Áp lực dân số, sử dụng độ phì đất
Tư bản chủ nghĩa và Xã hội chủ nghĩa	Thâm canh	Công nghệ hiện đại	Áp lực dân số cao, công nghệ, sản xuất hàng hoá

Bảng 2. Sự tiến hoá của nông nghiệp theo mục đích của con người

Loại nền nông nghiệp	Mục đích của nông nghiệp	Đặc trưng
Tiền nông nghiệp săn bắt, hái lượm	Đảm bảo sự tồn tại	Khai thác tự nhiên
Nông nghiệp tự cung tự cấp	Sản xuất phục vụ tiêu dùng của gia đình	Năng suất thấp, ít có sản phẩm dư thừa
Nông nghiệp hàng hoá	Sản xuất phục vụ nhu cầu thị trường	Năng suất cao, có sản phẩm dư thừa và trao đổi thương mại
Nông nghiệp bền vững	Đảm bảo đồng thời cả mục tiêu kinh tế, xã hội và môi trường	Hiệu quả kinh tế cao, công bằng xã hội và bảo vệ môi trường, đảm bảo phúc lợi động vật (chăn nuôi)

2.2. Nông nghiệp với tiến hoá của mục đích sản xuất

Theo mục đích của sản xuất kinh doanh nông nghiệp, sự tiến hoá của nông nghiệp được nhìn nhận ở bốn loại hình: nông nghiệp săn bắt, hái lượm, nông nghiệp tự cung tự cấp, nông nghiệp hàng hoá và nông nghiệp bền vững (Bảng 2).

Cùng là sự tiến hoá của nông nghiệp, góc nhìn ở đây là sự thay đổi về mục đích của người làm nông nghiệp. Chuyển từ nông nghiệp săn bắt và hái lượm sang nông nghiệp hàng hoá là chuyển từ khai thác tự nhiên, đảm bảo sự sinh tồn sang sản xuất, phục vụ nhu cầu thị trường. Phần lớn các nước đang phát triển đang chuyển nền nông nghiệp từ tự cung tự cấp (subsistence agriculture) sang nông nghiệp hàng hoá (commercialized agriculture) (Peter, 2002). Việc chuyển đổi nền nông nghiệp từ tự cung tự cấp sang nông nghiệp hàng hoá được nhìn nhận chủ yếu ở mức độ tạo ra sản phẩm thặng dư trong nông nghiệp. Mức độ này càng cao thì quy mô hàng hoá càng nhiều và sự tham gia thị trường càng lớn. Khi tập trung vào mục tiêu cung cấp

nhiều hàng hoá ra thị trường, nhiều quốc gia đã phải trả giá đắt về xã hội và phúc lợi động vật vì “quá trình hiện đại hóa về kỹ thuật và thương mại hóa vì lợi nhuận đã làm cho ngành chăn nuôi ngày càng trở nên thiếu tính nhân đạo hơn, đặc biệt với chính đối tượng chăn nuôi, tức bỏ đi những phúc lợi cơ bản của con vật (Broom & Fraser, 2007) và giảm cấp môi trường. Vì vậy, ở thập kỷ 80 của thế kỷ XX, các nước chuyển nền *nông nghiệp hàng hoá* sang nền *nông nghiệp bền vững* (sustainable agriculture) với mục tiêu cơ bản là: đảm bảo đồng thời cả mục tiêu kinh tế, mục tiêu xã hội và mục tiêu bảo vệ môi trường. Đặc trưng cơ bản của nông nghiệp bền vững là năng suất (productivity), hiệu quả (efficiency), công bằng (equity) và môi trường thân thiện (environmental friendly).

2.3. Nông nghiệp với sự phát triển của công nghệ

Theo sự phát triển của công nghệ và tư liệu lao động, nền nông nghiệp được phát triển từ nền “nông nghiệp nguyên thủy” với đặc trưng là lao, ném, gậy chọc lỗ sang nền “nông nghiệp thủ

công” (cày, cuốc, cắt, xén...), “nền nông nghiệp cơ khí hoá và điện khí hoá”, “nông nghiệp tự động hoá” và “nông nghiệp thông minh” (Bảng 3). Nền nông nghiệp nguyên thuỷ và nông nghiệp thủ công tồn tại rất lâu dài, hàng chục nghìn năm về trước. Mãi đến thế kỷ XVIII nền nông nghiệp thủ công mới bắt đầu chuyển sang nền “nông nghiệp cơ khí hoá” gắn liền với thời đại của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất (1784) với sự ra đời của công nghệ máy thủy lực và động cơ hơi nước. Điều này đã làm thay đổi căn bản không những các ngành dệt may, chế tạo cơ khí, giao thông vận mà còn cả nông nghiệp. Cuộc cách mạng này đã thúc đẩy nền nông nghiệp chuyển từ “nông nghiệp thủ công” với các công cụ lao động thô sơ dựa trên sức kéo gia súc và sức người sang nền “nông nghiệp cơ khí hóa” ở các khâu canh tác từ sản xuất, chế biến và vận chuyển nông sản. Nền nông nghiệp này đã có năng suất lao động cao hơn rất nhiều so với nông nghiệp thủ công.

Khoảng 87 năm từ khi động cơ hơi nước ra đời (1871), loài người phát minh ra điện và động cơ điện. Trên nền tảng đó, công nghệ ứng dụng điện năng và dây chuyền sản xuất hàng loạt đã ra đời. Đó là thời kỳ của cuộc CMCN lần thứ hai (1871-1914). Với thành tựu công nghệ này, nền nông nghiệp cơ khí hoá được chuyển sang nền điện khí hoá. So với nền nông nghiệp cơ khí hoá, nông nghiệp điện khí hoá đã ứng dụng dây chuyền sản xuất vào các khâu canh tác trồng trọt và chăn nuôi, đã tạo ra giá trị và năng suất lao động cao hơn. Vì thế, ở thời điểm đó, người ta cho là: khi đạt được nền nông nghiệp cơ khí hoá và điện khí hoá thì sẽ có một xã hội phát triển³.

