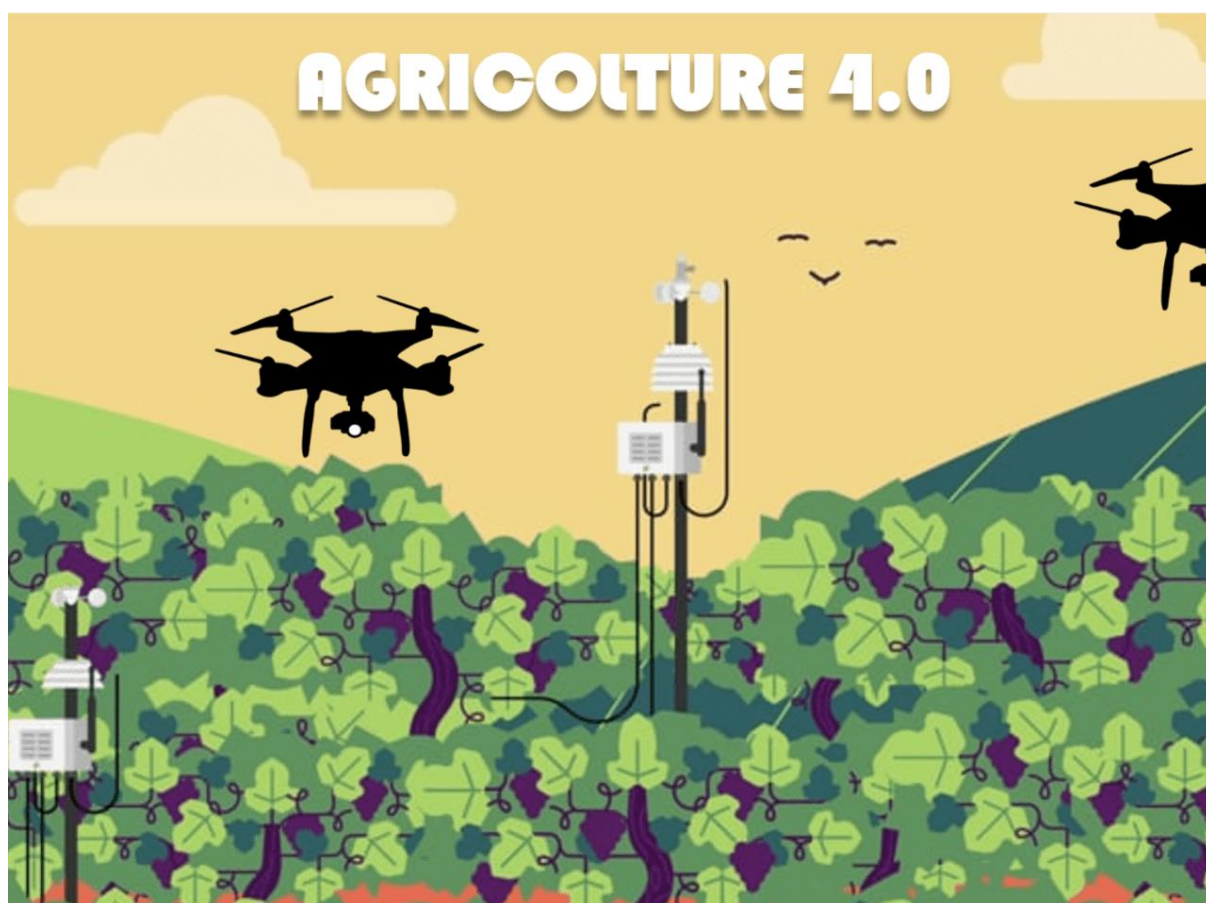


TỔNG LUẬN

NÔNG NGHIỆP 4.0 - DỰ BÁO CÁC CÔNG NGHỆ NÔNG NGHIỆP TRONG TƯƠNG LAI



Mục lục

TÓM TẮT	2
LỜI GIỚI THIỆU	3
I. CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0 THÚC ĐẨY NÔNG NGHIỆP 4.0.....	4
1. Cách mạng Công nghiệp 4.0 tác động toàn diện tới mọi lĩnh vực của cuộc sống	4
2. Từ Cách mạng Công nghiệp 4.0 tới Nông nghiệp 4.0.....	5
3. Những biến đổi của nông nghiệp trong kỷ nguyên CMCN 4.0	6
3.1. Sản xuất nông sản.....	6
3.2. Phân phối nông sản	8
3.3. Tiêu thụ nông sản.....	9
3.4. Tác động đến môi trường nông thôn và đời sống nông thôn.....	9
II. NÔNG NGHIỆP 4.0 - ĐỘT PHÁ HỆ THỐNG BẰNG NHỮNG CÔNG NGHỆ MỚI...	10
2.1. Sản xuất hoàn toàn khác bằng cách sử dụng những kỹ thuật mới.....	11
2.2. Sử dụng công nghệ mới để đưa sản xuất lương thực tới người tiêu dùng, làm tăng hiệu quả trong chuỗi lương thực	13
2.3. Tích hợp các công nghệ và ứng dụng liên ngành	15
2.4. Công nghệ nông nghiệp (Agtech).....	18
III. DỰ ĐOÁN SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÁC CÔNG NGHỆ NÔNG NGHIỆP TRONG KỶ NGUYÊN CMCN 4.0	23
3.1. In 3 chiều – 3D (còn gọi là chế tạo đắp dần, tạo nguyên mẫu nhanh).....	23
3.2 In 4 chiều – 4D (Còn được gọi là: vật liệu lập trình).....	24
3.3 Vật liệu thông minh- (Còn được gọi là bao bì thông minh).....	25
3.4. Robotics - Còn được gọi là hệ thống tự trị, cơ điện tử	26
3.5 Microrobot tự động.....	27
3.6. Công nghệ cảm ứng - Còn được gọi là cảm biến thực phẩm, cảm biến phân tử.....	28
3.7. Công nghệ thông tin và cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin - Còn được gọi là: điện toán lượng tử, Internet vạn vật, dữ liệu lớn, hạ tầng không gian mạng, các hệ thống tự học	29
3.8 Tin sinh học	31
3.9. Nông nghiệp thông minh- Còn được gọi là: nông nghiệp vệ tinh, quản lý cây trồng theo địa điểm	32
3.10. Năng lượng tái tạo - Còn được gọi là: năng lượng bền, năng lượng bền vững, chuyển đổi năng lượng.....	33
3.11. Tinh chế sinh học và nhiên liệu sinh học	33
3.12. Di truyền học - Còn được gọi là: công nghệ sinh học, biến đổi gen, công nghệ gen, công nghệ di truyền	35
3.13. Sinh học tổng hợp	36
3.14. Chuyển đổi protein - Còn được gọi là thịt nhân tạo, thay thế thịt	38
3.15. Thiết kế thực phẩm - Còn được gọi là thực phẩm chức năng, dược thực phẩm, thực phẩm cá nhân hóa, công nghệ thực phẩm, thực phẩm thiết kế	38
3.16. Nuôi trồng thủy sản.....	39
3.17. Nông nghiệp thẳng đứng - Còn được gọi là: Arcology, nông nghiệp thành phố, nông nghiệp môi trường, nông nghiệp được kiểm soát nông nghiệp tích hợp xây dựng.....	41
3.18. Công nghệ bảo quản - Còn gọi là bảo quản thực phẩm, công nghệ bảo quản	42
3.19. Công nghệ vận tải	43
3.20. Điều chỉnh thời tiết - Còn được gọi là kiểm soát thời tiết, kỹ thuật khí hậu, địa kỹ thuật	43
3.21. Việt Nam hướng tới Nông nghiệp 4.0 hiện tại và trong tương lai.....	44
TÀI LIỆU THAM KHẢO	47

TÓM TẮT

Cách mạng Công nghiệp 4.0, hay viết tắt là CMCN 4.0, đề cập đến kỷ nguyên cách mạng đang diễn ra trong đó công nghệ thông tin và truyền thông (CNTT-TT) hội tụ. Cuộc cách mạng sẽ làm bùng nổ những đổi mới sáng tạo công nghệ trong sáu lĩnh vực: Trí tuệ nhân tạo (AI), Robot, Internet vạn vật (IoT), Xe không người lái, In ba chiều và Công nghệ nano. CMCN 4.0 sẽ bao gồm một loạt các công nghệ mới sử dụng Dữ liệu lớn để kết hợp thế giới vật lý, sinh học và kỹ thuật số lại với nhau theo các cách tác động tới tất cả các lĩnh vực của cuộc sống. Nông nghiệp chính là một lĩnh vực mà CMCN 4.0 được kỳ vọng sẽ đem tới những thay đổi toàn diện và sâu sắc.

CMCN 4.0 chính là thời cơ thích hợp để đẩy nhanh quá trình mở rộng quy mô và thương mại hóa nông nghiệp. Để đáp ứng với xu hướng này, dự kiến nông nghiệp trong tương lai sẽ phát triển thành các ngành công nghệ cao trong đó các hệ thống được kết hợp với trí tuệ nhân tạo và dữ liệu lớn. Những hệ thống đó sẽ hội tụ thành một đơn vị đơn lập trong đó máy móc nông nghiệp, làm đất gieo hạt, quản lý trang trại, dự báo sản xuất, và thủy lợi sẽ được kết hợp lại. Sử dụng công nghệ lõi của CMCN 4.0, robot, dữ liệu lớn và AI sẽ kết hợp với nông nghiệp để tạo ra một thời đại siêu hợp nhất mới. Thời đại này sẽ phát triển các giá trị kinh tế, xã hội và đạo đức trên nhiều mặt, được hợp nhất với các ngành công nghiệp khác nhau và được thể hiện ở các mô hình kinh doanh.

Phần I của Tổng luận đi sâu vào làm rõ mối liên hệ, cũng như tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 tới nông nghiệp trên các phương diện như tối ưu hóa chính xác giải quyết các vấn đề tồn tại trong nông nghiệp, xu thế nghịch đảo của các yếu tố sản xuất tại nông thôn, các công nghệ CMCN 4.0 tác động lớn đến thời tiết. Những biến đổi của nông nghiệp trong kỷ nguyên CMCN 4.0, đó là biến đổi ở lĩnh vực sản xuất, phân phối, tiêu thụ, môi trường và đời sống nông thôn.

Phần II trình bày chi tiết các xu thế đổi mới công nghệ trong Nông nghiệp 4.0. Đó là: sản xuất hoàn toàn khác bằng cách sử dụng những kỹ thuật mới, sử dụng công nghệ mới đưa sản xuất tới người tiêu dùng, tích hợp các công nghệ và ứng dụng liên ngành; và sự phát triển mạnh mẽ của “Agtech” – công nghệ nông nghiệp.

Phần III đưa ra những dự đoán về các công nghệ nông nghiệp trong tương lai, trong đó có một phần nhỏ đề cập tới phát triển nông nghiệp 4.0 tại Việt Nam và đề xuất khuyến nghị.

LỜI GIỚI THIỆU

Cách mạng công nghiệp 4.0 đang làm biến chuyển mọi mặt trong đời sống xã hội. Nông nghiệp không phải là ngoại lệ. Rất nhiều tiến bộ khoa học kỹ thuật được áp dụng đã làm cho nông nghiệp đang ngày càng trở nên thông minh hơn, bền vững hơn (được gọi là nông nghiệp 4.0). Khái niệm Nông nghiệp 4.0 chính là tập trung chủ yếu vào sản xuất thông minh dựa trên các thành tựu đột phá trong công nghệ thông tin, công nghệ sinh học, công nghệ nano...

Khác với nông nghiệp công nghệ cao tập trung thay đổi phương thức sản xuất từ truyền thống sang hiện đại, nông nghiệp 4.0 làm thay đổi phương thức quản lý nông nghiệp. Theo đó, nông nghiệp 4.0 sẽ mở đường cho những hoạt động sản xuất chính xác, chặt chẽ mà không cần sự quản lý trực tiếp của con người.

Là một nền kinh tế chủ yếu dựa vào nông nghiệp, Cách mạng 4.0 là cơ hội quý giá để Việt Nam có thể nắm bắt các công nghệ mới nhằm thúc đẩy nhanh hơn tiến trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm thu hẹp khoảng cách phát triển với các nền kinh tế phát triển khác. Với mong muốn giúp bạn đọc có một cách nhìn toàn diện về những tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 tới nông nghiệp cũng như sự phát triển của Nông nghiệp 4.0 cùng những dự báo về các công nghệ nông nghiệp trong tương lai, Trung tâm Thông tin và Thống kê Khoa học và Công nghệ biên soạn Tổng luận **“NÔNG NGHIỆP 4.0 - DỰ BÁO CÁC CÔNG NGHỆ NÔNG NGHIỆP TRONG TƯƠNG LAI”**. Tổng luận sẽ cung cấp những kiến thức mới về tác động của Cách mạng công nghiệp 4.0 tới nông nghiệp, những hướng phát triển của Nông nghiệp 4.0 cũng như đưa ra các dự báo về công nghệ nông nghiệp trong tương lai.

Xin trân trọng giới thiệu.

Cục Thông tin Khoa học Công nghệ Quốc gia

I. CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0 THÚC ĐẨY NÔNG NGHIỆP 4.0

1. Cách mạng Công nghiệp 4.0 tác động toàn diện tới mọi lĩnh vực của cuộc sống

Trong những năm gần đây, Cách mạng Công nghiệp 4.0 chính là chủ đề thường xuyên được thảo luận tại Diễn đàn kinh tế thế giới (WEF). Klaus Schwab, người sáng lập WEF, cho rằng kỷ nguyên của Cách mạng Công nghiệp 4.0 đã tới với những biến đổi xã hội có tốc độ, phạm vi, ảnh hưởng hoàn toàn khác với trước đây. Cách mạng Công nghiệp 4.0, hay viết tắt là CMCN 4.0, đề cập đến kỷ nguyên cách mạng đang diễn ra trong đó công nghệ thông tin và truyền thông (CNTT-TT) giữ vai trò chủ đạo. Cuộc cách mạng sẽ làm bùng nổ những đổi mới sáng tạo công nghệ trong sáu lĩnh vực: Trí tuệ nhân tạo (AI), Robot, Internet vạn vật (IoT), Xe không người lái, In ba chiều và Công nghệ nano. CMCN 4.0 sẽ bao gồm một loạt các công nghệ mới sử dụng dữ liệu lớn để kết hợp thế giới vật lý, sinh học và kỹ thuật số lại với nhau theo cách tác động tới tất cả các lĩnh vực của cuộc sống. Một ví dụ về CMCN 4.0 là lĩnh vực “*Thực tuyến tới Ngoại tuyến*” hay còn gọi là O2O, trong đó tích hợp thế giới thực với kỹ thuật số. O2O có thể sử dụng đồng hồ thông minh chứa thông tin theo thời gian thực từ bệnh nhân và trao đổi nó với dữ liệu máy tính tích hợp. Các ví dụ khác về CMCN 4.0 bao gồm thực tế ảo (VR) và thực tế tăng cường (AR).

Các công nghệ CMCN 4.0 có tiềm năng kết nối hàng tỷ lần trên web, cải tiến mạnh hiệu quả hoạt động kinh doanh và môi trường tự nhiên thông qua cải thiện quản lý tài sản. CMCN 4.0 sẽ trở thành một hướng đổi mới sáng tạo trong cuộc sống, thay thế trí thông minh và trí tuệ của con người nhờ kết hợp trí tuệ nhân tạo với công nghệ robot để thay thế cho lao động. Tập đoàn General Electric (GE) là một ví dụ điển hình cho CMCN 4.0 đang diễn ra trong hiện tại. Vốn xuất thân là một công ty chiếu sáng, GE đã gia nhập vào các lĩnh vực thiết bị điện, tivi, máy tính, thiết bị gia dụng, máy phát điện, và thậm chí cả thiết bị y tế và động cơ máy bay. Không chỉ đạt nhiều thành công trong các lĩnh vực kinh doanh trước đây, giờ đây GE còn trở thành nhà chế tạo máy bay hàng đầu. Nhờ áp dụng khái niệm CMCN 4.0, GE đã tạo ra một mô hình kinh doanh mới vượt mặt doanh số của tất cả các nhà sản xuất động cơ máy bay khác. Gắn cảm biến trên động cơ máy bay là bí quyết giúp họ đạt tới thành công. Các bộ cảm biến “trên chuyến bay” kết nối với các trung tâm dữ liệu mặt đất và gửi hơn 300 loại thông tin theo thời gian thực có giá trị khác nhau đến và đi từ máy bay. Dữ liệu được gửi bao gồm tình trạng động cơ, điều kiện thời tiết và hiệu suất nhiên liệu. Việc truyền phát này cho phép các trung tâm mặt đất phân tích dữ liệu và đưa ra đường bay tối ưu cho máy bay theo thời gian thực, giảm nhiên liệu sử dụng và tiết kiệm được ước tính hai tỷ USD mỗi năm. Ngoài ra, các bộ cảm biến giám sát tình trạng an toàn của máy bay theo thời gian thực, dự đoán các điều kiện bất thường và làm giảm mạnh nguy cơ xảy ra tai nạn và chi phí kiểm tra, cho phép các hãng hàng không cải thiện an ninh cũng như an toàn vận hành.

Rõ ràng, CMCN 4.0 đang phát triển trong mọi lĩnh vực của cuộc sống, không chỉ trong lĩnh vực viễn thông, ô tô, năng lượng, các dịch vụ chế tạo, an ninh và năng

lượng sinh học mà còn trong lĩnh vực y học và robot. Hiện tại, rất nhiều tập đoàn lớn nỗ lực thương mại hóa các công nghệ của CMCN 4.0, ví dụ như Google Car, hệ thống giao hàng không người lái của Amazon, Dr.Watson (bác sĩ AI). Nông nghiệp cũng chính là một lĩnh vực mà Cách mạng Công nghiệp lần thứ 4 được kỳ vọng sẽ đem tới những thay đổi toàn diện và sâu sắc.

2. Từ Cách mạng công nghiệp 4.0 tới Nông nghiệp 4.0

Hiện tại, hơn 80% dân số của các nước lớn OECD hoạt động trong ngành công nghiệp dịch vụ. Dân số tham gia vào lĩnh vực nông nghiệp chỉ chiếm 2-3%. Ở hầu hết các nước phát triển, dân số tham gia vào lĩnh vực nông nghiệp đều giảm mạnh, trong khi độ tuổi của người làm nông nghiệp thì lại tăng lên. Tại Hàn Quốc, hơn 50% nông dân trên 60 tuổi và hơn 40% là trên 65 tuổi. Dân số trên toàn cầu đang chuyển dịch mạnh từ nông nghiệp sang các ngành công nghiệp sản xuất và dịch vụ sản xuất. Do đó, trong nền kinh tế thế giới hiện tại, chỉ 5% dân số thế giới làm việc trong lĩnh vực nông nghiệp, nhưng lại chiếm hơn 60% hoạt động kinh doanh trên toàn thế giới.

Trước thực tế này, các nước phát triển như Hoa Kỳ và Nhật Bản đang cố gắng giải quyết các vấn đề nông nghiệp thông qua cơ giới hóa, tự động hóa và hiện đại hóa. CMCN 4.0 chính là thời cơ thích hợp để đẩy nhanh quá trình mở rộng quy mô và thương mại hóa nông nghiệp. Để đáp ứng với xu hướng này, dự kiến nông nghiệp trong tương lai sẽ phát triển thành các ngành công nghệ cao trong đó các hệ thống được kết hợp với trí tuệ nhân tạo và dữ liệu lớn. Những hệ thống đó sẽ hội tụ thành một đơn vị đơn lập trong đó máy móc nông nghiệp, làm đất gieo hạt, quản lý trang trại, dự báo sản xuất, và thủy lợi sẽ được kết hợp lại. Sử dụng công nghệ lõi của CMCN 4.0, robot, dữ liệu lớn và AI sẽ kết hợp với nông nghiệp để tạo ra một thời đại siêu hợp nhất mới. Thời đại này sẽ phát triển các giá trị kinh tế, xã hội và đạo đức trên nhiều mặt, được hợp nhất với các ngành công nghiệp khác nhau và được thể hiện ở các mô hình kinh doanh.

CMCN 4.0 tác động mạnh đến ngành nông nghiệp nhờ ba phương diện sau:

Thứ nhất, tối ưu hóa chính xác sẽ giải quyết rất nhiều vấn đề tồn tại trong nông nghiệp. Nông nghiệp là một ngành mang tính đặc thù trong đó đầu vào và đầu ra không nhất quán với nhau. Cụ thể, sản lượng lương thực hoàn toàn có thể đáp ứng cho nhu cầu của toàn bộ dân số trên Trái đất. Tuy vậy, có tới 30-50% lượng lương thực được sản xuất ra bị bỏ phí, trong khi đó vẫn có nhiều người chết đói trên thế giới. Khoảng 80% lượng nước trên hành tinh được sử dụng phục vụ cho nông nghiệp, ấy vậy chỉ nuôi sống được 20% cây trồng còn phần nước dùng không hiệu quả thì bị bỏ phí. Tại Anh, việc sử dụng phân bón nitơ dẫn đến bệnh xanh lá. Mỗi một vấn đề này đều có thể được giải quyết nhờ *nông nghiệp chính xác*. Nông nghiệp chính xác là phương pháp tính toán điều kiện tăng trưởng và tình trạng đất để quản lý chính xác cây trồng, có thể giải quyết vấn đề bằng cách xây dựng một hệ thống nông nghiệp tối ưu hóa, có khả năng kết nối sản xuất, phân phối và tiêu dùng.

Thứ hai, xu thế nghịch đảo của các yếu tố sản xuất tại nông thôn, bao gồm cả nguồn nhân lực, sẽ có tác động lớn đến nông nghiệp. Nguồn vốn, lao động và tài nguyên công nghệ rời bỏ làng quê nông thôn ở các thế hệ trước sẽ có khả năng quay trở lại trong kỷ nguyên CMCN 4.0. Đó là do lực lượng lao động của các thành phố sẽ

nhận thấy những khu vực nông thôn mới chính là nơi tạo ra việc làm lao động thực sự mang ý nghĩa nghỉ ngơi và thư giãn.

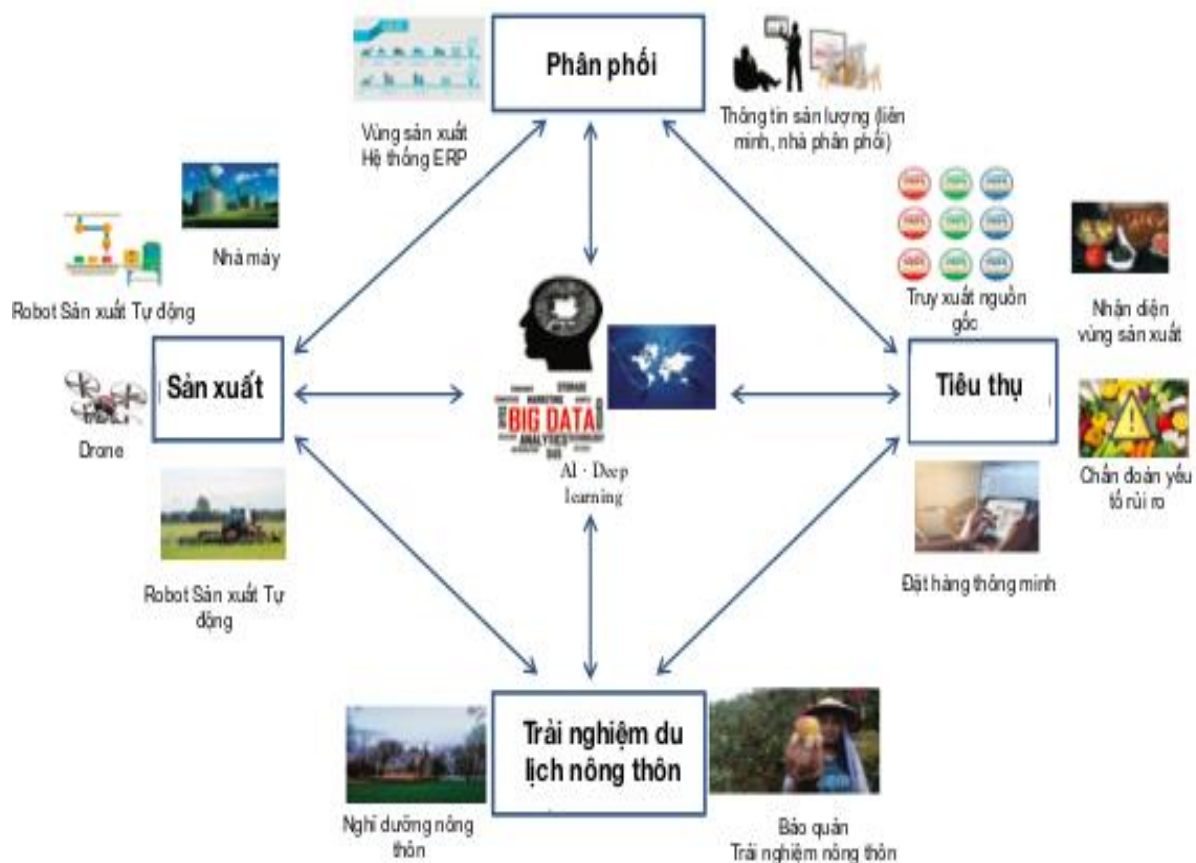
Thứ ba, các công nghệ CMCN 4.0 sẽ có tác động đáng kể đến các vấn đề về thời tiết. Nông nghiệp chịu ảnh hưởng nặng nề của thời tiết và hiện tại khoa học chưa có phương tiện nào dự đoán chính xác và kiểm soát. Vì vậy, nông nghiệp phụ thuộc nhiều vào trí thông minh, trí tuệ và cả kinh nghiệm của con người, nên do đó rất khó chuẩn hóa. Công nghệ CMCN 4.0 có thể đưa ra những quyết định sáng suốt hơn cả sự khôn ngoan và kinh nghiệm của con người. Nó sẽ giải quyết một số vấn đề nhất thể giải quyết được bằng công nghệ hiện tại, ví dụ như mùi vật nuôi, chi phí cho xử lý quá nhiều và khả năng xảy ra dịch hại do biến đổi khí hậu. Vì vậy, CMCN 4.0 có thể được xem như một cuộc cách mạng thân thiện với người nông dân. Đồng thời, nó sẽ dẫn đến những đổi mới công nghệ lớn lao hơn và những thay đổi sâu rộng trong cả kinh tế, xã hội và đời sống.

