



# Nông nghiệp

**Nông nghiệp** bao gồm sản xuất cây trồng và chăn nuôi, thủy sản, ngư nghiệp và lâm nghiệp cho sản phẩm thực phẩm và không phải thực phẩm.<sup>[1]</sup> Nông nghiệp là chìa khóa phát triển trong sự hình thành của chủ nghĩa định cư con người, nơi mà việc canh tác các loài thuần hóa tạo ra nguồn thực phẩm dư thừa cho phép con người sống trong các thành phố. Mặc dù con người bắt đầu thu thập ngũ cốc từ ít nhất 105,000 năm trước, nhưng những người nông dân mới chỉ bắt đầu trồng chúng vào khoảng 11,500 năm trước. Cừu, dê, lợn và bò được thuần hóa khoảng 10,000 năm trước. Các loài cây được canh tác độc lập ít nhất ở 11 khu vực trên thế giới. Trong thế kỷ 20, Công nghiệp hóa nông nghiệp dựa trên đơn canh quy mô lớn đã trở thành hình thức sản xuất nông nghiệp chủ yếu.

Ngày nay, các trang trại nhỏ sản xuất khoảng một phần ba lương thực thế giới, nhưng các trang trại lớn lại phổ biến.<sup>[2]</sup> Một phần trăm trang trại lớn nhất trên thế giới có diện tích lớn hơn 50 héc-ta và vận hành hơn 70 phần trăm diện tích đất canh tác của thế giới.<sup>[2]</sup> Gần 40 phần trăm đất canh tác nằm ở những trang trại lớn hơn 1,000 héc-ta.<sup>[2]</sup> Tuy nhiên, năm trong mỗi sáu trang trại trên thế giới có diện tích nhỏ hơn hai héc-ta và chỉ chiếm khoảng 12 phần trăm tổng diện tích đất nông nghiệp.<sup>[2]</sup>

Các sản phẩm nông nghiệp chính có thể được chia thành các nhóm chung như thực phẩm, sợi,  nhiên liệu, và nguyên liệu (như cao su). Nhóm thực phẩm bao gồm ngũ cốc (hạt ngũ cốc), rau quả, trái cây, dầu ăn, thịt, sữa, trứng, và nấm. Sản lượng nông nghiệp toàn cầu lên đến khoảng 11 tỷ tấn thực phẩm,<sup>[3]</sup> 32 triệu tấn sợi tự nhiên<sup>[4]</sup> và 4 tỷ m<sup>3</sup> gỗ.<sup>[5]</sup> Tuy nhiên, khoảng 14 phần trăm thực phẩm thế giới bị mất từ quá trình sản xuất trước khi đến tay người tiêu dùng.<sup>[6]</sup>

Nông học hiện đại, nhân giống cây trồng, các hóa chất nông nghiệp như thuốc trừ sâu và phân bón, và các phát triển công nghệ đã tăng mạnh sản lượng nông nghiệp, nhưng cũng gây ra tác động của nông nghiệp lên môi trường. Nhân giống chọn lọc và các thực hành hiện đại trong chăn nuôi động vật cũng tương tự đã tăng mạnh sản lượng thịt, nhưng đã gây ra lo ngại về chăm sóc động vật và thiệt hại môi trường. Các vấn đề môi trường bao gồm đóng góp vào biến đổi khí hậu, suy giảm tầng nước ngầm, phá rừng, kháng thuốc kháng sinh, và các loại ô nhiễm nông nghiệp khác. Nông nghiệp cả là nguyên nhân và yếu tố nhạy cảm đối với suy thoái môi trường, như mất đa dạng sinh học, sa mạc hóa, suy thoái đất, và biến đổi khí hậu, tất cả đều có thể gây giảm năng suất cây trồng. Động vật biến đổi gen được sử dụng rộng rãi, mặc dù một số quốc gia cấm chúng.

## Từ nguyên học và phạm vi

Từ *nông nghiệp* là một biến thể của Tiếng Anh trung đại từ Latin *agricultūra*, từ *ager* 'đồng cỏ' và *cultūra* 'canh tác' hoặc 'nuôi trồng'.<sup>[7]</sup> Mặc dù nông nghiệp thường chỉ đề cập đến các hoạt động của con người, một số loài kiến,<sup>[8][9]</sup> mô-i và bọ cạp đã trồng cây lên tới 60 triệu năm.<sup>[10]</sup> Nông nghiệp được định nghĩa với các phạm vi khác nhau, trong ý nghĩa rộng nhất sử dụng tài nguyên tự nhiên để "sản xuất các hàng hóa duy trì cuộc sống, bao gồm thực phẩm, sợi, sản phẩm rừng, cây trồng vườn, và các dịch vụ liên quan".<sup>[11]</sup> Như vậy, nó bao gồm trồng trọt, làm vườn, chăn nuôi

và lâm nghiệp, tuy nhiên, thường thì làm vườn và lâm nghiệp lại bị loại trừ.<sup>[11]</sup> Nó cũng có thể được chia rộng ra thành **nông nghiệp cây trồng**, liên quan đến việc trồng cây hữu ích,<sup>[12]</sup> và **nông nghiệp chăn nuôi**, sản xuất động vật nông nghiệp.<sup>[13]</sup>

## Lịch sử

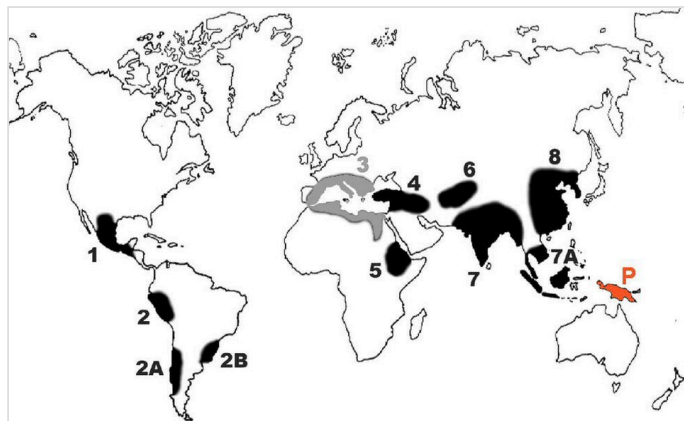
### Nguồn gốc

Sự phát triển của nông nghiệp cho phép dân số con người tăng nhiều lần so với việc duy trì bằng cách săn bắn và hái lượm.<sup>[16]</sup> Nông nghiệp bắt đầu độc lập ở các vùng khác nhau trên thế giới,<sup>[17]</sup> và bao gồm một loạt các loài taxa, tại ít nhất 11 trung tâm nguồn gốc riêng biệt.<sup>[14]</sup> Người ta đã thu thập và ăn các loại hạt hoang dã từ ít nhất 105.000 năm trước đây.<sup>[18]</sup> Vào thời kỳ đồ đá Paleolithic ở Levant, cách đây 23.000 năm, đã quan sát thấy việc trồng các loại lúa mạch emmer, lúa mạch và yến mạch gần biển Galilee.<sup>[19][20]</sup> Lúa mì đã được thuần hóa tại Trung Quốc từ năm 11.500 đến 6.200 trước Công nguyên, với sự trồng trọt sớm nhất được biết đến từ năm 5.700 trước Công nguyên,<sup>[21]</sup> tiếp theo là các loại đậu xanh, đậu nành và đậu Azuki. Cừu đã được thuần hóa tại Mesopotamia từ 13.000 đến 11.000 năm trước đây.<sup>[22]</sup> Trâu đã được thuần hóa từ loài bò rừng aurochs ở khu vực của Thổ Nhĩ Kỳ và Pakistan vào khoảng 10.500 năm trước đây.<sup>[23]</sup> Sản xuất lợn xuất hiện ở Eurasia, bao gồm châu Âu, Đông Á và Tây Á,<sup>[24]</sup> nơi châu Âu, Đông Á và Tây Á đã thuần hóa lợn rừng từ khoảng 10.500 năm trước đây.<sup>[25]</sup> Ở vùng Andes ở Nam Mỹ, khoai tây đã được thuần hóa từ cách đây 10.000 đến 7.000 năm trước, cùng với các loại đậu, coca, lạc đà, lạc đà và chuột cavia. Mía và một số loại rau củ cũng đã được thuần hóa tại New Guinea vào khoảng 9.000 năm trước. Sorghum đã được thuần hóa tại vùng Sahel của châu Phi từ 7.000 năm trước. Bông đã được thuần hóa ở Peru từ cách đây 5.600 năm,<sup>[26]</sup> và đã được thuần hóa độc lập tại Eurasia. Ở Mesoamerica, cây ngô hoang dã đã được lai tạo thành ngô từ cách đây 6.000 năm.<sup>[27]</sup> Ngựa đã được thuần hóa ở vùng steppe của Eurasia vào khoảng 3500 trước Công nguyên.<sup>[28]</sup>

Các nhà nghiên cứu đã đưa ra nhiều giả thuyết để giải thích nguồn gốc lịch sử của nông nghiệp. Các nghiên cứu về quá trình chuyển đổi từ xã hội săn bắn-sưu tập sang xã hội nông nghiệp cho thấy một giai đoạn ban đầu của tăng cường và tăng cường định cư; ví dụ như văn hóa Natufian ở Levant và thời kỳ Neolithic sớm ở Trung Quốc. Sau đó, các bãi hoang trước đây đã được thu hoạch bắt đầu được trồng và dần dần được thuần hóa.<sup>[29][30][31]</sup>

### Nền văn minh

Ở châu Âu-Á Âu, người Sumer bắt đầu sống trong các làng từ khoảng năm 8.000 TCN, dựa vào sông Tigris và Eu-phra-tes cùng với hệ thống kênh đào để tưới tiêu. Cây cấy xuất hiện trong các biểu đồ hình đồ vật chất khoảng năm 3.000 TCN; cây gieo hạt xuất hiện khoảng năm 2.300

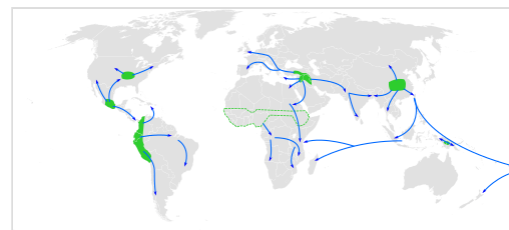


□ Các trung tâm nguồn gốc, theo thứ tự số của Nikolai Vavilov trong những năm 1930.