Khoảng gần 100 năm sau (1969), công nghệ máy tính và công nghệ tự động hoá ra đời. Đây là bước nhảy vọt căn bản để loài người bước sang cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba. Với tác động của cuộc cách mạng này, “*nền nông nghiệp điện khí hoá*” đã chuyển sang nền “*Nông*

ng nghiệp tự động hoá” với sự ứng dụng các thành tựu của khoa học máy tính và tự động hóa. Việc áp dụng sâu và rộng công nghệ của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba, đã có sự thay đổi lớn trong trồng trọt, chăn nuôi và chế biến. Nhiều thành tựu về khoa học cây trồng đã được phát minh và ứng dụng (gọi là *cách mạng xanh*). Các thành tựu về khoa học vật nuôi, nhất là chăn nuôi bò sữa đã được ứng dụng rộng rãi (*cách mạng trắng*) ở các nước phát triển và đang phát triển. Nước Mỹ là điểm khởi đầu của cách mạng xanh, trong khi đó, Ấn Độ là nơi ứng dụng nhiều kết quả của cách mạng trắng (Đỗ Kim Chung, 2018). Nền nông nghiệp tự động hoá rất phát triển ở các nước châu Âu và Mỹ. Với cách mạng xanh và cách mạng trắng, nền nông nghiệp được phát triển với sự phát triển vượt bậc công nghệ giống cây trồng và vật nuôi, đã giúp loài người tăng cao được số lượng và chất lượng ngũ cốc, thịt và sữa, đáp ứng tốt hơn nhu cầu của loài người.

Nền nông nghiệp tự động hoá ra đời và phát triển từ thập kỷ 70 của thế kỷ XX và phát triển đến thập kỷ đầu của thế kỷ XXI đã có sự thay đổi căn bản: chuyển từ nông nghiệp tự động hoá sang nông nghiệp thông minh dưới tác động của cuộc CMCN lần thứ tư (CMCN4.0). CMCN4.0 đã và đang làm thay đổi toàn diện nền kinh tế xã hội toàn cầu (Schwab, 2017). Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 chứng kiến sự phát triển của công nghệ số (digital technology) và trí tuệ nhân tạo (artificial Intellegent) và cho ra đời “*thế hệ công nghệ thứ 4*”⁴ bao gồm 9 thành tố sau đây: Internet vạn vật (The industrial internet of things - IOT); Kết hợp các hệ thống ngang và hệ thống dọc (Horizontal and Vertical Systems integration); Đám mây điện toán (The clouds); Mô phỏng (Simulations); Chế tạo tích lũy (Additive Manufacturing) và công nghệ in 3D; Cơ sở dữ liệu và phân tích quy mô lớn (Big data and analytics); Thực tế ảo (Augmented reality); Siêu an ninh mạng (Cyber security).

³ Lê Nin cũng từng đưa ra luận điểm rằng: “Chủ nghĩa xã hội bằng chính quyền Xô Viết cộng với điện khí hoá toàn quốc” (1) V.I. Lênin: Toàn tập, t.42, Nxb Tiến bộ, Mátxcova, 1977, tr. 280.

⁴ Trước đó, loài người đã trải qua 3 thế hệ công nghệ: thế hệ thứ nhất: Công nghệ động cơ hơi nước (1784); thế hệ thứ 2: Động cơ điện và dây chuyền sản xuất hàng loạt (1871); thế hệ thứ 3: Máy tính và tự động hoá (1969).

Bảng 3. Nông nghiệp với sự tiến hoá của công nghệ

Loại nền nông nghiệp	Công nghệ đặc trưng	Năng suất	Thời kỳ CMCN
Nguyên Thủy	Ném lao, gậy chọc lỗ	Năng suất bầy đàn, tự nhiên	
Nông nghiệp thủ công	Công cụ thủ công (cày cuốc, liềm hái..)	Độ phì tự nhiên	
Nông nghiệp cơ khí hoá,	Sử dụng máy hơi nước, động cơ nhiệt ở các khâu canh tác, vận chuyển	Năng suất đất đai và năng suất máy móc	Lần 1 (1784)
Nông nghiệp điện khí hoá	Sử dụng động cơ điện, dây chuyền sản xuất hàng loạt	Năng suất đất đai và năng suất máy móc	Lần 2 (1871-1914)
Nông nghiệp tự động hoá	Ứng dụng máy tính và vi chỉnh, tự động hoá các quá trình sản xuất	Năng suất máy móc, thiết bị	Lần 3 (1969)
Nông nghiệp thông minh	Thông minh hoá quá trình sản xuất kinh doanh trên cơ sở thể hệ công nghệ thứ 4	Năng suất và hiệu quả	Lần 4 (từ 2011 đến nay)

Trên nền tảng của của thế hệ công nghệ lần thứ 4, nền nông nghiệp chuyển từ “*tự động hoá*” sang “*nông nghiệp thông minh*” (Đỗ Kim chung, 2018). Nông nghiệp thông minh còn có thể được gọi là Nông nghiệp 4.0, Nông nghiệp số (digital Agriculture), nông nghiệp chính xác (precision agriculture), nông nghiệp khí hậu thông minh (climate-smart agriculture và đôi khi được gọi là *Nông nghiệp công nghệ công nghệ cao* (FAO, 2017; Đỗ Kim Chung, 2018). Cụm từ “thông minh” của nền nông nghiệp thể hiện ở các đặc điểm sau: 1) Thông minh trong đáp ứng tốt nhu cầu thị trường; 2) Thông minh trong lựa chọn quy trình sản xuất-kinh doanh; 3) Thông minh trong ra và thực thi các quyết định quản lý cây trồng, vật nuôi và thích ứng tốt với thời tiết khí hậu và đặc điểm cá thể của từng sinh vật trên từng lô, thửa và cả vùng; 4) Thông minh trong tương tác giữa các khâu, các quá trình của sản xuất kinh doanh; Thông minh trong quản lý, điều hành chuỗi giá trị nông sản thực phẩm hiệu quả và bền vững.