3. Những biến đổi của nông nghiệp trong kỷ nguyên CMCN 4.0

Phát triển nông nghiệp nhờ tác động của CMCN 4.0 dự kiến sẽ mang lại những thay đổi lớn trong các lĩnh vực sản xuất, phân phối và tiêu thụ...

3.1. Sản xuất nông sản

Những biến đổi sản xuất nông nghiệp trong kỷ nguyên CMCN 4.0 sẽ diễn ra chủ yếu ở các cơ sở nông nghiệp với công nghệ canh tác thông minh. Ở các cơ sở có tiềm năng, kiểm soát môi trường tăng trưởng sẽ làm tăng giá trị gia tăng của nông sản. Tại Hàn Quốc, có ba giai đoạn phải hoàn thành để thúc đẩy trang trại thông minh ở các cơ sở nông nghiệp. Giai đoạn thứ nhất, được hoàn thành trước năm 2017, là giai đoạn cải thiện sự tiện lợi. Trong giai đoạn này, các cơ sở được nâng cấp cho phép nông dân kiểm tra trạng thái hoạt động nông nghiệp thông qua các thiết bị di động. Như vậy, nông dân không cần phải đến các trang trại để thực hiện những công việc đơn giản như kiểm soát nhiệt độ. Giai đoạn thứ hai, dự kiến được hoàn thành vào năm 2020, là cải thiện năng suất. Trong giai đoạn này, lợi nhuận được tăng lên thông qua kiểm soát chính xác và đưa ra các quy định tối ưu cho nông nghiệp. Giai đoạn thứ ba là giai đoạn hoàn tất, theo đó tất cả các điều kiện của cơ sở được tự động hóa theo điều kiện tăng trưởng của cây trồng dựa trên mô hình tăng trưởng của cây trồng đó. Cơ quan Quản lý Phát triển Nông thôn Hàn Quốc đã đưa ra một nền tảng để thử nghiệm các cảm biến và công nghệ khác nhau ở các trang trại thông minh, để giúp nông dân trải qua ba giai đoạn nhanh chóng và hiệu quả



Hình 1: Minh họa nông nghiệp tương lai trong thời đại CMCN 4.0

Như thể hiện trong Hình 1, CMCN 4.0 sẽ mang lại sự khác biệt lớn trong lĩnh vực nông nghiệp cạnh tranh theo kiểu cánh đồng mở (truyền thống). Có ba giai đoạn mà công nghệ có thể được sử dụng, đó là: giám sát diện tích tăng trưởng cây trồng; phân tích dữ liệu trong giai đoạn đưa ra quyết định; và thực hiện phương pháp cung cấp (áp dụng) biến đổi theo vùng đất (Variable rate application) bằng cách sử dụng máy móc nông nghiệp thông minh.

Giám sát diện tích môi trường tăng trưởng cây trồng không chỉ gồm tình trạng phát triển cây trồng mà còn thông tin khí hậu, thông tin môi trường và thông tin tăng trưởng. Phương pháp này được phát triển nhanh chóng ở những nền nông nghiệp quy mô lớn như của Hoa Kỳ hay những nền nông nghiệp thâm canh như ở Hàn Quốc. Có thể tối đa khối lượng sản xuất và tối thiểu nguy cơ thất bại do thiên tai, lỗi hệ thống và các yếu tố khác bằng cách có được những dữ liệu về tăng trưởng, thời tiết và thiết bị nông nghiệp.

Phân tích dữ liệu ở giai đoạn ra quyết định liên quan đến phân tích dữ liệu từ giai đoạn giám sát và xác định những công việc nông nghiệp cần thiết. Trong giai đoạn này, dữ liệu thu thập được tích lũy, xử lý và phân tích dưới dạng dữ liệu lớn. Sau đó, các quyết định hiệu quả và chính xác về dữ liệu được đưa ra theo cách vượt trội trí thông minh, trí tuệ và kinh nghiệm của con người.

Ngoài ra, dữ liệu môi trường về quá trình canh tác có thể thu thập thông qua một

nền tảng dịch vụ nông nghiệp bằng cách sử dụng dữ liệu lớn. Thông tin này có thể được sử dụng để đánh giá các xu hướng bán hàng trên thị trường theo phân tích ưu tiên thị trường, và sau đó là dữ liệu (môi trường canh tác, thông tin về sâu bệnh, thông tin về khí hậu và thời tiết, độ phì nhiêu của đất, sự phù hợp về địa hình, v.v.) có thể được phản hồi lại cho nông dân để tối ưu hóa môi trường sản xuất. Trong những năm gần đây, dữ liệu lớn và trí tuệ nhân tạo đã được sử dụng để mở rộng mạnh các lĩnh vực kỹ thuật di truyền trong nông nghiệp và chăn nuôi.

Phương pháp “Áp dụng biến đổi theo vùng đất” bằng cách sử dụng máy móc nông nghiệp thông minh là giai đoạn thứ ba của quy trình này. Trong giai đoạn trước, quyết định tối ưu được lựa chọn cho từng địa điểm. Còn giai đoạn này, nhập nguyên liệu nông trại sẽ được định lượng trước phù hợp với địa điểm. Trong nông nghiệp quảng canh, một vài chiếc máy kéo có thể hoàn thành các nhiệm vụ tương tự (ví dụ như phun thuốc diệt cỏ) ở những vị trí khác nhau (nghĩa là, ở mức áp dụng tỷ lệ biến đổi) bằng cách tuân theo các khoảng cách nhất định. Trong tương lai, vào ban đêm, khi người nông dân đang ngủ, một con robot có thể được hướng dẫn bằng các thiết bị điện tử để đi vào cánh đồng, hoàn thành bất kỳ công việc đồng áng nào cần thiết rồi trở về nhà trước hoàng hôn. Giấc mơ này sẽ trở thành hiện thực trong tương lai gần nhờ CMCN 4.0.

3.2. Phân phối nông sản

Phân phối nông nghiệp là một lĩnh vực khác trong đó các công nghệ CMCN 4.0 sẽ tạo ra những đổi mới đột phá. Trong mỗi cuộc cách mạng công nghiệp trước đây, mô hình tiêu thụ nông sản thay đổi rất nhiều. Trước cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất, 90% dân số thế giới tham gia vào nông nghiệp, vì vậy sự khác biệt giữa người sản xuất và người tiêu dùng không rõ ràng. Cuộc cách mạng công nghiệp đầu tiên là một kỷ nguyên tự cung tự cấp, trong đó các nhà sản xuất sớm trở thành người tiêu dùng. Nguyên liệu thô được tiêu thụ nhanh chóng và có rất ít nguyên liệu thô được xử lý. Ở cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ hai, các sản phẩm dư thừa bắt đầu xuất hiện vì thế công nghệ chế biến và tích trữ được phát triển. Trong thời kỳ này, một bộ phận nông dân bắt đầu chuyển sang các ngành công nghiệp sản xuất và dịch vụ. Sự tách biệt giữa nông dân và người tiêu dùng ở thành thị trở nên rõ ràng, do đó làm tăng tầm quan trọng và mức độ cần thiết của phân phối.

Trong cuộc Cách mạng Công nghiệp thứ ba, sản phẩm dư thừa tăng lên và giá trị trọng tâm của tiêu thụ chuyển từ số lượng sang chất lượng. Nhờ số lượng người tiêu dùng ngày càng tăng, tiêu dùng chọn lọc đã trở nên phổ biến hơn và các chức năng phân phối trở nên quan trọng hơn.

Sự ra đời của một hệ thống đặt hàng nông sản theo yêu cầu có tính đến dân số già hóa và mở rộng tới hộ gia đình độc thân trong các vùng nông nghiệp và nông thôn, bao gồm kiểm soát khối lượng lô hàng thông qua dữ liệu lớn và kiểu chế độ ăn của người tiêu dùng, cho thấy CMCN 4.0 có thể tạo ra những đột phá trong lĩnh vực phân phối nông nghiệp. Thông tin như giá cả sản xuất nông nghiệp, cây trồng và phân phối bao gồm dữ liệu cơ bản cần để quản lý cung và cầu. Bằng cách áp dụng công nghệ CMCN 4.0, rất nhiều loại dữ liệu bao gồm sản xuất nông nghiệp, thông tin khí hậu, cơ cấu dân số, và dữ liệu người tiêu dùng, được phân tích toàn diện. Theo cách này, có

thể sản xuất ra những sản phẩm tùy chỉnh để tối ưu hóa cung và cầu một cách tự chủ. Đồng thời, chính phủ có thể điều chỉnh thời gian và đầu ra để ổn định giá cả.

3.3. Tiêu thụ nông sản

Trong CMCN 4.0, dự kiến tiêu thụ một lần nữa sẽ khác biệt với các cuộc cách mạng trước. Khi thông tin người tiêu dùng và nhà sản xuất được liên kết trong thời gian thực, thì thông tin phù hợp nhất với cả hai sẽ dễ dàng được chọn ra. Các công nghệ CMCN 4.0 cũng sẽ cung cấp thông tin thương mại và thông tin chất lượng. AI liên kết với dữ liệu lớn sẽ có thể khiến cho các giao dịch ổn định bằng cách kết nối thông tin sản xuất với thông tin giao dịch. Ví dụ, chiếc tủ lạnh thông minh sẽ có thể tự động làm mới thức ăn dự trữ của nó theo thời gian thực tại, dựa vào mức tiêu thụ. Một chiếc tủ lạnh như thế cũng có thể được liên kết với một hệ thống quản lý thông tin dinh dưỡng và sức khỏe gia đình. Nó thậm chí còn có thể nấu thức ăn cho các thành viên trong gia đình dựa trên nhu cầu dinh dưỡng của từng thành viên trong gia đình. Ngoài ra, in 3D sẽ cho phép mọi người tham gia vào quá trình tự sản xuất thực phẩm, vật liệu nông nghiệp, các bộ phận máy móc nông nghiệp và công cụ. Máy in 3D thậm chí có thể được sử dụng để sản xuất ra thực phẩm chức năng lành mạnh cho trẻ em và người cao tuổi, kể cả thực phẩm chế biến mềm dễ nhai.

3.4. Tác động đến môi trường nông thôn và đời sống nông thôn

CMCN 4.0 sẽ làm biến đổi sản xuất, phân phối và tiêu thụ như cũng như môi trường nông thôn và đời sống nông thôn. Đồng thời, nó sẽ tiếp tục phát triển các hệ thống nông nghiệp bằng cách vượt qua những vấn đề tồn đọng vẫn chưa được giải quyết bằng công nghệ hiện có. Dự kiến những kỹ thuật này sẽ được áp dụng cho các vùng trang trại thực tế, vì vậy sẽ cần sự chuẩn bị cũng như thời gian để thích ứng.

Các công nghệ CMCN 4.0 có thể mở rộng ngành nông nghiệp một cách đa dạng, từ nông nghiệp theo định hướng sản xuất đơn giản đến nông nghiệp đô thị, nông nghiệp phục hồi (healing agriculture), nông nghiệp vật liệu và hội tụ công nghiệp. Ví dụ về vấn đề này là IoT, CPS¹, trải nghiệm nông nghiệp dựa trên điện toán đám mây và vật chất hóa du lịch, thông tin về sức khỏe nông dân cao tuổi bằng cách sử dụng các thiết bị IoT đeo được, phục hồi chức năng áp dụng cho các mô hình chữa bệnh động vật và thực vật, IoT, điện toán đám mây và nông nghiệp đô thị bằng cách sử dụng công nghệ điện thoại di động. Ngoài ra, các công nghệ CMCN 4.0 được kỳ vọng sẽ tìm ra giải pháp cho những vấn đề tồn tại và các bệnh ác tính chưa thể giải quyết được bằng các công nghệ hiện có, chẳng hạn như mùi hôi của động vật, cúm gia cầm và bệnh lở mồm long móng. Trên hết, CMCN 4.0 sẽ tạo ra việc làm mới bằng cách kết hợp các công nghệ đa dạng như hội tụ công nghiệp và công nghệ lai. Ngoài ra, những biến đổi lớn sẽ diễn ra trong những lĩnh vực như quản lý rủi ro, công nghiệp hóa sinh học và phân tích tự động.

¹ CPS (cyber physical system): Hệ thống không gian mạng thực ảo, gồm robot, các thiết bị y tế, tích hợp theo thời gian thực phần mềm với môi trường trong không gian mạng

II. NÔNG NGHIỆP 4.0 - ĐỘT PHÁ HỆ THỐNG BẰNG NHỮNG CÔNG NGHỆ MỚI

Lĩnh vực nông nghiệp đang trải qua những bước chuyển đổi cơ bản. Cuộc cách mạng công nghệ đầu tiên trong lĩnh vực nông nghiệp trải qua giai đoạn ấn tượng: Từ năm 1961 tới 2004, sản lượng ngũ cốc ở Đông Á tăng 2,8%/năm, hay hơn 300% trong toàn giai đoạn, được thúc đẩy nhờ những phương thức canh tác hiện đại, bao gồm tưới tiêu, sử dụng phân bón, thuốc trừ sâu và phát triển những giống cây trồng mới có năng suất cao hơn.

Nhưng cho tới nay hiệu quả đạt được đang giảm. Tốc độ tăng năng suất đang dần chững lại, còn những thách thức ngày càng lớn hơn: Tới năm 2050, thế giới phải sản xuất thêm 70% lượng lương thực, sử dụng năng lượng, phân bón và thuốc trừ sâu ít đi trong khi giảm mức phát thải khí nhà kính GHG và đối phó với khí hậu biến đổi. Vì vậy, những công nghệ cũ phải được tối đa hóa và phải tìm ra những công nghệ mới.

Nông nghiệp 4.0, cuộc cách mạng nông nghiệp sắp diễn ra, phải là một cuộc cách mạng “xanh”, với khoa học và công nghệ giữ vai trò chủ đạo. Nông nghiệp 4.0 sẽ cần phải tính tới khía cạnh cầu lẫn khía cạnh cung/chuỗi giá trị trong phương trình cân bằng thực phẩm khan hiếm, sử dụng công nghệ không chỉ đơn giản vì mục đích đổi mới mà còn nhằm để cải thiện và giải quyết nhu cầu thực sự của người tiêu dùng và tái cơ cấu chuỗi giá trị. Trang trại hiện đại và hoạt động nông nghiệp sẽ vận hành khác biệt, chủ yếu là nhờ những tiến bộ công nghệ, gồm cảm biến, thiết bị, máy móc và công nghệ thông tin. Nông nghiệp trong tương lai sẽ sử dụng các công nghệ tinh vi, ví dụ như robot, cảm biến nhiệt độ và độ ẩm, ảnh trên không và công nghệ GPS. Những tiến bộ này sẽ khiến các doanh nghiệp đạt được nhiều lợi nhuận, hiệu quả hơn, an toàn hơn và thân thiện với môi trường.

Nông nghiệp 4.0 sẽ không còn phải phụ thuộc vào việc cung cấp nước, phân bón và thuốc trừ sâu trên khắp các cánh đồng. Thay vào đó, nông dân sẽ sử dụng những lượng tối thiểu, hoặc thậm chí loại bỏ hoàn toàn những thành phần này khỏi chuỗi cung cấp. Họ có thể canh tác ở những vùng khô cằn và sử dụng những nguồn tài nguyên dồi dào và sạch như năng lượng mặt trời và nước biển để sản xuất lương thực.

Một điểm thuận lợi là những tiến bộ trong lĩnh vực công nghệ và kỹ thuật số đang dần được ứng dụng trên khắp lĩnh vực nông nghiệp, làm thúc đẩy toàn bộ chuỗi giá trị thực phẩm. Theo Agfunder, số lượng các startup công nghệ nông nghiệp đã tăng hơn 80 % mỗi năm kể từ năm 2012. Các startup công nghệ nông nghiệp đang bùng nổ, với rất nhiều doanh nhân và nhà đầu tư quan tâm tới lĩnh vực này: những tỷ phú hàng đầu thế giới như Bill Gates, Richard Branson, Jack và Suzy Welch, cùng với quỹ VC DFJ (nổi tiếng với các khoản đầu tư vào Tesla và Twitter) và tập đoàn thực phẩm Cargill, đã đầu tư vào Memphis Meats, một công ty tiên phong trong lĩnh vực thịt sạch. Quỹ Tầm nhìn SoftBank, dưới sự lãnh đạo của tỷ phú Nhật Bản Masayoshi Son, đang rót 200 triệu USD vào startup Plenty, một công ty khởi nghiệp trong lĩnh vực canh tác trong nhà theo chiều thẳng đứng. Ngoài ra, còn có những người khác tham gia vào các vòng tài trợ cho Plenty bao gồm tỷ phú Jeff Bezos của Amazon và tỷ phú công nghệ Eric Schmidt.

Vậy, đáp án mà các công nghệ và giải pháp mới của Nông nghiệp 4.0 đưa ra để giải

bài toán thực phẩm khan hiếm sẽ như thế nào? Hiện nay, có ba xu hướng chung mà công nghệ đang đột phá lĩnh vực nông nghiệp như sau:

- Sản xuất hoàn toàn khác bằng cách sử dụng các kỹ thuật mới
- Sử dụng các công nghệ mới để đưa sản xuất thực phẩm tới người tiêu dùng, tăng hiệu quả trong chuỗi thực phẩm
- Kết hợp các công nghệ và các ứng dụng liên ngành.

2.1. Sản xuất hoàn toàn khác bằng cách sử dụng những kỹ thuật mới

Thủy canh

Thủy canh (Hydroponics), một phương thức nhỏ thuộc phương thức canh tác thủy sinh (Hydroculture), là phương pháp trồng cây không cần đất, sử dụng các dung dịch dinh dưỡng khoáng trong dung môi nước. Ví dụ, Sundrop, một công ty có trụ sở tại Australia, đã phát triển công nghệ nước biển thủy canh bằng cách kết hợp năng lượng mặt trời, khử muối với nông nghiệp để trồng rau ở bất kỳ vùng nào. Hệ thống này bền vững, không dựa vào nhiên liệu hóa thạch (hệ thống này lấy năng lượng từ mặt trời), và không cần đất. Công nghệ của startup này đã tích hợp các công nghệ năng lượng mặt trời, phát điện, sản xuất nước ngọt, với thủy canh. Kết quả là startup này đã sản xuất ra lượng thực phẩm tương đương với thực phẩm được trồng bằng các phương pháp truyền thống. Bằng cách sử dụng thủy canh, Sundrop có thể lắp đặt một nhà kính nước biển – tích hợp giữa năng lượng mặt trời, khử muối và nông nghiệp - để trồng rau ở bất cứ đâu trên thế giới.

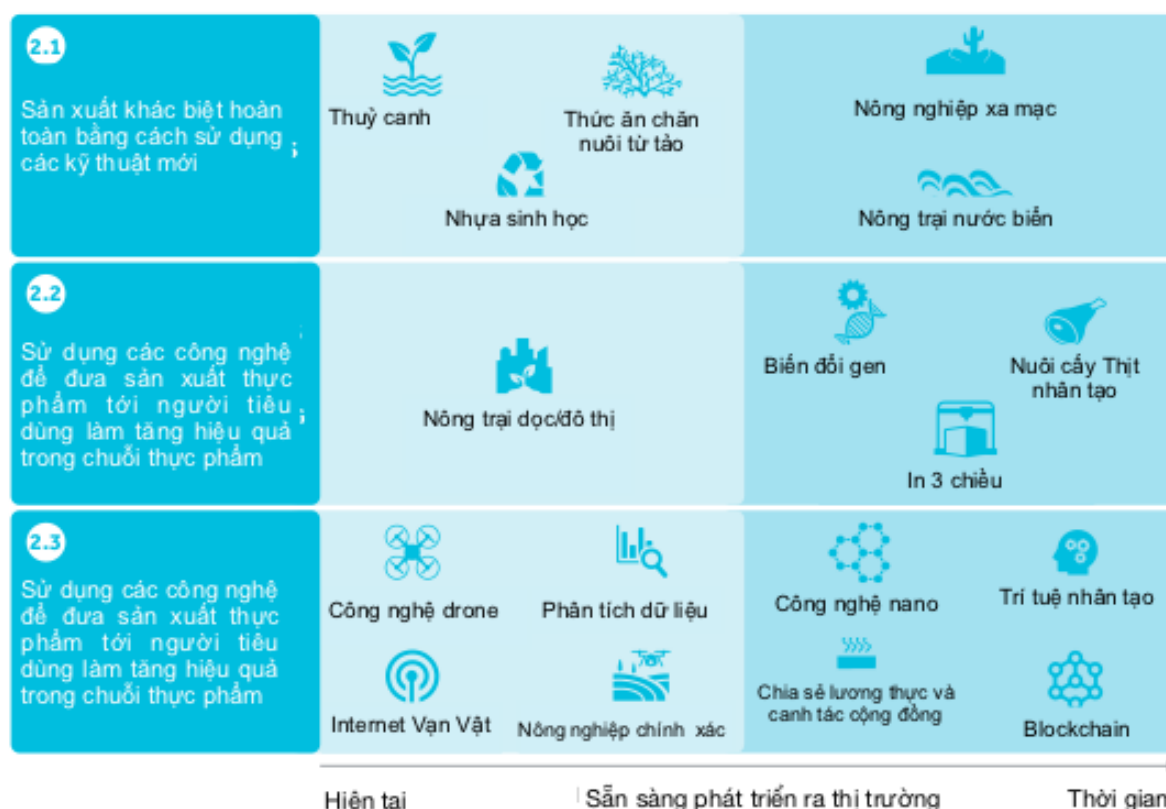
Thức ăn chăn nuôi từ tảo

Tảo được nuôi trong các vùng canh tác thủy sản có thể trở thành nguyên liệu thay thế cho thức ăn chăn nuôi và bột cá. Chi phí nuôi trồng tảo ở hầu hết các khu vực giao động từ 400 USD đến 600 USD mỗi tấn, góp phần tiết kiệm 60% đến 70% so với bột cá vốn có chi phí lên tới 1.700 USD/tấn. Thêm vào đó, tảo là một nguồn nguyên liệu chăn nuôi đáng tin cậy hơn bột cá, do nguồn cung của nó không phụ thuộc vào việc đánh bắt cá. Việc này giúp các nhà sản xuất có thể kiểm soát chi phí tốt hơn và có khả năng dự đoán các khoản đầu tư hoặc kết quả tài chính trong tương lai nhờ giảm rủi ro trong các hoạt động nuôi trồng thủy sản.