□ Khu vực 3 không còn được công nhận là trung tâm nguồn gốc

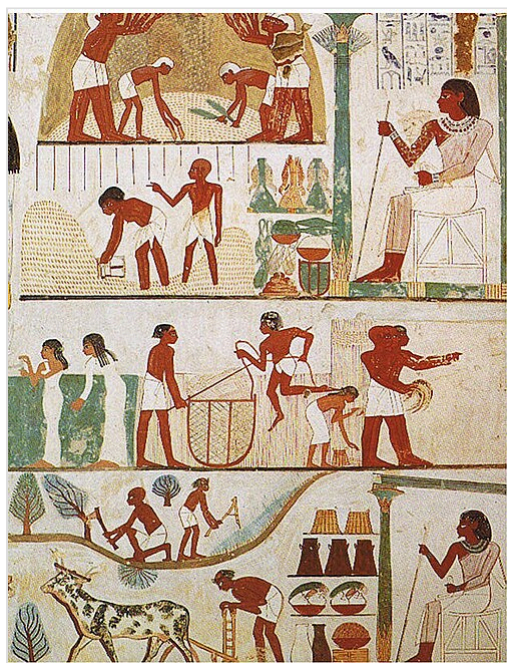
□ Guinea Mới (khu vực P) được xác định gần đây hơn.  
[14][15]

TCN. Người nông dân trồng lúa mì, lúa mạch, rau như đậu và hành tây, cùng với các loại trái cây bao gồm chà là, nho và sung.<sup>[34]</sup> Nông nghiệp của Ai Cập cổ đại dựa vào sông Nile và lũ lụt mùa. Nông nghiệp bắt đầu từ giai đoạn tiền triền đại vào cuối kỷ băng hà sau 10.000 TCN. Các cây lương thực chủ yếu là lúa mì và lúa mạch, cùng với các loại cây công nghiệp như cây lanh và cây giầy.<sup>[35][36]</sup> Ở Ấn Độ, lúa mì, lúa mạch và cây táo ta đã được thuần hóa vào khoảng năm 9.000 TCN, sớm sau đó là cừu và dê.<sup>[37]</sup> Các con bò, cừu và dê đã được thuần hóa trong văn hóa Mehrgarh từ khoảng 8.000-6.000 TCN.<sup>[38][39][40]</sup> Công nghiệp trồng bông đã bắt đầu từ khoảng năm thế kỷ 5-4 TCN.<sup>[41]</sup> Bằng chứng khảo cổ học chỉ ra có sử dụng cái cày kéo bởi động vật từ năm 2.500 TCN trong văn hóa thung lũng sông Hằng.<sup>[42]</sup>



Bản đồ thế giới cho thấy các trung tâm xấp xỉ của nơi xuất phát của nông nghiệp và sự lan truyền của nó trong tiền sử.<sup>[32]</sup> Nghiên cứu ADN đã chỉ ra rằng nông nghiệp đã được giới thiệu vào Châu Âu bởi sự mở rộng của những người nông dân sớm đến từ Anatolia khoảng 9.000 năm trước đây.<sup>[33]</sup>

Ở Trung Quốc, từ thế kỷ 5 TCN đã có hệ thống nhà chứa lương thực quốc gia và trồng lúa to rộng rãi.<sup>[43]</sup> Các xưởng xay lúa chạy bằng nước đã được sử dụng từ thế kỷ 1 TCN,<sup>[44]</sup> tiếp sau đó là hệ thống tưới tiêu.<sup>[45]</sup> Đến cuối thế kỷ 2, đã phát triển ra các cái cày nặng với lá cày và tằm cắt từ sắt.<sup>[46][47]</sup> Chúng đã lan rộng về phía tây trên khắp lục địa Á Âu.<sup>[48]</sup> Gạo Á Đông đã được thuần hóa cách đây 8.200-13.500 năm - tùy thuộc vào ước tính của dòng họ phân tử được sử dụng<sup>[49]</sup> - trên sông Trâu ở miền nam Trung Quốc với một nguồn gốc di truyền duy nhất từ loại gạo hoang dã *Oryza rufipogon*.<sup>[50]</sup> Ở Hy Lạp cổ đại và Rôma cổ đại, các loại lương thực chủ yếu là lúa mì, lúa mạch và lúa mì, cùng với rau như đậu, đỗ và ô liu. Cừu và dê được nuôi chủ yếu để lấy sữa.<sup>[51][52]</sup>



Cảnh nông nghiệp của lúa giậm, kho lương thực, thu hoạch với lưỡi liềm, đào xới đất, chặt cây và cày cấy từ Ai Cập cổ đại. Lăng mộ của Nakht, thế kỷ 15 TCN

Ở Châu Mỹ, các loại cây trồng thuần hóa ở Mesoamerica (ngoài teosinte) bao gồm bí ngô, đậu và cacao.<sup>[53]</sup> Cacao đã được thuần hóa bởi dân tộc Mayo Chinchipe của vùng Amazon trên cao vào khoảng năm 3.000 TCN.<sup>[54]</sup> Gà tây có thể đã được thuần hóa ở Mexico hoặc Miền Tây Hoa Kỳ.<sup>[55]</sup> Người Aztec đã phát triển hệ thống tưới tiêu, tạo nên các cánh đồng bậc thang, bón phân đất và phát triển chinampa - các đảo nhân tạo. Người Maya đã sử dụng hệ thống kênh rộng lớn và hệ thống cánh đồng cao để trồng trọt đất ngập nước từ năm 400 TCN.<sup>[56][57][58][59][60]</sup> Coca đã được thuần hóa ở vùng Andes, cũng như lạc, cà chua, thuốc lá và dứa.<sup>[53]</sup> Bông đã được thuần hóa ở Peru từ năm 3.600 TCN.<sup>[61]</sup> Một số động vật như lạc đà, alpaca và chuột lang đã được thuần hóa ở đây.<sup>[62]</sup> Trên lục địa Bắc Mỹ, người bản địa của miền Đông đã thuần hóa các loại cây trồng như hướng dương, thuốc lá, bí ngô và *Chenopodium*.<sup>[63][64][65]</sup> Các loại thực phẩm hoang dã bao gồm lúa mì hoang dã và đường mía được thu hoạch.<sup>[66]</sup> Cây dâu được thuần hóa là loại lai giữa một loại cây dâu Chile và một loại cây dâu Bắc Mỹ, phát triển thông qua chương trình lai tạo ở Châu Âu và

Bắc Mỹ.<sup>[67]</sup> Người bản địa miền Tây Nam và Bắc Tây Cực đã thực hành trồng cây trong rừng và trồng bằng cách đốt đất. Người bản địa đã kiểm soát việc cháy trên quy mô vùng để tạo ra môi



trường cháy ở cường độ thấp, duy trì một hình thức nông nghiệp thấp mật độ theo chu kỳ rời rạc; một loại hệ thống trồng trọt "hoang dã" gọi là permaculture.<sup>[68][69][70][71]</sup> Một hệ thống trồng trọt đơn giản gọi là "Ba Chị Em" đã được phát triển ở Bắc Mỹ. Ba loại cây trồng này là bí ngô mùa đông, ngô và đậu leo.<sup>[72][73]</sup>

Người bản địa Úc, trước đây được cho là những người săn bắn và hái lượm di cư, đã thực hành đốt đất theo cách có hệ thống, có thể để tăng cường sản xuất tự nhiên trong trồng trọt bằng cách đốt đất.<sup>[74]</sup> Các học giả đã chỉ ra rằng người săn bắn và hái lượm cần có môi trường sản xuất để duy trì thu thập mà không cần trồng trọt. Do rừng ở New Guinea có ít cây thực phẩm, loài người sớm có thể đã sử dụng "đốt đất lựa chọn" để tăng cường sản xuất của cây trái karuka hoang dã để duy trì cách sống của người săn bắn và hái lượm.<sup>[75]</sup>

Người Gunditjmarra và những nhóm khác đã phát triển hệ thống trồng nuôi cá lóc và đánh bắt cá từ khoảng 5.000 năm trước.<sup>[76]</sup> Có dấu hiệu về "tăng cường" trên toàn lục địa trong giai đoạn đó.<sup>[77]</sup> Ở hai khu vực của Úc, phía tây bờ biển trung tâm và trung đông phía đông, những người nông dân sớm trồng cây khoai môn, cỏ mồm đất và hành lý, có thể trong các khu định cư vĩnh viễn.<sup>[31][78]</sup>

## Cuộc cách mạng

Vào thời Trung cổ, so với thời kỳ La Mã, nông nghiệp ở Tây Âu trở nên tập trung hơn vào tự cung ứng. Dân số nông nghiệp dưới chế độ phong kiến thường được tổ chức thành các lãnh thổ chứa hàng trăm hoặc hơn các mẫu đất, được chủ trì bởi một chủ lãnh thổ với một nhà thờ và linh mục Công giáo Rôma.<sup>[79]</sup>

Nhờ giao lưu với vùng Al-Andalus, nơi Cách mạng Nông nghiệp Ả Rập đang diễn ra, nên nông nghiệp châu Âu đã thay đổi, với các kỹ thuật cải tiến và sự lan truyền của cây trồng, bao gồm việc đưa vào lương thực như đường, lúa mì, bông và các cây trồng khác (như quả cam).<sup>[80]</sup>

Sau năm 1492, cuộc trao đổi Columbian mang các loại cây trồng mới từ thế giới mới như ngô, khoai tây, cà chua, khoai lang và sắn đến châu Âu, và các loại cây trồng cũ từ thế giới cũ như lúa mì, lúa mạch, gạo và củ cải, cũng như gia súc (bao gồm ngựa, bò, cừu và dê) đến châu Mỹ.<sup>[81]</sup>

Tưới tiêu, luân canh, và phân bón đã tiến bộ từ thế kỷ 17 với Cách mạng Nông nghiệp Anh, cho phép dân số toàn cầu tăng lên đáng kể. Kể từ năm 1900, nông nghiệp ở các quốc gia phát triển, và một phần nhỏ hơn là ở thế giới đang phát triển, đã có sự tăng cao đáng kể về năng suất nhờ vào sự máy móc hóa thay thế lao động con người, và được hỗ trợ bởi phân bón tổng hợp, thuốc trừ sâu, và tạo giống chọn lọc. Phương pháp Haber-Bosch cho phép tổng hợp phân bón nitrat amoni trên quy mô công nghiệp, tăng cường đáng kể năng suất cây trồng và duy trì sự gia tăng dân số toàn cầu.<sup>[82][83]</sup>

Nông nghiệp hiện đại đã đặt ra hoặc đối mặt với các vấn đề sinh thái, chính trị và kinh tế bao gồm ô nhiễm nước, niên liệu sinh học, các loài có di truyền biến đổi, hạn ngạch và tiến trợ cấp cho nông trường, dẫn đến các phương pháp tiếp cận thay thế như phong trào hữu cơ.<sup>[84][85]</sup>



Lịch trồng trọt, khoảng năm 1470, từ một bản thảo của Pietro de Crescenzi

Các phương pháp canh tác không bền vững ở Bắc Mỹ đã dẫn đến hiện tượng Bão cát vào những năm 1930.<sup>[86]</sup>

## Phân loại



Thu hoạch lúa mạch bằng máy gặt đập cùng với một chiếc máy kéo và rơmooc



Bầy tuần lộc là cơ sở của nền nông nghiệp chăn nuôi ở một số dân tộc Cực Bắc và Cận Bắc.

Chăn nuôi bao gồm quản lý động vật nuôi. Trong chăn nuôi du mục, bầy gia súc được di chuyển từ nơi này đến nơi khác để tìm thức ăn, thức ăn gia súc và nước. Nông nghiệp loại này thường được thực hành ở các vùng khô cằn và bán khô cằn của Sahara, Trung Á và một số khu vực Án Độ.<sup>[87]</sup>

Trong du canh du cư, một khu vực nhỏ của rừng được xóa bỏ bằng cách chặt phá và đốt cây. Đất đã được làm sạch được sử dụng để trồng cây trong vài năm cho đến khi đất trở nên quá nghèo dinh dưỡng và khu vực được bỏ hoang. Một miêng đất khác được chọn và quá trình được lặp lại. Nông nghiệp loại này thường được thực hành chủ yếu ở các khu vực có mưa nhiều và rừng mọc lại nhanh chóng. Thực hành này được sử dụng ở Đông Bắc Ấn Độ, Đông Nam Á và Lưu vực Amazon.<sup>[88]</sup>



Tưới phân bón bằng tay ở Zambia

Nông nghiệp tự cung tự cấp được thực hành để đáp ứng nhu cầu của gia đình hoặc cộng đồng địa phương mà không còn nhiều để vận chuyển đi nơi khác. Nó được thực hiện một cách tập trung tại khu vực Á châu Mùa mưa và Đông Nam Á.<sup>[89]</sup> Ước tính có khoảng 2,5 tỷ nông dân tự cung đã làm việc vào năm 2018, canh tác khoảng 60% diện tích đất có thể canh tác trên trái đất.<sup>[90]</sup>

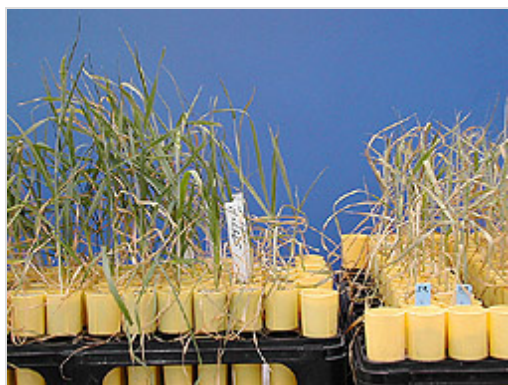
Thâm canh là việc canh tác nhằm tối đa hóa năng suất, với tỷ lệ ruộng trồng thấp và sử dụng nhiều nguồn tài nguyên đầu vào (nước, phân bón, thuốc trừ sâu và tự động hóa). Nó thường được thực hành chủ yếu ở các nước phát triển.<sup>[91][92]</sup>