3. NÔNG NGHIỆP CÔNG NGHỆ CAO

Sự phân tích ở trên đã chỉ ra sự phát triển của nông nghiệp theo sự phát triển của công nghệ. Nông nghiệp được phát triển từ nông nghiệp nguyên thủy, nông nghiệp thủ công, nông nghiệp cơ khí hoá, điện khí hoá và tự động hoá đến *nông nghiệp thông minh*. Không thấy xuất hiện cụm từ “nông nghiệp công nghệ cao” trong thảo luận ở trên. Vậy sao phải bàn về “nông nghiệp công nghệ cao”? Thực tế cho thấy

cụm từ “*nông nghiệp công cao*” được dùng khá phổ biến trong các văn bản nhà nước và các bộ ngành⁵. Vậy cần phải hiểu thế nào cho đúng bản chất của cụm từ “*nông nghiệp công nghệ cao*” trong triển khai Luật công nghệ cao và các chính sách phát triển nông nghiệp công nghệ cao ở nước ta?

Mặc dù, ở nước ta, một số ngành, lĩnh vực đã bắt đầu ứng dụng các thành tựu của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 nhưng ở nhiều địa phương, nền nông nghiệp vẫn chưa thực sự phát triển với những đặc trưng sau đây (Đỗ Kim Chung, 2018):

Trình độ ứng dụng công nghệ còn thấp. Sử dụng công cụ thủ công là chủ yếu. Một số ngành và lĩnh vực của nông nghiệp vẫn chưa đạt trình độ của CMCN lần thứ 2.

Tỷ trọng lao động nông nghiệp trong tổng lao động xã hội hơn 60%. Đa đa số nguồn nhân lực chưa đáp ứng được yêu cầu của việc áp dụng các thành tựu của nông nghiệp thông minh.

Nền nông nghiệp vẫn chủ yếu diễn ra ở các hộ, sản xuất thủ công, thiếu vốn và kiến thức quy mô sản xuất manh mún.

Vì lý do trên, một số chuyên gia đánh giá, trình độ công nghệ của nền nông nghiệp nước ta không phải là 4.0 mà là 0.4!. Lao động thủ công

⁵ Ngày 13 tháng 11 năm 2008, Quốc hội khoá 12 phê chuẩn Luật công nghệ cao- Luật số: 21/2008/QH12 và ngày 17 tháng 12 năm 2012, Bộ NN&PTNT ban hành quyết định số 1895/QĐ- về phê duyệt chương trình phát triển nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao đến năm 2020.

còn phổ biến và Lao động trong nông nghiệp vẫn chiếm tỷ trọng lớn trong nền kinh tế xã hội⁶. Việc chuyển nền nông nghiệp từ trình độ công nghệ từ 0.4 sang 4.0 sẽ trải qua nhiều giai đoạn như thể hiện ở bảng 3. Lộ trình chuyển nền nông nghiệp 0.4 sang Nông nghiệp 4.0 sẽ trải qua 6 bước dưới đây chủ yếu dựa theo tiến bộ của công nghệ tư liệu lao động (Hình 1).

Vì thế, khi nói nông nghiệp công nghệ cao, cần xem xét loại công nghệ nào, cao như thế nào, cao so với ai (Trần Đức Viên, 2017; Đỗ Kim Chung, 2018). Đôi khi tiến bộ hơn so với trước cũng có thể được gọi là công nghệ cao. Ví dụ, từ cày bừa bằng trâu bò, gặt bằng sức người, sang cày máy và gặt đập liên hợp, hoặc từ cơ khí hoá, điện khí hoá sang công nghệ số cũng gọi là cao. Có những quan điểm cho rằng phát triển nông nghiệp công cao phải phát triển các ‘cánh đồng’ nhà kính nhà lưới với được trang bị hiện đại và tự động hóa. Theo quan điểm này, các địa phương đã đầu tư nhiều nguồn lực để xây dựng nhà lưới nhà kính và coi đó là các mô hình nông nghiệp công nghệ cao (Trần Đức Viên, 2017)⁷

Ở góc nhìn khác, lại nhìn nhận nông nghiệp công nghệ cao ở kết quả và hiệu quả của quá trình nông nghiệp. Trong Luật công nghệ cao năm 2008, “công nghệ cao” được hiểu là “công nghệ có hàm lượng cao về nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ; được tích hợp từ thành tựu khoa học và công nghệ hiện đại; tạo ra sản phẩm có chất lượng, tính năng vượt trội, giá trị gia tăng cao, thân thiện với môi trường; có vai trò quan trọng đối với việc hình thành ngành sản xuất, dịch vụ mới hoặc hiện đại hóa ngành sản xuất, dịch vụ hiện có” (Quốc hội, 2008). Theo Quyết định 1895/QĐ-

TTg ngày 17/12/2012 của Bộ NN&PTNT về phê duyệt chương trình phát triển nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao đến năm 2020 thì “*Nông nghiệp công nghệ cao là phương pháp canh tác hiện đại, làm giảm chi phí đầu vào, tăng giá trị sản phẩm nông nghiệp đầu ra, đồng thời an toàn và thân thiện với môi trường*”. Quan niệm này sát với nội dung của “*nông nghiệp bền vững*” hơn là chứa đựng nội hàm “*nông nghiệp công nghệ cao*” và có thể áp dụng cho những nền nông nghiệp khác như nông nghiệp cơ khí hoá, điện khí hoá và nông nghiệp tự động hoá. Như vậy, cả Luật công nghệ cao và Quyết định 1896/QĐ-TTg đều có cụm từ “hàm lượng cao về công nghệ hiện đại”. Tuy nhiên, cả hai văn bản này, chưa làm rõ được nội hàm của “công nghệ hiện đại, phương pháp canh tác hiện đại” có thật sự là nông nghiệp thông minh hay ở nền nông nghiệp tự động hoá hay nông nghiệp công nghệ số. Đến năm 2017, tiêu chí “công nghệ cao ứng dụng trong nông nghiệp” được nêu tại Quyết định số 738/QĐ-BNN-KHCN của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ngày 14/3/2017. Theo quyết định này, danh mục công nghệ cao ứng dụng trong nông nghiệp bao gồm 4 nhóm: công nghệ sinh học, kỹ thuật canh tác, công nghệ tự động hoá và công nghệ sản xuất vật tư nông nghiệp⁸. Tuy nhiên, nội hàm “công nghệ cao” của các công nghệ ở trong danh mục này chưa thật rõ, so với sự phát

⁶ Trong khi ở Mỹ tỷ lệ lao động nông nghiệp trong tổng lao động xã hội này là 0,86%, Úc 1,7%, Pháp: 1,63%, Nhật: 3,0, Hàn Quốc: 4,8%, Philippines: 20,3%, Thái Lan: 32,9%. Tỷ lệ lao động nông thôn được đào tạo chỉ đạt 11,2% nên năng suất lao động chỉ bằng 1-1,5% so với các nước phát triển (Nguyễn Văn Bộ, 2017).