Cá là nguồn nguyên liệu làm thức ăn chăn nuôi quan trọng nhất. Chỉ có một tỷ lệ nhỏ sản lượng cá toàn cầu thực sự được dành cho nhu cầu tiêu thụ của con người, phần còn lại được sử dụng làm thức ăn cho cá và gia súc. Tỷ lệ cá được chế biến thành bột cá không còn khả năng tăng lên do nhu cầu về các sản phẩm từ cá ngày càng tăng tại các nền kinh tế mới nổi như Trung Quốc. Ngoài ra, các nhà khoa học nghi ngờ về khả năng tăng mức đánh bắt theo hướng bền vững của thế giới.

Xu hướng tương tự cũng xảy ra đối với thức ăn cho động vật, đặc biệt là cho gia súc, vốn là những lĩnh vực kém hiệu quả nhất trong sản xuất thực phẩm. Tỷ lệ chuyển đổi là 15% hoặc thậm chí còn thấp hơn, điều này có nghĩa là phải mất 1 kg thức ăn cho gia súc để đổi lấy 150-gram thịt. Rõ ràng, thức ăn chăn nuôi dựa trên tảo sẽ là một nguyên liệu thay thế hiệu quả và rẻ tiền.

Bản đồ Các công nghệ và Mức trưởng thành



Nông nghiệp xa mạc và nông trại nước biển

Phần lớn bề mặt của thế giới được nước bao phủ, dưới dạng các đại dương. Phần lục địa của Trái đất chỉ chiếm khoảng 29% diện tích bề mặt. Trong số 29% còn lại này, một phần ba là các loại xa mạc. Để giải quyết khủng hoảng lương thực, thế giới buộc phải biến xa mạc và biển thành những vùng sản xuất thực phẩm, một nỗ lực đòi hỏi sự kết hợp chất xám của những những bộ óc thông minh nhất, các trường đại học và các cơ sở nghiên cứu.

Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Vua Abdullah (KAUST) ở Ả Rập Saudi đang dẫn đầu nghiên cứu về lĩnh vực nông nghiệp sa mạc: Sáng kiến Nông nghiệp Sa mạc tại KAUST đang tìm cách giải quyết một loạt những thách thức trên phạm vi rộng xảy ra trong lĩnh vực nông nghiệp trong môi trường sa mạc. KAUST đang tiến hành nghiên cứu trên cả hai phương diện sinh học và phi sinh học. Các lĩnh vực chính trong nghiên cứu sinh học bao gồm: Những công nghệ kỹ thuật gen để điều khiển các hệ thống sinh học; sinh trưởng và phát triển của thực vật; các chất ổn định sinh trưởng làm cải thiện cây trồng hoặc đáp ứng với những điều kiện bất lợi; và các hormon thực vật có khả năng kích thích mọc mầm và phát triển bộ rễ theo mức dinh dưỡng.

Nếu xét tới những tổn thất thu hoạch do hạn hán, nhiễm mặn và nhiệt nóng chiếm đến 60% của tổng năng suất, thì việc cải thiện khả năng chịu áp lực phi sinh học sẽ là chìa khóa để cải thiện cây trồng. Khả năng thích nghi với những môi trường áp lực cực cao của thực vật phụ thuộc vào sự liên kết với những vi khuẩn cụ thể. KAUST đang tìm cách: xác định những vi khuẩn liên quan đến thực vật phát triển trong những

môi trường cực nóng, hạn hán và nhiễm mặn; xác định các cơ chế phân tử cho phép thực vật thích nghi với những điều kiện môi trường cực đoan do những liên kết vi sinh vật gây ra; và sử dụng các hệ sinh vật rễ thích hợp để làm tăng khả năng chịu áp lực của thực vật và góp phần làm tăng sản lượng lương thực cây trồng một cách bền vững.

Cuối cùng, KAUST cũng đang nghiên cứu để nhân giống những loại cây trồng có khả năng chịu áp lực cao bằng nghiên cứu sự phụ thuộc giữa khả năng kháng mầm bệnh, chịu áp lực và năng suất với bộ nhớ soma và vai trò của việc điều chỉnh các yếu tố nhiễm sắc thể đối với khả năng chịu áp lực của cây trồng trong tương lai.

Bao bì bền vững: Bao bì sinh học

Các công nghệ và giải pháp mới đang đột phá không chỉ khía cạnh sản xuất của chuỗi giá trị mà còn cả khía cạnh bao bì thực phẩm. Lĩnh vực này đang ít có những biến chuyển, với 100 triệu tấn rác trôi dạt trên khắp các đại dương, phần lớn là túi và hộp thực phẩm nhựa dùng một lần. Người tiêu dùng đang ngày càng thúc giục các công ty phát triển các loại hộp và túi nhựa thực phẩm có thể tái chế và phân hủy sinh học.

Nhựa sinh học đã có từ hơn 20 năm qua. Tuy nhiên, phần lớn các công ty đều không nỗ lực phát triển bao bì sinh học trên cơ sở hứa hẹn mang lại tính năng đóng gói tương tự như của bao bì nhựa và 100% phân hủy hoàn toàn vào tự nhiên mà không có tác động có hại. Giờ đây, TIPA một công ty khởi nghiệp đang muốn thay đổi hoàn toàn tình trạng này. TIPA được thành lập để tìm ra các giải pháp bao bì nhựa khả thi. Tầm nhìn của startup này là tạo ra một loại nhựa đóng gói có thể tái chế và phân hủy, có giá thành tương đương với trái cây hoặc rau. Đó là loại màng bọc mà khi bỏ đi, sẽ phân hủy và không để lại dư lượng độc hại. TIPA đã phát triển một loại bao bì nhựa dẻo tiên tiến phù hợp với các quy trình sản xuất thực phẩm hiện tại, cung cấp cho người tiêu dùng và các nhãn hàng cùng độ bền và thời hạn sử dụng mà họ mong đợi từ các loại màng nhựa thông thường, nhưng lại có thể phân hủy hoàn toàn vào môi trường tự nhiên sau khi được sử dụng, giống như rác thải thực phẩm thông thường.

2.2. Sử dụng công nghệ mới để đưa sản xuất lương thực tới người tiêu dùng, làm tăng hiệu quả trong chuỗi lương thực

Canh tác đô thị và thẳng đứng

Năm 2016, Các tiểu vương quốc Ả rập Thống nhất (UAE) đã phải nhập khẩu hơn bốn triệu tấn trái cây và rau quả. Nhằm thúc đẩy tăng hiệu quả chi phí, kinh doanh nông nghiệp quy mô thương mại có chức năng sản xuất các sản phẩm “tươi” cho dân cư địa phương sẽ là hướng phát triển mang lại lợi ích cho cả Chính phủ UAE lẫn người dân.

Canh tác thẳng đứng chính là câu trả lời cho việc cung cấp sản xuất chất lượng cao một cách bền vững. Canh tác thẳng đứng là quy trình trồng các cây lương thực trong các lớp khay xếp chồng lên nhau theo chiều thẳng đứng, sản xuất lương thực ở các môi trường đầy thách thức nơi không có các loại đất thích hợp. Kết hợp với với nông nghiệp đô thị, quy trình này sử dụng những phương thức địa canh, thủy canh, hoặc khí canh. Quy trình này sử dụng nước, phân bón và chất dinh dưỡng ít hơn đến 95%, và đặc biệt là không có thuốc trừ sâu, trong khi lại làm tăng năng suất.

Từ năm 2004, startup AeroFarms có trụ sở tại Hoa Kỳ đã xây dựng, sở hữu và vận hành các trang trại thẳng đứng trong nhà để phát triển những loại thực phẩm an toàn và bổ dưỡng. Công ty này dẫn đầu thế giới trong lĩnh vực canh tác theo chiều dọc quy mô thương mại công nghệ cao, theo định hướng dữ liệu. Nông trại của công ty có thể canh tác quanh năm, cho phép đạt được sản lượng tiềm năng với năng suất gấp 390 lần so với một trang trại truyền thống có cùng diện tích. Sản xuất không bị phụ thuộc vào các sự kiện thời tiết khắc nghiệt hoặc thay đổi theo mùa. Do các sản phẩm được trồng tại địa phương và không phải nhập khẩu, nên trái cây và rau quả sẽ tươi lâu hơn.

Tương tự, các nông trại trong nhà có quy mô cánh đồng của công ty Plenty có trụ sở tại San Francisco, Hoa Kỳ, đã kết hợp nông nghiệp và khoa học cây trồng với máy học, Internet vạn vật, dữ liệu lớn và công nghệ kiểm soát khí hậu, để sản xuất ra những loại thực phẩm lành mạnh trong khi lại giảm thiểu việc sử dụng nước và năng lượng. Gần đây, Plenty đã nhận được đầu tư từ Quỹ SoftBank Vision và Jeff Bezos, CEO của Amazon. Những khoản đầu tư này sẽ giúp công ty cải tiến hơn nữa trang trại của mình.

Các chính phủ cũng đã khởi xướng những sáng kiến về công nghệ này. Những kỹ thuật trồng trọt này đã góp phần thúc đẩy sự bùng nổ của lĩnh vực trồng trọt trong nhà ở Hà Lan: Các nhà kính hiện sản xuất 35% khối lượng rau của nước này, mặc dù chiếm chưa tới 1% diện tích đất nông nghiệp của đất nước.

Đại học Wageningen của Hà Lan đang dẫn đầu nhiều công trình nghiên cứu về những phương thức canh tác cây trồng trong nhà tốt nhất. Tuy nhiên, theo Leo Marcelis, giáo sư của trường Đại học Wageningen, cuộc cách mạng nông nghiệp của Hà Lan cần phải vượt ra khỏi phạm vi nhà kính vì canh tác trong nhà kính vẫn phải dựa vào một số ngoại lực ví dụ như ánh sáng mặt trời.

Tuy nhiên, để đạt hiệu quả chi phí, canh tác theo hướng thẳng đứng còn phụ thuộc vào mức giá điện có thể chấp nhận được. Chính phủ có thể hỗ trợ phát triển các trang trại này bằng cách trợ cấp điện hoặc những hình thức ưu đãi thuế khác. Những nước với dân số có trình độ học vấn cao, chi phí năng lượng thấp và chính phủ sẵn sàng tham gia vào các mối quan hệ đối tác công-tư sẽ trở thành những người đi đầu trong lĩnh vực này

Biến đổi gen và thịt nhân tạo

Cải tiến cây trồng thông qua các kỹ thuật nhân giống đã được sử dụng để phát triển cây lúa mì chịu hạn. Lúa mì chịu hạn chính là loại cây dẫn đầu làn sóng cải tiến năng suất đầu tiên ở các nước đang phát triển. Nhưng để giải quyết nhu cầu lương thực trong tương lai, kỹ thuật di truyền là cần thiết.

Công nghệ CRISPR (Clustered, regularly interspaced, short palindromic technology) là một hướng tiếp cận quan trọng mới tới lĩnh vực chỉnh sửa bộ gen, cho phép có thể chọn lọc nhiều hơn và làm giảm yếu tố may rủi. Kỹ thuật này không chỉ có thể tạo ra các giống có năng suất được cải tiến và có khả năng kháng lại các điều kiện bất lợi, mà còn có thể được sử dụng để nhân giống cây trồng có các vitamin, chất dinh dưỡng và khoáng chất thiết yếu. CRISPR còn đang thúc đẩy thế hệ mới các sản phẩm thực phẩm từ động vật được biến đổi gen.

Thịt nhân tạo (culturing meat) là một công nghệ tiên tiến có rất nhiều tiềm năng

nhưng vẫn ở trong giai đoạn phát triển nhạy cảm. Công nghệ này có tiềm năng to lớn tác động đến các lĩnh vực an ninh lương thực, môi trường, các bệnh liên quan đến thực phẩm từ động vật và các vấn đề phúc lợi động vật. MosaMeat, một công ty có trụ sở tại Hà Lan, là một trong số ít các công ty khởi nghiệp đang sử dụng công nghệ này. MosaMeat hiện đang nghiên cứu phát triển sản phẩm thịt xay nhân tạo (thịt làm bánh hamburger) mà công ty dự định sẽ đưa ra thị trường trong thời gian vài năm tới. Công ty cho rằng thịt được sản xuất từ phòng thí nghiệm, hay “thịt không cần giết mổ”, sẽ cung cấp cho dân số ngày càng tăng của thế giới những protein chất lượng cao trong khi lại tránh được nhiều vấn đề về môi trường và quyền động vật của phương pháp sản xuất thịt thông thường.

Áp dụng công nghệ In 3 chiều vào lĩnh vực thực phẩm

In 3 chiều, công nghệ đang trở nên quan trọng trong rất nhiều ngành công nghiệp chế tạo, hiện đang được ứng dụng vào sản xuất thực phẩm. In 3 chiều (còn được gọi là công nghệ chế tạo theo phương pháp đắp dần) là một quy trình theo đó các lớp vật liệu được hình thành để tạo ra các vật thể, trong trường hợp của thực phẩm là tạo ra những món ăn quen thuộc. Các chuyên gia tin rằng các máy in sử dụng keo thực phẩm hydrocolloid (các chất tạo thành gel khi kết hợp với nước) để thay thế cho các thành phần cơ bản của thực phẩm bằng những chất tái tạo được như tảo, bèo và cỏ.

Tổ chức Nghiên cứu Khoa học Ứng dụng của Hà Lan đã phát triển một phương pháp in dành cho vi tảo, một nguồn protein tự nhiên; các carbohydrate, các sắc tố, và chất chống oxy hóa; và đang biến những thành phần này thành thực phẩm ăn được ví dụ như cà rốt. Công nghệ về cơ bản là biến “chất bột nhão” thành các món ăn. Trong một nghiên cứu, các nhà nghiên cứu đã bổ sung thêm bột giun xay vào công thức bánh quy cookie.

Trong tương lai, cửa hàng tạp hóa có thể trữ các thùng bột nguyên liệu thực phẩm có hạn sử dụng nhiều năm thay vì các thành phẩm dễ hỏng, làm giải phóng không gian kệ hàng và giảm yêu cầu vận chuyển và lưu trữ. Ứng dụng thú vị nhất và đòi hỏi kỹ thuật cao đối với máy in thực phẩm 3 chiều đó là những chất thay thế cho thịt. Một số nhà nghiên cứu đã bắt đầu thử nghiệm với tảo để thay thế cho protein động vật, trong khi những người khác đang cố gắng chế tạo thịt từ các tế bào bò sinh trưởng trong phòng thí nghiệm.

2.3. Tích hợp các công nghệ và ứng dụng liên ngành

Trong những năm tới, hiệu quả và năng suất sẽ tăng khi “canh tác chính xác” ngày càng trở nên phổ biến và trang trại trở nên kết nối hơn. Ước tính đến năm 2020, hơn 75 triệu thiết bị IoT nông nghiệp sẽ được đưa vào sử dụng: Trang trại trung bình sẽ tạo ra 4,1 triệu điểm dữ liệu hàng ngày vào năm 2050, tăng từ 190.000 điểm trong năm 2014.

Nhưng trong khi số lượng thiết bị kết nối ngày càng tăng chứng tỏ các nhà sản xuất thực phẩm đang có cơ hội kết nối rất lớn, thì đồng thời nó cũng mang lại thêm nhiều vấn đề phức tạp. Giải pháp nằm ở việc sử dụng các công nghệ nhận thức giúp hiểu, học hỏi, lý luận, tương tác và làm tăng hiệu quả. Một số công nghệ được phát triển sâu hơn so với những công nghệ khác, nhưng đều hứa hẹn mang lại những đổi mới sáng tạo tuyệt vời. Dưới đây là một số những đổi mới sáng tạo có khả năng làm biến đổi

lĩnh vực nông nghiệp:

Internet Vạn vật (IoT): Chuyển đổi kỹ thuật số đang đột phá thế giới nông nghiệp. Các công nghệ IoT cho phép có các mối tương quan giữa các dữ liệu có cấu trúc và phi cấu trúc để mang lại những hiểu biết sâu sắc về sản xuất thực phẩm. Các nền tảng IoT như Watson của IBM đang áp dụng kỹ thuật máy học vào cảm biến hoặc dữ liệu từ máy bay không người lái, biến các hệ thống quản lý thành các hệ thống AI thực.

Tự động hóa các kỹ năng và lực lượng lao động: Đến năm 2050, Liên Hợp Quốc dự kiến 2/3 dân số thế giới sẽ sống ở đô thị, làm giảm lực lượng lao động ở nông thôn. Sẽ rất cần những công nghệ mới để giảm bớt khối lượng công việc cho nông dân: Các hoạt động sẽ được thực hiện từ xa, các quy trình sẽ được tự động hóa, rủi ro sẽ được xác định rõ và các vấn đề sẽ được giải quyết. Trong tương lai, các kỹ năng của người nông dân sẽ ngày càng được pha trộn giữa các kỹ năng công nghệ và kỹ năng sinh học thay vì chỉ là kỹ năng nông nghiệp thuần túy.

Canh tác dựa trên dữ liệu: Bằng cách phân tích và xác định tương quan thông tin về thời tiết, loại hạt, chất lượng đất, xác suất bệnh dịch, dữ liệu lịch sử, xu hướng thị trường và giá cả, nông dân sẽ có thể đưa ra những quyết định chính xác hơn.

Chatbot: Hiện tại, các chatbot được hỗ trợ bởi AI (trợ lý ảo) được sử dụng trong các lĩnh vực bán lẻ, du lịch, truyền thông và bảo hiểm. Nhưng nông nghiệp cũng có thể tận dụng công nghệ này bằng cách hỗ trợ nông dân bằng những câu trả lời và khuyến nghị về những vấn đề cụ thể.

Công nghệ máy bay không người lái (Drone)

Drone không phải là một công nghệ mới. Nhưng nhờ những khoản đầu tư và môi trường pháp lý thuận lợi, thời kỳ hoàng kim của công nghệ này đang tới: Giá trị của các giải pháp dựa trên drone trong tất cả các ngành công nghiệp ứng dụng có thể đạt hơn 127 tỷ USD. Và một trong những lĩnh vực hứa hẹn nhất chính là nông nghiệp, nơi drone có thể phát huy tiềm năng để giải quyết những thách thức lớn.

Công nghệ Drone đang mang lại cho nông nghiệp một cú chuyển công nghệ cao mạnh mẽ. Dưới đây là sáu cách mà drone sẽ được sử dụng trong suốt chu kỳ sống của cây trồng:

- **Phân tích đất và đồng ruộng:** Bằng cách tạo ra các bản đồ 3-D chính xác để phân tích đất sớm, drone có thể giữ vai trò trong giai đoạn dự kiến gieo hạt và thu thập dữ liệu để quản lý việc tưới tiêu và mức nitơ.
- **Trồng cây:** Các công ty khởi nghiệp đã tạo ra các hệ thống trồng cây bằng drone, làm giảm chi phí trồng trọt tới 85%. Những hệ thống này bắn các kén có chứa hạt và chất dinh dưỡng vào đất, cung cấp tất cả các chất dinh dưỡng cần thiết để cây phát triển.
- **Phun cây:** Drone có thể quét trên mặt đất, phun theo thời gian thực trên khắp các bề mặt. Kết quả là phun từ trên không bằng drone nhanh gấp năm lần so với các loại máy móc truyền thống.
- **Giám sát cây trồng:** Giám sát cây trồng không hiệu quả là một trở ngại rất lớn. Với drone, chuỗi ảnh động theo hành trình thời gian có thể cho thấy sự phát triển của cây trồng và chỉ ra những dấu hiệu không hiệu quả trong sản xuất, cho phép quản lý tốt hơn.

- *Tưới tiêu:* Drone cảm biến có thể xác định những phần nào trên cánh đồng đang bị khô hoặc cần được tưới nước.
- *Đánh giá mức độ khỏe mạnh:* Bằng cách quét cây trồng bằng cả ánh sáng khả kiến và cận hồng ngoại, các thiết bị chứa drone có thể giúp theo dõi những thay đổi ở cây này, chỉ ra mức độ khỏe mạnh của chúng và cảnh báo nông dân về bệnh dịch.

Trong tương lai, máy bay không người lái có thể sẽ bao gồm những dàn drone tự động, thu thập dữ liệu và thực hiện các nhiệm vụ. Trở ngại lớn nhất để trở thành hiện thực là các cảm biến có khả năng thu thập dữ liệu chất lượng cao và phần mềm siêu việt có thể biến giấc mơ công nghệ cao này thành hiện thực.

Blockchain và bảo mật chuỗi giá trị nông nghiệp

Blockchain, công nghệ sổ cái phân tán làm nên Bitcoin và các loại tiền điện tử khác, cho phép có các giao dịch kỹ thuật số và lưu trữ hồ sơ với độ an toàn cao. Mặc dù Blockchain chủ yếu được sử dụng trong các loại tiền ảo, nó cũng có thể được áp dụng cho các loại giao dịch khác, bao gồm giao dịch trong lĩnh vực nông nghiệp.

Blockchain có thể làm giảm sự thiếu hiệu quả, gian lận và cải thiện mức độ an toàn thực phẩm, trả lương cho nông dân... Bằng cách cải thiện khả năng truy xuất nguồn gốc trong chuỗi cung ứng, công nghệ này cho phép các cơ quan quản lý nhanh chóng xác định được nguồn gốc thực phẩm bị ô nhiễm và xác định phạm vi sản phẩm bị ảnh hưởng trong các sự cố ô nhiễm. Ngoài ra, công nghệ này có thể làm giảm chất thải bằng cách phát hiện các điểm tắc nghẽn trong chuỗi cung ứng góp phần làm tăng thực phẩm bị hỏng.

Tính minh bạch của blockchain cũng có thể giúp chống lại hiện tượng lừa đảo trong lĩnh vực thực phẩm. Khi nhu cầu của người tiêu dùng về thực phẩm hữu cơ, phi GMO và kháng sinh tăng vọt, có rất nhiều trường hợp dán nhãn gian lận. Những giao dịch nhỏ nhất dù ở nông trại, nhà kho, hay nhà máy đều có thể được giám sát hiệu quả và thông báo trên toàn bộ chuỗi cung ứng khi được kết hợp với các công nghệ IoT, chẳng hạn như các cảm biến và thẻ RFID. Maersk, một công ty vận chuyển và logistic, có các chuỗi cung ứng nội địa, với vài chục nhân sự và hàng trăm mối tương tác. Họ ước tính Blockchain có thể giúp họ tiết kiệm hàng tỷ USD bằng cách cải thiện hiệu suất, làm giảm gian lận và lỗi của con người.

Ngoài ra, công nghệ Blockchain có thể ngăn chặn việc thổi/ép giá và chậm thanh toán, đồng thời loại bỏ người trung gian và giảm phí giao dịch, dẫn đến giá hợp lý hơn và giúp người nông dân sản xuất nhỏ nắm giữ được phần lớn giá trị cây trồng của họ.

Công nghệ nano và canh tác chính xác

Cuộc cách mạng Xanh của thế kỷ 20 bị thúc đẩy bởi việc sử dụng mù quáng thuốc trừ sâu và phân bón hóa học, dẫn đến mất đa dạng sinh học đất và giảm đề kháng chống lại mầm bệnh và sâu bệnh. Cuộc cách mạng mới sẽ là nông nghiệp chính xác, được thúc đẩy bởi công nghệ nano. Trong cuộc cách mạng này, các hạt nano sẽ được truyền chính xác tới cây trồng còn các cảm biến sinh học tiên tiến được sử dụng cho canh tác chính xác. Phân bón, thuốc trừ sâu và thuốc diệt cỏ thông thường sẽ được nén thành các hạt nano sẽ giải phóng các chất dinh dưỡng và hóa chất nông nghiệp theo cách thức chậm và liên tục, đem đến những liều lượng chính xác cho cây trồng.

Những lợi ích của canh tác chính xác công nghệ nano là:

- Khoảng 60% phân bón được sử dụng bị thất thoát vào môi trường, gây ra ô nhiễm. Phân bón nano giúp phát tán chậm, bền vững hóa chất nông nghiệp, dẫn đến liều lượng chính xác
- Bảo vệ và xử lý bệnh dịch tốt hơn
- Các cảm ứng sinh học có thể phát hiện thuốc trừ sâu trong cây trồng, dẫn đến những quyết định hiệu quả hơn.