## Thay đổi cây trồng và công nghệ sinh học

### Nhân giống cây trồng

Sự thay đổi cây trồng đã được con người thực hành trong hàng ngàn năm, kể từ thời kỳ bắt đầu của nền văn minh. Thay đổi cây trồng thông qua các phương pháp lai tạo thay đổi cấu trúc di truyền của cây để phát triển cây trồng có các đặc điểm hữu ích hơn cho con người, ví dụ như quả





Giống lúa mì chịu đựng cao với nồng độ muối cao (bên trái) so với giống không chịu đựng

hoặc hạt to hơn, khả năng chống hạn chế, hoặc kháng cự với sâu bệnh. Những tiến bộ đáng kể trong lĩnh vực lai tạo cây trồng đã tiếp theo sau công trình của nhà di truyền học Gregor Mendel. Công trình về các Tính trội và Tính lặn, mặc dù ban đầu lời lẽ bị lơ đi suốt gần 50 năm, đã cung cấp cho nhà lai tạo cây trồng hiểu biết tốt hơn về di truyền học và kỹ thuật lai tạo. Lai tạo cây trồng bao gồm các kỹ thuật như chọn cây với các đặc điểm mong muốn, tự thụ phấn và thụ phấn chéo, và các kỹ thuật phân tử làm thay đổi di truyền của sinh vật.<sup>[93]</sup>

Sự thuần hóa của cây trồng đã gia tăng năng suất, cải thiện khả năng chống bệnh và chịu đựng hạn hán, giảm thiểu việc thu hoạch và cải thiện hương vị và giá trị dinh

dưỡng của cây trồng. Việc lựa chọn và lai tạo cây trồng đã có những ảnh hưởng to lớn đến các đặc điểm của cây trồng. Việc lựa chọn và lai tạo cây trồng trong những năm 1920 và 1930 đã cải thiện cỏ (cỏ và cây ba lô) ở New Zealand. Những nỗ lực môi tả tia X và tác động môi trường cực tím (tức là kỹ thuật di truyền nguyên thủy) trong những năm 1950 đã tạo ra các biến thể thương mại hiện đại của các loại ngũ cốc như lúa mì, ngô và lúa mạch.<sup>[94][95]</sup>

Cách mạng xanh đã phổ biến việc sử dụng lai ghép thông thường để tăng năng suất mạnh mẽ bằng cách tạo ra "các loại cây cho năng suất cao". Ví dụ, năng suất trung bình của ngô (lúa mì) ở Mỹ đã tăng từ khoảng 2,5 tấn mỗi hecta (40 bushels mỗi acre) vào năm 1900 lên khoảng 9,4 tấn mỗi hecta (150 bushels mỗi acre) vào năm 2001. Tương tự, năng suất lúa mì trung bình trên toàn cầu đã tăng từ dưới 1 tấn mỗi hecta vào năm 1900 lên trên 2,5 tấn mỗi hecta vào năm 1990. Năng suất lúa mì trung bình ở Nam Mỹ là khoảng 2 tấn mỗi hecta, ở châu Phi dưới 1 tấn mỗi hecta, và ở Ai Cập và Ả Rập Xê Út lên đến 3,5 đến 4 tấn mỗi hecta với việc tưới tiêu. Trong khi đó, năng suất lúa mì trung bình ở các nước như Pháp là hơn 8 tấn mỗi hecta. Sự biến đổi về năng suất chủ yếu là do biến đổi về khí hậu, di truyền và mức độ kỹ thuật canh tác cao (sử dụng phân bón, kiểm soát sâu bệnh hóa học và kiểm soát tăng trưởng để tránh nghiêng ngã).<sup>[96][97][98]</sup>



Cây con trong nhà kính. Đây là cảnh quan trọng trong quá trình lai tạo cây trồng.

## Kỹ thuật di truyền

Các loài hữu cơ biến đổi gen (GMO) là các sinh vật mà vật liệu di truyền của chúng đã được sửa đổi bằng các kỹ thuật di truyền gen thông thường được gọi là công nghệ DNA tái tổ hợp. Di truyền gen đã mở rộng các gen có sẵn để người lai tạo sử dụng trong việc tạo ra các dòng giống mong muốn cho cây trồng mới. Tăng cường độ bền, nội dung dinh dưỡng, kháng sâu bệnh và virus, và khả năng chịu herbicide là một số trong những đặc điểm được lai vào cây trồng thông qua di truyền gen.<sup>[99]</sup> Đối với một số người, cây trồng GMO gây ra lo ngại về an toàn thực phẩm và nhãn mác thực phẩm. Nhiều quốc gia đã đặt các hạn chế về sản xuất, nhập khẩu hoặc sử dụng thực phẩm và cây trồng GMO.<sup>[100]</sup> Giao thức về an toàn sinh học, một hiệp ước quốc tế,

quy định việc buôn bán GMO. Hiện vẫn đang diễn ra thảo luận liên quan đến nhãn mác thực phẩm được làm từ GMO và trong khi Liên minh châu Âu (EU) hiện yêu cầu tất cả các thực phẩm GMO được đánh dấu nhãn, thì Hoa Kỳ không có yêu cầu như vậy.<sup>[101]</sup>

Các hạt giống chịu herbicide có một gen được cấy vào gen họ của chúng cho phép các cây chịu được tiếp xúc với các loại thuốc diệt cỏ, bao gồm cả Glyphosat. Những hạt giống này cho phép nông dân trồng cây mà có thể bị phun thuốc diệt cỏ để kiểm soát cỏ dại mà không gây hại cho cây trồng chịu đựng. Các loại cây chịu thuốc diệt cỏ được sử dụng bởi nông dân trên toàn thế giới.<sup>[102]</sup> Khi việc sử dụng cây chịu thuốc diệt cỏ tăng lên, việc sử dụng phun thuốc diệt cỏ dựa trên glyphosat cũng tăng lên. Ở một số khu vực, cỏ dại có khả năng chịu thuốc diệt cỏ glyphosate đã xuất hiện, khiến nông dân chuyển sang sử dụng các thuốc diệt cỏ khác.<sup>[103][104]</sup> Một số nghiên cứu cũng liên kết việc sử dụng rộng rãi glyphosat với hiện tượng thiếu hụt ở một số loại cây trồng, điều này đồng thời là vấn đề về sản xuất cây trồng và chất lượng dinh dưỡng, có tiềm năng gây ra hậu quả về kinh tế và sức khỏe.<sup>[105]</sup>



Các cây khoai tây biến đổi gen (bên trái) chống lại các bệnh do virus gây hại cho các cây không biến đổi (bên phải).

Các loại cây trồng GMO khác được nông dân sử dụng bao gồm cây trồng chống sâu bệnh, chúng có một gen từ vi khuẩn đất *Bacillus thuringiensis* (Bt), tạo ra một độc tố đối với côn trùng. Những loại cây này có khả năng chống lại sự hư hại từ côn trùng.<sup>[106]</sup> Một số người tin rằng các đặc điểm chống sâu bệnh tương tự hoặc tốt hơn có thể được đạt được thông qua các phương pháp lai tạo truyền thống, và kháng lại nhiều loại sâu bệnh có thể được đạt được thông qua quá trình lai tạo hay thụ phấn chéo với các loài hoang dã. Trong một số trường hợp, các loài hoang dã là nguồn chính của các đặc điểm kháng sâu bệnh; một số giống cà chua đã đạt được kháng lại ít nhất 19 căn bệnh bằng cách lai tạo với các dân cư hoang dã của cà chua.<sup>[107]</sup>

## Tác động môi trường

### Ảnh hưởng và chi phí

Nông nghiệp áp đặt nhiều chi phí bên ngoài cho xã hội thông qua các tác động như thiệt hại thuốc trừ sâu đối với tự nhiên (đặc biệt là thuốc diệt cỏ và thuốc trừ sâu), dòng chảy dinh dưỡng, sử dụng nước quá mức và mất môi trường tự nhiên. Một đánh giá năm 2000 về nông nghiệp ở Anh đã xác định tổng chi phí bên ngoài cho năm 1996 là 2,343 triệu bảng, tương đương £ 208 mỗi ha. Một phân tích năm 2005 về các chi phí này ở Hoa Kỳ đã kết luận rằng đất trồng trọt áp đặt khoảng 5 đến 16 tỷ đô la (30 đến 96 đô la mỗi ha), trong khi sản xuất chăn nuôi áp đặt 714 triệu đô la. Cả hai nghiên cứu, chỉ tập trung vào các tác động tài chính, đã kết luận rằng cần phải thực hiện nhiều hơn nữa để nội bộ hóa chi phí bên ngoài. Không bao gồm trợ cấp trong phân tích của họ, nhưng họ lưu ý rằng trợ cấp cũng ảnh hưởng đến chi phí nông nghiệp cho xã hội.

Nông nghiệp tìm cách tăng năng suất và giảm chi phí. Năng suất tăng với các yếu tố đầu vào như phân bón và loại bỏ mầm bệnh, động vật ăn thịt và đối thủ cạnh tranh (như cỏ dại). Chi phí giảm với quy mô ngày càng tăng của các đơn vị trang trại, chẳng hạn như làm cho các cánh đồng



lớn hơn; điều này có nghĩa là loại bỏ hàng rào, nương và các khu vực khác của môi trường sống. Thuộc trừ sâu diệt côn trùng, thực vật và nấm. Những biện pháp này và các biện pháp khác đã cắt giảm đa dạng sinh học xuống mức rất thấp trên đất canh tác thâm canh.

Năm 2010, Hội đồng tài nguyên quốc tế thuộc Chương trình môi trường của Liên hợp quốc đã đánh giá các tác động môi trường của tiêu dùng và sản xuất. Nó phát hiện ra rằng tiêu thụ nông nghiệp và thực phẩm là hai trong số những động lực quan trọng nhất của áp lực môi trường, đặc biệt là thay đổi môi trường sống, biến đổi khí hậu, sử dụng nước và khí thải độc hại. Nông nghiệp là nguồn độc tố chính thải ra môi trường, bao gồm cả thuốc trừ sâu, đặc biệt là những chất được sử dụng trên bông. Báo cáo kinh tế xanh của UNEP năm 2011 cho biết "[a] hoạt động nông nghiệp, không bao gồm thay đổi sử dụng đất, tạo ra khoảng 13% lượng khí thải GHG toàn cầu do con người tạo ra. Điều này bao gồm GHG phát ra từ việc sử dụng phân bón vô cơ hóa học và thuốc diệt cỏ; (GHG khí thải do sản xuất các đầu vào này được bao gồm trong khí thải công nghiệp) và đầu vào năng lượng nhiên liệu hóa thạch. "Trung bình chúng tôi thấy rằng tổng lượng dư lượng tươi từ sản xuất nông lâm nghiệp cho sản xuất nhiên liệu sinh học thế hệ thứ hai lên tới 3,8 tỷ tấn mỗi năm trong giai đoạn 2011 đến 2050 (với tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm là 11% trong suốt giai đoạn được phân tích, chiếm tỷ lệ tăng trưởng cao hơn trong những năm đầu, 48% cho năm 2011-2020 và mở rộng trung bình 2% hàng năm sau năm 2020). Chi phí nông nghiệp của các máy móc đã giảm tải để phù hợp với kinh tế của các vùng



Ô nhiễm nguồn nước ở một con kênh do hoạt động nông nghiệp tại New Zealand

## Vấn đề chăn nuôi

Một quan chức cấp cao của Liên Hợp Quốc, Henning Steinfeld, nói rằng "Chăn nuôi là một trong những người đóng góp quan trọng nhất cho các vấn đề môi trường nghiêm trọng nhất hiện nay". Sản xuất chăn nuôi chiếm 70% tổng diện tích đất sử dụng cho nông nghiệp, hoặc 30% diện tích đất của hành tinh. Đây là một trong những nguồn khí nhà kính lớn nhất, chịu trách nhiệm cho 18% lượng khí thải nhà kính trên thế giới được đo bằng lượng tương đương CO<sub>2</sub>. Để so sánh, tất cả các phương tiện giao thông để thải ra 13,5% CO<sub>2</sub>. Nó tạo ra 65% oxit nitơ liên quan đến con người (có khả năng nóng lên toàn cầu gấp 2 lần CO<sub>2</sub>) và 37% tổng lượng khí mê-tan do con người gây ra (nóng gấp 23 lần CO<sub>2</sub>). Nó cũng tạo ra 64% lượng khí thải amoniac. Mở rộng chăn nuôi được trích dẫn là một yếu tố chính thúc đẩy nạn phá rừng; trong lưu vực Amazon 70% diện tích rừng trước đây hiện đang bị chiếm giữ bởi đồng cỏ và phần còn lại được sử dụng cho thức ăn chăn nuôi. Thông qua nạn phá rừng và suy thoái đất, chăn nuôi cũng đang thúc đẩy giảm thiểu đa dạng sinh học. Hơn nữa, UNEP tuyên bố rằng "lượng khí thải mê-tan từ chăn nuôi toàn cầu được dự đoán sẽ tăng 60% vào năm 2030 theo các thông lệ và mô hình tiêu thụ hiện nay."