⁷ Từ năm 2004 đến tháng 12/2015, cả nước đã có 34 khu NNCNC đã và đang được xây dựng tại 19 tỉnh thuộc 7 vùng kinh tế. Đến 2016, chỉ có 1 khu NNCNC (rau, hoa ở Đà Lạt) có lãi rõ, 3 khu gồm Củ Chi - thành phố Hồ Chí Minh; An Thái, Bình Dương và Suối Dầu, Khánh Hòa hoạt động có thể tự tồn tại được; còn 30 khu chưa hoặc không hiệu quả.

⁸ Theo Quyết định số 738/QĐ-BNN-KHCN của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ngày 14/3/2017, Danh mục công nghệ cao ứng dụng trong nông nghiệp gồm 4 nhóm sau: 1) Công nghệ sinh học trong nông nghiệp bao gồm kỹ thuật sinh học phân tử trong tạo giống, sản xuất vacxin; 2) Kỹ thuật canh tác, nuôi trồng, bảo quản (canh tác không dùng đất, tưới phun, tưới nhỏ giọt có hệ thống điều khiển tự động, bán tự động; Ứng dụng công nghệ nhà kính, nhà lưới, nhà, chiếu xạ, Ứng dụng công nghệ thâm canh và quản lý cây trồng tổng hợp (ICM); công nghệ sản xuất cây trồng, vật nuôi, thủy sản an toàn theo VietGAP; Ứng dụng công nghệ nuôi thâm canh, nuôi siêu thâm canh thủy sản; 3) Công nghệ tự động hóa: Công nghệ cơ giới hóa đồng bộ trong sản xuất, tưới tiêu, thu hoạch, chế biến và bảo quản sau thu hoạch nông sản và trong chăn nuôi, đánh bắt thủy sản; 4) Công nghệ sản xuất vật tư nông nghiệp (Công nghệ nano), Công nghệ thông tin, công nghệ tự động hóa nhằm tiết kiệm nguyên liệu, thời gian và nâng cao hiệu quả sử dụng gỗ; Công nghệ vật liệu mới, giải pháp kết cấu mới, thiết bị mới phục vụ thi công công trình thủy lợi; Công nghệ xử lý nước thải và vệ sinh môi trường nông thôn.

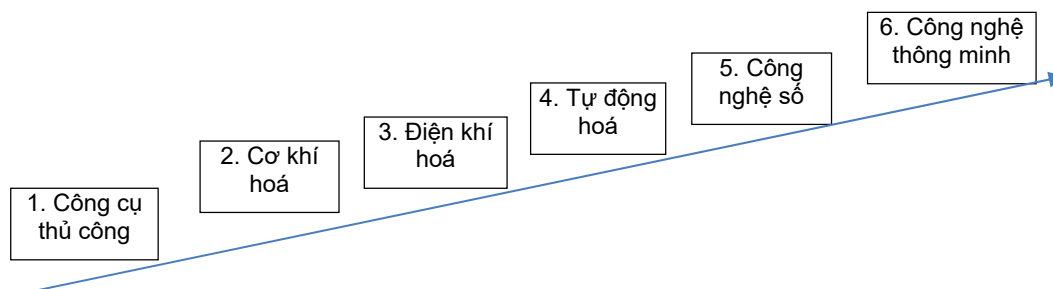
triển công nghệ của các nước trên thế giới và lộ trình của sự tiến hoá trong nông nghiệp thì vẫn chưa phải là hiện đại và tiên tiến. Ví dụ, các công nghệ (công nghệ sinh học, canh tác không dùng đất, tưới phun, tưới nhỏ giọt có hệ thống điều khiển tự động, bán tự động, ứng dụng công nghệ nhà kính, nhà lưới, nhà chiếu xạ, ứng dụng công nghệ thâm canh và quản lý cây trồng tổng hợp (ICM); công nghệ sản xuất cây trồng, vật nuôi, thủy sản an toàn theo VietGAP, công nghệ cơ giới hóa đồng bộ trong sản xuất, tưới tiêu, thu hoạch, chế biến và bảo quản sau thu hoạch nông sản và trong chăn nuôi, đánh bắt thủy sản...) chỉ là những công nghệ đã được áp dụng ở nền nông nghiệp cơ khí hoá, điện khí hoá và tự động hoá như ở hình 1.

Do đó, nội hàm nông nghiệp công nghệ cao ở bài viết này là nhắc đến nền nông nghiệp đạt ở trình độ nông nghiệp số và nông nghiệp thông minh như ở Sơ đồ 1. Đó là nền nông nghiệp ứng dụng thể hệ công nghệ thứ 4 để số hóa và hiện thực hóa các nông trại, các phân xưởng, các chuỗi giá trị đã được kết nối, tập trung và thông

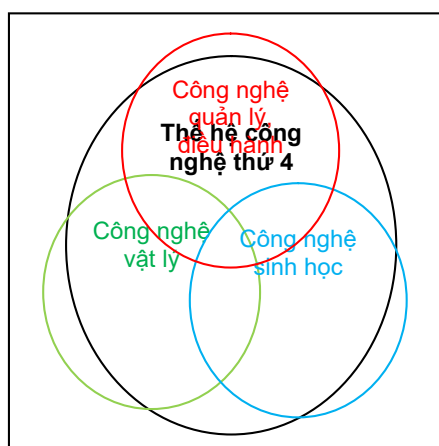
minh trong môi trường tương tác thực và ảo, đảm bảo cho quá trình sản xuất - kinh doanh diễn ra liên tục, hiệu quả và bền vững. Nông nghiệp công nghệ cao hiểu theo nghĩa này là nền nông nghiệp thông minh là nền nông nghiệp mà hầu hết các nước phát triển đã hoàn thành nền nông nghiệp cơ khí hoá, điện khí hoá và tự động hoá đang phấn đấu xây dựng.