Chia sẻ thực phẩm và crowdfunding

Cuối cùng, nền kinh tế chia sẻ và crowdsourcing (thuê ngoài đám đông) cũng giữ một vị trí trong việc ngăn chặn chất thải thực phẩm. Công nghệ cho phép cộng đồng chia sẻ hàng hóa và dịch vụ, trở nên phổ biến trước hết trong lĩnh vực chia sẻ chuyến đi và chia sẻ nhà và bây giờ nó đang được áp dụng cho mọi ngành công nghiệp, bao gồm cả thực phẩm.

Startup Olio, một startup xã hội, đã xây dựng một ứng dụng kết nối mọi người với hàng xóm và các cửa hàng địa phương để có thể chia sẻ thực phẩm dư thừa, thay vì bị vứt bỏ. Một dự án kinh doanh xã hội khác, Naranjas del Carmen, đã phát triển khái niệm Crowdfarming (canh tác cộng đồng). Naranjas del Carmen đã tạo ra một hệ thống kết nối người sở hữu cây trồng và đất với người nông dân canh tác. Theo cách này, quả của những cây đó được chuyển tới người chủ, tạo ra một liên kết trực tiếp giữa sản xuất và tiêu dùng và tránh sản xuất thừa và lãng phí theo chuỗi giá trị.

2.4. Công nghệ nông nghiệp (Agtech)

Cho tới gần đây, thuật ngữ “Agtech - công nghệ nông nghiệp” được sử dụng đề cập đến các loại thiết bị nặng chứ không phải phần mềm. Nhưng số hóa đang nhanh chóng biến đổi mọi khía cạnh của ngành nông nghiệp toàn cầu. Áp lực từ nhu cầu lương thực ngày càng tăng, đô thị hóa và khan hiếm nước sẽ tiếp tục mở ra những cơ hội đổi mới cho lĩnh vực nông nghiệp cũng như cho Agtech.

Cuộc cách mạng nông nghiệp của thế kỷ 20 đã nuôi sống thành công hàng tỷ người. Ngày nay, nông nghiệp là một trong những ngành công nghiệp lớn nhất trên thế giới. Nhưng năng suất nông nghiệp đang chững lại ở nhiều nơi trên thế giới, thậm chí ngay cả khi sản lượng nông nghiệp cần phải tăng tới 60% đến năm 2050 so với mức sản lượng của giai đoạn từ 2005-2007, để đáp ứng với nhu cầu dinh dưỡng của dân số toàn cầu tăng từ 7,6 tỷ lên 9,7 tỷ người. Bên cạnh đó, phát thải khí nhà kính từ nông nghiệp cũng đang tăng lên, thực phẩm bị lãng phí nhiều hơn, nguồn cung đất trồng trọt không tăng, còn nguồn nước ngọt sẽ phải đối mặt với mức thiếu hụt tới 40% vào năm 2030.

Tuy vậy, những thách thức này cũng đồng thời mở ra cơ hội kinh doanh cho những phương thức mới để sản xuất, cung cấp và lưu trữ thực phẩm một cách bền vững và sáng tạo. Xu hướng số hóa ngày càng tăng, đặc biệt được thúc đẩy bởi các công ty khởi nghiệp, sẽ thúc đẩy tiến bộ và đảm bảo ngành nông nghiệp có thể đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng trong thế kỷ 21.

Công nghệ nông nghiệp là gì?

Báo cáo Phát triển Thế giới Nước của Liên hiệp Quốc coi “Công nghệ nông nghiệp

(Agtech) là các phương thức thực hành, công cụ hoặc quy trình xử lý ở nông trại theo hướng khoa học bao gồm cây trồng biến đổi sinh học / biến đổi gen, nhân giống độc quyền, nông nghiệp GPS / chính xác, thiết bị cải tiến và quản lý nước, các phương thức thực hành quản lý tốt nhất dựa trên bảo tồn, sản xuất thực phẩm và các tiến bộ liên quan”. Theo báo cáo này, Agtech bao gồm, nhưng không giới hạn ở khoa học sinh học nông nghiệp, nông nghiệp dữ liệu, tự động hóa và robot, chuỗi cung ứng và logistics, chế biến nông nghiệp, thực phẩm và thịt nhân tạo, canh tác khép kín.

Đầu tư vốn mạo hiểm vào Công nghệ nông nghiệp (Agtech) đã tăng gấp bốn lần trong giai đoạn 2014 đến 2017, từ 185 triệu USD lên 877 triệu USD. Tuy vậy, con số này mới chỉ chiếm một phần trăm tổng đầu tư vốn mạo hiểm năm 2017. Điều đó có nghĩa là công nghệ nông nghiệp là lĩnh vực còn rất nhiều tiềm năng tăng trưởng. Các nhà hoạch định chính sách giữ vai trò rất lớn trong việc phát triển tiểu ngành Agtech, sửa đổi các chính sách theo nhu cầu địa phương hóa, kết nối nông dân với các nhà đổi mới và cung cấp hỗ trợ cơ sở hạ tầng hữu hình và vô hình.

Những động lực và xu hướng chính

Số người trên thế giới làm việc trong lĩnh vực nông nghiệp rất lớn, nhưng lĩnh vực này lại chỉ đóng góp 3,8% vào giá trị gia tăng toàn cầu (tính theo GDP). Từ giữa thế kỷ trước, năng suất nông nghiệp đã tăng lên đáng kể, tuy nhiên nông nghiệp vẫn đóng góp ít hơn so với các ngành khác. Nông nghiệp đã bị tụt hậu so với các ngành công nghiệp khác về số hóa và đổi mới. Theo Chỉ số Số hóa Công nghiệp của Viện toàn cầu McKinsey, trong số các ngành công nghiệp lớn, nông nghiệp là một trong những ngành ít số hóa nhất.

Xét quy mô của ngành nông nghiệp, thu nhập ròng nông hộ toàn cầu (net farm income) là 120 tỷ USD và tài sản nông nghiệp trị giá khoảng 2 nghìn tỷ USD – đó chính là cơ hội lớn đối với đầu tư vào số hóa và tự động hóa nông nghiệp.

Các công ty đang tăng cường hoạt động trong lĩnh vực Agtech. Việc startup Climate Corp được mua lại với giá 930 triệu USD trong năm 2013 đã mở ra xu hướng các công ty nông nghiệp đầu tư vào các startup Agtech. Mặc dù sau đó vẫn chưa có thêm một khoản đầu tư nào khủng như vậy, nhưng chắc chắn vốn đầu tư mạo hiểm của công ty (CVC) rót vào các công ty khởi nghiệp Agtech đang tăng lên. Theo PitchBook, luồng CVC đã tăng từ dưới 100 triệu USD năm 2013 lên hơn 600 triệu USD trong năm 2017 (tháng 1 tới tháng 11). Số lượng giao dịch tăng theo hệ số năm trong cùng khung thời gian, đạt 30 giao dịch vào năm 2017 (Tháng 1 - tháng 11). Theo CB Insights, các tập đoàn khủng đầu tư vào Agtech cũng tăng mạnh, từ hai tập đoàn năm 2013 tăng lên 20 vào năm 2016 rồi tăng lên 32 vào năm 2017. Hai tập đoàn lớn như Monsanto và Syngenta đều rót vốn đầu tư mạo hiểm vào các công ty Agtech. Từ năm 2012 đến 2016, hai tập đoàn này là một trong những nhà đầu tư mạo hiểm tích cực nhất (xếp thứ 2 và 4 tương ứng về số lượng đầu tư). Các tập đoàn cũng nỗ lực phát triển mối quan hệ với các chương trình gia tốc tập trung vào Agtech, với hy vọng tiếp cận các startup giai đoạn đầu.

Không chỉ vậy, các công ty nông nghiệp truyền thống, ngoài các khoản đầu tư vào Agtech, cũng tích cực đầu tư vào các startup tập trung vào khoa học dữ liệu, công nghệ sinh học, phân tích, AI, IoT, v.v., những lĩnh vực khoa học có thể có nhiều ứng

dụng trong hoạt động nông nghiệp.

Canh tác IoT và cuộc cách mạng 5G

Nông dân trên toàn thế giới ngày càng tăng cường truy cập vào điện thoại thông minh và internet. Những thành phần trong hệ sinh thái nông nghiệp từ nông dân, nhà sản xuất thiết bị và các công ty nông nghiệp khác đều đang triển khai các công nghệ dựa trên IoT và gặt hái được nhiều lợi ích. Kết nối 5G có thể mang lại cho các khu vực nông thôn internet tốc độ cao, đáng tin cậy, tạo điều kiện sử dụng các ứng dụng và quản lý dữ liệu của Canh tác thông minh kết nối Internet vạn vật (Smart Farming IoT). Canh tác thông minh IoT sẽ có nhiều ứng dụng ở rất nhiều các hoạt động liên quan đến nông nghiệp, giải quyết nhiều vấn đề mà ngành công nghiệp phải đối mặt. Các ứng dụng tiềm năng sẽ bao gồm quản lý nước, cung cấp phân bón theo nước tưới (fertigation), giao tiếp cây trồng, giám sát mức độ trưởng thành và an toàn của vật nuôi, giám sát cây trồng trên không, và gieo mạ, gieo hạt và phun thuốc.

Nhu cầu địa phương thúc đẩy đổi mới sáng tạo trong các cụm Agtech

Nông nghiệp là một ngành kinh doanh phân khúc. Nó có thể được phân đoạn theo các đặc điểm khác nhau, những đặc điểm này chỉ duy nhất ở những khu vực và điều kiện địa lý nhất định. Nông nghiệp còn có thể được phân chia theo loại hình sở hữu đất: lớn, vừa, nhỏ; theo loại đất canh tác; theo loại cây trồng; theo loại khả năng tưới tiêu v.v ... Các doanh nhân có thể không đưa ra được các giải pháp cho các loại hình sở hữu đất hay cây trồng khác nhau hoặc một số yếu tố khác, và sẽ phải điều chỉnh các giải pháp của họ dựa trên nhu cầu và yêu cầu của địa phương. Phát triển mô hình FaaS (Farming-as-a-service: Nông nghiệp dịch vụ) ở các quốc gia có diện tích đất rất nhỏ như Ấn Độ là một ví dụ như vậy. Tại Ấn Độ, các startup FaaS được nhận đầu tư và hỗ trợ đáng kể từ nhiều thành phần khác nhau bao gồm cả chính phủ và doanh nghiệp. Theo báo cáo của công ty tư vấn Bain & Co, các khoản đầu tư mạo hiểm vào FaaS của Ấn Độ đã tăng gần 5,5 lần từ 2013-2016. Phần lớn các giải pháp FaaS này là các giải pháp quản lý trang trại, vốn chủ yếu chịu ảnh hưởng của các thị trường phát triển với mức độ cơ giới hóa cao.

Đổi mới trong chuỗi cung ứng

Theo FAO, khoảng 33% lượng thực phẩm sản xuất cho tiêu dùng của con người bị lãng phí trên toàn cầu. Tổng chi phí cho số thực phẩm bị lãng phí này trị giá gần 1 tỷ USD. Mặc dù vậy, hầu hết các nghiên cứu trong nông nghiệp chỉ hướng tới việc tăng năng suất cây trồng chứ không hướng tới chuỗi cung ứng. Theo Deloitte, có thể tiết kiệm được 2/3 trong số 33% lượng lương thực bị phí phạm nêu trên thông qua các chuỗi cung ứng hiệu quả và đáng tin cậy hơn. Chuỗi cung ứng chính là cơ hội lớn để các startup Agtech khai thác và đóng góp vào nông nghiệp và nền kinh tế toàn cầu. Điều chỉnh các chuỗi cung ứng bằng cách tăng hiệu suất thông qua tiếp thị nông trại trực tiếp (nông trại trực tiếp đến người tiêu dùng), công nghệ giảm thải và các công nghệ khác có thể giúp các startup đưa ra các giải pháp hữu ích và bền vững.

Kỹ thuật tài chính trong nông nghiệp

Ngành công nghiệp dịch vụ tài chính có vai trò rất quan trọng trong nông nghiệp tương lai và trong tương lai chúng ta sẽ chứng kiến sự đổi mới trong cả hai lĩnh vực nông nghiệp và dịch vụ tài chính. Ví dụ, bảo hiểm nông nghiệp là một ngành công

ng nghiệp trị giá 11 tỷ USD và đang ngày càng xuất hiện nhiều công ty khởi nghiệp như Crop Pro - startup đã gọi vốn được 8 triệu USD từ các quỹ đầu tư mạo hiểm tập trung vào lĩnh vực nông nghiệp như Finistere Ventures và S2G Ventures và nhà cung cấp bảo hiểm GuideOne Insurance. Các dịch vụ thanh toán và ngân hàng như đánh giá tín dụng, định giá, thanh toán chuỗi cung ứng và dự báo kinh doanh hiện vẫn được thực hiện theo cách truyền thống nhưng sẽ là một cơ hội lớn để các công ty khởi nghiệp khai thác. Tương tự, Blockchain có thể giúp nông nghiệp trở nên minh bạch; thanh toán và tín dụng di động sẽ làm giảm chi phí giao dịch; và quản lý theo thời gian thực các giao dịch và tài chính chuỗi cung ứng.

Chuyển đổi hạn chế ở cấp độ hành động

Agtech đã bùng nổ về đầu tư và hỗ trợ của doanh nghiệp và chính phủ. Tuy nhiên, trên thực tế, tình hình không khác nhiều so với những gì Agtech đã đạt được một vài năm trước đây. Bất chấp những nỗ lực cụ thể, ứng dụng công nghệ của nông dân vẫn thấp hơn nhiều so với mức kỳ vọng. Có rất nhiều nguyên nhân gây ra tình trạng này. Phân phối các giải pháp Agtech là một trong những rào cản lớn. Những thành phần trong chuỗi cung ứng truyền thống rất bảo thủ và cứng nhắc trong việc giúp các công ty khởi nghiệp đưa các giải pháp này tới nông dân. Các doanh nhân đang phát triển các giải pháp cho nông dân nhưng lại không có mối liên kết chặt chẽ để thông qua đó có thể tiếp cận tới nông dân trên diện rộng. Các giải pháp Agtech rất khác với các giải pháp công nghệ khác ví như các phần mềm vốn không có chuỗi phân phối và do đó các startup Agtech phải cần tới những người trong chuỗi phân phối để hiểu về nông dân và có thể nắm bắt những vấn đề của họ.

Ở cấp độ người nông dân, rất nhiều nông dân gặp khó khăn khi tìm hiểu về công nghệ và phần mềm. Không phải mọi người nông dân, đặc biệt là ở các nước đang phát triển, đều có kiến thức công nghệ và do đó họ phải đối mặt với những khó khăn khi sử dụng các giải pháp do các công ty Agtech cung cấp. Trong nhiều trường hợp, ngay cả khi công nghệ đã được cài đặt và nhúng nhưng vẫn không được người nông dân sử dụng hoàn toàn.

Agtech chưa được đầu tư nhiều

Mặc dù đầu tư đã tăng gấp bốn lần từ năm 2014, nhưng Agtech vẫn là một trong những phân đoạn được đầu tư ít nhất trong hệ sinh thái khởi nghiệp toàn cầu. Chu kỳ bán và phát triển sản phẩm dài, tốc độ tăng trưởng thấp hơn (so với các công nghệ phần mềm khác) khiến cho Agtech kém hấp dẫn hơn đối với các nhà đầu tư mạo hiểm. Theo PitchBook, tại Hoa Kỳ, đầu tư vốn mạo hiểm năm 2017, mặc dù đạt mức kỷ lục cho lĩnh vực này, cũng chỉ chiếm 1,7% trong tổng số 59 tỷ USD.

Cách tiếp cận bị động của những công ty lớn

Mặc dù đầu tư của công ty vào Agtech đã tăng đáng kể trong những năm qua, nhưng vẫn chưa xứng với tiềm năng của nó. Các công ty thường ở tư thế bị động chứ không phải chủ động đầu tư vào Agtech. Theo khảo sát các giám đốc kinh doanh nông nghiệp của BCG & AgFunder, hơn 80% số người được hỏi cho rằng mục đích chính các khoản đầu tư của họ là bảo vệ hoặc tăng cường hoạt động kinh doanh lõi của họ và chỉ 10% các khoản đầu tư này được dành để tạo dựng các năng lực đột phá mới.

Trang trại nhỏ khiến việc áp dụng trở nên khó khăn

Nông trại ở các nước phát triển có quy mô lớn, áp dụng các công nghệ mới nhất nhanh và mạnh hơn, từ cảm biến thu thập dữ liệu tới máy bay không người lái hay robot, v.v... Trong khi đó, nông dân ở các nước đang phát triển, nơi sản lượng cây trồng thấp hơn và quy mô trang trại cũng nhỏ hơn nhiều (hầu như nhỏ hơn 2 hecta), phải đối mặt với khó khăn trong việc áp dụng các công nghệ này hoặc không có nhiều công nghệ mang lại giá trị gia tăng cao. Các công ty Agtech chủ yếu tập trung vào các trang trại lớn, chứ không tập trung vào các trang trại nhỏ. Đối với các startup Agtech, rất khó để mở rộng và phát triển các giải pháp như vậy và điều này càng làm hạn chế tiềm năng gọi vốn tài trợ của họ. Những nước đang phát triển là nơi đang diễn ra những đổi mới sáng tạo ở Agtech như FaaS và các ứng dụng di động để tư vấn về thời tiết, giá cả hàng hóa và các kỹ thuật sản xuất, nhưng vẫn cần đổi mới sáng tạo nhiều hơn nữa để thu hút vốn đầu tư mạo hiểm và mang lại mức sản lượng và năng suất lớn.

Vai trò của các thành phần xây dựng hệ sinh thái.

Thiết lập kết nối với ngành công nghiệp địa phương. Các trường đại học với trọng tâm hướng vào các ngành công nghiệp địa phương đóng vai trò là động lực của NC&PT và tăng trưởng kinh tế cho khu vực. Trong lĩnh vực nông nghiệp, nhiều trung tâm nông nghiệp đã hình thành nên các trường cao đẳng và đại học tập trung vào nông nghiệp, và rồi những trường đại học và cao đẳng này lại làm thay đổi nông nghiệp địa phương bằng cách mang lại đổi mới và cuối cùng là làm tăng năng suất. Ví dụ, Piracicaba, một thành phố nhỏ ở bang Sao Paulo, Braxin, là một trong những trung tâm Agtech hàng đầu ở Braxin. Sự hiện diện và liên kết chặt chẽ của ngành nông nghiệp địa phương với các trường đại học như trường ESALQ của Đại học Sao Paulo (trường đại học đứng thứ 7 về khoa học nông nghiệp trên thế giới theo xếp hạng của US News & World Report) đã giúp thành phố tạo ra 18% trong tổng số startup Agtech trên toàn đất nước Braxin. Những thành phần trong hệ sinh thái cần thúc đẩy hợp tác giữa nông nghiệp địa phương với các trường đại học để tạo ra các sản phẩm có tính thương mại trên thị trường và đảm bảo rằng các công nghệ sản sinh từ trường đại học có thể được thương mại hóa.

Đối với các doanh nhân, gần như không thể phát triển các giải pháp “một cỡ vừa tất cả” cho nông dân. Nhu cầu về các công nghệ Agtech chuyên biệt tăng lên từ các cộng đồng nông nghiệp cụ thể, với những nhu cầu rất cụ thể, vì vậy các doanh nhân cần cung cấp các giải pháp không chỉ giải quyết các vấn đề cụ thể mà còn có thể mở rộng. Các nhà sáng lập startup cần tập trung vào lực hút thị trường hơn là sức đẩy công nghệ trong nông nghiệp. Điều này thúc đẩy nhu cầu kết nối và liên lạc hơn giữa nông dân với doanh nhân, những người có thể thiết kế các giải pháp không chỉ giải quyết vấn đề, mà còn có thể phục vụ bền vững cho nhiều cộng đồng cạnh tranh. Theo dữ liệu khảo sát của Startup Genome, những người sáng lập startup Agtech chủ yếu tập trung vào thị trường địa phương và xếp hạng cuối cùng trong việc nhắm mục tiêu thị trường toàn cầu trước tiên. Với tỷ lệ 26,4%, các nhà sáng lập startup Agtech về cơ bản xếp dưới mức trung bình toàn cầu là 36,8% trong việc nhắm mục tiêu thị trường toàn cầu trước tiên.

Phát triển cơ sở hạ tầng để thúc đẩy đổi mới. Số hóa trong nông nghiệp được thúc

đẩy bởi khả năng tiếp cận tới điện thoại thông minh và cơ sở hạ tầng mạng và các yếu tố khác. Các vùng nông nghiệp chủ yếu nằm xa các cụm thành phố và thiếu kết nối internet tin cậy. Thông thường, các cơ quan nhà nước có trách nhiệm cung cấp cơ sở hạ tầng internet đáng tin cậy cho nông dân. Tương tự, tài trợ và hỗ trợ doanh nghiệp vẫn chủ yếu dựa vào các cụm thành phố hơn là các khu vực canh tác. Cần phải tạo điều kiện để nông dân dễ tiếp cận tới vốn và các dịch vụ tài chính khác khi họ triển khai các giải pháp Agtech tiên tiến.

III. DỰ ĐOÁN SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÁC CÔNG NGHỆ NÔNG NGHIỆP TRONG KỶ NGUYÊN CMCN 4.0

CMCN 4.0 mang lại cơ hội cũng như là thách thức đối với nông nghiệp của các quốc gia trên thế giới. Tận dụng những đổi mới sáng tạo công nghệ để thúc đẩy phát triển nông nghiệp nội sinh rõ ràng là con đường tất yếu để tiến tới Nông nghiệp 4.0. Dự đoán và tìm hiểu những hướng phát triển của các công nghệ trong lĩnh vực nông nghiệp sẽ giúp cho chúng ta sẵn sàng tiếp ứng và chủ động với nông nghiệp trong tương lai. Sau đây là những dự báo về xu hướng phát triển công nghệ trong lĩnh vực nông nghiệp trong hiện tại, tương lai gần và xa.

3.1. In 3 chiều - 3D (còn gọi là chế tạo đắp dần, tạo nguyên mẫu nhanh)



In 3D là một quy trình sản xuất các vật thể 3 chiều được thực hiện trên cơ sở một bản thiết kế chi tiết kỹ thuật số (một file máy tính). Đây thường là một quy trình đắp dần trong đó vật thể được đắp dần từng lớp bằng cách sử dụng một chiếc máy in 3D. Các vật thể có thể/gần như được tạo ra với bất kỳ hình dạng hoặc hình khối nào. Vật liệu xây dựng cho các vật thể rắn này bao gồm loại bột mịn (hỗn hợp nguyên liệu thực vật, nhựa và thạch cao).

In 3D hiện tại và trong tương lai gần

Hiện nay, có rất nhiều bài báo khoa học công bố những thành tựu mới trong lĩnh vực in 3D. In 3D có đặc trưng là thuận tiện và tiết kiệm chi phí. Một thí nghiệm ở Hoa Kỳ cho thấy việc “in” ra các thiết bị gia dụng như vòi hoa sen và máy ép tỏi rẻ hơn mười lần so với đi mua mới. Hiện tại, công nghệ này cần nhiều thời gian để tìm hoặc tạo ra các mô hình. Mặt khác, phát triển nguyên vật liệu và màu sắc lại diễn ra với tốc độ nhanh hơn. Các nhà khoa học đã có thể in thủy tinh, kim loại (đồ trang sức) và mô sinh học như xương và nội tạng.

Tổ chức nghiên cứu TNO của Hà Lan đã thử nghiệm công nghệ in 3D với thực phẩm trong những năm gần đây: năm 2013 sản xuất sô-cô-la nguyên chất với nhiều hình dạng và màu sắc khác nhau. In 3D không chỉ mang lại cơ hội sản xuất ra những loại snack độc nhất vô nhị, mà còn có thể sử dụng cho các ứng dụng quan trọng hơn, ví dụ: thức ăn cho những người không thể ăn thức ăn đặc, nhưng không muốn ăn đồ nghiền mỗi bữa. Nó còn có thể thay đổi độ giòn, số lượng calo và vitamin bổ sung theo ý muốn. In 3D cũng cho phép sản xuất các bộ phận rời, sẵn sàng sử dụng, ví dụ: tạo ra các công cụ đo lường. Điều này có ý nghĩa rất nhiều đối với công tác bảo trì các công cụ nông nghiệp. Các nhà khoa học/công ty đã “in” ra các bộ phận của robot và

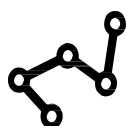
drone². Bằng cách chế tạo ra các nguyên mẫu rẻ hơn và nhanh hơn, việc xác định các lỗi thiết kế và điều chỉnh chúng cho phù hợp trong các sản phẩm hoặc các công cụ mới trở nên dễ dàng hơn. Để sửa chữa và bảo trì công cụ và máy móc, các bộ phận cụ thể có thể được in theo cách như vậy. Một lợi ích lớn nữa là việc tái sử dụng vật liệu (ví dụ: nhựa từ các hộp sữa vứt đi) làm nguyên liệu in. Sử dụng robot tái chế RecyclBot sẽ cho phép chọn ra và làm sạch vật liệu được sử dụng cho máy in 3D, giúp tiết kiệm năng lượng hơn so với việc tái chế thông thường.