Khu xử lý kỵ khí chuyển đổi chất thải thực vật và phân từ vật nuôi thành nhiên liệu khí sinh học.



## Các vấn đề về đất và nước

Chuyên đổi đất đai, sử dụng đất để sản xuất hàng hóa và dịch vụ, là cách đáng kể nhất mà con người thay đổi hệ sinh thái của Trái Đất và được coi là động lực trong việc mất đa dạng sinh học. Ước tính lượng đất biến đổi của con người thay đổi từ 39 đến 50%. Suy thoái đất, suy giảm dài hạn về chức năng và năng suất của hệ sinh thái, được ước tính là xảy ra trên 24% đất trên toàn thế giới, với diện tích đất trồng trọt. Báo cáo của UN-FAO trích dẫn quản lý đất đai là yếu tố thúc đẩy suy thoái và báo cáo rằng 1,5 tỷ người dựa vào vùng đất xuống cấp. Suy thoái có thể là phá rừng, sa mạc hóa, xói mòn đất, cạn kiệt khoáng sản hoặc suy thoái hóa học (axit hóa và nhiễm mặn).

Sự phú dưỡng, quá nhiều chất dinh dưỡng trong hệ sinh thái thủy sinh dẫn đến tảo nở hoa và thiếu máu, dẫn đến cá chết, mất đa dạng sinh học và làm cho nước không phù hợp để uống và sử dụng công nghiệp khác. Bón phân quá mức và bón phân vào đất trồng trọt, cũng như mật độ thả vật nuôi cao gây ra dòng chảy dinh dưỡng (chủ yếu là nitơ và phosphor) và rửa trôi từ đất nông nghiệp. Những chất dinh dưỡng này là các chất gây ô nhiễm không chính yếu góp phần vào sự phú dưỡng của hệ sinh thái dưới nước và ô nhiễm nước ngầm, với các tác động có hại đối với quần thể người. Phân bón cũng làm giảm đa dạng sinh học trên cạn bằng cách tăng cạnh tranh ánh sáng, ưu tiên những loài có khả năng hưởng lợi từ các chất dinh dưỡng bổ sung. Nông nghiệp chiếm 70 phần trăm rút tiền từ nguồn nước ngọt. Nông nghiệp là nguồn thu hút chính từ nước từ các tầng ngậm nước và hiện tại lấy từ các nguồn nước ngầm này với tốc độ không bền vững. Từ lâu, người ta đã biết rằng các tầng ngậm nước ở các khu vực đa dạng như miền bắc Trung Quốc, Thượng Ganges và miền tây Hoa Kỳ đang bị cạn kiệt, và nghiên cứu mới mở rộng những vấn đề này đối với các tầng ngậm nước ở Iran, Mexico và Ả Rập Saudi. Áp lực ngày càng gia tăng đối với tài nguyên nước của các khu vực công nghiệp và đô thị, có nghĩa là tình trạng khan hiếm nước đang gia tăng và nông nghiệp đang phải đối mặt với thách thức sản xuất nhiều lương thực cho dân số ngày càng tăng trên thế giới với nguồn nước giảm. Sử dụng nước nông nghiệp cũng có thể gây ra các vấn đề môi trường lớn, bao gồm phá hủy các vùng đất ngập nước tự nhiên, lây lan các bệnh truyền qua nước và suy thoái đất thông qua nhiễm mặn và ngập úng, khi việc tưới tiêu được thực hiện không đúng cách.

## Thuốc trừ sâu

Việc sử dụng thuốc trừ sâu đã tăng từ năm 1950 lên 2,5 triệu tấn mỗi năm trên toàn thế giới, tuy nhiên, mất mùa do sâu bệnh vẫn không đổi. Tổ chức Y tế Thế giới ước tính vào năm 1992 rằng ba triệu vụ ngộ độc thuốc trừ sâu xảy ra hàng năm, gây ra 220.000 ca tử vong. Thuốc trừ sâu chọn kháng thuốc trừ sâu trong quần thể dịch hại, dẫn đến một tình trạng gọi là "máy chạy bộ thuốc trừ sâu" trong đó tính kháng sâu bệnh đảm bảo sự phát triển của thuốc trừ sâu mới.



Những cánh đồng được tưới tiêu dạng tròn ở Kansas. Các cánh đồng ngô và cao lương đang phát triển có màu xanh (cao lương có thể màu hơi nhạt hơn). Lúa mì có màu vàng sáng. Những cánh đồng màu nâu nghĩa là đã được thu hoạch và cây xới hoặc bị bỏ hoang trong năm.



Phun thuốc trừ sâu bằng máy

Một lập luận khác là cách "bảo vệ môi trường" và ngăn chặn nạn đói là sử dụng thuốc trừ sâu và thâm canh năng suất cao, một quan điểm được minh họa bằng một trích dẫn trên trang web của Trung tâm các vấn đề lương thực toàn cầu: 'Trồng nhiều hơn trên mỗi mẫu đất để lại nhiều đất hơn Thiên nhiên'. Tuy nhiên, các nhà phê bình cho rằng sự đánh đổi giữa môi trường và nhu cầu thực phẩm là không thể tránh khỏi, và thuốc trừ sâu chỉ đơn giản thay thế các thực hành nông học tốt như luân canh cây trồng. Các quản lý dịch hại nông nghiệp Push-pull kỹ thuật liên quan đến việc trồng xen, sử dụng hương liệu cây sâu Repel từ cây trồng (push) và để thu hút họ đến một nơi mà từ đó họ có thể được gỡ bỏ (kéo). như luân canh cây trồng. Các quản lý dịch hại nông nghiệp Push-pull kỹ thuật liên quan đến việc trồng xen, sử dụng hương liệu cây sâu Repel từ cây trồng (push) và để thu hút họ đến một nơi mà từ đó họ có thể được gỡ bỏ (kéo).

## Sự nóng lên toàn cầu

Sự nóng lên toàn cầu và nông nghiệp có liên quan đến nhau trên phạm vi toàn cầu. Sự nóng lên toàn cầu ảnh hưởng đến nông nghiệp thông qua những thay đổi về nhiệt độ trung bình, lượng mưa và thời tiết khắc nghiệt (như bão và sóng nhiệt); thay đổi sâu bệnh; thay đổi nồng độ carbon dioxide trong khí quyển và nồng độ ozone trên mặt đất; thay đổi chất lượng dinh dưỡng của một số thực phẩm; và thay đổi mực nước biển. Sự nóng lên toàn cầu đã ảnh hưởng đến nông nghiệp, với các hiệu ứng phân bố không đều trên toàn thế giới. Biến đổi khí hậu trong tương lai có thể sẽ ảnh hưởng tiêu cực sản xuất cây trồng ở các nước có vĩ độ thấp, trong khi ảnh hưởng ở vĩ độ bắc có thể là tích cực hoặc tiêu cực. Sự nóng lên toàn cầu có thể sẽ làm tăng nguy cơ mất an toàn thực phẩm đối với một số nhóm dễ bị tổn thương, chẳng hạn như người nghèo.



Sàng hạt: nóng lên toàn cầu có thể có những ảnh hưởng tiêu cực đến các nước ở vĩ độ thấp như Ethiopia.

Chăn nuôi cũng chịu trách nhiệm sản xuất khí nhà kính  $\text{CO}_2$  và tỷ lệ khí mê-tan trên thế giới và vô sinh đất trong tương lai và sự dịch chuyển của động vật hoang dã. Nông nghiệp góp phần thay đổi khí hậu bằng khí thải nhân tạo của khí nhà kính và chuyển đổi đất phi nông nghiệp như rừng sử dụng cho nông nghiệp. Nông nghiệp, lâm nghiệp và thay đổi sử dụng đất đóng góp khoảng 20 đến 25% vào phát thải hàng năm trên toàn cầu trong năm 2010. Một loạt các chính sách có thể làm giảm nguy cơ tác động của biến đổi khí hậu tiêu cực đến nông nghiệp, và khí thải nhà kính từ ngành nông nghiệp.

## Sự bền vững

Các phương pháp canh tác hiện nay đã dẫn đến tài nguyên nước quá căng, mức độ xói mòn cao và giảm độ phì của đất. Không có đủ nước để tiếp tục canh tác bằng cách sử dụng các thực hành hiện tại; do đó, các nguồn nước, đất đai và hệ sinh thái quan trọng được sử dụng để tăng năng suất cây trồng phải được xem xét lại. Một giải pháp sẽ là đưa ra giá trị cho các hệ sinh thái, công nhận sự đánh đổi môi trường và sinh kế, và cân bằng quyền của nhiều người dùng và lợi ích. Bất bình đẳng dẫn đến các biện pháp đó được áp dụng sẽ cần được giải quyết, chẳng hạn như phân bổ nước từ nghèo sang giàu, giải phóng mặt bằng để nhường chỗ cho đất nông nghiệp năng suất cao hơn hoặc bảo tồn hệ thống đất ngập nước hạn chế đánh bắt cá quỳ.



Tiến bộ công nghệ giúp cung cấp cho nông dân các công cụ và tài nguyên để làm cho nông nghiệp bền vững hơn.

Công nghệ cho phép đổi mới như làm đất bảo tồn, một quy trình canh tác giúp ngăn ngừa mất đất để xói mòn, giảm ô nhiễm nước và tăng cường cô lập carbon. Các thực hành tiêu năng khác bao gồm nông nghiệp bảo tồn, nông lâm kết hợp, chăn thả được cải thiện, tránh chuyển đổi đồng cỏ và than sinh học. Các biện pháp canh tác đơn canh hiện tại ở Hoa Kỳ ngăn cản việc áp dụng rộng rãi các thực hành bền vững, chẳng hạn như 2-3 vụ luân canh kết hợp cỏ hoặc cỏ khô với cây trồng hàng năm, trừ khi các mục tiêu phát thải âm như cô lập carbon trong đất trở thành chính sách.

Theo báo cáo của Viện nghiên cứu chính sách lương thực quốc tế (IFPRI), công nghệ nông nghiệp sẽ có tác động lớn nhất đến sản xuất thực phẩm nếu được áp dụng kết hợp với nhau; sử dụng một mô hình đánh giá mười một công nghệ có thể ảnh hưởng đến năng suất nông nghiệp, an ninh lương thực và thương mại vào năm 2050, IFPRI nhận thấy rằng số người có nguy cơ bị đói có thể giảm tới 40% và giá lương thực có thể giảm gần một nửa.

Nhu cầu calo của dân số dự kiến của Trái Đất, với các dự đoán biến đổi khí hậu hiện nay, có thể được thỏa mãn bằng cách cải thiện thêm các phương pháp nông nghiệp, mở rộng các khu vực nông nghiệp và tư duy tiêu dùng theo định hướng bền vững.