4. CẤU THÀNH CỦA NÔNG NGHIỆP CÔNG NGHỆ CAO

Trên phương diện công nghệ, *nông nghiệp công nghệ cao* dựa trên nền tảng thể hệ công nghệ thứ 4 như đã trình bày ở trên và có sự giao thoa không ranh giới giữa công nghệ vật lý (physical technology), công nghệ sinh học (biological technology) và công nghệ quản lý điều (operational technology) (Klaus Schwab, 2017; Đỗ Kim Chung, 2017). Vì thế, lấy thể hệ công nghệ thứ 4 làm nền tảng, nông nghiệp công nghệ cao có sự ứng dụng rộng rãi và hiệu quả ba nhóm công nghệ sau đây (Hình 2).



Hình 1. Lộ trình tiến hoá của nông nghiệp dưới góc nhìn của đổi mới công nghệ



Hình 2. Cấu thành của nông nghiệp công cao (nông nghiệp thông minh)

Công nghệ vật lý (Physical Technology) trong nông nghiệp bao gồm công nghệ nano (nanotechnology), công nghệ cảm biến (sensor technology) và các vật liệu mới (graphene, skyrmions...), tế bào quang điện (solar cells) robot thể hệ mới, máy in 3D, xe tự lái và các vật liệu mới (graphene, skyrmions...) đã được sử dụng trong cơ khí, chế tạo máy móc, thiết bị nông cụ và vật liệu, giúp điều hành quá trình quản lý sinh vật được chính xác và hiệu quả. Công nghệ nano đã có sự đột phá trong thiết kế, phân tích, chế tạo và ứng dụng các cấu trúc, thiết bị và hệ thống bằng việc điều khiển hình dáng, kích thước trên quy mô nanomet ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$), làm tăng tỉ trọng gói (packing density). Công nghệ này có nhiều tiềm năng chế tạo những sản phẩm và vật liệu mới để tạo ra các máy móc, thiết bị, nông cụ, vật liệu làm nhà xưởng, nông trại phục vụ cho quá trình canh tác và chế biến với sức bền cao, chịu đựng trong mọi hoàn cảnh bất lợi, tăng hiệu dụng và thân thiện hơn với môi trường. Công nghệ cảm biến (Sensor Technology) đã có bước đột phá quan trọng về âm thanh, nhiệt, hình ảnh, ánh sáng, thời gian và được ứng dụng nhiều trong lĩnh vực internet vạn vật (IoT), chế tạo, điều khiển và tự động hóa các quá trình sản xuất - kinh doanh và quản lý ở phạm vi một nông trại, vùng, quốc gia và toàn cầu, giúp tự động quan trắc, cảnh báo và xử lý kịp thời, chính xác các diễn biến về môi trường, từng cá thể trên đồng ruộng hay trại nuôi và toàn vùng. Tế bào quang điện (Solar cells) được phát triển sử dụng pin mặt trời, giúp điều hành quá trình quản lý sinh vật được chính xác và hiệu quả.

Công nghệ sinh học (Bio-technology) trong nông nghiệp gồm công nghệ gen, công nghệ tế bào, công nghệ chỉ thị phân tử... có bước phát triển mới. Sự phát triển cao của công nghệ sinh học đã ra đời công nghệ “chỉnh sửa gen - Gen editing” để có thể thêm hay bớt axit Deoxyribonucleic (DNA) tại các vị trí chính xác trong bộ gen để tạo ra giống cây trồng có khả năng kháng lại dịch hại. Công nghệ “Phát động gen - Gen drive” tạo ra khả năng điều khiển biến đổi di truyền cụ thể đối với quần thể dịch

hại, từ đó, tác động vào cách thức sinh tồn, khả năng sinh sản hoặc các đặc điểm khác của cây trồng, vật nuôi theo hướng làm suy giảm quần thể dịch hại, giảm tiềm năng gây hại (Walker, 2017). Gần đây, việc số hoá trong sinh học phân tử đã trở nên dễ dàng với giá rẻ hơn rất nhiều (Hồ Tú Bảo, 2017). Lĩnh vực tin - sinh học - dựa cơ sở dữ liệu lớn, cho phép con người có thể phân tích nguồn dữ liệu sinh học khổng lồ, trong thời gian ngắn và chính xác là nền tảng cho những tiến bộ của công nghệ sinh học, mở ra nhiều triển vọng cho quản lý thiên tai, khí hậu thời tiết, tài nguyên thiên nhiên nông nghiệp, lâm nghiệp, thủy sản và chế biến. Nhờ đó, các ngành nông lâm nghiệp, thủy sản, chế biến và thực phẩm, bảo vệ môi trường đã có bước tiến căn bản (Đỗ Kim Chung, 2018).

Công nghệ quản lý và điều hành (Operational Technology) gồm công nghệ phân tích và ra quyết định, kế hoạch, quản trị tác nghiệp, điều hành và giám sát một quá trình sản xuất một sản phẩm, vận hành các nông trại, phân xưởng, chuỗi giá trị nông sản đã được thay đổi căn bản nhờ ứng dụng công nghệ thông tin (IT) và trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence-AI). Công nghệ quản lý và điều hành và công nghệ quản trị số gắn kết các hệ thống số với hệ thống thực, giữa các hệ thống sản xuất - kinh doanh thực và hệ thống ảo trên nền tảng của IoT đã được ứng dụng để quản lý một chuỗi giá trị cả theo chiều ngang và chiều dọc.

5. ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA NÔNG NGHIỆP CÔNG NGHỆ CAO

Với cấu thành như trên, Nông nghiệp công nghệ cao có các đặc trưng cơ bản sau đây:

Kết hợp một cách hữu cơ và không ranh giới giữa công nghệ vật lý, công nghệ sinh học và công nghệ quản lý, điều hành trên nền tảng thế hệ công nghệ thứ 4.

Số hóa và hiện thực hóa các hoạt động sản xuất kinh doanh từ sản xuất ở nông trại đến bàn ăn của người tiêu dùng.

Tự động hoá và thông minh hóa các hệ thống điều hành giữa thế giới thực với thế giới ảo.

Đảm bảo cho chuỗi giá trị thực phẩm nông sản diễn ra liên tục, hiệu quả và bền vững.

Đổi mới và sáng tạo là động lực chủ yếu của tăng trưởng nông nghiệp.