In 3D trong tương lai xa

Trên thế giới, nhiều thành phố đã có những xưởng sản xuất, sử dụng máy in 3D và kỳ vọng là trong vòng mười năm tới máy in 3D có thể được sử dụng tại hộ gia đình. Tại thời điểm này, các thí nghiệm được thực hiện với vật liệu dẫn điện, cho phép in ra các thiết bị điện. Đã có các vật được in ra tích hợp cảm biến flex (cảm biến uốn cong) và cảm ứng, chẳng hạn như tay cầm chơi game (gamepad) cho máy tính chơi game và cốc bảo lượng chất lỏng còn lại. Các công ty sẽ dễ dàng cung cấp các sản phẩm tùy biến và cá nhân hóa hơn, bởi vì sản xuất số lượng nhỏ sản phẩm sẽ trở nên rẻ hơn. Tuy nhiên, rủi ro là người dân sẽ thích các bản tải xuống miễn phí - như đã từng xảy ra trong ngành công nghiệp âm nhạc - thay vì các sản phẩm chính thức (vi phạm bản quyền).

Tác động của in 3D đối với ngành vận tải và logistic có thể sẽ rất lớn nếu chuyển từ việc phân phối thành phẩm sang giao số lượng lớn nguyên liệu thô để in tại hộ gia đình.

3.2 In 4 chiều - 4D (Còn được gọi là: vật liệu lập trình)



In 4D là sự mở rộng của in 3D bằng cách thêm thời gian là chiều thứ tư. Trong in 3D, một vật thể 3D rắn được “in” ra nhờ một chiếc máy in, nhưng thành phần của vật liệu xây dựng trong 3 chiều khiến cho vật thể được in chỉ có thể thay đổi hình dạng của nó trong thời gian thực hiện in. Còn in 4D cho phép in ra các vật thể gồm một cấu trúc hoàn chỉnh duy nhất có thể thay đổi hình dạng của nó trong các điều kiện cụ thể. Ví dụ, những điểm xoay cố hữu, điểm áp lực hoặc linh kiện điện tử cho phép một sản phẩm dưới tác động của ánh sáng hoặc thay đổi nhiệt độ có thể tăng kích thước chỉ ở một phần cụ thể chứ không phải toàn bộ sản phẩm.

In 4D hiện tại và trong tương lai gần

Hiện tại, in 4D vẫn đang trong giai đoạn thử nghiệm. Nhiều nhà khoa học đang nghiên cứu các thiết bị có thể tự lắp ráp, nhưng hầu hết là các thiết bị cực nhỏ ở cấp nano (ví dụ: các cảm biến sinh hóa), các bộ phận điện hoặc thiết bị có thể vận chuyển thuốc đến đúng vị trí trong cơ thể. Nếu công nghệ này được phát triển hơn nữa, nó có thể dẫn đến các loại cảm biến mới có thể được tích hợp trong thiết bị y tế để phát hiện tất cả các loại giá trị đo lường.

In 4D trong tương lai xa

Điều gì sẽ tác động tới in 4D một khi các nhà khoa học có thể tạo ra các vật thể lập trình đủ lớn để nhìn được bằng mắt thường? Ví dụ như quần áo có thể điều chỉnh mức

² Drone: máy bay nhỏ, không người lái

độ cách điện hoặc làm mát với môi trường, hoặc vật liệu tự sửa chữa. Và điều gì xảy ra nếu con người có thể tạo ra đường ống dẫn nước và khí, có khả năng tự sửa chữa? Các nhà khoa học hy vọng trong tương lai có thể sử dụng in 4D để tạo các vật thể có khả năng thay đổi hình dạng dưới tác động của ánh sáng, nhiệt độ và thậm chí cả âm thanh. Theo cách này, đường ống có thể vận chuyển chất lỏng mà không cần dùng đến máy bơm. Dụng cụ và công cụ có thể thay đổi hình dạng theo yêu cầu. In 4D có thể được áp dụng vào xây dựng, bằng cách sử dụng vật liệu lập trình tự biến thành một tòa nhà, gồm cả đường điện và hệ thống cấp nước. Việc này sẽ rất hữu ích trong môi trường thù địch với con người, ví dụ như những vùng chiến sự hoặc trên sao Hỏa. Những ứng dụng tiềm năng khác gồm lớp xe hơi có độ bám tối ưu bằng cách điều chỉnh bề ngoài của chúng với mặt đường và với điều kiện thời tiết, vật liệu tự sửa dùng cho cầu đường, máy bay, đồ nội thất, dụng cụ,... Vật liệu có thể thích ứng với điều kiện thời tiết sẽ rất hữu ích trong nông nghiệp. Nếu các vật liệu lập trình có thể được sản xuất ở quy mô lớn, có nghĩa là nguồn cung nguyên liệu sẽ không còn bị hạn chế, bởi vì tất cả các vật liệu có thể được tái sử dụng và định hình lại thành những gì chúng ta muốn, vô thời hạn. Khai thác ít nguyên liệu hơn sẽ gây ít thiệt hại hơn cho môi trường. Tuy nhiên, câu hỏi chủ chốt là vật liệu lập trình sẽ khả dụng ở quy mô nào và ai sẽ có quyền tiếp cận tới chúng?

3.3 Vật liệu thông minh - (Còn được gọi là bao bì thông minh)



Thuật ngữ “vật liệu thông minh” được sử dụng làm tên chung cho các vật liệu có thể thay đổi hình dạng của chúng thông qua các tác động bên ngoài, bao gồm áp suất, nhiệt độ, độ ẩm, độ axit (pH), điện và từ trường. Tùy loại vật liệu mà quá trình này có thể đảo ngược hoặc không thể đảo ngược. Ví dụ bao gồm:

- Vật liệu áp điện hoặc tinh thể áp điện
- Kim loại có khả năng nhớ hình dạng
- Chất lỏng điện và lưu biến từ (ER / MR)
- Polyme dẫn điện
- Vật liệu thay đổi màu sắc
- Vật liệu phát sáng

Vật liệu thông minh thích nghi với môi trường của chúng mà không cần sự can thiệp của con người. Tính chất này khiến cho chúng mang lại giá trị gia tăng lớn cho sản phẩm.

Vật liệu thông minh hiện tại và trong tương lai gần

Vật liệu siêu hấp thụ có thể được sử dụng để làm sạch các chất liệu nguy hiểm chẳng hạn như dầu và chất độc. Bằng cách làm tăng hiệu suất chức năng, những loại vật liệu này sẽ có tác động lớn đến lĩnh vực bao bì. Thực phẩm có thể được giữ tươi lâu hơn hoặc sẵn sàng sử dụng nhanh hơn nếu vật liệu đóng gói tự nguội đi hoặc nóng lên (thân thiện với người tiêu dùng). Các nhà phát triển đang nghiên cứu loại bao bì dễ mở hơn dành cho người già mà vẫn giữ được sản phẩm tươi mới, cũng như nghiên cứu các loại cảm biến hiển thị màu sắc cho biết độ tươi mới của một sản phẩm.

Vật liệu thông minh trong tương lai xa

Các vật liệu thông minh có vô vàn ứng dụng. Giống như in 4D, vật liệu thông minh vẫn đang trong giai đoạn thử nghiệm và tác động của chúng vẫn chưa rõ ràng. Tuy vậy, vật liệu thông minh được kỳ vọng có tác động lớn tới ngành công nghiệp thực phẩm. Trong tương lai, các nhãn sản phẩm sẽ có thể “giao tiếp” với toàn bộ chuỗi thực phẩm, thể hiện đăng ký và giám sát với độ chính xác ngày càng tăng và cung cấp thông tin chính xác hơn cho người tiêu dùng về thực phẩm cũng như xuất xứ của thực phẩm. Các nhà cung cấp sản phẩm tươi sẽ có thể theo dõi vận chuyển và kiểm tra xem liệu các sản phẩm có tươi mới và được giao một cách an toàn. Tất nhiên, việc này sẽ cần tới các mạng CNTT. Trong tương lai, sẽ có giao tiếp giữa vật liệu đóng gói với các thiết bị gia dụng. Một khi có cả nhãn thông minh và bao gói thông minh, dữ liệu có thể được gửi đi trong suốt toàn bộ chuỗi phân phối, ví dụ một chiếc tủ lạnh cũng có thể đặt đơn hàng tại siêu thị ngay khi một gói trong tủ lạnh thể hiện nó sắp hết. Các gói thậm chí có thể giao tiếp với Tivi và có thể đặt đơn hàng ưu đãi đặc biệt được quảng cáo trên Tivi. Bao bì thông minh cho phép các nhà cung cấp hiểu rõ thêm về khách hàng và cung cấp cho họ các sản phẩm tùy chỉnh. Bao bì thông minh thậm chí có thể giúp việc tái chế dễ dàng hơn và ngăn chặn chất thải từ thức ăn.

3.4. Robotics - Còn được gọi là hệ thống tự trị, cơ điện tử



Robotics là lĩnh vực thể hiện ý nghĩa lý thuyết và ứng dụng thực tế của hệ thống tự động. Vai trò của các hệ thống thông minh, tự trị sẽ tăng mạnh trong những thập kỷ tới. Robot có thể hoạt động hoàn toàn tự động hoặc bán tự động (với một người điều khiển). Robot có đủ loại và hình dạng, đa dạng từ cánh tay có khả năng cầm nắm cho tới máy bay không người lái (robot bay không người lái dùng để gieo hạt, trồng trọt, bón phân, làm cỏ, giám sát,...) cho đến microrobot (nhỏ đến mức chúng có thể hoạt động trong mạch máu của con người) và robot hình người (robot bắt chước ngoại hình và hành vi của con người).

Robotics hiện tại và trong tương lai gần

Robot thường được sử dụng cho giải trí và an toàn hoặc để tiết kiệm chi phí. Trong nông nghiệp thông minh, robot hoạt động tự chủ; các cảm biến cho phép chúng đánh giá tình huống và đưa ra quyết định. Dữ liệu từ các cảm biến này có thể được sử dụng để tạo nên các bộ dữ liệu có khả năng mở rộng (Dữ liệu lớn) để cải thiện kỹ năng ra quyết định của chúng. Robot mang lại rất nhiều cơ hội cho lĩnh vực tự động hóa của ngành nông nghiệp và thực phẩm, bao gồm cả trồng trọt và thu hoạch, tự động hóa quá trình tinh chế thực phẩm và logistic thực phẩm. Hiện tại robot được sử dụng ở Hà Lan để tạo chồi cây, bảo vệ mùa màng, phân loại và đóng gói. Những thí nghiệm đã được thực hiện với việc hái (cà chua, dưa chuột, dâu tây, v.v.), kiểm soát cỏ dại, thu hoạch hạt tiêu và hoa hồng, đóng gói thực phẩm và xử lý các sản phẩm mềm. Nông dân Hà Lan rất quen thuộc với robot vắt sữa, cho ăn, xử lý phân bón, làm sạch kho thóc và rào cánh đồng tự động. Trong tương lai gần, những lĩnh vực như vi tiểu hình hóa, sử dụng hiệu quả năng lượng, công nghệ cảm biến và truyền thông được kỳ vọng sẽ xuất hiện nhiều đột phá. Trong những năm qua, robot đã hoạt động trên nền tảng các quy trình sản xuất, nhưng giờ đây trọng tâm đang chuyển sang tương tác giữa người dùng với robot. Tuy nhiên, thay thế sức lao động của con người bằng robot là một vấn đề nhạy cảm đối với cộng đồng. Một số người coi tự động hóa là không cần thiết,

nhưng trên thực tế ngành nông nghiệp và thực phẩm Hà Lan lại luôn thiếu nhân lực có kỹ năng. Bên cạnh đó, chi phí lao động cao và sử dụng lao động bất hợp pháp cũng là những vấn đề nhức nhối trong xã hội. Do đó, sử dụng robot quy mô lớn có thể là một phần giải pháp. Robot cũng có thể được sử dụng cho những công việc nguy hiểm và góp phần nâng cao hiệu quả quy trình sản xuất. Tuy nhiên, vẫn cần phải giải quyết những vấn đề về an toàn và pháp lý.

Robotics trong tương lai xa

Những thí nghiệm đang được thực hiện với robot “mềm”, trong đó robot không còn là những cỗ máy rắn và tĩnh, mà mềm mại và có thể thay đổi hình dạng. Ví dụ, một con robot tự động có thể hoạt động trong những điều kiện khắc nghiệt như tiếp xúc với lửa hoặc nước, hoặc tai nạn xe hơi. Những nghiên cứu cũng đang được thực hiện trên các con robot có thể hoạt động ở những nơi quá nguy hiểm cho con người (khu vực thảm họa, thời tiết khắc nghiệt, chiến sự hoặc trong không gian). Tới năm 2050, robot và những hệ thống tự động sẽ có thể trở nên phổ biến như máy tính ngày nay. Thế hệ trẻ ngày nay và trong tương lai sẽ thấy bình thường khi tương tác với robot vào bất cứ lúc nào. Các hệ thống và nền tảng đang ngày càng trở nên thông minh, do đó con người sẽ ngày càng khó kiểm soát các hệ thống tự động. Khi công nghệ phát triển ngày càng mạnh, sức lao động của con người sẽ ngày càng trở nên thừa thãi và được thay thế bằng máy móc thông minh. Nhiều nhà tương lai học và kỹ sư, ví dụ như Ray Kurzweil trong cuốn sách “Sự kỳ dị cận kề”, mong con người sẽ hòa hợp với những *cỗ máy thông minh*, một khái niệm đã dẫn đến nhiều cuộc tranh luận giữa các nhà đạo đức và triết gia. Hiện tại, trọng tâm của lĩnh vực robotics được đặt vào cảm ứng, tính lưu động (ví dụ: vận chuyển tự động), thao tác và end-effector (phần kết nối với phần cuối của cánh tay robot). Trong tương lai, trọng tâm có thể sẽ tập trung hơn vào ví dụ: điều hướng và thao tác trong môi trường phi cấu trúc, an toàn cho con người và an toàn cho động vật và cây trồng, và môi trường robot sẽ hoạt động (bụi, bẩn, thay đổi nhiệt độ, ...).

3.5 Microrobot tự động



Các con microrobot (cực nhỏ) tự động là những cỗ máy động lực độc lập có hình dạng thay đổi. Chúng tiến tiến hơn robot thông thường ở điểm chúng có thể thay đổi hình dạng một cách có chủ ý bằng cách sắp xếp lại kết nối của các bộ phận cấu thành nên chúng. Chúng có thể thích ứng với các điều kiện và nhiệm vụ mới, ví dụ bằng cách thay đổi thành hình dạng giống con sâu để điều hướng và thực hiện sửa chữa trong đường ống dẫn hẹp. Ngoài ra những chiếc minidrones (máy bay không người lái cực nhỏ) đang được phát triển với khả năng hoạt động vững chắc ngày càng tăng do năng lực thao tác ngày càng cao và chi phí năng lượng thấp đi.

Microrobot tự động hiện nay và trong tương lai gần

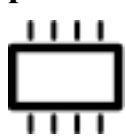
Loại máy bay không người lái nhỏ và nhẹ với trọng lượng không vượt quá 20 gram đã được phát triển. Chúng sử dụng hệ thống camera 3D để điều hướng và tránh chướng ngại vật (một khi minidrone phát hiện ra chướng ngại vật, nó sẽ bay theo hình bán nguyệt cho đến khi chướng ngại không còn trong tầm nhìn). Bằng cách này, chiếc drone có thể khám phá các khu vực mà không cần sự trợ giúp của con người và không có bất kỳ rủi ro bị mắc kẹt ở đâu đó. Một chiếc máy tính nhỏ bên trong chiếc drone sẽ

xử lý tất cả dữ liệu video ở tốc độ lớn. Những chiếc minidrones như vậy có thể được sử dụng để tìm ra trái cây chín trong nhà kính hoặc để quay video các sự kiện lớn. Robot tự động mềm bằng cao su silicon, kevlar và microtube thủy tinh sẽ có thể hoạt động trong những môi trường khắc nghiệt, như tiếp xúc với nước hoặc hỏa hoạn, hay tai nạn xe hơi. Một phiên bản khác của robot là Kilobot. Kilobot bao gồm các “đàn” các robot nhỏ được vận hành bởi một loại ánh sáng hồng ngoại phía trên một đàn. Nếu lệnh được đưa ra - ví dụ: xếp thành một hình dạng cụ thể hoặc đi theo con robot đầu đàn - thì tất cả các con robot sẽ thực hiện lệnh một cách đồng loạt và tự động. Chúng liên lạc với nhau và chiếu một tia laser hồng ngoại xuống mặt đất, bằng phản xạ của tia hồng ngoại, con robot sẽ biết được vị trí của các con robot khác.

Trong tương lai xa

Nếu kilobots được chế tạo nhỏ hơn nữa và được tập hợp thành những “đàn” siêu khổng lồ gồm hàng tỷ hoặc hàng nghìn tỷ máy tính siêu mini, chúng ta sẽ có một dạng sương mù tiện ích (utility fog)³. Trên thực tế, đây là một dạng vật liệu đa hình, hoạt tính, có thể biến đổi thành bất kỳ hình dạng nào một cách tự động hoặc thông qua tác động của con người. Ví dụ, trong một giây, nó là một chiếc điện thoại, giây sau nó sẽ biến thành một cái ghế hoặc bất cứ thứ gì được yêu cầu. Trên lý thuyết, toàn bộ các căn phòng hoặc thậm chí các tòa nhà có thể được xây dựng hoặc dỡ bỏ trong chớp mắt. Nhưng điều gì sẽ xảy ra nếu mỗi người đều có một bầy robot biến hình của riêng mình? Liệu chúng ta sẽ sản xuất ít hơn (và sử dụng ít nguyên liệu thô hơn) nếu tất cả chúng ta đều có một bầy robot có thể biến thành bất cứ thứ gì? Thật khó tưởng tượng và tác động tới xã hội cũng là một vấn đề đòi hỏi phải đánh giá hết sức cẩn thận, nhưng rõ ràng viễn cảnh này sẽ làm thay đổi hoàn toàn nhận thức của con người về vật chất và đồ dùng.

3.6. Công nghệ cảm ứng - Còn được gọi là cảm biến thực phẩm, cảm biến phân tử



Cảm biến là các thiết bị có thể cảm nhận, ví dụ: âm thanh, ánh sáng và trọng lượng mà không tiếp xúc trực tiếp với đối tượng. Công nghệ cảm biến cũng rất hữu ích khi xác định thành phần và/hoặc chất lượng thực phẩm. Ngành nông nghiệp và thực phẩm sử dụng công nghệ cảm biến để thu thập dữ liệu về đất, cây trồng và động vật thông qua các cảm biến được tích hợp trong tất cả các loại thiết bị và máy móc nông nghiệp, máy bay và drone hoặc thậm chí cả các vệ tinh. Các cảm biến cung cấp cho nông dân thông tin theo thời gian thực về cây trồng và vật nuôi của họ, cho phép họ phản ứng hiệu quả hơn, ví dụ bằng cách nhanh chóng đưa ra các biện pháp khắc phục. Công nghệ cảm biến có thể được sử dụng để thiết lập nên chất lượng và an toàn sản phẩm, hoặc truy xuất nguồn gốc sản phẩm. Ví dụ về công nghệ cảm biến trong nông nghiệp còn gồm cả ảnh chụp từ trên không (aerial photograph), ảnh nhiệt và dữ liệu cận hồng ngoại (dữ liệu NIR).

Công nghệ cảm biến hiện tại và trong tương lai gần

Công nghệ cảm biến có rất nhiều ứng dụng, bao gồm:

³ Utility fog: sương mù tiện ích - khái niệm do Tiến sỹ John Storrs Hall đưa ra vào năm 1993 - đề cập tới một tập hợp giả thiết gồm các con robot cực nhỏ có thể tái tạo một cấu trúc vật lý. Do vậy, sương mù tiện ích thực chất là một dạng robotic mô-đun tự cấu hình.

- Bao bì thông minh có thể cho biết liệu sản phẩm vẫn còn tươi.
- Cảm biến sóng milimet cho phép đo không cần tiếp xúc trong lõi của một sản phẩm thực phẩm. Sự tương tác chuyên biệt giữa những loại sóng này với nước cho phép các nhà sản xuất tối ưu hóa quá trình sấy khô và đông lạnh trong ngành công nghiệp thực phẩm.
- Công nghệ Lab-on-a-chip tích hợp các chức năng phòng thí nghiệm khác nhau trên một con chip rộng vài cm². Công nghệ này đã khiến cho việc chẩn đoán động vật bị bệnh, phát hiện các loại khí cụ thể và xác định độ tươi của sản phẩm trở nên dễ dàng hơn.
- Camera siêu phổ có khả năng phát hiện vật thể lạ, các khuyết tật tiềm ẩn hoặc khuôn thực phẩm, bằng cách kiểm tra bề mặt sản phẩm hoặc phân tích và hiển thị thành phần (ví dụ: chất lỏng, đường, chất béo và hàm lượng protein).
- Cảm biến sinh học sợi quang để phát hiện các chất gây dị ứng, sinh vật biến đổi gen và DNA của các vi sinh vật và virus, vốn ẩn và khó phát hiện

Công nghệ cảm biến trong tương lai xa

Công nghệ cảm biến khiến cho năng lực thu thập dữ liệu tăng mạnh hơn bao giờ hết và công nghệ này được kỳ vọng sẽ góp phần tối ưu hóa chế biến thực phẩm và kiểm soát chất lượng hơn nữa. Kết hợp với Di truyền học, công nghệ này mang lại cơ hội cải thiện cấu trúc chẩn đoán, chống lại các bệnh dịch của động vật và phát triển các loài động vật khỏe mạnh hơn. Kết hợp với công nghệ vi mô và nano, các cảm biến sẽ có thể chọn ra các sản phẩm có thành phần cụ thể dùng cho các ứng dụng cụ thể, ví dụ: sữa của các con bò ở một số thời điểm tiết sữa của chúng, hoặc trái cây không chứa những chất gây dị ứng cụ thể. Công nghệ này cũng cho phép có thể quan sát theo thời gian thực vật nuôi (ví dụ: hành vi của chúng). Tuy vậy, có một số vấn đề cần phải giải đáp, đó là khi nào công nghệ này sẽ thực sự tạo nên đột phá và ai sẽ có quyền tiếp cận tới công nghệ này? Ví dụ, ai sẽ sở hữu dữ liệu thu thập tại một trang trại: nông dân hay nhà cung cấp công nghệ?

3.7. Công nghệ thông tin và cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin - Còn được gọi là: điện toán lượng tử, Internet vạn vật, dữ liệu lớn, hạ tầng không gian mạng, các hệ thống tự học



Những đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực CNTT đang phát triển với tốc độ nhanh và sẽ tiếp diễn như vậy trong tương lai. Cách con người thu nhận, lưu trữ và phân tích thông tin đã được cải thiện đáng kể. Điều này phù hợp với năng lực xử lý của máy tính. Ngày càng có nhiều thiết bị thông thường (điện tử) được kết nối với Internet vạn vật, có nghĩa là năng lực thu thập, phân tích và sử dụng số lượng thông tin ngày càng tăng của con người tiếp tục được cải thiện.

Tính toán lượng tử

Năm 2000, những bộ xử lý máy tính tốt nhất có khả năng tính toán ngang bằng với một con nhện, còn ngày nay chúng giỏi ngang với bộ não của một con chuột. Nếu năng lực tính toán tiếp tục phát triển ở tốc độ hiện tại (tăng gấp đôi sau mỗi ba năm) thì vào năm 2023, bộ xử lý máy tính có thể có năng lực tính toán ngang bằng bộ não người. Năm 2045, chúng sẽ mạnh gấp 100.000 lần so với bộ não con người. Một khi

tính toán lượng tử trở thành hiện thực thì ngay cả những ước tính nói trên cũng sẽ trở thành lạc hậu. Rất khó có thể dự đoán được tác động của điện toán lượng tử (có lẽ chỉ máy tính lượng tử mới có thể làm điều này), nhưng không còn nghi ngờ gì nữa, tác động sẽ rất lớn.