## Phụ thuộc năng lượng

Kể từ những năm 1940, năng suất nông nghiệp đã tăng lên đáng kể, chủ yếu là do việc sử dụng cơ giới hóa, phân bón và thuốc trừ sâu sử dụng nhiều năng lượng. Phần lớn đầu vào năng lượng này đến từ các nguồn nhiên liệu hóa thạch. Giữa những năm 1960 và 1980, Cách mạng xanh chuyển đổi nông nghiệp trên toàn cầu, với sản lượng ngũ cốc thế giới tăng đáng kể (từ 70% đến 390% đối với lúa mì và 60% đến 150% đối với lúa gạo, tùy thuộc vào khu vực địa lý) khi dân số thế giới tăng gấp đôi. Sự phụ thuộc nặng nề vào hóa dầu đã làm dấy lên mối lo ngại rằng tình trạng thiếu dầu có thể làm tăng chi phí và giảm sản lượng nông nghiệp.

Nông nghiệp công nghiệp phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch theo hai cách cơ bản: tiêu thụ trực tiếp vào trang trại và sản xuất các đầu vào được sử dụng trong trang trại. Tiêu thụ trực tiếp bao gồm việc sử dụng dầu nhớt và nhiên liệu để vận hành xe công nông và máy móc.



Ruộng bậc thang, phân đất và đệm bảo tồn làm giảm xói mòn đất và ô nhiễm nước tại một trang trại ở Iowa, Hoa Kỳ.



Nông nghiệp cơ giới hóa: từ những chiếc máy đầu tiên vào những năm 1940, các công cụ như máy hái bông, có thể thay thế 50 công nhân thu hoạch, sử dụng nhiên liệu hóa thạch với mức giá đang tăng.

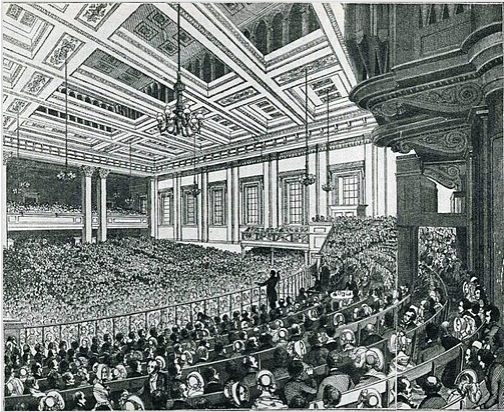


Nông nghiệp và hệ thống lương thực chia sẻ (%) tổng mức tiêu thụ năng lượng của ba quốc gia công nghiệp hóa			
Quốc gia	Năm	Nông nghiệp (trực tiếp & gián tiếp)	Thay đổi cây trồng và công nghệ sinh họcThay đổi cây trồng và công nghệ sinh họcHệ thống thực phẩm
Vương quốc Anh	2005	1.9	11
Hoa Kỳ	2002	2.0	14
Thụy Điển	2000	2,5	13

Tiêu thụ gián tiếp bao gồm sản xuất phân bón, thuốc trừ sâu và máy móc nông nghiệp. Đặc biệt, việc sản xuất phân bón nitơ có thể chiếm hơn một nửa sử dụng năng lượng nông nghiệp. Cùng với nhau, tiêu thụ trực tiếp và gián tiếp của các trang trại Hoa Kỳ chiếm khoảng 2% mức sử dụng năng lượng của quốc gia. Tiêu thụ năng lượng trực tiếp và gián tiếp của các trang trại Hoa Kỳ đạt đỉnh vào năm 1979, và từ đó đã giảm dần. Hệ thống thực phẩm không chỉ bao gồm nông nghiệp mà còn chế biến phi nông nghiệp, đóng gói, vận chuyển, tiếp thị, tiêu thụ và xử lý thực phẩm và các mặt hàng liên quan đến thực phẩm. Nông nghiệp chiếm ít hơn một phần năm sử dụng năng lượng hệ thống thực phẩm ở Mỹ.

## Các lĩnh vực

### Kinh tế nông nghiệp



Ở Anh thế kỷ 19, Luật chế ngự lúa mì bảo hộ đã dẫn đến giá cao và phản đối lan rộng, như cuộc họp của Liên minh phản đối Luật chế ngự lúa mì.<sup>[108]</sup>

đã giảm. Điều này liên quan đến hiệu quả canh tác cao hơn, kết hợp với mức độ gia tăng giá trị gia tăng cao hơn (ví dụ: các sản phẩm được chế biến cao hơn) do chuỗi cung ứng cung cấp. Tập trung thị trường cũng tăng lên trong ngành này, và mặc dù tác động tổng thể của sự tập trung thị trường gia tăng có thể tăng hiệu quả, nhưng các thay đổi phân chia lại thặng dư kinh tế từ các nhà sản xuất (nông dân) và người tiêu dùng, và có thể có hậu quả tiêu cực đối với cộng đồng nông thôn.<sup>[113]</sup>

Kinh tế nông nghiệp là kinh tế liên quan đến "sản xuất, phân phối và tiêu thụ hàng hóa và dịch vụ nông nghiệp".<sup>[109]</sup> Kết hợp sản xuất nông nghiệp với các lý thuyết chung về tiếp thị và kinh doanh như một lĩnh vực nghiên cứu bắt đầu từ cuối thế kỷ 19, và phát triển mạnh mẽ trong suốt thế kỷ 20.<sup>[110]</sup> Mặc dù việc nghiên cứu kinh tế nông nghiệp khá mới mẻ, nhưng các xu hướng chính trong nông nghiệp đã ảnh hưởng đáng kể đến kinh tế quốc gia và quốc tế trong suốt lịch sử, từ nông dân thuê và nông dân chia sẻ ở miền Nam Hoa Kỳ sau Nội chiến Hoa Kỳ<sup>[111]</sup> đến hệ thống hào huyệt của Nô bản châu Âu.<sup>[112]</sup> Tại Hoa Kỳ và nơi khác, chi phí thực phẩm liên quan đến sản xuất thực phẩm, phân phối và tiếp thị nông nghiệp, thường được gọi là chuỗi giá trị nông nghiệp, đã tăng trong khi chi phí liên quan đến canh tác

Các chính sách của chính phủ quốc gia, như thuế, hỗ trợ, thuế quan và các chính sách khác, có thể ảnh hưởng đáng kể đến thị trường kinh tế của sản phẩm nông nghiệp.<sup>[114]</sup> Từ ít nhất là thập kỷ 1960, sự kết hợp của các hạn chế về thương mại, các chính sách về tỷ giá hối đoái và hỗ trợ đã ảnh hưởng đến các nông dân cả ở các nước đang phát triển và các nước đã phát triển. Vào thập kỷ 1980, các nông dân không được hỗ trợ ở các nước đang phát triển đã trải qua các ảnh hưởng tiêu cực từ các chính sách quốc gia tạo ra giá trị quốc tế giảm thấp cho các sản phẩm nông nghiệp. Từ giữa thập kỷ 1980 đến đầu thập kỷ 2000, một số thỏa thuận quốc tế đã giới hạn các thuế quan nông nghiệp, các hỗ trợ và các hạn chế thương mại khác.<sup>[115]</sup>

Tuy nhiên, cho đến năm 2009, vẫn còn một số lượng đáng kể các biến đổi do chính sách trong giá cả các sản phẩm nông nghiệp toàn cầu. Ba sản phẩm nông nghiệp có nhiều biến đổi thương mại nhất là đường, sữa và gạo, chủ yếu do thuế quan. Trong số các loại cây cỏ, hạt hướng dương có nhiều thuế quan nhất, nhưng tổng thể, các ngũ cốc và hạt hướng dương có mức thuế quan thấp hơn nhiều so với các sản phẩm chăn nuôi. Kể từ thập kỷ 1980, các biến đổi do chính sách đã giảm đi nhiều hơn trong các sản phẩm chăn nuôi so với các cây trồng trong các cải cách toàn cầu trong chính sách nông nghiệp.<sup>[114]</sup> Mặc dù có tiến bộ này, một số loại cây trồng như bông vải vẫn nhận được sự hỗ trợ từ các nước phát triển làm giảm giá cả toàn cầu, gây khó khăn cho các nước đang phát triển có nông dân không được hỗ trợ.<sup>[116]</sup> Các loại hàng hóa chưa qua chế biến như ngô, đậu nành và gia súc thường được phân loại để chỉ ra chất lượng, ảnh hưởng đến giá nhận được của nhà sản xuất. Thông thường, hàng hóa được báo cáo theo lượng sản xuất, chẳng hạn như thể tích, số lượng hoặc khối lượng.<sup>[117]</sup>

## Khoa học nông nghiệp

Khoa học nông nghiệp là một lĩnh vực đa ngành rộng lớn trong sinh học bao gồm các phần của khoa học chính xác, tự nhiên, kinh tế và khoa học xã hội được sử dụng trong thực hành và hiểu biết về nông nghiệp. Nó bao gồm các chủ đề như nông học, lai tạo và di truyền cây trồng, bệnh học thực vật, mô hình hoá cây trồng, khoa học đất, côn trùng học, kỹ thuật sản xuất và cải tiến, nghiên cứu về sâu bệnh và quản lý chúng, và nghiên cứu về tác động tiêu cực đối với môi trường như suy thoái đất, quản lý chất thải, và xử lý môi trường bằng thực vật.<sup>[118][119]</sup>

Nghiên cứu khoa học về nông nghiệp bắt đầu vào thế kỷ 18, khi Johann Friedrich Mayer tiến hành các thí nghiệm về việc sử dụng vôi (sulfate canxi hydrat hóa) làm phân bón.<sup>[120]</sup> Nghiên cứu trở nên chặt chẽ hơn khi vào

năm 1843, John Lawes và Henry Gilbert bắt đầu một loạt các thí nghiệm nông học lâu dài tại Trạm Nghiên cứu Rothamsted ở Anh; một số trong số chúng, như Thí nghiệm Cỏ Công viên, vẫn đang tiếp tục.<sup>[121][122]</sup> Tại Hoa Kỳ, Đạo luật Hatch năm 1887 cung cấp tài trợ cho những gì được gọi là "khoa học nông nghiệp" đầu tiên, do sự quan tâm của các nông dân đến phân bón.<sup>[123]</sup> Trong côn trùng học nông nghiệp, Cục Nghiên cứu Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA) đã bắt đầu nghiên cứu kiểm soát sinh học vào năm 1881; năm 1905, nó thiết lập chương trình lớn đầu tiên tìm kiếm kẻ thù tự nhiên của loài sâu bướm Gypsy và sâu đuôi nâu, khởi tạo các đối thủ ký sinh đơn lẻ (như ong cô đơn) và kẻ thù của cả hai sâu bệnh ở Mỹ.<sup>[124][125][126]</sup>



Nhà nông học đang thực hiện bản đồ hóa gen cây

## Xem thêm

---

- [Nông nghiệp hữu cơ](#)
- [Nông nghiệp công nghệ cao](#)
- [Nông nghiệp cộng đồng](#)
- [Nông nghiệp Việt Nam](#)
- [Khuyến nông](#)
- [Thu hoạch: Hoa lợi, hoa màu và nông sản](#)