6. XU HƯỚNG ĐỔI MỚI CÔNG NGHỆ TRONG NỀN NÔNG NGHIỆP CÔNG NGHỆ CAO

Trong bối cảnh của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4, sự đổi mới công nghệ của nông nghiệp công nghệ cao tập trung vào các xu hướng sau:

Số hóa và hiện thức hoá từng cá thể cây trồng, vật nuôi, từng lô thửa, từng ô chuồng, từng phân xưởng trong chuỗi giá trị thực phẩm nông sản

Tăng kết nối giữa thế giới thực và thế giới ảo của quá trình sản xuất kinh doanh, trên cơ sở internet vạn vật (IoT),

Chính xác hóa cơ sở dữ liệu thực và thời gian thực (real time data)⁹

Tự động hóa các quá trình sản xuất, chế biến và marketing,

Tích hợp nhiều chức năng trong một tổ hợp công nghệ. Khác với trước kia, công nghệ chỉ giải quyết một hoạt động canh tác đơn lẻ như cày, bừa, bón phân, gieo trồng, thì ngày nay trong nền nông nghiệp công nghệ cao, các tổ hợp công nghệ được phát minh thực hiện nhiều chức năng khác nhau của quá trình canh tác nông nghiệp. Do đó, tăng độ chính xác, kết hợp nhịp nhàng các hoạt động canh tác của quá trình trồng trọt hay chăn nuôi, tăng năng suất và giảm giá thành sản phẩm.

Tăng tương tác giữa con người với con người, con người với thiết bị, thiết bị với thiết bị và giữa thế giới thực với thế giới ảo. Điều đặc biệt ở nền nông nghiệp công nghệ cao là tăng tương tác giữa thiết bị với thiết bị. Các rô bốt có

thể liên kết theo chiều ngang và chiều đứng với nhau, thực hiện các tác nghiệp phức tạp trong nông trại hay phân xưởng chế biến. Một rô bốt có thể điều hành nhiều rô bốt khác và giao tiếp trực tiếp với con người.

Vật liệu chế tạo bền, nhẹ và gọn. Dựa trên công nghệ nano, in 3D, các thiết bị, vật tư phục vụ cho nông trại và phân xưởng được sáng chế và sản xuất bằng vật liệu mới, siêu bền, siêu nhẹ, siêu nhỏ, chống chịu được các điều kiện thời tiết bất thuận như nóng, lạnh, nắng, tối, mưa, nước, khô và môi trường va đập nhiều.

Dưới đây là những xu hướng công nghệ trong một số lĩnh vực chủ yếu của nông nghiệp:

Quản lý nông nghiệp: các công nghệ cảm biến, IoT, phân tích dữ liệu lớn và đám mây điện toán đã được ứng dụng rộng rãi vào việc lập và quản lý kế hoạch, phân tích, dự báo và lựa chọn các chính sách nông nghiệp, giám sát và quản lý nông nghiệp. Các công nghệ này cho phép mô phỏng thị trường với các kịch bản khác nhau về tài nguyên, biến đổi khí hậu bằng số liệu thực trong môi trường ảo để lựa chọn các phương án chính sách phù hợp cho phát triển nông nghiệp. Các phần mềm quản lý nông nghiệp thông minh tích hợp quản trị, kỹ thuật và tài chính đã được xây dựng, giúp nông dân tối đa hóa lợi nhuận và giảm thiểu rủi ro trong sản xuất - kinh doanh.

Quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường: các công nghệ dự báo thời tiết thông minh iMetos (Internet Meteorological System), công nghệ viễn thám, cảm biến và định vị toàn cầu đã được phát triển để quan trắc, thu thập, phân tích, dự báo và cảnh báo sớm thời tiết, đánh giá, chia sẻ thông tin về khí hậu, thời tiết, tài nguyên thiên nhiên, đánh giá nhanh, chính xác các diễn biến về thời tiết khí hậu, thiên tai diễn ra trên quy mô toàn cầu, từng khu vực, từng quốc gia, từng tỉnh và vùng cả trong ngắn hạn và dài hạn với độ chính xác cao.

Thuỷ lợi: Vật liệu nano được ứng dụng cho xây dựng các công trình và thiết bị thuỷ lợi. Hệ thống quan trắc và cảnh báo xâm nhập mặn được ứng dụng cảm biến và điều hành tự động. Công nghệ điều hành liên hồ chứa thông minh

⁹ Số liệu thực và thế giới thực (real time data and physical world) nghĩa là số liệu được cập nhật kịp thời tới phần triệu của giây, chính xác và đầy đủ. Thế giới thực có nghĩa là đáp ứng mọi nhu cầu và tình huống của sản xuất-kinh doanh, của khách hàng trên quy mô lớn, không bị hạn chế bởi thời gian, không gian và quy mô.

được đặt tại các vị trí khác nhau của từng hồ chứa trong một hệ thống hồ, sông của một vùng và liên vùng để quan trắc và giám sát tình hình thời tiết khí hậu, tự động cập nhật thông tin, truyền dữ liệu liên tục và tức thời đến trung tâm điều hành để quyết định xả lũ ở từng hồ khi có nguy cơ vượt ngưỡng cho phép hay đóng lại để trữ nước khi đã xả ở ngưỡng an toàn. Công nghệ tưới nhỏ giọt (drip irrigation) trên cơ sở ứng dụng công nghệ cảm biến, giám sát tình trạng độ ẩm đất và không khí, nhu cầu nước của cây trồng, diễn biến nhiệt độ, ánh sáng để tự động tưới, đảm bảo đủ nước và tiết kiệm.