Hệ thống tự học

Những loại hình nhiệm vụ mà máy tính có thể thực hiện cũng sẽ thay đổi. Các hệ thống tự học là các hệ thống máy tính có khả năng học cách lý luận và thậm chí còn có thể phát triển ý thức về đạo đức. Tương tác giữa con người và máy móc được kỳ vọng là sẽ dần dần được cải thiện. IBM đã phát triển Watson, một hệ thống tự học có thể học hỏi từ dữ liệu phi cấu trúc. Siêu máy tính Watson trở nên nổi tiếng khi giành chiến thắng trong chương trình truyền hình Hoa Kỳ Jeopardy (2011). Hiện tại, IBM đã phát triển các ứng dụng cho điện toán nhận thức trong một số các lĩnh vực, bao gồm cả chăm sóc sức khỏe.

Dữ liệu lớn

Hiện tại, hơn 98% tất cả thông tin toàn cầu được lưu trữ trong định dạng kỹ thuật số. Các chuyên gia dự đoán lượng thông tin lưu trữ số hóa sẽ lớn hơn gấp 20.000 lần vào năm 2045. Tập hợp và phân tích những lượng lớn dữ liệu được gọi là Dữ liệu lớn. Lượng dữ liệu ngày càng phát triển sẽ cho phép mọi người dự đoán sự lây lan của bệnh dịch chính xác hơn nhiều và thậm chí còn báo trước được thiên tai sẽ tấn công ở đâu. Trong tương lai, thậm chí có thể dự đoán hành vi của con người.

Internet vạn vật

Ngày càng có nhiều thiết bị được kết nối với internet, bao gồm điện thoại di động, ô tô và thậm chí cả tủ lạnh. Dự kiến số lượng thiết bị này sẽ tăng từ 20 tỷ trong năm 2014 lên 40 tỷ vào năm 2020. Nếu mức tăng này tiếp diễn thì có thể đạt tới 100 tỷ vào năm 2045. Chi phí giảm và tăng quyền truy cập tới các thiết bị này có thể góp phần đẩy con số thực vượt quá ước tính vừa nêu. Con người kết nối với internet thông qua càng nhiều nhiều các thiết bị, thì mạng lưới truyền thông sẽ ngày càng lớn và phức tạp.

Hiện tại và trong tương lai gần

CNTT đang giữ vai trò quan trọng trong mọi lĩnh vực của cuộc sống con người. Nông nghiệp và thực phẩm là những lĩnh vực có mức tăng mạnh về số lượng ứng dụng được sử dụng để, ví dụ, phát hiện lỗi trong máy móc, nhận hướng dẫn để sửa chữa, hoặc để đưa ra những lựa chọn đúng đắn để lựa chọn cây trồng và thu hoạch. Các chương trình mô phỏng và đào tạo để xử lý máy móc cũng được phổ biến rộng rãi. Trong những năm tới, các ứng dụng này sẽ ngày càng được sử dụng để phân tích đất và liên kết dữ liệu này với những điều kiện khí hậu (có mưa hay không, có mây, v.v...). Dữ liệu này cũng sẽ được liên kết với giá cả thực phẩm toàn cầu và giá cả của, ví dụ, thức ăn gia súc. Hiện tại, những thách thức trong việc xử lý dữ liệu lớn là ở những lĩnh vực như: phân tích, lưu trữ, quyền riêng tư, hiển thị, chia sẻ thông tin và xác định đúng thuật toán tìm kiếm. Dữ liệu lớn là một khái niệm năng động: hôm nay có thể là dữ liệu “lớn” nhưng vài năm tới lại trở thành dữ liệu “nhỏ”. Lĩnh vực Nông nghiệp thông minh đã sử dụng những lượng lớn dữ liệu địa lý (đo thời tiết và đất).

Trong tương lai xa

Năng lực dự đoán chính xác các sự kiện như thiên tai hoặc những điểm mà biến đổi khí hậu ảnh hưởng trực tiếp hoặc sắp xảy ra, sẽ ngày càng tăng. Ở một số nước, cảnh sát đang làm việc với các hệ thống có thể dự đoán thời điểm và nơi sẽ xảy ra tội phạm (phát minh của Hoa Kỳ có tên PredPol). Theo các chuyên gia, tới năm 2050, rất nhiều thiết bị sẽ được kết nối với internet và chứa cảm biến. Sẽ có một luồng thông tin liên tục, theo thời gian thực về, ví dụ, chất lượng nước uống hoặc thiệt hại ở các tòa nhà và các phương tiện giao thông. Việc phát hiện và đo lường ô nhiễm cũng sẽ theo thời gian thực. Có thể kiểm tra trạng thái các bộ phận của máy móc và sản phẩm tiêu dùng, nhờ vậy có thể thực hiện việc thay thế hoặc sửa chữa những bộ phận hư hỏng tại thời điểm sớm nhất có thể. Dữ liệu từ các cảm biến và đầu vào của người tiêu dùng trên các trang mạng xã hội sẽ góp phần làm hiển thị việc theo dõi & truy xuất sản phẩm chính xác hơn nhiều. Mặc dù một số người đang lo ngại về tác động lên quyền riêng tư nhưng kỳ vọng chung đối mới sáng tạo trong lĩnh vực CNTT sẽ thúc đẩy tỷ lệ sản xuất cao hơn và thu hoạch tối ưu.

3.8 Tin sinh học



Tin sinh học nhằm mục đích làm giàu kiến thức sinh học và ứng dụng chuyên môn CNTT vào dữ liệu sinh học. Tóm lại: đó là về lưu trữ, phân tích và trao đổi những lượng lớn dữ liệu sinh học. Các ứng dụng hiện tại của tin sinh học bao gồm mã vạch DNA, mô hình hóa các mẫu bùng phát dịch bệnh hoặc các bộ gen cá thể và những chế phẩm sinh học mới. Tin sinh học có khả năng thúc đẩy mạnh mẽ năng lực phân tích dữ liệu và ảnh hưởng đến các thuộc tính của thực vật, động vật và con người. Hiện tại, nghiên cứu được thực hiện để cải thiện khả năng trao đổi của tất cả các trình tự gen và protein. Châu Âu, Hoa Kỳ và Nhật Bản có các ngân hàng dữ liệu gen rất lớn. Các ngân hàng dữ liệu protein ở Thụy Sĩ và Hoa Kỳ đã bắt đầu hợp tác dưới tên UniProt.

Tin sinh học hiện tại và trong tương lai gần

Tổ chức Lương thực Thế giới sử dụng tin sinh học để phát triển các ứng dụng giúp chống lại các bệnh truyền nhiễm (ví dụ như cúm gà) và để chống lại các đợt bùng phát và lây lan virus. Tập hợp và xử lý dữ liệu nhằm mục đích xây dựng kiến thức để chiến đấu chống lại sự lây lan của bệnh tật. Tại Hà Lan, Học viện Veterinair Central (Wageningen UR) gần đây đã sử dụng các kỹ thuật này để xác định và phân tích trình tự bộ gen để có thể để xác định sự lây nhiễm virus H5N8 giữa các trang trại gia cầm khác nhau. Các nhà khoa học cũng có thể dự báo thời tiết cục bộ (chính xác lên đến 200 ha) bằng cách sử dụng hàng triệu quan sát thời tiết và mặt đất hàng ngày. Nông dân có thể sử dụng thông tin này để xác định khi nào sẽ là thời điểm tốt nhất để gieo hạt, canh tác hoặc thu hoạch. Quan sát thời tiết cục bộ trong một số tháng cũng có thể được sử dụng để ước tính năng suất của một mảnh đất cụ thể. Gia súc có thể được gắn chip và kết nối với internet (và ngân hàng dữ liệu) để theo dõi sức khỏe của chúng, góp phần tăng sản lượng.

Tin sinh học trong tương lai xa

Khi việc trao đổi thông tin giữa các nước trở nên nhanh và dễ dàng hơn, sẽ có thể phát hiện các đợt dịch bệnh ngay tại giai đoạn đầu và phác ra được một bức tranh tổng thể về (các) nguyên nhân một cách nhanh chóng và tốt hơn. Dữ liệu được thu thập

cũng có thể sử dụng để phân tích rủi ro hoặc dự đoán về tương lai. Sự kết hợp giữa tin sinh học và các công nghệ khác được kỳ vọng sẽ khiến cho sản xuất bền hơn. Chất lượng cây trồng sẽ được cải thiện, sản xuất sẽ tăng lên và sức đề kháng của cây trồng chống lại bệnh tật, côn trùng và thuốc diệt cỏ sẽ tăng lên.

3.9. Nông nghiệp thông minh - Còn được gọi là: nông nghiệp vệ tinh, quản lý cây trồng theo địa điểm



Nông nghiệp thông minh là lĩnh vực nông nghiệp trong đó cây trồng, vật nuôi và đất được xử lý chính xác theo nhu cầu của chúng. Khác với nông nghiệp truyền thống, trong nông nghiệp thông minh, nông dân đánh giá nhu cầu của mỗi một cây hoặc con vật thay vì đánh giá theo cánh đồng hoặc theo đàn. Tính đến các điều kiện cụ thể của đất, số giờ có nắng và khí hậu sẽ tối ưu hóa năng suất. Nông nghiệp thông minh hiệu quả được dựa trên phân tích dữ liệu.

Chăn nuôi cây trồng và vật nuôi một cách chính xác và hiệu quả nhất có thể cần một số yếu tố cốt lõi - chẳng hạn như phát hiện tự động - để xác định những biến đổi của đất, cây trồng và động vật. Có thể thực hiện được việc này bằng các cảm biến. GPS được sử dụng để lập bản đồ sự biến đổi và cho nó một tham chiếu địa lý (georeference). Nông nghiệp thông minh cũng đòi hỏi hệ thống hỗ trợ quyết định, các quy tắc và mô hình ra quyết định, có khả năng chuyển hóa những biến đổi đo được thành hành động. Những hành động này được thiết kế phù hợp một cách chính xác với đất, cây trồng hoặc vật nuôi. Việc sử dụng thông minh các yếu tố cốt lõi này (phát hiện, các quy tắc ra quyết định, thực hiện, đánh giá) đòi hỏi công nghệ phải mang tính thích nghi. Công nghệ này chủ yếu phụ thuộc vào các công nghệ khác.

Nông nghiệp thông minh hiện tại và trong tương lai gần

Nông nghiệp thông minh cho phép sản xuất tùy chỉnh các sản phẩm cụ thể cho khách hàng cụ thể. Sản xuất tùy chỉnh khiến cho sản phẩm cũng như các phương pháp sản xuất ngày càng trở nên đa dạng. Những đổi mới sáng tạo gần đây trong lĩnh vực nông nghiệp thông minh bao gồm khả năng trao đổi dữ liệu tăng hơn bao giờ hết giữa máy móc, hệ thống quản lý và các nhà cung cấp dịch vụ, sự phát triển của các hệ thống phun, máy đốt cỏ dại và các loại cuộc chuyên dụng cho các hàng cây trồng. Ngành công nghiệp nhà kính đã sử dụng robot, ví dụ như trong cấy mô thực vật, và GNSS (Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu), cho phép định vị trong một ô hoặc cắt với độ chính xác vài cm.

Nông nghiệp thông minh trong tương lai xa

Sự phát triển của công nghệ cảm biến, CNTT và robot sẽ mở rộng biên giới của những đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực nông nghiệp thông minh hơn nữa. Trong tương lai, người nông dân sẽ có thể xác định nhu cầu của một cây trồng ở bất kỳ vị trí cụ thể nào và ở thời điểm thích hợp ngày càng chính xác và từ khoảng cách xa. Tự động hóa hơn nữa các hoạt động nông nghiệp, như như cấy và thu hoạch, cũng sẽ thúc đẩy phát triển nông nghiệp thông minh hơn nữa. Theo các chuyên gia việc mở rộng nông nghiệp thông minh sẽ làm tăng sản lượng trên mỗi vụ và có thêm nhiều hệ thống sản xuất hiệu quả hơn.

3.10. Năng lượng tái tạo - Còn được gọi là: năng lượng bền, năng lượng bền vững, chuyển đổi năng lượng



Tầm quan trọng của năng lượng tái tạo như năng lượng gió và mặt trời chủ yếu nằm ở việc sản xuất năng lượng điện. Sự chuyển đổi sang dạng năng lượng này đòi hỏi điện khí hóa rất nhiều hoạt động hiện đang dựa trên nhiên liệu hóa thạch, chẳng hạn như sưởi ấm và các hoạt động nhanh. Nhiên liệu sinh học có thể là một phần của giải pháp nếu thế giới hết nhiên liệu hóa thạch.

Năng lượng tái tạo hiện nay và trong tương lai gần

Có nhiều lý do lý giải tại sao ngành nông nghiệp nên giữ vai trò trong việc sản xuất năng lượng tái tạo. Nông nghiệp sản xuất ra sinh khối và do đó giữ vai trò trong chu trình CO₂. Ngoài ra, lĩnh vực nông nghiệp rất quan tâm tới các hoạt động hỗ trợ, hình ảnh và tính bền vững của nó. Động lực mang tính kinh tế nằm ở việc tạo ra việc làm và tiết kiệm chi phí năng lượng ở trang trại, mặc dù yếu tố tiết kiệm chi phí năng lượng còn phụ thuộc vào loại hình trang trại. Tuy nhiên, giá thành năng lượng tái tạo thường cao hơn nhiều so với chi phí năng lượng từ nhiên liệu hóa thạch. Hầu hết các phương án cho rằng nông nghiệp có thể giữ vai trò đi đầu và do đó dựa trên sinh khối. Điều này rất có ý nghĩa. Ngành nông nghiệp là một trong số ít ngành sản xuất sinh khối. Ngoài ra, các trang trại cũng là nơi có thể sản xuất những nguồn năng lượng như gió và năng lượng mặt trời, năng lượng quang điện, và sản xuất nhiệt bền. Một trở ngại chính là năng lượng tái tạo được tạo ra bởi ví dụ: mặt trời, nước hoặc gió không liên tục, vì vậy sẽ cần phải tích trữ điện. Đó là lý do tại sao cả thế giới đang tìm kiếm công nghệ pin có khả năng cung cấp dung lượng lưu trữ cần thiết. Ngoài ra, điện lưới thông minh cũng có thể giúp mang lại sự chuyển đổi năng lượng. Điện lưới thông minh là công nghệ quản lý mạng lưới điện một cách thông minh thông qua việc cân bằng chính xác (và liên tục) cung với cầu. Điều này có nghĩa là các hộ gia đình cá thể sẽ không chỉ mua điện, mà còn có thể cung cấp điện dư thừa được sản xuất tại gia lên lưới điện.

Năng lượng tái tạo trong tương lai xa

Nếu tiêu chuẩn cho năng lượng trong tương lai đòi hỏi phải có các nguồn năng lượng bền vững thì có thể sẽ không còn khan hiếm năng lượng nữa mà trên thực tế có khi còn dư thừa. Ví dụ, ngày càng có nhiều thiết bị chạy bằng nhiên liệu chuyển đổi sang chạy bằng điện (ô tô điện). Tuy vậy, sự đột phá của các công nghệ cụ thể sẽ phụ thuộc vào lợi nhuận kinh tế. Ngành nông nghiệp có thể góp phần làm giảm chi phí năng lượng tái tạo bằng cách sử dụng tài nguyên của mình cho (việc sử dụng) năng lượng tái tạo.

3.11. Tinh chế sinh học và nhiên liệu sinh học



Cơ quan Năng lượng Quốc tế định nghĩa tinh chế sinh học là “*xử lý bền vững sinh khối trong một loạt các sản phẩm và năng lượng có thể tiêu thụ được*”. Sinh khối là khối lượng khô của (các bộ phận) sinh vật. Tinh luyện sinh học hướng tới xử lý sinh khối hiệu quả nhất có thể để sử dụng tối đa các thành phần và bỏ đi tối thiểu. Trong trường hợp lý tưởng, việc sử dụng hoàn toàn sinh khối không cần thêm đất nông nghiệp. Cũng có thể trao đổi các dòng sinh khối còn dư giữa các chuỗi

giá trị khác nhau để đạt được sử dụng tối ưu và tránh sự cạnh tranh giữa thức ăn, cỏ khô cho gia súc và nhiên liệu. Nhiên liệu sinh học là một thuật ngữ chung dành cho nhiên liệu làm từ sinh khối. Nói chung là không thể thay thế xăng hoặc diesel bằng nhiên liệu sinh học nếu không điều chỉnh động cơ. Hệ thống nhiên liệu sinh học đầu tiên làm giảm 50% lượng khí thải CO₂. Hệ thống thứ hai hứa hẹn sẽ làm giảm tới 90%. Hệ thống thứ hai này còn đạt hiệu quả chi phí hơn, có nghĩa là năng suất trên mỗi hecta sinh khối sẽ cao hơn nhiều. Những đổi mới sáng tạo khác - còn được gọi là hệ thống thứ ba để phân biệt với hệ thống thứ hai - bao gồm sản xuất nhiên liệu sinh học từ tảo. Ở hệ thống nhiên liệu sinh học thứ tư, các vi sinh vật sẽ tự sản xuất nhiên liệu hoặc hóa chất.

Tình chế sinh học và nhiên liệu sinh học hiện tại và trong tương lai gần

Hầu hết các ứng dụng và nghiên cứu trong lĩnh vực này đều nhằm vào nhiên liệu sinh học. Nhiên liệu sinh học có thể góp phần giảm phát thải CO₂, muối và bụi siêu mịn trong giao thông. Nhiên liệu sinh học cũng góp phần giảm sự phụ thuộc vào các khu vực kém ổn định (về chính trị, kinh tế hoặc cả hai) vốn là những vùng cung cấp nhiều nguyên liệu thô cho nhiên liệu hóa thạch. Sử dụng nhiên liệu sinh học cũng có thể thúc đẩy nông nghiệp và công nghiệp chế biến và do đó tạo ra việc làm mới. Tiềm năng tiết kiệm chi phí trong mọi trường hợp đều rất phù hợp với ngành nông nghiệp. Nhiên liệu sinh học giống như nhiên liệu hóa thạch ở lợi thế là khối đặc, khiến nó rất phù hợp với vận tải siêu trọng (bằng xe tải, hàng không và đường biển) và vận tải đường dài. Tuy nhiên, có những tranh luận công khai về việc sản xuất nhiên liệu sinh học từ sinh khối ăn được, bởi nó gây áp lực lên an ninh lương thực. Hệ thống công nghệ thứ ba và thứ tư được kỳ vọng sẽ giải quyết vấn đề này. Ngoài ra, nhựa sinh học cũng là một lĩnh vực đang nổi lên: nhựa làm từ sinh khối thay vì vật liệu hóa thạch. Đổi mới sáng tạo này mang đến cơ hội cho các ứng dụng thương mại, bao gồm màng bọc, sơn, thuốc và phụ gia (dùng cho thực phẩm) có thể phân hủy sinh học. Các thử nghiệm cũng đang được tiến hành để sử dụng sinh khối sản xuất các khối xây dựng trong lĩnh vực xây dựng.

Tình chế sinh học và nhiên liệu sinh học trong tương lai xa

Nhu cầu về sinh khối tăng lên có thể làm tăng năng suất của phân, gỗ và diện tích tự nhiên. Hà Lan đang phấn đấu để trở thành nhà cung cấp công nghệ biến nước thải và phân thành các sản phẩm có giá trị cao hơn. Sản xuất tảo cũng rất có tiềm năng, vì tảo có thể được sử dụng để sản xuất nhiên liệu, để tinh chế nước thải và là nguồn thành phần của thực phẩm chức năng. Một hệ thống kinh tế trong đó sinh khối (và các nguồn năng lượng tái tạo như nước, gió và mặt trời) đã khiến cho việc sử dụng nguyên liệu hóa thạch trở nên không cần thiết thường được gọi là nền kinh tế dựa trên nền tảng sinh học. Trong một nền kinh tế như vậy, một sinh khối được sử dụng làm nguyên liệu cho thực phẩm bền, điện, nhiệt, vận chuyển, vật liệu và hóa chất. Các nguồn tài nguyên hóa thạch toàn cầu đang ngày càng trở nên khan hiếm, khiến cho nền kinh tế dựa vào sinh học càng trở nên phổ biến. Tuy nhiên, sự chuyển đổi từ dựa vào nhiên liệu hóa thạch sang dựa vào sinh học là một bước ngoặt rất lớn, làm nảy sinh câu hỏi liệu quá trình chuyển đổi này bao giờ sẽ xảy ra? Xét từ góc độ công nghệ thì sự chuyển đổi này có thể, nhưng câu hỏi là các ứng dụng sinh khối nào sẽ mang lại lợi nhuận cao nhất; và chính sách, pháp luật sẽ ứng phó với vấn đề này như thế nào.

Cần lưu ý rằng hiện tại rất nhiều công nghệ xử lý sinh khối tiêu tốn năng lượng nhiều hơn cả lượng năng lượng chúng sản xuất được, đã khiến cho nhiều người hoài nghi về tiềm năng của các công nghệ này.

3.12. Di truyền học - Còn được gọi là: công nghệ sinh học, biến đổi gen, công nghệ gen, công nghệ di truyền



Công nghệ gen là một phân nhánh nằm trong công nghệ sinh học, là tập hợp tất cả các ứng dụng công nghệ sử dụng các hệ thống sinh học, sinh vật sống hoặc dẫn xuất của chúng. Di truyền học sử dụng biến đổi DNA và một loạt các công nghệ ngày càng được hoàn thiện để tăng cường các phẩm chất của cây trồng và vật nuôi thông qua lựa chọn và sinh sản. Có nhiều hướng khác nhau trong di truyền học, tùy thuộc vào các ứng dụng:

- Giải trình tự DNA: xác định trình tự của các cặp bazơ trong chuỗi xoắn kép của một phân tử DNA bằng cách sử dụng các phản ứng hóa học.
- Nhân bản: tạo một bản sao của đoạn DNA, một tế bào hoặc toàn bộ sinh vật.
- Chuyển gen cùng loài (Cisgenesis): biến đổi gen trực tiếp, bằng cách chỉ sử dụng gen của chính loài đó.
- Chuyển gen khác loài (transgenesis): biến đổi gen trực tiếp bằng cách sử dụng gen của loài khác.
- Sử dụng các gen chỉ thị và sinh vật biến đổi gen để lai chéo nhanh chóng các đặc điểm mong muốn thông qua phương pháp cisgenesis.
- Bất hoạt gen: biến đổi gen trực tiếp để làm cho một gen của một sinh vật không hoạt động.
- Di truyền học biểu sinh (Epigenetics): nghiên cứu ảnh hưởng của những biến đổi di truyền thuận nghịch ở chức năng gen xảy ra mà không có những thay đổi ở trình tự DNA trong nhân. Di truyền học cũng nghiên cứu các quá trình ảnh hưởng đến sự phát triển của một sinh vật.

Các ứng dụng của di truyền học dường như vô hạn. Dưới đây chỉ là một số ứng dụng tiêu biểu:

- Làm cho cây trồng có sức đề kháng với những mối đe dọa và nguy hiểm như thuốc diệt cỏ, côn trùng, virus, hạn hán, nhiễm mặn và lạnh.
- Tăng sản lượng mong muốn cho mỗi vụ. Bổ sung thêm phức hợp gen thực vật C4⁴ vào thực vật C3⁵ có thể rất quan trọng, vì sẽ phát triển được các loại cây trồng nông nghiệp có khả năng sản sinh ra một phần quan trọng trong việc tự thụ phấn thông qua cố định đạm.
- Cải thiện chất lượng thực phẩm bằng cách nâng cao giá trị dinh dưỡng hoặc chất lượng của hương vị, mùi, màu sắc và hình thức.

⁴ Thực vật sử dụng cơ chế cố định các-bon C4 được gọi là thực vật C4. Cố định các-bon C4 là phương pháp được thực vật trên đất liền sử dụng để “cố định” điôxit các-bon để sản xuất đường thông qua quang hợp. Những cây thuộc nhóm thực vật C4 ví dụ như: mía, ngô, cỏ gấu, rau dền...