## Chú thích

---

- <sup>1</sup> [^](#) *Tình hình Nông nghiệp và Thực phẩm thế giới 2021. Làm cho hệ thống nông thực phẩm trở nên bền vững hơn trước những cú sốc và căng thẳng*. Rome: Tổ chức Nông lương thực Liên hiệp quốc. 2021. doi:10.4060/cb4476en. ISBN 978-92-5-134329-6. S2CID 244548456.
- <sup>2</sup> [^](#) [a](#) [b](#) [c](#) [d](#) Lowder, Sarah K.; Sánchez, Marco V.; Bertini, Raffaele (ngày 1 tháng 6 năm 2021). "Những trang trại nào nuôi dưỡng thế giới và đất canh tác có trở nên tập trung hơn không?". *World Development* (bằng tiếng Anh). Quyển 142. tr. 105455. doi:10.1016/j.worlddev.2021.105455. ISSN 0305-750X. S2CID 233553897.
- <sup>3</sup> [^](#) "FAOSTAT. New Food Balance Sheets". FAO. Truy cập ngày 12 tháng 7 năm 2021.
- <sup>4</sup> [^](#) "Discover Natural Fibres Initiative – DNFI.org". *dnfi.org*. Truy cập ngày 3 tháng 2 năm 2023.
- <sup>5</sup> [^](#) "FAOSTAT. Forestry Production and Trade". FAO. Truy cập ngày 12 tháng 7 năm 2021.
- <sup>6</sup> [^](#) *Ngắn gọn: Tình hình Nông nghiệp và Thực phẩm 2019. Tiếp tục hướng tới giảm thiểu lãng phí thực phẩm*. Rome: Tổ chức Nông lương thực Liên hiệp quốc. 2023. doi:10.4060/cc4140en. ISBN 978-92-5-137588-4.
- <sup>7</sup> [^](#) Chantrell, Glynnis, biên tập (2002). *The Oxford Dictionary of Word Histories*. Oxford University Press. tr. 14. ISBN 978-0-19-863121-7.
- <sup>8</sup> [^](#) St. Fleur, Nicholas (ngày 6 tháng 10 năm 2018). "An Ancient Ant-Bacteria Partnership to Protect Fungus". *The New York Times*. Bản gốc lưu trữ ngày 1 tháng 1 năm 2022. Truy cập ngày 14 tháng 7 năm 2020.
- <sup>9</sup> [^](#) Li, Hongjie; Sosa Calvo, Jeffrey; Horn, Heidi A.; Pupo, Mônica T.; Clardy, Jon; Rabeling, Cristian; Schultz, Ted R.; Currie, Cameron R. (2018). "Convergent evolution of complex structures for ant–bacterial defensive symbiosis in fungus-farming ants". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Quyển 115 số 42. tr. 10725. Bibcode:2018PNAS..11510720L. doi:10.1073/pnas.1809332115. ISSN 0027-8424. PMC 6196509. PMID 30282739.
- <sup>10</sup> [^](#) Mueller, Ulrich G.; Gerardo, Nicole M.; Aanen, Dur K.; Six, Diana L.; Schultz, Ted R. (tháng 12 năm 2005). "The Evolution of Agriculture in Insects". *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. Quyển 36. tr. 563–595. doi:10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152626.
- <sup>11</sup> [^](#) [a](#) [b](#) "Definition of Agriculture". State of Maine. Bản gốc lưu trữ ngày 23 tháng 3 năm 2012. Truy cập ngày 6 tháng 5 năm 2013.
- <sup>12</sup> [^](#) Stevenson, G. C. (1971). "Plant Agriculture Selected and introduced by Janick Jules and Others San Francisco: Freeman (1970), pp. 246, £2.10". *Experimental Agriculture*. Quyển 7 số 4. Cambridge University Press (CUP). tr. 363. doi:10.1017/s0014479700023371. ISSN 0014-4797. S2CID 85571333.
- <sup>13</sup> [^](#) Herren, R.V. (2012). *Science of Animal Agriculture*. Cengage Learning. ISBN 978-1-133-41722-4. Lưu trữ bản gốc ngày 31 tháng 5 năm 2022. Truy cập ngày 1 tháng 5 năm 2022.
- <sup>14</sup> [^](#) [a](#) [b](#) Larson, G.; Piperno, D. R.; Allaby, R. G.; Purugganan, M. D.; Andersson, L.; Arroyo-Kalin, M.; Barton, L.; Climer Vigueira, C.; Denham, T.; Dobney, K.; Doust, A. N.; Gepts, P.; Gilbert, M. T. P.; Gremillion, K. J.; Lucas, L.; Lukens, L.; Marshall, F. B.; Olsen, K. M.; Pires, J.C.; Richerson, P. J.; Rubio De Casas, R.; Sanjurjo, O.I.; Thomas, M. G.; Fuller, D.Q. (2014). "Các



- quan điểm hiện tại và tương lai của các nghiên cứu thuần hóa". *PNAS*. Quyển 111 số 17. tr. 6139–6146. Bibcode:2014PNAS..111.6139L. doi:10.1073/pnas.1323964111. PMC 4035915. PMID 24757054.
15. ^ Denham, T. P. (2003). "Nguồn gốc nông nghiệp tại Kuk Swamp ở cao nguyên New Guinea". *Science*. Quyển 301 số 5630. tr. 189–193. doi:10.1126/science.1085255. PMID 12817084. S2CID 10644185.
  16. ^ Bocquet-Appel, Jean-Pierre (ngày 29 tháng 7 năm 2011). "Khi dân số thế giới bùng nổ: Bước đệm của cách mạng dân số thời kỳ đồ đá mới". *Science*. Quyển 333 số 6042. tr. 560–561. Bibcode:2011Sci...333..560B. doi:10.1126/science.1208880. PMID 21798934. S2CID 29655920.
  17. ^ Stephens, Lucas; Fuller, Dorian; Boivin, Nicole; Rick, Torben; Gauthier, Nicolas; Kay, Andrea; Marwick, Ben; Armstrong, Chelsey Geralda; Barton, C. Michael (ngày 30 tháng 8 năm 2019). "Đánh giá khảo cổ học cho thấy sự biến đổi sớm đầu tiên của Trái đất thông qua việc sử dụng đất đai". *Science*. Quyển 365 số 6456. tr. 897–902. Bibcode:2019Sci...365..897S. doi:10.1126/science.aax1192. hdl:10150/634688. ISSN 0036-8075. PMID 31467217. S2CID 201674203.
  18. ^ Harmon, Katherine (ngày 17 tháng 12 năm 2009). "Con người ăn mừng các loại hạt từ ít nhất 100.000 năm trước đây". *Scientific American*. Lưu trữ bản gốc ngày 17 tháng 9 năm 2016. Truy cập ngày 28 tháng 8 năm 2016.
  19. ^ Snir, Ainit; Nadel, Dani; Groman-Yaroslavski, Iris; Melamed, Yoel; Sternberg, Marcelo; Bar-Yosef, Ofer; Weiss, Ehud (ngày 22 tháng 7 năm 2015). "The Origin of Cultivation and Proto-Weeds, Long Before Neolithic Farming". *PLOS ONE* (bằng tiếng Anh). Quyển 10 số 7. tr. e0131422. Bibcode:2015PLoSO..1031422S. doi:10.1371/journal.pone.0131422. ISSN 1932-6203. PMC 4511808. PMID 26200895.
  20. ^ "Bằng chứng đầu tiên về nông nghiệp ở Trung Đông cách đây 23.000 năm: Bằng chứng về việc trồng trọt quy mô nhỏ đầu tiên". *ScienceDaily* (bằng tiếng Anh). Lưu trữ bản gốc ngày 23 tháng 4 năm 2022. Truy cập ngày 23 tháng 4 năm 2022.
  21. ^ Zong, Y.; When, Z.; Innes, J. B.; Chen, C.; Wang, Z.; Wang, H. (2007). "Fire and flood management of coastal swamp enabled first rice paddy cultivation in east China". *Nature*. Quyển 449 số 7161. tr. 459–462. Bibcode:2007Natur.449..459Z. doi:10.1038/nature06135. PMID 17898767. S2CID 4426729.
  22. ^ Ensminger, M. E.; Parker, R. O. (1986). *Sheep and Goat Science*. Interstate Printers and Publishers. ISBN 978-0-8134-2464-4.
  23. ^ McTavish, E. J.; Decker, J. E.; Schnabel, R.D.; Taylor, J. F.; Hillis, D. M. (2013). "New World cattle show ancestry from multiple independent domestication events". *PNAS*. Quyển 110 số 15. tr. E1398–1406. Bibcode:2013PNAS..110E1398M. doi:10.1073/pnas.1303367110. PMC 3625352. PMID 23530234.
  24. ^ Larson, Greger; Dobney, Keith; Albarella, Umberto; Fang, Meiyang; Matisoo-Smith, Elizabeth; Robins, Judith; Lowden, Stewart; Finlayson, Heather; Brand, Tina (ngày 11 tháng 3 năm 2005). "Worldwide Phylogeography of Wild Boar Reveals Multiple Centers of Pig Domestication". *Science*. Quyển 307 số 5715. tr. 1618–1621. Bibcode:2005Sci...307.1618L. doi:10.1126/science.1106927. PMID 15761152. S2CID 39923483.
  25. ^ Larson, Greger; Albarella, Umberto; Dobney, Keith; Rowley-Conwy, Peter; Schibler, Jörg; Tresset, Anne; Vigne, Jean-Denis; Edwards, Ceiridwen J.; Schlumbaum, Angela (ngày 25 tháng 9 năm 2007). "Ancient DNA, pig domestication, and the spread of the Neolithic into Europe". *PNAS*. Quyển 104 số 39. tr. 15276–15281. Bibcode:2007PNAS..10415276L. doi:10.1073/pnas.0703411104. PMC 1976408. PMID 17855556.
  26. ^ Broudy, Eric (1979). *The Book of Looms: A History of the Handloom from Ancient Times to the Present*. UPNE. tr. 81. ISBN 978-0-87451-649-4. Lưu trữ bản gốc ngày 10 tháng 2 năm 2018. Truy cập ngày 10 tháng 2 năm 2019.
  27. ^ Johannessen, S.; Hastorf, C. A. (eds.) *Corn and Culture in the Prehistoric New World*, Westview Press, Boulder, Colorado.
  28. ^ Dance, Amber (ngày 4 tháng 5 năm 2022). "The tale of the domesticated horse". *Knowable Magazine*. doi:10.1146/knowable-050422-1.

29. ^ Hillman, G. C. (1996) "Late Pleistocene changes in wild plant-foods available to hunter-gatherers of the northern Fertile Crescent: Possible preludes to cereal cultivation". In D. R. Harris (ed.) *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia*, UCL Books, London, pp. 159–203. ISBN 9781857285383
30. ^ Sato, Y. (2003) "Origin of rice cultivation in the Yangtze River basin". In Y. Yasuda (ed.) *The Origins of Pottery and Agriculture*, Roli Books, New Delhi, p. 196
31. ^ <sup>a b</sup> Gerritsen, R. (2008). "Australia and the Origins of Agriculture". *Encyclopedia of Global Archaeology*. Archaeopress. tr. 29–30. doi:10.1007/978-1-4419-0465-2\_1896. ISBN 978-1-4073-0354-3. S2CID 129339276.
32. ^ Diamond, J.; Bellwood, P. (2003). "Farmers and Their Languages: The First Expansions". *Science*. Quyển 300 số 5619. tr. 597–603. Bibcode:2003Sci...300..597D. CiteSeerX 10.1.1.1013.4523. doi:10.1126/science.1078208. PMID 12714734. S2CID 13350469.
33. ^ "When the First Farmers Arrived in Europe, Inequality Evolved". *Scientific American*. ngày 1 tháng 7 năm 2020.
34. ^ "Farming". British Museum. Bản gốc lưu trữ ngày 16 tháng 6 năm 2016. Truy cập ngày 15 tháng 6 năm 2016.
35. ^ Janick, Jules. "Ancient Egyptian Agriculture and the Origins of Horticulture" (PDF). *Acta Hort.* Quyển 583. tr. 23–39. Bản gốc (PDF) lưu trữ ngày 25 tháng 5 năm 2013. Truy cập ngày 1 tháng 4 năm 2018.
36. ^ Kees, Herman (1961). *Ancient Egypt: A Cultural Topography*. University of Chicago Press. ISBN 978-0226429144.
37. ^ Gupta, Anil K. (2004). "Origin of agriculture and domestication of plants and animals linked to early Holocene climate amelioration" (PDF). *Current Science*. Quyển 87 số 1. tr. 59. JSTOR 24107979. Bản gốc (PDF) lưu trữ ngày 20 tháng 1 năm 2019. Truy cập ngày 23 tháng 4 năm 2019.
38. ^ Baber, Zaheer (1996). *The Science of Empire: Scientific Knowledge, Civilization, and Colonial Rule in India*. Nhà xuất bản Đại học Bang New York. 19. ISBN 0-7914-2919-9.
39. ^ Harris, David R. và Gosden, C. (1996). *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia: Crops, Fields, Flocks And Herds*. Nhà xuất bản Routledge. trang 385. ISBN 1-85728-538-7.
40. ^ Possehl, Gregory L. (1996). *Mehrgarh* trong *Oxford Companion to Archaeology*, Biên tập. Brian Fagan. Nhà xuất bản Đại học Oxford.
41. ^ Stein, Burton (1998). *A History of India*. Nhà xuất bản Blackwell. trang 47. ISBN 0-631-20546-2.
42. ^ Lal, R. (2001). "Thematic evolution of ISTRO: transition in scientific issues and research focus from 1955 to 2000". *Soil and Tillage Research*. Quyển 61 số 1–2. tr. 3–12. doi:10.1016/S0167-1987(01)00184-2.
43. ^ Needham, Tập 6, Phần 2, trang 55–57.
44. ^ Needham, Tập 4, Phần 2, trang 89, 110, 184.
45. ^ Needham, Tập 4, Phần 2, trang 110.
46. ^ Greenberger, Robert (2006) *The Technology of Ancient China*, Nhà xuất bản Rosen. trang 11–12. ISBN 1404205586
47. ^ Wang Zhongshu, dịch bởi K. C. Chang và Cộng sự, *Han Civilization* (New Haven và Luân Đôn: Nhà xuất bản Đại học Yale, 1982).
48. ^ Glick, Thomas F. (2005). *Medieval Science, Technology And Medicine: An Encyclopedia*. Volume 11 of The Routledge Encyclopedias of the Middle Ages Series. Psychology Press. tr. 270. ISBN 978-0-415-96930-7.
49. ^ Molina, J.; Sikora, M.; Garud, N.; Flowers, J. M.; Rubinstein, S.; Reynolds, A.; Huang, P.; Jackson, S.; Schaal, B. A.; Bustamante, C. D.; Boyko, A. R.; Purugganan, M. D. (2011). "Molecular evidence for a single evolutionary origin of domesticated rice". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Quyển 108 số 20. tr. 8351–8356.