Trồng trọt: các công nghệ nhà kính, nhà màng sử dụng vật liệu nano, đèn LED. Rô bốt và công nghệ cảm biến thực hiện toàn bộ quá trình canh tác khép kín từ làm đất gieo, trồng chăm sóc Công nghệ số hoá tạo cho công nghệ *in vitro* giúp nhân nhanh các loại giống cây trồng giữ nguyên đặc tính ưu việt của chúng. Công nghệ Trạm thời tiết thông minh (iMetos), Trạm cảnh báo côn trùng điện từ (iTrap), Hệ thống thông tin địa lý (GIS) cung cấp thông tin về thời tiết khí hậu, độ ướt lá cây, diễn biến về côn trùng, dịch hại trên diện rộng. Các bộ Test Kit đã được phát triển để chẩn đoán nhanh bệnh hại cây trồng. Máy bay không người lái kết hợp với IoT cho phép biết được địa hình, tình hình nước, độ ẩm, nhiệt độ đồng ruộng, biến động của hệ sinh thái đồng ruộng, dinh dưỡng và sức khỏe cây trồng, dinh dưỡng đất để ra các quyết định canh tác kịp thời, giúp cập nhật, lưu trữ nhật ký nông vụ điện từ với thời điểm, số lượng, chất lượng đầu vào đã được sử dụng làm cơ sở cho truy xuất nguồn gốc sản phẩm (Phạm S, 2017; Mạnh Cường, 2017).

Chăn nuôi và thú y: vật liệu nano được dùng để xây dựng trại chăn nuôi, hầm khí sinh. Hệ thống chăn nuôi đã được tự động hóa bằng rô bốt từ khâu nhập vật nuôi, phân loại, quản lý tiểu khí hậu ở từng ô nuôi, phối hợp nhịp nhàng cho uống, cho ăn, vệ sinh chuồng trại. Mỗi cá thể được gắn với các thiết bị cảm biến, tự động cập nhật và phản ánh số liệu thực qua IoT cho người nuôi về sức khỏe, tình trạng sinh lý và môi trường, nhu cầu dinh dưỡng (thú y từ xa) là cơ sở cho rô bốt phối trộn thức ăn dựa trên phần

mềm chuyên biệt và là cơ sở để truy xuất nguồn gốc. Công nghệ chẩn đoán phát hiện bệnh chỉ trong một ống nghiệm ngay tại thực địa mà không cần máy ổn nhiệt hay máy đọc kết quả; Công nghệ Proteomic, tổng hợp ologo và CN nano được tổ hợp thành “multiplex” có thể đồng thời phát hiện hàng chục, hàng trăm, hàng nghìn vi sinh vật gây hại khác nhau trên vật nuôi (Nguyễn Việt Không, 2017).

Nuôi trồng thủy sản: các công nghệ gen, tế bào, sinh học phân tử đã được phát triển trong chọn tạo giống thủy sản chất lượng và có khả năng chống chịu với môi trường bất thuận: Dung dịch nano bạc (Ag) được sử dụng cho lọc nước, khử khuẩn ở ao hồ, đầm nuôi thủy sản. Hệ thống tạo và sục khí ôxy với hạt siêu nhỏ (micro-nano) cho các ao nuôi, hiệu quả và tiết kiệm (Mai Văn Tài, 2017); Các vật liệu nano được dùng trong xây dựng lồng bè, làm lưới và các thiết bị nuôi trồng đánh bắt có khả năng chống chịu với độ mặn, bão gió, dòng chảy mạnh. Hệ thống nuôi tuần hoàn, công nghệ biofloc, công nghệ enzyme, vi sinh, hóa sinh, sản xuất vacxin, nhà màng đã được phát triển và ứng dụng ở khâu nuôi trồng thủy sản (Trần Đình Luân, 2017).

Bảo quản và Chế biến: công nghệ giám sát và điều khiển môi trường trên nền tảng cảm biến không dây ở hệ thống kho bảo quản, chế biến để giám sát nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ khí CO₂, lưu trữ, truyền nhận dữ liệu từ các nút cảm biến về máy tính qua IoT. Hệ thống cấp đông (IQF), Hệ thống làm đá vảy, đá khô, dây chuyền chế biến liên hoàn, máy phân cỡ, lạng da, máy rà kim loại, máy đóng gói hút chân không đã được ứng dụng trong thủy sản. Hệ thống tế bào sống (Cells Alive System), công nghệ cấp đông siêu nhanh, công nghệ sấy chân không, sấy bức xạ hồng ngoại, bảo quản nông sản, thủy sản bằng phương pháp ngủ đông, bao gói kín đã được ứng dụng để tăng cao chất lượng sản phẩm trong chế biến.

Khuyến nông: các thông tin về giá, đặc điểm của các loại đầu vào, các loại nông sản, kỹ thuật trồng trọt, chăn nuôi, chế biến được số hoá. Các thông tin về dịch hại, cách chữa trị, quản lý thông qua IoT và cung cấp cho người dân dưới

dạng tin nhắn qua các thiết bị di động, kết hợp với chuyên gia để tư vấn qua tổng đài, giải đáp thắc mắc khi dân có nhu cầu. Giúp cá thể hóa thông tin cho từng nông trại với từng loại cây con, từng cánh đồng và lưu lại toàn bộ lịch sử phát triển của cây trồng, vật nuôi của mỗi thuê bao từ đó chuyên gia tư vấn nắm được tình hình, có những lời khuyên sát thực và hiệu quả.

Marketing và tiêu thụ: Công nghệ Block change được ứng dụng để quản lý chuỗi giá trị nông sản. Marketing được tiến hành trực tuyến: sát nhu cầu và tiện lợi, không cần đến các điều kiện về mặt bằng như cách làm truyền thống. Hệ thống truy xuất trực tuyến – AgriCheck: tích hợp số liệu thời gian thực về quá trình sản xuất, chế biến, xác định nhãn mác, nguồn gốc của sản phẩm, giúp quản trị bán hàng, kho hàng, phát hiện hàng giả, giúp nhận dạng chính xác truy xuất nguồn gốc và điều hành quản trị bán hàng.