⁵ Thực vật chỉ tồn tại theo kiểu cố định các-bon C3 được gọi là thực vật C3. Cố định các-bon C3 là kiểu trao đổi chất để cố định các-bon trong quang hợp ở thực vật. Thực vật C3, có nguồn gốc từ đại Trung Sinh và đại Cổ sinh, xuất hiện trước thực vật C4 và hiện vẫn chiếm khoảng 95% sinh khối thực vật của Trái đất. Những cây thuộc nhóm thực vật C3 ví dụ như: lúa, khoai, sắn, đậu...

- Cải thiện tính phù hợp của thực vật và những phần bỏ đi của thực vật cho nhiên liệu sinh học thế hệ mới.
- Hướng tới những thay đổi trong thời kỳ thu hoạch cây trồng, hoặc theo cách sinh sản: biến đổi cây trồng dựa trên sinh sản sinh dưỡng (chẳng hạn như khoai tây) để làm cây trồng mọc lại.
- Kích thích vi sinh vật sản xuất các chất mong muốn (các protein cụ thể, nhiên liệu, v.v...).
- Hiện tại biểu sinh cũng được sử dụng trong nghiên cứu để chống trầm cảm và nghiện ngập bằng cách biến đổi gen. Biểu sinh giúp chúng ta hiểu sâu hơn về cách thức ăn ảnh hưởng đến sự tiến triển bệnh ở người và động vật. Sau cùng, nó có thể giúp điều chỉnh thực phẩm để phù hợp tối ưu với tình trạng sức khỏe của con người và động vật.

Di truyền học hiện tại và trong tương lai gần

DNA của hầu hết các loài thực vật đều đã được lập bản đồ, cho phép người nông dân thúc đẩy phát triển quá trình kháng bệnh của cây tốt hơn. Bằng cách lập ngày càng nhiều bản đồ số lượng bộ gen, sẽ có thể tạo ra các quần thể tùy chỉnh gồm các cá thể động vật và thực vật phù hợp với các ứng dụng cụ thể. Một số ví dụ như: bò tiết sữa có chứa hàm lượng cao các axit béo không bão hòa và khoai tây có chứa một loại tinh bột khoai tây chuyên biệt hoặc có một chất đề kháng với một bệnh cụ thể. Phương pháp này sẽ thúc đẩy sản xuất bền vững: tăng sức đề kháng của cây trồng chống lại các bệnh cụ thể cũng đồng nghĩa với việc người nông dân dùng thuốc trừ sâu ít hơn. Các nghiên cứu cũng đang được tiến hành để tạo ra các giống cây trồng ở những khu vực trước đây được coi là không phù hợp để những cây trồng này sinh trưởng. Rõ ràng, di truyền có thể góp phần tạo ra một nền kinh tế sinh học.

Di truyền trong tương lai xa

Trong tương lai, khó xác định được tác động của di truyền học. Lý do là vì xã hội vẫn e ngại công nghệ này do những vấn đề về đạo đức. Những điều luật quy định chặt chẽ của châu Âu làm cản trở nghiên cứu, trong khi chính sách của Hoa Kỳ và các nước châu Á lại lỏng lẻo hơn nhiều. Ngoài ra, các nhà sản xuất đang ngày càng không quan tâm tới phát triển công nghệ gen thông qua các bằng sáng chế và giấy phép. Hiện tại, quyền sở hữu trí tuệ vật liệu thực vật (biến đổi) đang diễn ra tranh chấp. Kết quả của trận chiến này sẽ quyết định ai sẽ là người dẫn đầu trong công nghệ gen trong tương lai.

3.13. Sinh học tổng hợp



Sinh học tổng hợp là việc phát triển khoa học công nghệ áp dụng các nguyên tắc thiết kế kỹ thuật ở cấp độ phân tử sinh học. Ví dụ, thiết kế lại một tổ chức sống để nó có thể thực hiện một chức năng mới, ví như sản xuất ra một chất cụ thể. Thậm chí nhiều nhà khoa học còn có tham vọng tạo ra các tổ chức sống mới từ vật liệu không sống. Sinh học tổng hợp thường chồng chéo với các lĩnh vực khác, ví dụ như di truyền. Sự khác biệt chính là mục đích tối thượng của sinh học tổng hợp lớn hơn nhiều, đó là thiết kế các sinh vật sống sẽ đáp ứng nhu cầu và mong muốn của loài người. Một số người còn coi công nghệ sinh học tổng hợp lĩnh vực kế thừa của di

truyền học. Các sản phẩm bao gồm thuốc được sản xuất bởi vi khuẩn nhân tạo và tạo biến đổi gen sản xuất năng lượng sạch.

Sinh học tổng hợp hiện nay và trong tương lai gần

Công nghệ sinh học đã có chỗ đứng trong lĩnh vực cung cấp thực phẩm. Ví dụ, phô mai. Ban đầu phô mai được làm với men dịch vị rennet (chymosin)⁶ từ rennet dạ dày của bê cai sữa, nhưng từ năm 1990 trở đi, quá trình này được thực hiện thông qua các quy trình công nghệ sinh học. Các nhà nghiên cứu lấy các gen sản xuất rennet từ dạ dày bê và tạo chúng thành vi khuẩn, nấm hoặc nấm men, sau đó những loại vi khuẩn, nấm và nấm men này tạo ra rennet thông qua quá trình lên men, làm loại bỏ vi sinh vật biến đổi gen. Rennet được tách ra và thêm vào sữa, có nghĩa là phô mai sẽ không chứa bất kỳ vật liệu biến đổi gen nào. Những ví dụ gần đây về sinh học tổng hợp bao gồm các thí nghiệm về biến đổi gen sinh vật và nghiên cứu về tế bào gốc của thai nhi. Ngoài mở rộng kiến thức của con người về cách hoạt động của các tế bào, các nhà sinh học tổng hợp cũng khao khát phát triển y học rẻ hơn hoặc để giải quyết vấn đề khí hậu. Các nhà nghiên cứu cũng biến đổi *Penicillium notatum* để sản xuất một loại kháng sinh từ nhóm cefalosporine. Nhiều nghiên cứu được tiến hành để biến đổi vi khuẩn thành thực vật hóa chất, có khả năng sản xuất thuốc sốt rét giá rẻ.

Sinh học tổng hợp trong tương lai xa

Các nhà nghiên cứu hy vọng rằng nhờ các sinh vật tổng hợp, nguyên liệu sẽ được sử dụng ít đi và không cần sử dụng thuốc diệt cỏ nữa. Những sinh vật sinh học tổng hợp này sẽ sử dụng không gian và năng lượng ít hơn, do đó góp phần vào canh tác bền vững. Sinh học tổng hợp có thể góp phần sản xuất các thành phần theo cách thân thiện với môi trường hơn và với giá thành rẻ hơn. Sự chuyển đổi từ sản xuất dựa vào đất các thành phần quý hiếm - chẳng hạn như các loại gia vị và dược liệu đặc biệt - sang sản xuất dựa trên sinh học tổng hợp sẽ tác động lớn đến chuỗi sản xuất và tạo ra chuyển dịch kinh tế giữa các vùng. Ở San Francisco, các biohacker (hacker sinh học)⁷ được nhận tài trợ cộng đồng đang thử nghiệm sản xuất sữa phi động vật và phô mai chay. Năm 2014, Open Wetlab của hiệp hội Waag Society đã tổ chức Học viện BioHack đầu tiên trên thế giới: đó là một khóa học để xây dựng Nhà máy Sinh học của riêng bạn, cho phép bạn tiến hành hoạt động với nhiên liệu, thực phẩm, sợi, thuốc, mùi hương, nấm và các loại sản phẩm khác của chính bạn. Điều này có nghĩa là liệu trong tương lai mỗi hộ gia đình sẽ có thể tự thiết kế và sản xuất ra các sản phẩm của riêng mình bằng công nghệ sinh học tổng hợp? Nhưng cũng có những lý do để cần thận trọng với kịch bản như vậy. Điều khiển các vi khuẩn hoặc vi-rút hiện có có thể dẫn đến việc tạo ra mầm bệnh mới. Sinh học tổng hợp cũng có thể được dùng để tạo vũ khí sinh học. Cuối cùng là các khía cạnh của trí tuệ tài sản và đạo đức. Bạn có thể nộp bằng sáng chế cho một sinh vật mới? Liệu sinh học tổng hợp được thực hiện để tạo ra sự sống nhân tạo? Sở hữu trí tuệ được coi là điều kiện tiên quyết để khai thác thương mại tri thức mới. Cũng có những tiếng nói cho rằng chúng ta nên hướng đến một mô hình nguồn mở, trong đó chúng ta có thể chia sẻ kiến thức và kỹ thuật càng nhiều càng tốt. Những người ủng hộ mô hình này lo sợ rằng các công ty lớn có thể

⁶ Một loại enzym thủy phân protein có trong dạ dày động vật được sử dụng để sản xuất phô mai hiện nay.

⁷ Biohacker: hay còn gọi là những người bẻ khóa sinh học chỉnh sửa cơ thể bằng công nghệ

độc quyền kiến thức, do đó càng làm tăng bất bình đẳng toàn cầu. Theo họ, nguồn mở sẽ thực sự thúc đẩy đổi mới sáng tạo trong sinh học tổng hợp.

3.14. Chuyển đổi protein - Còn được gọi là thịt nhân tạo, thay thế thịt



Chuyển đổi protein là sự chuyển đổi sang một xã hội trong đó tiêu thụ protein sẽ ít phụ thuộc vào việc ăn thịt từ động vật (gà, lợn, bò) mà phụ thuộc nhiều hơn vào thực vật và các loại thay thế như sinh vật biển và côn trùng. Rong biển là một nguồn protein chính và nó không cần protein để phát triển. Ưu điểm của côn trùng so với những loại động vật cho thịt truyền thống là chúng chuyển đổi thức ăn thực vật hiệu quả hơn gấp năm lần. Chúng cũng là một nguồn dồi dào chất béo (omega-3), vitamin, khoáng chất và sợi. Chuyển đổi protein có thể góp phần làm giảm phát thải khí nhà kính, do con người sẽ ăn ít protein động vật đi (sản xuất protein động vật đòi hỏi một lượng lớn nguyên liệu). Khan hiếm thực phẩm cũng sẽ giảm đi. Sau cùng, sẽ có rất nhiều người ủng hộ chuyển đổi protein vì những lý do đạo đức, tôn giáo, bao gồm cả phúc lợi động vật.

Chuyển đổi protein hiện tại và trong tương lai gần

Chuyển đổi protein gần với hiện thực hơn là chúng ta nghĩ. Nhiều siêu thị đã bán bánh mì kẹp thịt côn trùng. “Thịt chay” hay những thanh “snack chay” bắt đầu được bán ở nhiều nơi. Đó là các sản phẩm trông giống như thịt, nhưng thực ra được làm từ protein của nấm, đậu nành hoặc các sản phẩm từ sữa. Nhiều loại snack như viên nugget gà và croquette đã chứa hỗn hợp thịt và “các protein thay thế”. Sản xuất thịt nhân tạo cũng đạt được một số thành tựu. Đó là loại “thịt” được tạo ra dựa trên nuôi cấy tế bào hoặc mô. Sản xuất thịt nhân tạo đơn giản là sự gia tăng các tế bào riêng biệt, sử dụng các tế bào cơ bằng cách dùng các tế bào gốc bào thai có thể nhân lên trong môi trường thích hợp. Kết quả là tạo ra một hỗn hợp các tế bào cơ. Sau đó, chúng được tách ra khỏi sản phẩm khởi đầu, để phát triển thành một khối thịt. Năm 2013, thế giới đã chứng kiến sự ra đời của chiếc bánh kẹp thịt nhân tạo đầu tiên trên thế giới, với giá 250.000 euro.

Những thách thức của việc “trồng” thịt nằm ở công nghệ xử lý tế bào gốc. Làm thế nào để khiến chúng để trở thành một tế bào cơ? Tiếp theo là cần tạo cho khối hỗn hợp này cấu trúc và vị giống như của thịt.

Chuyển đổi protein trong tương lai xa

Một khi thịt nhân tạo và các loại thay thế cho thịt trở nên rẻ đi - hoặc thậm chí rẻ hơn các sản phẩm thịt truyền thống - và người tiêu dùng chấp nhận sản phẩm thì chúng ta có thể chứng kiến một sự đảo ngược xu hướng lớn, cả trong chế độ ăn uống lẫn trong sản xuất thực phẩm. Năng lượng rẻ hơn có thể giúp thịt nhân tạo trở nên rẻ đi. Tuy vậy, câu hỏi là liệu các nguồn protein thay thế có dẫn đến sự chuyển đổi protein hoàn toàn hay chỉ là sự bổ sung thêm vào chế độ ăn uống của con người, vẫn sẽ dựa trên việc tiêu thụ thịt.

3.15. Thiết kế thực phẩm - Còn được gọi là thực phẩm chức năng, được thực phẩm, thực phẩm cá nhân hóa, công nghệ thực phẩm, thực phẩm thiết kế



Thiết kế thực phẩm là việc phát triển thực phẩm trong phòng thí nghiệm, theo

đó các thành phần chuyên biệt được thêm vào (hoặc được chiết xuất) để cải thiện hương vị, cấu trúc hoặc mức độ mà thực phẩm giúp tăng cường sức khỏe (trường hợp tăng cường sức khỏe là về thực phẩm chức năng). Bổ sung thêm hoặc chiết xuất các thành phần phải không làm ảnh hưởng đến trải nghiệm (ăn uống). Hương vị, cấu trúc (mức độ cảm thấy có thể nuốt được) và cảm quan bên ngoài là quan trọng nhất. Hình thức thiết kế thực phẩm đơn giản nhất là bổ sung nước vào các sản phẩm béo, trong đó những giọt nước nhỏ li ti được chất béo bao bọc. Việc này khiến trải nghiệm vị giác (trên thực tế) không thay đổi, mặc dù tỷ lệ chất béo thấp hơn nhiều. Những ví dụ về thiết kế thực phẩm gồm:

- Sản phẩm ít chất béo, đường hoặc muối mà không làm ảnh hưởng đến hương vị, cấu trúc và trải nghiệm ăn uống.
- Sản phẩm có cấu trúc khác biệt, ví dụ: ít hạt hơn hoặc dễ nhai hơn.
- Sản phẩm được cá thể hóa dành cho phục hồi nhanh.
- Sản phẩm có sức hấp dẫn thẩm mỹ cụ thể, ví dụ: mùi, hình dạng và màu sắc, vì thế thực phẩm trở thành một trải nghiệm ăn uống khác biệt.

Năm 2013, cơ quan nghiên cứu STT của Hà lan công bố “Aspirine op je brood” (Aspirin on your Sandwich - Thuốc Aspirin trong bánh Sandwich của bạn), kết quả của các nghiên cứu tương lai về dinh dưỡng và dược phẩm, trong đó đưa ra nhiều ví dụ về thiết kế thực phẩm.

Thiết kế thực phẩm hiện tại và trong tương lai gần

Thiết kế thực phẩm là một lĩnh vực đang phát triển mạnh. Thậm chí có những khóa học về thiết kế thực phẩm và nhiều sự kiện với chủ đề về thiết kế thực phẩm đã trở nên rất phổ biến. Từ quan điểm của công nghệ, trên thực tế có thể thiết kế được bất cứ loại thực phẩm nào. Có thể dễ dàng tùy chỉnh thực phẩm cho từng người, phù hợp với từng giai đoạn cuộc đời của họ. Câu hỏi là khi nào và bằng cách nào thì thiết kế thực phẩm sẽ tác động đến cuộc sống của con người trên quy mô lớn. Công nghệ in 3D phát triển sẽ có thể cho phép các hộ gia đình tự thiết kế thực phẩm cho chính mình và in chúng ra.

Thiết kế thực phẩm trong tương lai xa

Dường như trong những thập kỷ tới, con người sẽ muốn kiểm soát các thành phần thực phẩm của họ nhiều hơn. Liệu trong tương lai, nấu ăn sẽ đơn thuần là việc thiết kế nên các đơn vị chất dinh dưỡng (khối, gel hoặc bột), bao gồm hương vị mà con người ưa thích tại thời điểm đó, và sau đó in ra những khối dinh dưỡng này? Ăn những loại thức ăn chúng ta thực sự thích và vẫn nhận được tất cả các chất dinh dưỡng chúng ta cần? Liệu con người có thể giải quyết được những vấn đề về sức khỏe và sự khan hiếm thực phẩm? Đó là những câu hỏi có thể sẽ được trả lời trong tương lai nhờ thiết kế thực phẩm.

3.16. Nuôi trồng thủy sản



Nuôi trồng thủy sản là nuôi trồng các sinh vật dưới nước như cá, động vật thân mềm (ví dụ: trai), giáp xác (ví dụ: tôm, cua và tôm hùm) và rong biển (ví dụ: tảo). Các sinh vật động vật và thực vật được nuôi trong ao và các bể chứa vì mục đích buôn bán thương mại. Nuôi trồng thủy sản bao gồm cả nuôi các sinh vật

trên biển. Có nhiều hình thức nuôi trồng thủy sản khác nhau:

- Nuôi trồng hải sản hoặc nuôi trồng thủy sản trên biển: nuôi các sinh vật dưới nước, trong đó thành phẩm được nuôi trồng ở biển.
- Nuôi trồng thủy sản tại bờ biển trong nước lợ như cửa sông, vịnh, đầm phá và vịnh hẹp.
- Nuôi trồng thủy sản trong nước ngọt, ví dụ: bể chứa, hồ, kênh và nước ngầm
- Nuôi trồng tích hợp: canh tác cộng sinh các sinh vật dưới nước. Trong mô hình aquaponics⁸ việc trồng cây (thủy canh) và nuôi cá diễn ra trong môi trường tuần hoàn. Cây tiêu thụ chất thải động vật, sử dụng chúng làm nguồn dinh dưỡng và vì thế làm sạch nước.
- Nuôi trồng tảo: tùy từng loài tảo có thể được nuôi trong nước ngọt, nước lợ, nước mặn hoặc siêu mặn. Tảo được nuôi trồng cho nhiều ứng dụng, ví dụ: các sản phẩm chất lượng cao, nguyên liệu để sản xuất các sản phẩm thực phẩm, nhiên liệu sinh học, và để lọc khí khói và nước thải.

Nuôi trồng thủy sản hiện tại và trong tương lai gần

Trong lĩnh vực sản xuất thực phẩm, nuôi trồng thủy sản đạt mức tăng trưởng nhanh nhất trên toàn thế giới, do nhu cầu ngày càng tăng và khả năng thay thế việc đánh bắt cá thương mại của nó. Ngành nuôi trồng thủy sản cũng ngày càng trở nên quan trọng trong việc tái sử dụng các phế phẩm chẳng hạn như phần bỏ đi của các sản phẩm cá chế biến, phần bỏ và vỏ của con trai và hào. Lĩnh vực này cũng có thể tận dụng các sản phẩm dư thừa những lĩnh vực nông nghiệp khác, ví dụ: làm nguyên liệu sản xuất thức ăn cá, hoặc bằng cách sử dụng nhiệt dư từ các nhà máy... cho các hệ thống canh tác.

Hiện tại, Hà Lan là nước đi đầu trong lĩnh vực các hệ thống tái tuần hoàn hoặc các hệ thống nuôi cá khép kín. Những hệ thống này dựa trên việc lọc và lưu thông nước, có nghĩa là chúng tiết kiệm năng lượng và hầu như không tạo ra chất thải. Một bước đột phá mới đây là sự xuất hiện mô hình nuôi trồng thủy sản thành phố. Các hệ thống lọc nước tiên tiến có thể cho phép mọi người nuôi cá trong bể chứa nước có kích thước bằng một chiếc bể sục mà không cần dùng đến hóa chất. Độ mặn của môi trường ven biển thực ra có thể được sử dụng để thử nghiệm trồng rau bằng nước muối. Năm 2014, một củ khoai tây Hà Lan được trồng bằng nước muối đã giành được Giải thưởng Asaid Grand Challenge uy tín.

Nuôi trồng thủy sản trong tương lai xa

Nhu cầu thực phẩm toàn cầu được dự đoán sẽ góp phần thúc đẩy việc canh tác động vật có vỏ và cá. Để đảm bảo an ninh lương thực, vai trò của đánh bắt cá bền vững sẽ ngày càng tăng. Đối với nghiên cứu nuôi trồng thủy sản, thách thức sẽ là tạo ra sự liên kết thành công giữa bền vững kinh tế, bền vững xã hội và bền vững sinh thái. Tăng cường nuôi trồng thủy sản cũng có nghĩa là chú trọng tới các khía cạnh công nghệ sinh học. Hệ thống canh tác khép kín sẽ trở nên quan trọng hơn, tốt hơn cho môi trường. Nhiều vùng nông nghiệp trên toàn thế giới đang phải đối phó với hiện tượng nhiễm mặn. Những ứng dụng nuôi trồng thủy sản nhằm mục đích canh tác

⁸ Aquaponics: là mô hình kết hợp giữa aquaculture (nuôi trồng thủy sản) với hydroponics (nuôi trồng thủy canh)

ở nước mặn có thể là những giải pháp hiệu quả.

3.17. Nông nghiệp thẳng đứng - Còn được gọi là: Arcology⁹, nông nghiệp thành phố, nông nghiệp môi trường, nông nghiệp được kiểm soát nông nghiệp tích hợp xây dựng



Nông nghiệp thẳng đứng là nông nghiệp ở các thành phố cao tầng, hay còn được gọi là trang trại dọc. Chiều thẳng đứng không chỉ đề cập đến thực tế là cây thường được trồng trong những tòa nhà kính chọc trời, mà còn đến những giàn giáo thẳng đứng cho phép các hàng cây mọc nối đuôi nhau. Trang trại dọc làm tăng nguồn cung thực phẩm ở các thành phố đông dân, đồng thời hạn chế sự hiện diện của nông nghiệp thông thường. Ngoài rau và trái cây, canh tác theo chiều dọc còn có thể được sử dụng để nuôi cá và gà. Đèn LED mô phỏng ánh sáng mặt trời trong một môi trường được kiểm soát hoàn toàn. Máy tính giúp đảm bảo mỗi khay trồng cây nhận được lượng ánh sáng và nước bằng nhau. Nông dân canh tác theo chiều dọc thường quản lý một loạt các trang trại dọc, bởi vì các ứng dụng và máy tính cho phép điều khiển từ xa. Nếu xảy ra sự cố, ví dụ một máy bơm nước bị hỏng, thì họ sẽ nhận được tin nhắn trên điện thoại thông minh của họ.

Nông nghiệp theo thẳng đứng hiện tại và trong tương lai gần

Gần đây, trang trại thẳng đứng được xây dựng tại Singapo và ở tiểu bang Pennsylvania (Hoa Kỳ). Mặc dù Hà Lan là nước có nền nông nghiệp tiên tiến bậc nhất thế giới, nhưng chỉ có vài dự án được thực hiện. Lý do là, thường rất khó biến đổi các văn phòng để thích ứng với mô hình trang trại thẳng đứng vì có quá ít ánh sáng mặt trời để cho cây phát triển. Tuy vậy, công nghệ hiện tại đã tiến bộ rất nhiều để có thể trồng cây mà không cần ánh sáng mặt trời tự nhiên. Những lợi thế của nông nghiệp thẳng đứng bao gồm: không mất mùa do thời tiết, sâu bệnh hoặc động vật, năng suất trên mỗi m² cao hơn, vùng sản xuất gần với khách hàng hoặc thị trường hơn, không có tác động tiêu cực lên đa dạng sinh học hoặc làm tổn hại tới đất, ít phát thải CO₂, sử dụng nước tối thiểu thông qua tái chế và sử dụng nhiên liệu hóa thạch ít đi (không cần máy kéo, máy cày hoặc xe vận chuyển).

Nông nghiệp thẳng đứng trong tương lai xa

Năm 2050, 80% dân số toàn cầu, lúc đó là 9 tỷ người, sẽ sống trong thành phố. Nông nghiệp thẳng đứng sẽ cho phép sản xuất gần với người tiêu dùng hơn, do đó cắt giảm chi phí vận chuyển. Có thể tìm các thiết kế trang trại thẳng đứng tiên tiến trong lĩnh vực “Arcology”, đó là một loạt các nguyên tắc thiết kế kiến trúc của Paolo Soleri¹⁰. Những quy tắc này hướng tới môi trường sống không lộn xộn với mật độ dân số cực cao bao gồm nhà ở, công nghiệp và nông nghiệp, và được thiết kế để ít tổn hại nhất tới môi trường, trong khi đó lại tự chủ được về kinh tế. Nông nghiệp thẳng đứng có thể góp phần thúc đẩy sản xuất lương thực mà không phải phụ thuộc quá nhiều vào vận chuyển. Nông nghiệp thẳng đứng cũng rất phù hợp cho các hộ gia đình hoặc cộng đồng.