Bibcode:2011PNAS..108.8351M. doi:10.1073/pnas.1104686108. PMC 3101000. PMID 21536870.

50. <sup>^</sup> Huang, Xuehui; Kurata, Nori; Wei, Xinghua; Wang, Zi-Xuan; Wang, Ahong; Zhao, Qiang; Zhao, Yan; Liu, Kunyan; và đồng nghiệp (2012). "A map of rice genome variation reveals the origin of cultivated rice". *Nature*. Quyển 490 số 7421. tr. 497–501. Bibcode:2012Natur.490..497H. doi:10.1038/nature11532. PMC 7518720. PMID 23034647.
51. <sup>^</sup> Koester, Helmut (1995), *History, Culture, and Religion of the Hellenistic Age*, phiên bản lần thứ 2, Nhà xuất bản Walter de Gruyter, trang 76–77. ISBN 3-11-014693-2
52. <sup>^</sup> White, K. D. (1970), *Roman Farming*. Nhà xuất bản Đại học Cornell.
53. <sup>^</sup> <sup>a</sup> <sup>b</sup> Murphy, Denis (2011). *Plants, Biotechnology and Agriculture*. CABI. tr. 153. ISBN 978-1-84593-913-7.
54. <sup>^</sup> Davis, Nicola (ngày 29 tháng 10 năm 2018). "Origin of chocolate shifts 1,400 miles and 1,500 years". *The Guardian*. Lưu trữ bản gốc ngày 30 tháng 10 năm 2018. Truy cập ngày 31 tháng 10 năm 2018.
55. <sup>^</sup> Speller, Camilla F.; và đồng nghiệp (2010). "Ancient mitochondrial DNA analysis reveals complexity of indigenous North American turkey domestication". *PNAS*. Quyển 107 số 7. tr. 2807–2812. Bibcode:2010PNAS..107.2807S. doi:10.1073/pnas.0909724107. PMC 2840336. PMID 20133614.
56. <sup>^</sup> Mascarelli, Amanda (ngày 5 tháng 11 năm 2010). "Mayans converted wetlands to farmland". *Nature*. doi:10.1038/news.2010.587. Lưu trữ bản gốc ngày 23 tháng 4 năm 2021. Truy cập ngày 17 tháng 5 năm 2013.
57. <sup>^</sup> Morgan, John (ngày 6 tháng 11 năm 2013). "Invisible Artifacts: Uncovering Secrets of Ancient Maya Agriculture with Modern Soil Science". *Soil Horizons*. Quyển 53 số 6. tr. 3. doi:10.2136/sh2012-53-6-lf.
58. <sup>^</sup> Spooner, David M.; McLean, Karen; Ramsay, Gavin; Waugh, Robbie; Bryan, Glenn J. (2005). "A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping". *PNAS*. Quyển 102 số 41. tr. 14694–14699. Bibcode:2005PNAS..10214694S. doi:10.1073/pnas.0507400102. PMC 1253605. PMID 16203994.
59. <sup>^</sup> Office of International Affairs (1989). *Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation*. tr. 92. doi:10.17226/1398. ISBN 978-0-309-04264-2. Lưu trữ bản gốc ngày 2 tháng 12 năm 2012. Truy cập ngày 1 tháng 4 năm 2018.
60. <sup>^</sup> Francis, John Michael (2005). *Iberia and the Americas*. ABC-CLIO. ISBN 978-1-85109-426-4.
61. <sup>^</sup> Broudy, Eric (1979). *The Book of Looms: A History of the Handloom from Ancient Times to the Present*. UPNE. tr. 81. ISBN 978-0-87451-649-4.
62. <sup>^</sup> Rischkowsky, Barbara; Pilling, Dafydd (2007). *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*. Food & Agriculture Organization. tr. 10. ISBN 978-92-5-105762-9.
63. <sup>^</sup> Heiser, Carl B. Jr. (1992). "On possible sources of the tobacco of prehistoric Eastern North America". *Current Anthropology*. Quyển 33. tr. 54–56. doi:10.1086/204032. S2CID 144433864.
64. <sup>^</sup> Ford, Richard I. (1985). *Prehistoric Food Production in North America*. University of Michigan, Museum of Anthropology, Publications Department. tr. 75. ISBN 978-0-915703-01-2. Lưu trữ bản gốc ngày 9 tháng 3 năm 2020. Truy cập ngày 23 tháng 4 năm 2019.
65. <sup>^</sup> Adair, Mary J. (1988) *Prehistoric Agriculture in the Central Plains*. Publications in Anthropology 16. University of Kansas, Lawrence.
66. <sup>^</sup> Smith, Andrew (2013). *The Oxford Encyclopedia of Food and Drink in America*. OUP US. tr. 1. ISBN 978-0-19-973496-2.
67. <sup>^</sup> Hardigan, Michael A. "P0653: Domestication History of Strawberry: Population Bottlenecks and Restructuring of Genetic Diversity through Time". Pland & Animal Genome Conference XXVI 13–17 January 2018 San Diego, California. Lưu trữ bản gốc ngày 1 tháng 3 năm 2018. Truy cập ngày 28 tháng 2 năm 2018.
68. <sup>^</sup> Sugihara, Neil G.; Van Wagtendonk, Jan W.; Shaffer, Kevin E.; Fites-Kaufman, Joann; Thode, Andrea E., biên tập (2006). "17". *Fire in California's Ecosystems*. University of California Press. tr. 417. ISBN 978-0-520-24605-8.



69. ^ Blackburn, Thomas C.; Anderson, Kat, biên tập (1993). *Before the Wilderness: Environmental Management by Native Californians*. Ballena Press. ISBN 978-0-87919-126-9.
70. ^ Cunningham, Laura (2010). *State of Change: Forgotten Landscapes of California*. Heyday. tr. 135, 173–202. ISBN 978-1-59714-136-9.
71. ^ Anderson, M. Kat (2006). *Tending the Wild: Native American Knowledge And the Management of California's Natural Resources*. University of California Press. ISBN 978-0-520-24851-9.
72. ^ Wilson, Gilbert (1917). *Agriculture of the Hidatsa Indians: An Indian Interpretation*. Dodo Press. tr. 25 and passim. ISBN 978-1-4099-4233-7. Bản gốc lưu trữ ngày 14 tháng 3 năm 2016.
73. ^ Landon, Amanda J. (2008). "The "How" of the Three Sisters: The Origins of Agriculture in Mesoamerica and the Human Niche". *Nebraska Anthropologist*. tr. 110–124. Lưu trữ bản gốc ngày 21 tháng 9 năm 2013. Truy cập ngày 1 tháng 4 năm 2018.
74. ^ Jones, R. (2012). "Fire-stick Farming". *Fire Ecology*. Quyển 8 số 3. tr. 3–8. doi:10.1007/BF03400623.
75. ^ MLA Rowley-Conwy, Peter, and Robert Layton. "Foraging and farming as niche construction: stable and unstable adaptations." *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* vol. 366,1566 (2011): 849–462. doi:10.1098/rstb.2010.0307 (<http://dx.doi.org/10.1098%2Frstb.2010.0307>)
76. ^ Williams, Elizabeth (1988). "Complex Hunter-Gatherers: A Late Holocene Example from Temperate Australia". *Archaeopress Archaeology*. Quyển 423.
77. ^ Lourandos, Harry (1997). *Continent of Hunter-Gatherers: New Perspectives in Australian Prehistory*. Cambridge University Press.
78. ^ Gammage, Bill (tháng 10 năm 2011). *The Biggest Estate on Earth: How Aborigines made Australia*. Allen & Unwin. tr. 281–304. ISBN 978-1-74237-748-3.
79. ^ National Geographic (2015). *Food Journeys of a Lifetime*. National Geographic Society. tr. 126. ISBN 978-1-4262-1609-1.
80. ^ Watson, Andrew M. (1974). "The Arab Agricultural Revolution and Its Diffusion, 700–1100". *The Journal of Economic History*. Quyển 34 số 1. tr. 8–35. doi:10.1017/s0022050700079602. S2CID 154359726.
81. ^ Crosby, Alfred. "The Columbian Exchange". The Gilder Lehrman Institute of American History. Lưu trữ bản gốc ngày 3 tháng 7 năm 2013. Truy cập ngày 11 tháng 5 năm 2013.
82. ^ Janick, Jules. "Agricultural Scientific Revolution: Mechanical" (PDF). Purdue University. Lưu trữ (PDF) bản gốc 25 tháng 5 2013. Truy cập 24 tháng 5 2013.
83. ^ Reid, John F. (2011). "The Impact of Mechanization on Agriculture". *The Bridge on Agriculture and Information Technology*. Quyển 41 số 3. Lưu trữ bản gốc ngày 5 tháng 11 năm 2013.
84. ^ Philpott, Tom (ngày 19 tháng 4 năm 2013). "A Brief History of Our Deadly Addiction to Nitrogen Fertilizer". *Mother Jones*. Lưu trữ bản gốc ngày 5 tháng 5 năm 2013. Truy cập ngày 7 tháng 5 năm 2013.
85. ^ "Ten worst famines of the 20th century". *Sydney Morning Herald*. ngày 15 tháng 8 năm 2011. Lưu trữ bản gốc ngày 3 tháng 7 năm 2014.
86. ^ Hobbs, Peter R; Sayre, Ken; Gupta, Raj (ngày 12 tháng 2 năm 2008). "The role of conservation agriculture in sustainable agriculture". *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. Quyển 363 số 1491. tr. 543–555. doi:10.1098/rstb.2007.2169. PMC 2610169. PMID 17720669.
87. ^ Blench, Roger (2001). *Pastoralists in the new millennium* (PDF). FAO. tr. 11–12. Lưu trữ (PDF) bản gốc ngày 1 tháng 2 năm 2012.
88. ^ "Shifting cultivation". Survival International. Lưu trữ bản gốc ngày 29 tháng 8 năm 2016. Truy cập ngày 28 tháng 8 năm 2016.
89. ^ Waters, Tony (2007). *The Persistence of Subsistence Agriculture: life beneath the level of the marketplace*. Lexington Books.