7. KẾT LUẬN

Sự tiến hoá của nông nghiệp luôn gắn chặt với sự đổi mới và phát triển của công nghệ. Lịch sử phát triển của nông nghiệp đi từ nông nghiệp thủ công, sang cơ khí hoá, điện khí hoá, tự động hoá, công nghệ số và hiện nay, nông nghiệp thông. Cần hiểu rõ nội hàm “nông nghiệp công nghệ cao” trong các văn bản chính sách của Chính phủ là một nền nông nghiệp đạt ở trình độ nông nghiệp số và nông nghiệp thông minh. Từ đây, các chính sách và giải pháp cần hướng vào phát triển nông nghiệp công nghệ cao, tập trung tạo ra quá trình số hoá và áp dụng các công nghệ để tạo ra nền nông nghiệp thông minh, phù hợp và hiệu quả cho từng tổ chức kinh tế, từng địa phương và quốc gia.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Broom & Fraser (2007). Domestic Animal Behaviour and Welfare. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria.
- Bộ NN&PTNT (2012). Quyết định 1895/QĐ-TTg ngày 17/12/2012 của Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn về phê duyệt chương trình phát triển nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao đến năm 2020.
- Bộ NN&PTNT (2017). Quyết định 738/QĐ-BNN về tiêu chí xác định chương trình, dự án Nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao.
- Chenery & Syrquin (1975). Patterns of development 1950-1970. World Bank Report. 1(11913).
- Chính phủ (2012). Quyết định số 1895/QĐ-TTg ngày 17/12/2012 phê duyệt Chương trình phát triển nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao đến năm 2020
- Chính phủ (2015). Quyết định 66/QĐ-Ttg ngày 25/12/2015 về Quy định tiêu chí. Thẩm quyền, trình tự, thủ tục công nhận vùng nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao
- Colin Clark (1940). The Conditions of Economic Progress. The Economic Journal. 51(201): 120-124.
- Cornell & Joseph D. (2007). Slash and burn. Encyclopedia of Earth.
- Cục bảo vệ thực vật (2017). Phát triển ứng dụng công nghệ cao bảo vệ cây trồng trong tái cơ cấu nông nghiệp theo hướng bền vững và hiệu quả. Diễn đàn Kinh tế Việt Nam 2017. Hà nội ngày 27/6/2017. tr. 189-193.
- Daniel Walker (2017). High-tech Agricultural Development in Australia and Some Ideas for Vietnam, Vietnam Economic Forum. pp. 214-220.
- Đỗ Kim Chung (2017). Nông nghiệp 4.0: Bản chất, xu hướng và gợi ý chính sách. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam. 15(10): 1456-1466.
- Đỗ Kim Chung (2018). Nông nghiệp thông minh: Các vấn đề đặt ra và giải pháp chính sách. Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế. 6(481): 28-37. ISSN: 0866-7489.
- FAO (2017). Climate-Smart Agriculture Retrieved from <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture>, on Dec 23, 2020.
- Hồ Tú Bảo (2017). Hiểu về Cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Truy cập từ <http://vnexpress.net/tin-tuc/khoa-hoc/hieu-ve-cach-mang-cong-nghiep-lan-thu-4-3574624.html>, ngày 24 tháng 8 năm 2017.
- The International Society of Precision Agriculture (2020). Precision Agriculture, Retrieved from <https://www.ispag.org/>, on Dec 23, 2020.
- Klaus Schwab (2017). The fourth Industrial revolution, Penguin random house.
- Mai Văn Tài (2017). Phát triển và ứng dụng công nghệ cao: Hướng phát triển bền vững tất yếu của ngành nuôi cá biển. Diễn đàn kinh tế Việt Nam. tr. 278-293.
- Mạnh Cường (2017). Ứng dụng công nghệ cao trong nghiên cứu, sản xuất ngô trên thế giới và Việt Nam. Diễn đàn Kinh tế Việt Nam. tr. 245-256.
- Nguyễn Văn Bộ (2017). Ứng dụng công nghệ trong nền Nông nghiệp 4.0, Diễn đàn nông dân Việt Nam lần thứ 2: Nông dân sẵn sàng với Nông nghiệp 4.0. tr. 43-56.
- Nguyễn Văn Sánh (2017). Ứng dụng nông nghiệp thông minh phát triển ngành hàng lúa gạo Việt

- Nam: Dựa vào kinh nghiệm quốc tế và trong nước, Diễn đàn Kinh tế Việt Nam. tr. 221-232.
- Nguyễn Việt Không (2017). Công nghệ cao trong lĩnh vực thú y, bảo vệ sức cho người và động vật. Diễn đàn Kinh tế Việt Nam. tr. 269-277.
- Nguyễn Xuân Trạch (2017). Xu hướng và giải pháp phát triển nông nghiệp công nghệ cao bền vững. Hội thảo về Nông nghiệp công nghệ cao trong bối cảnh công nghiệp hóa và hiện đại hóa tại Vĩnh Phúc ngày 10/8/2017
- Oklahoma State University (2020). Breeds of Livestock. Department of Animal Science - Oklahoma State University.
- Peter Timmer (1988). The agricultural Transformation. Handbook of Development Economics. 1: 275-331.
- Petter Timmer (2002). Agriculture and economic development in Handbook of Agricultural Economics. 2(A): 1487-1546.
- Phạm S (2017). Nhà nông Việt tận dụng gì với NN 4.0, Diễn đàn nông dân Việt Nam lần thứ 2: Nông dân sẵn sàng với Nông nghiệp 4.0. tr. 43-56.
- Quốc hội (2008). Luật công nghệ cao - Luật số: 21/2008/QH12, ngày 13 tháng 11 năm 2008.
- Sara Gustafson (2016). The digital revolution in agriculture: Progress and constraints. Retrieved from <http://www.ifpri.org/blog/digital-revolution-agriculture-progress-and-constraints>, on Jun 16, 2020.
- Simon Kuznets (1966). Modern Economic Growth: Findings and Reflections Author(s): Simon Kuznets. The American Economic Review. 63(3): 247-258.
- Thomas Reardon & Peter Timmer C. (2012). The Economics of the Food System revolution. 4: 225-264. <https://doi.org/10.1146/annurev.resource.050708.144147>
- Trần Đình Luân (2017). Định hướng phát triển ứng dụng công nghệ cao trong lĩnh vực thủy sản. Diễn đàn Kinh tế Việt Nam 2017. Hà nội ngày 27/6/2017. tr. 233-244
- Trần Đức Viên (2017). Tích tụ ruộng đất để phát triển nông nghiệp công nghệ cao: Khuyến nghị chính sách Truy cập từ <http://tiasang.com.vn/-dien-dan/Tich-tu-ruong-dat-va- phat-trien-nong-nghiep- CNC- Khuyen-nghi-chinh-sach-10689>, ngày 25/5/2017.
- V.I. Lênin (1977). Lênin: Toàn tập (Tập 42). Nhà xuất bản Tiến bộ, Mátxcova. tr. 280.