⁹ Arcology: khái niệm là sự kết hợp của “Architecture” và “Ecology” (kiến trúc sinh thái), được sử dụng để mô tả cơ sở hạ tầng khép kín làm giảm tác động của con người vào môi trường tự nhiên.

¹⁰ Paolo Soleri (1919-2013): Kiến trúc sư người Italia, giảng viên Trường kiến trúc, ĐH Bang Arizona, tác giả sách “Arcology - City in the Image of Man”

3.18. Công nghệ bảo quản - Còn gọi là bảo quản thực phẩm, công nghệ bảo quản



Công nghệ bảo quản góp phần tăng cường khả năng bảo quản (độ tươi) thực phẩm. Công nghệ này bảo vệ thực phẩm không bị ô nhiễm do vi khuẩn hay nấm, hoặc do các quá trình hóa học và vật lý. Ví dụ:

- Thanh trùng bằng áp suất cao để vô hiệu hóa các sinh vật phân hủy, mầm bệnh và các enzyme khác nhau và giữ cho sản phẩm tươi trong hơn một tháng nếu được giữ lạnh.
- Trường xung điện để vô hiệu hóa các mầm bệnh và sinh vật phân hủy trong chất lỏng.
- Thanh trùng bằng quay vi sóng để giữ cho bữa ăn tươi lâu hơn, trong khi vẫn duy trì được chất lượng cảm quan cao
- Phương pháp plasma lạnh sử dụng khí trơ để khử trùng bề mặt bao bì hoặc thực phẩm, cho phép vô hiệu hóa vi sinh vật trên bề mặt ở nhiệt độ dưới 40°C.
- Ứng dụng các gen liên quan chống thối rửa sau khi thu hoạch.

Những công nghệ này có thể trở thành phương pháp thay thế cho phương pháp thanh trùng bằng nhiệt thông thường hoặc các quy trình khử trùng. Tải nhiệt thấp hơn của các công nghệ mới thường sẽ cho ra sản phẩm có bề ngoài và hương vị tươi hơn sản phẩm được xử lý bằng những phương pháp truyền thống. Hương vị ít bị sai lệch (không có dư vị của quá trình đun nấu), ít mất chất dinh dưỡng do nhiệt (ví dụ vitamin) và thực phẩm có kết cấu tốt hơn.

Công nghệ bảo quản hiện tại và trong tương lai gần

Những công nghệ bảo quản mới này thông thường được thể hiện như những phương pháp bảo quản mang tính bền vững hơn, ít gây hại cho môi trường. Tăng cường khả năng bảo quản sản phẩm có thể góp rất nhiều vào việc ngăn chặn chất thải. Ví dụ, tại Hà Lan, số liệu cho thấy mỗi năm người tiêu dùng Hà Lan vứt bỏ lượng thực phẩm trị giá tới 2,5 tỷ euro, tương đương với hơn 150 € hoặc 50 kg/người. Nhà sản xuất, môi giới, nhà phân phối, khu vực khách sạn và siêu thị lãng phí thêm 2,5 tỷ euro thực phẩm nữa. Các công nghệ bảo quản cải tiến sẽ tiết kiệm tiền, năng lượng và giảm phát thải CO₂ từ vận chuyển và xử lý chất thải.

Công nghệ bảo quản trong tương lai xa

Ngoài góp phần làm giảm thải hơn, công nghệ bảo quản được phát triển mạnh sẽ mang lại thêm nhiều loại sản phẩm thực phẩm lành mạnh hơn trong tương lai. Nếu xu hướng bữa tối nhanh và đơn giản vẫn tồn tại và nhu cầu về các phần nhỏ, bữa ăn khẩu phần cho một người tiếp tục phát triển, thì các công nghệ bảo quản cải tiến có thể có thể góp phần mang lại một chế độ ăn uống lành mạnh hơn. Sự phát triển của máy in 3D và in thực phẩm đang đan xen mạnh mẽ với các công nghệ bảo quản, bởi vì những công nghệ này sẽ rất quan trọng cho quy trình chuẩn bị và bảo quản những lượng nguyên liệu chứa trong hộp “mực” để in ra thực phẩm. Nếu sản xuất quy mô nhỏ tăng lên, nhu cầu về công nghệ bảo quản thức ăn tại nhà quy mô nhỏ cũng sẽ tăng lên. Tuy vậy, sự chấp nhận của người tiêu dùng, bác sĩ dinh dưỡng và các tổ chức chăm sóc sức khỏe vẫn có thể còn nhiều trở ngại. Đối với nhiều người, sẽ khó tin rằng các sản

phẩm có thể được giữ tươi lâu hơn thời gian họ mặc định.

3.19. Công nghệ vận tải



Vật liệu mới, các kỹ thuật chế tạo và tiên bộ trong lĩnh vực CNTT có thể sẽ mang đến những năng lực mới đối với vận chuyển tự động và những đổi mới ở tốc độ và hiệu quả vận chuyển.

Công nghệ vận tải hiện tại và trong tương lai gần

Vận chuyển sản phẩm cần thời gian và tiêu tốn tiền bạc. Trong những thập kỷ trước đây, đổi mới công nghệ đã khiến cho vận tải trở nên nhanh và rẻ hơn. Khả năng bảo quản sản phẩm tươi lâu hơn được cải thiện cũng tạo điều kiện cho vận chuyển đường dài, dẫn đến nguồn cung sản phẩm trở nên đa dạng trong suốt cả năm. Nhưng vấn đề đặt ra là liệu chúng ta vẫn có thể duy trì được hiệu quả của vận tải khi mà chi phí nhiên liệu liên tục tăng và áp lực giảm lượng khí thải CO₂ cũng ngày càng tăng? Và liệu hiệu quả của vận tải có có còn được duy trì ở những loại phương tiện vận tải hiện có? Các công nghệ vận tải và những dạng năng lượng và nhiên liệu mới có thể tác động theo cách khiến cho phát thải CO₂ không còn cản trở tới sự phát triển của vận tải. Các động cơ hiệu quả hơn và nhiên liệu mới có thể làm cho vận tải đạt hiệu suất cao hơn và do đó hiệu quả hơn về chi phí. Tự động hóa tăng và những đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực CNTT sẽ giúp con người quản lý giao thông hiệu quả hơn và với tốc độ lớn hơn. Dự kiến những tiến bộ này sẽ giúp tránh ùn tắc giao thông và các tình huống nguy hiểm. Toàn bộ các tuyến đường có thể được tối ưu hóa tự động, tính đến cả lưu lượng giao thông và dự báo thời tiết, sẽ dẫn đến ít rủi ro thất thoát và thiệt hại trong quá trình vận chuyển nguyên liệu thô và hàng dễ hỏng. Công nghệ cũng được kỳ vọng sẽ cải thiện quy trình quản lý hàng dự trữ bằng cách đo lường và giám sát mức tiêu thụ, nhờ vậy có thể không cần phải trữ lượng hàng lớn đắt tiền trong thời gian dài.

Công nghệ vận tải trong tương lai xa

Các chuyên gia cho rằng vận tải tự động sẽ phát triển trong những thập kỷ tới. Vận tải tự động có thể giữ vai trò quan trọng trong việc vận chuyển hàng rời và tải trọng nhỏ. Tại Hoa Kỳ, Amazon đã thử nghiệm sử dụng máy bay không người lái (drone) giao hàng tại nhà, khiến cho việc giao hàng đúng lúc trở nên chính xác hơn. Những vật liệu mới cũng sẽ có thể cải thiện hiệu suất của các phương tiện vận tải, làm giảm yêu cầu tiêu thụ năng lượng, chi phí cũng như thời gian giao hàng.

3.20. Điều chỉnh thời tiết - Còn được gọi là kiểm soát thời tiết, kỹ thuật khí hậu, địa kỹ thuật



Điều chỉnh thời tiết hay kiểm soát thời tiết là điều khiển hoặc sửa đổi có chủ đích môi trường nhằm làm thay đổi thời tiết. Hình thức biến đổi thời tiết phổ biến nhất là “gieo hạt mây” để tạo ra khả năng có mưa hoặc có tuyết, do đó điều tiết lượng cung nước ở địa phương. Điều chỉnh thời tiết cũng có thể được sử dụng để tránh những hiện tượng thời tiết gây thiệt hại như mưa đá hoặc bão.

Điều chỉnh thời tiết hiện tại và trong tương lai gần

Ví dụ cụ thể nhất về điều chỉnh thời tiết có lẽ là súng bắn mưa đá được sử dụng để ngăn sự hình thành mưa đá trong các trận mưa giông. Loại súng này phóng các viên

lưu đạn chứa tinh thể iốt bạc vào các đám mây. Nước sẽ kết lại bên trong đám mây và dính vào các tinh thể. Theo cách này, nước sẽ phân tán đi, có nghĩa là các tinh thể đá riêng lẻ sẽ nhỏ đi và ít gây thiệt hại hơn. Phương pháp được sử dụng trong canh tác nho và cam. Trong canh tác hoa quả và trồng nho, có thể tránh được thiệt hại do sương giá gây ra bằng cách tạo ra lớp khói phủ bên trên khu vực canh tác, do đó làm giảm lượng bức xạ nhiệt phát ra từ đất.

Điều chỉnh thời tiết cục bộ xuất hiện từ thế kỷ 20. Kỹ thuật điều chỉnh khí hậu đã mở rộng hơn nữa khái niệm này. Kỹ thuật điều chỉnh khí hậu là thuật ngữ chung cho một số công nghệ cho phép can thiệp có chủ đích vào hệ thống khí hậu. Điều quan trọng nhất mà các công nghệ này sử dụng để chống lại biến đổi khí hậu và cảnh báo toàn cầu là xử lý CO₂ và điều tiết ánh sáng mặt trời. Xử lý CO₂ nhằm vào các khí nhà kính trong khí quyển. Điều tiết ánh sáng mặt trời nhằm để bù đắp tác động của khí nhà kính bằng cách giảm nhiệt hấp thụ bởi đất.

Điều chỉnh thời tiết hiện tại và trong tương lai xa

Điều khiển khí hậu đang gây tranh cãi, vì những rủi ro liên quan tới việc can thiệp trên quy mô lớn tới hệ thống khí hậu. Trong Báo cáo “Climate Engineering: Hype or Despair”¹¹ năm 2013, Viện nghiên cứu Rathenau cho rằng không có nhu cầu rõ rệt nào về những kỹ thuật này. Tuy nhiên, chắc chắn là sự can thiệp vào khí hậu nên ở quy mô lớn, tầm quốc tế và lâu dài thì mới có hiệu quả. Nhưng xét ở góc độ quy mô lớn thì phải dự đoán rõ ràng được các hậu quả. Nếu không thì tác động nghịch đảo sẽ có thể xảy ra.

3.21. Việt Nam hướng tới Nông nghiệp 4.0 hiện tại và trong tương lai

Rõ ràng trong hiện tại và tương lai, nông nghiệp 4.0 là xu thế phát triển tất yếu của rất nhiều quốc gia trên thế giới. Áp dụng các tiến bộ công nghệ cũng như các phương thức quản lý, kinh doanh mới vào nông nghiệp nhằm giảm sức lao động, nâng cao năng suất, cắt giảm chi phí, hạ giá thành sản phẩm cũng như nâng cao chất lượng môi trường là những lợi thế mà nước ta có thể tận dụng từ cách mạng Công nghiệp 4.0 để thúc đẩy nông nghiệp phát triển bắt kịp với thế giới.

Một thực tế là mặc dù là nước nông nghiệp, nhưng nông nghiệp Việt Nam vẫn còn tương đối lạc hậu so với các nước tiên tiến. Nông nghiệp nước ta chủ yếu phát triển theo số lượng, dựa vào tài nguyên thiên nhiên, sức lao động, do vậy chi phí đầu vào cao, chi phí lao động lớn (chiếm 40%-50% giá thành sản phẩm). Quy mô canh tác của nông nghiệp nước ta phần lớn là nhỏ lẻ, manh mún khó áp dụng những mô hình canh tác hoặc công nghệ tiên tiến mới. Tổng hợp các báo cáo tại Diễn đàn Nông dân Việt Nam cho thấy: Hiện nay cả nước đang có 13,8 triệu hộ nông dân với 78 triệu mảnh ruộng nhỏ. Bình quân 2,2 lao động và 0,4 - 1,2 ha một hộ, thiếu vốn, kiến thức, sản xuất thủ công và manh mún (69% số hộ có quy mô dưới 0,5 ha đất nông nghiệp). Tài nguyên đất hạn chế, bình quân diện tích đất nông nghiệp trên đầu người chỉ bằng 8,7% so trung bình của thế giới. Trong bối cảnh này, nông nghiệp Việt Nam chủ yếu phát triển theo số lượng, dựa vào tài nguyên và lao động, chi phí vật tư quá cao (11

¹¹ Báo cáo “Kỹ thuật khí hậu: Sự cường điệu hay tuyệt vọng” của Viện Rathenau, chuyên nghiên cứu các vấn đề khoa học, đổi mới sáng tạo và công nghệ của Hà Lan.

triệu tấn phân bón, 600-700 triệu USD thuốc BVTV), sử dụng quá nhiều nước, lao động nên hiệu quả thấp. Sản xuất chia cắt, không theo chuỗi do vậy không kiểm soát được chất lượng cũng như không truy xuất được nguồn gốc.

Trong những năm gần đây, Chính phủ đã có các động thái ban đầu trong tiếp cận và thúc đẩy ứng dụng công nghệ 4.0. Điều này được thể hiện ở Chỉ thị số 16/CT-TTg ngày 04/5/2017 về tăng cường năng lực tiếp cận Cách mạng 4.0; trong đó Thủ tướng chính phủ giao nhiệm vụ cho các bộ, ban, ngành và địa phương nghiên cứu các xu hướng công nghệ 4.0 hiện nay và có các giải pháp chính sách thúc đẩy ứng dụng công nghệ 4.0, tận dụng tối đa các lợi thế và giảm thiểu những tác động tiêu cực đối với Việt Nam. Bộ Kế hoạch và Đầu tư hiện đang chủ trì soạn thảo Đề án tái cơ cấu kinh tế trong bối cảnh CMCN 4.0 và đề án về kinh tế chia sẻ; Bộ Khoa học và Công nghệ là đầu mối xây dựng Nghị quyết về Cách mạng 4.0 trình Chính phủ trong năm 2018, và thực hiện chương trình trọng điểm quốc gia về CM 4.0. Riêng trong ngành nông nghiệp, chưa có văn bản chính sách nào liên quan đến nông nghiệp 4.0. Tuy nhiên, trong những năm trở lại đây, Chính phủ đã có nhiều chính sách thúc đẩy ứng dụng công nghệ cao trong nông nghiệp. Điển hình là Quyết định số 1895/QĐ-TTg năm 2012 phê duyệt chương trình phát triển nông nghiệp ứng dụng CNC thuộc chương trình quốc gia phát triển CNC đến năm 2020. Quyết định số 575/QĐ-TTg ngày 04/5/2015 “Phê duyệt quy hoạch tổng thể khu và vùng nông nghiệp ứng dụng CNC đến năm 2020, định hướng đến năm 2030”. Một số các khu nông nghiệp CNC đã được hình thành ở Việt Nam, và xu hướng áp dụng CNC trong nông nghiệp đang ngày càng phát triển ở Việt Nam, mặc dù quy mô còn nhỏ. Áp dụng công nghệ 4.0 cũng phù hợp với chiến lược tái cơ cấu nông nghiệp giai đoạn 2017-2020 (Quyết định số 1819/QĐ-TTg ngày 16/11/2017) với mục tiêu nâng cao giá trị gia tăng, tính cạnh tranh, nâng cao thu nhập của người nông dân và bảo vệ môi trường.

Trong bối cảnh đó, với sự hỗ trợ của chính phủ và các ban ngành, nông nghiệp dần đang thu hút được sự quan tâm của doanh nghiệp. Nhiều doanh nghiệp lớn trong nước đang nỗ lực đầu tư ứng dụng công nghệ 4.0 vào nông nghiệp. Tập đoàn Thủy sản Minh Phú (Minh Phú Seafood Corp) - doanh nghiệp tôm lớn nhất Việt Nam, nhà xuất khẩu tôm số 1 thế giới và top 50 doanh nghiệp thủy sản lớn nhất toàn cầu - gần đây đã cho thấy kế hoạch sử dụng hệ thống AI nhằm giảm số lượng lao động cũng như kiểm soát chất lượng. Nếu mô hình này được triển khai thành công, số nhân công sẽ giảm đi đáng kể. Trước đây, để quản lý nước, tốc độ phát triển của tôm cũng như cho tôm ăn sẽ cần 2 người cho mỗi ao. Nếu áp dụng công nghệ, 50 ao sẽ chỉ cần tới 1 người, tương đương với mức giảm 99%. Minh Phú Seafood hiện đang vận hành chuỗi giá trị tôm khép kín, từ nghiên cứu và phát triển, trại giống, thức ăn, vùng nuôi, chế biến, xuất khẩu và logistics.

Cuối tháng 3 năm 2018, Vinamilk khánh thành trang trại số 1 thuộc Tổ hợp trang trại bò sữa công nghệ cao Vinamilk Thanh Hóa với quy hoạch là tổ hợp trang trại bò sữa công nghệ cao áp dụng các quy trình và công nghệ hiện đại nhất của thế giới. Trang trại bò sữa số 1 với quy mô 4.000 con, diện tích xây dựng 40ha và vốn đầu tư 700 tỷ đồng là trang trại đầu tiên chính thức đi vào hoạt động trong tổ hợp 5 trang trại bò sữa công nghệ cao Vinamilk Thanh Hóa. Tổng diện tích canh tác cả tổ hợp trang

trại là 2.500 ha, trong đó diện tích xây dựng trung tâm các trang trại chăn nuôi bò sữa là hơn 200ha. Mỗi cá thể bò/bê sẽ được kết nối thẻ chip điện tử với hệ thống giám sát trung tâm thông qua công nghệ quản lý đàn. Bò sẽ liên tục được giám sát và cập nhật thời gian ăn, khẩu phần ăn được tính toán dựa trên tỷ lệ, hệ thống cho bê uống sữa tự động. Bên cạnh đó, hệ thống robot đẩy thức ăn tự động cho bò cũng được Vinamilk áp dụng, có khả năng tự sạc năng lượng để vận hành và tự di chuyển qua lại giữa các khu chuồng trại để "chăm lo" nguồn thức ăn cho đàn bò ngay cả trong thời tiết mưa gió. Cuối tháng 3/2015, Vingroup chính thức công bố gia nhập lĩnh vực nông nghiệp với thương hiệu VinEco có tổng số vốn điều lệ 2.000 tỷ đồng. VinEco sau đó đã tiến hành ký kết với 3 đối tác hàng đầu thế giới đến từ Nhật Bản và Isreal về cung ứng công nghệ cao cho sản xuất nông nghiệp với tổng trị giá hơn 1.000 tỷ đồng. Theo đó, VinEco sẽ được cung cấp công nghệ nhà kính - nhà lưới, hệ thống tưới tiêu tự động, hệ thống cung cấp dinh dưỡng chủ động cho cây trồng cũng như công nghệ cơ giới hóa và tự động hóa trên cánh đồng mẫu lớn. Công nghệ tại Hệ thống nhà kính VinEco Tam Đảo rất hiện đại. Toàn bộ các giai đoạn từ trộn giá thể, rập lỗ, tra hạt, phủ hạt, tưới ẩm... đều được thực hiện bằng máy để đảm bảo độ sạch 100%; hạt mầm được chăm sóc bằng hệ thống tưới tự động và phun sương để giữ ẩm, điều khiển khí hậu, giúp năng suất cao, ổn định và chất lượng đồng đều.

Không chỉ là mảnh đất của những "ông lớn", nông nghiệp công nghệ cao còn hấp dẫn cả những doanh nghiệp khởi nghiệp (startup). AgriMedia dựa trên ứng dụng công nghệ để cung cấp giải pháp về thời tiết và nông nghiệp, giúp góp phần giảm thiểu rủi ro, hạn chế tác động của biến đổi khí hậu tới nông nghiệp. Doanh nghiệp này cung cấp một số giải pháp tổng thể cho sản xuất nông nghiệp dựa trên các điều kiện thời tiết chính xác bao gồm giám sát các thông số thời tiết đã qua, kết hợp với dự báo thời tiết sắp tới nhằm cảnh báo các thiên tai liên quan thời tiết, cảnh báo sâu bệnh và tối ưu lịch nông vụ. Năm ngoái, AgriMedia đã bắt tay với VNPT và Vinaphone mở tổng đài hỗ trợ tư vấn cho bà con nông dân cũng như cùng với VinaPhone và MobiFone cung cấp dịch vụ thông tin nông nghiệp thông qua điện thoại dưới dạng tin nhắn văn bản, không cần tới điện thoại thông minh hay máy tính.

Khuyến nghị

Nông nghiệp luôn là lĩnh vực được ưu tiên phát triển hàng đầu ở nước ta. Cách mạng công nghiệp 4.0 là cơ hội để Việt Nam nắm bắt công nghệ mới, thu hẹp khoảng cách để tổ chức cơ cấu nông nghiệp theo hướng thông minh hơn, bền vững hơn. Tuy nhiên, với hiện trạng của nước ta, không thể phát triển theo kiểu đồng loạt mà cần phải lựa chọn công nghệ phù hợp, sản phẩm phù hợp gắn với mỗi vùng, miền và thị trường. Bên cạnh đó, chúng ta cần ưu tiên phát triển nông nghiệp 4.0 ở các vùng có điều kiện, đi đôi với sản xuất nông nghiệp truyền thống.

Các trường đại học cần đổi mới đào tạo nguồn nhân lực, tiếp cận các công nghệ mới theo xu thế thời đại phục vụ nông nghiệp thông minh 4.0. Các viện nghiên cứu cần có chiến lược nghiên cứu phần mềm và phần cứng ứng dụng giải pháp IoT, tạo ra các công nghệ mới có tính ứng dụng cao phục vụ nông nghiệp thông minh 4.0. Các địa phương cần tiến hành đào tạo nguồn nhân lực toàn diện các đối tượng trực tiếp tham gia nông nghiệp thông minh 4.0 bao gồm: nhà quản lý, cán bộ kỹ thuật, doanh

ngành/Hợp tác xã và nông dân; đồng thời có chính sách khởi nghiệp, đổi mới sáng tạo phát triển có chọn lọc, hiệu quả nhất nông nghiệp thông minh 4.0. Nông nghiệp 4.0 của nước ta nên lấy doanh nghiệp làm trung tâm, từ đó phát triển các mô hình liên kết giữa doanh nghiệp với địa phương, doanh nghiệp với các trường đại học và doanh nghiệp với các startup khởi nghiệp. Từ đó hình thành nên một hệ sinh thái phát triển bền vững.

Biên tập: Nguyễn Phương Anh

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Smart farming technologies - description, taxonomy and economic impact. Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives. Athanasios T. Balafoutis et al. 2017
2. The fourth industrial revolution and precision agriculture. Automation in Agriculture - Securing food supplies for future generation. Jehoon Sung. Rural Development Administration, Republic of Korea
3. Technologies for Adaptation in the Agriculture sector. United Nation, 2014.
4. Toward smart farming - Agriculture embracing the IoT vision. Beecham Research, 2015.
5. From Agriculture to Agtech. An industry transformed beyond molecules and chemicals. Monitor Deloitte, 2016.
6. Industry 4.0 in agriculture: Focus on IoT aspects. European Commission, 2017.
7. The future of technology in agriculture. STT Netherlands study Centre for Technology Trends, 2016.
8. Agriculture 4.0: The future of farming technology. Matthieu De Clercq, Anshu Vats Alvaro Biel. World Government Summit, 2018.
9. Innovation in Agriculture and Food Systems in the Digital Age. The global innovation index. Harold van Es & Joshua Woodard. Cornell University, 2017
10. Báo Nhân dân, Đầu tư và Tạp chí tài chính.