90. <sup>^</sup> "Chinese project offers a brighter farming future". Editorial. *Nature*. Quyển 555 số 7695. ngày 7 tháng 3 năm 2018. tr. 141. [Bibcode:2018Natur.555R.141..](#) [doi:10.1038/d41586-018-02742-3](#). PMID 29517037.
91. <sup>^</sup> "Encyclopædia Britannica's definition of Intensive Agriculture". Bản gốc lưu trữ ngày 5 tháng 7 năm 2006.
92. <sup>^</sup> "BBC School fact sheet on intensive farming". Bản gốc lưu trữ ngày 3 tháng 5 năm 2007.
93. <sup>^</sup> "History of Plant Breeding". Colorado State University. ngày 29 tháng 1 năm 2004. Bản gốc lưu trữ ngày 21 tháng 1 năm 2013. Truy cập ngày 11 tháng 5 năm 2013.
94. <sup>^</sup> Stadler, L. J.; Sprague, G.F. (ngày 15 tháng 10 năm 1936). "Genetic Effects of Ultra-Violet Radiation in Maize: I. Unfiltered Radiation" (PDF). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Quyển 22 số 10. tr. 572–578. [Bibcode:1936PNAS...22..572S](#). [doi:10.1073/pnas.22.10.572](#). PMC 1076819. PMID 16588111. Lưu trữ (PDF) bản gốc ngày 24 tháng 10 năm 2007. Truy cập ngày 11 tháng 10 năm 2007.
95. <sup>^</sup> Berg, Paul; Singer, Maxine (ngày 15 tháng 8 năm 2003). *George Beadle: An Uncommon Farmer. The Emergence of Genetics in the 20th century*. Cold Springs Harbor Laboratory Press. ISBN 978-0-87969-688-7.
96. <sup>^</sup> Ruttan, Vernon W. (tháng 12 năm 1999). "Biotechnology and Agriculture: A Skeptical Perspective" (PDF). *AgBioForum*. Quyển 2 số 1. tr. 54–60. Lưu trữ (PDF) bản gốc ngày 21 tháng 5 năm 2013.
97. <sup>^</sup> Cassman, K. (ngày 5 tháng 12 năm 1998). "Ecological intensification of cereal production systems: The Challenge of increasing crop yield potential and precision agriculture". *Proceedings of a National Academy of Sciences Colloquium, Irvine, California*. Bản gốc lưu trữ ngày 24 tháng 10 năm 2007. Truy cập ngày 11 tháng 10 năm 2007.
98. <sup>^</sup> Ghi chú chuyển đổi: 1 bushel của lúa mì = 60 pound (lb) ≈ 27,215 kg. 1 bushel của ngô = 56 pound ≈ 25,401 kg
99. <sup>^</sup> "20 Questions on Genetically Modified Foods". Tổ chức Y tế Thế giới. Lưu trữ bản gốc ngày 27 tháng 3 năm 2013. Truy cập ngày 16 tháng 4 năm 2013.
100. <sup>^</sup> Whiteside, Stephanie (ngày 28 tháng 11 năm 2012). "Peru bans genetically modified foods as US lags". Current TV. Bản gốc lưu trữ ngày 24 tháng 3 năm 2013. Truy cập ngày 7 tháng 5 năm 2013.
101. <sup>^</sup> Shiva, Vandana (2005). *Earth Democracy: Justice, Sustainability, and Peace*. Cambridge, MA: South End Press.
102. <sup>^</sup> Kathrine Hauge Madsen; Jens Carl Streibig. "Benefits and risks of the use of herbicide-resistant crops". *Weed Management for Developing Countries*. FAO. Lưu trữ bản gốc ngày 4 tháng 6 năm 2013. Truy cập ngày 4 tháng 5 năm 2013.
103. <sup>^</sup> "Farmers Guide to GMOs" (PDF). Rural Advancement Foundation International. ngày 11 tháng 1 năm 2013. Lưu trữ (PDF) bản gốc ngày 1 tháng 5 năm 2012. Truy cập ngày 16 tháng 4 năm 2013.
104. <sup>^</sup> Hindo, Brian (ngày 13 tháng 2 năm 2008). "Report Raises Alarm over 'Super-weeds'". *Bloomberg BusinessWeek*. Lưu trữ bản gốc ngày 26 tháng 12 năm 2016.
105. <sup>^</sup> Ozturk; và đồng nghiệp (2008). "Glyphosate inhibition of ferric reductase activity in iron deficient sunflower roots". *New Phytologist*. Quyển 177 số 4. tr. 899–906. [doi:10.1111/j.1469-8137.2007.02340.x](#). PMID 18179601. Lưu trữ bản gốc ngày 13 tháng 1 năm 2017.
106. <sup>^</sup> "Insect-resistant Crops Through Genetic Engineering". Đại học Illinois. Lưu trữ bản gốc ngày 21 tháng 1 năm 2013. Truy cập ngày 4 tháng 5 năm 2013.
107. <sup>^</sup> Kimbrell, A. (2002). *Fatal Harvest: The Tragedy of Industrial Agriculture*. Washington: Island Press.
108. <sup>^</sup> "The Anti-Corn Law League". *Liberal History*. Lưu trữ bản gốc ngày 26 tháng 3 năm 2018. Truy cập ngày 26 tháng 3 năm 2018.
109. <sup>^</sup> "Agricultural Economics". University of Idaho. Bản gốc lưu trữ ngày 1 tháng 4 năm 2013. Truy cập ngày 16 tháng 4 năm 2013.
110. <sup>^</sup> Runge, C. Ford (tháng 6 năm 2006). "Agricultural Economics: A Brief Intellectual History" (PDF). Center for International Food and Agriculture Policy. tr. 4. Lưu trữ (PDF) bản gốc ngày

21 tháng 10 năm 2013. Truy cập ngày 16 tháng 9 năm 2013.

111. <sup>^</sup> Conrad, David E. "Tenant Farming and Sharecropping". *Encyclopedia of Oklahoma History and Culture*. Oklahoma Historical Society. Bản gốc lưu trữ ngày 27 tháng 5 năm 2013. Truy cập ngày 16 tháng 9 năm 2013.
112. <sup>^</sup> Stokstad, Marilyn (2005). *Medieval Castles*. Greenwood Publishing Group. tr. 43. ISBN 978-0-313-32525-0. Lưu trữ bản gốc ngày 16 tháng 5 năm 2022. Truy cập ngày 17 tháng 3 năm 2016.
113. <sup>^</sup> Sexton, R. J. (2000). "Industrialization and Consolidation in the US Food Sector: Implications for Competition and Welfare". *American Journal of Agricultural Economics*. Quyển 82 số 5. tr. 1087–1104. doi:10.1111/0002-9092.00106.
114. <sup>^</sup> <sup>a</sup> <sup>b</sup> Lloyd, Peter J.; Croser, Johanna L.; Anderson, Kym (tháng 3 năm 2009). "How Do Agricultural Policy Restrictions to Global Trade and Welfare Differ across Commodities?" (PDF). *Policy Research Working Paper #4864*. The World Bank. tr. 2–3. Lưu trữ (PDF) bản gốc ngày 5 tháng 6 năm 2013. Truy cập ngày 16 tháng 4 năm 2013.
115. <sup>^</sup> Anderson, Kym; Valenzuela, Ernesto (tháng 4 năm 2006). "Do Global Trade Distortions Still Harm Developing Country Farmers?" (PDF). *World Bank Policy Research Working Paper 3901*. World Bank. tr. 1–2. Lưu trữ (PDF) bản gốc ngày 5 tháng 6 năm 2013. Truy cập ngày 16 tháng 4 năm 2013.
116. <sup>^</sup> Kinnock, Glenys (ngày 24 tháng 5 năm 2011). "America's \$24bn subsidy damages developing world cotton farmers". *The Guardian*. Lưu trữ bản gốc ngày 6 tháng 9 năm 2013. Truy cập ngày 16 tháng 4 năm 2013.
117. <sup>^</sup> "Agriculture's Bounty" (PDF). tháng 5 năm 2013. Lưu trữ (PDF) bản gốc ngày 26 tháng 8 năm 2013. Truy cập ngày 19 tháng 8 năm 2013.
118. <sup>^</sup> Bosso, Thelma (2015). *Agricultural Science*. Callisto Reference. ISBN 978-1-63239-058-5.
119. <sup>^</sup> Boucher, Jude (2018). *Agricultural Science and Management*. Callisto Reference. ISBN 978-1-63239-965-6.
120. <sup>^</sup> John Armstrong, Jesse Buel. *A Treatise on Agriculture, The Present Condition of the Art Abroad and at Home, and the Theory and Practice of Husbandry. To which is Added, a Dissertation on the Kitchen and Garden*. 1840. trang 45.
121. <sup>^</sup> "The Long Term Experiments". Rothamsted Research. Lưu trữ bản gốc ngày 27 tháng 3 năm 2018. Truy cập ngày 26 tháng 3 năm 2018.
122. <sup>^</sup> Silvertown, Jonathan; Poulton, Paul; Johnston, Edward; Edwards, Grant; Heard, Matthew; Biss, Pamela M. (2006). "The Park Grass Experiment 1856–2006: its contribution to ecology". *Journal of Ecology*. Quyển 94 số 4. tr. 801–814. doi:10.1111/j.1365-2745.2006.01145.x.
123. <sup>^</sup> Hillison, J. (1996). The Origins of Agriscience: Or Where Did All That Scientific Agriculture Come From? (<http://pubs.aged.tamu.edu/jae/pdf/vol37/37-04-08.pdf>) Lưu trữ (<https://web.archive.org/web/20081002140821/http://pubs.aged.tamu.edu/jae/pdf/vol37/37-04-08.pdf>) ngày 2 tháng 10 năm 2008 tại Wayback Machine. *Journal of Agricultural Education*.
124. <sup>^</sup> Coulson, J. R.; Vail, P. V.; Dix M. E.; Nordlund, D. A.; Kauffman, W. C.; Eds. 2000. *110 years of biological control research and development in the United States Department of Agriculture: 1883–1993*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. trang 3–11
125. <sup>^</sup> "History and Development of Biological Control (notes)" (PDF). University of California Berkeley. Bản gốc (PDF) lưu trữ ngày 24 tháng 11 năm 2015. Truy cập ngày 10 tháng 4 năm 2017.
126. <sup>^</sup> Reardon, Richard C. "Biological Control of The Gypsy Moth: An Overview". *Southern Appalachian Biological Control Initiative Workshop*. Lưu trữ bản gốc ngày 5 tháng 9 năm 2016. Truy cập ngày 10 tháng 4 năm 2017.

## Tham khảo

- Alvarez, Robert A. (2007). "The March of Empire: Mangos, Avocados, and the Politics of Transfer" (<http://caliber.ucpress.net/doi/pdf/10.1525/gfc.2007.7.3.28>) Lưu trữ (<https://web.archive.org>)



e.org/web/20110108035719/http://caliber.ucpress.net/doi/pdf/10.1525/gfc.2007.7.3.28) ngày 8 tháng 1 năm 2011 tại [Wayback Machine](#). *Gastronomica*, Vol. 7, No. 3, 28-33. Truy cập ngày 12 tháng 11 năm 2008.

- Bolens, L. (1997). "Agriculture" in Selin, Helaine (ed.), *Encyclopedia of the history of Science, technology, and Medicine in Non Western Cultures*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 20–22.
- Collinson, M. (ed.) *A History of Farming Systems Research*. CABI Publishing, 2000. ISBN 978-0-85199-405-5
- Crosby, Alfred W.: *The Columbian Exchange: Biological and Cultural Consequences of 1492*. Praeger Publishers, 2003 (30th Anniversary Edition). ISBN 978-0-275-98073-3
- Davis, Donald R.; Riordan, Hugh D. (2004). "Changes in USDA Food Composition Data for 43 Garden Crops, 1950 to 1999". *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 23, No. 6, 669-682.
- Duplessis, Robert. S. (1997). "Transitions to Capitalism in Early Modern Europe." Cambridge University Press.
- Friedland, William H.; Barton, Amy (1975). "Destalking the Wily Tomato: A Case Study of Social Consequences in California Agricultural Research". Univ. California at Sta. Cruz, Research Monograph 15.
- Mazoyer, Marcel; Roudart, Laurence (2006). *A history of world agriculture: from the Neolithic Age to the current crisis*. Monthly Review Press, New York. ISBN 978-1-58367-121-4
- Saltini A. *Storia delle scienze agrarie*, 4 vols, Bologna 1984-89, ISBN 978-88-206-2412-5, ISBN 978-88-206-2413-2, ISBN 978-88-206-2414-9, ISBN 978-88-206-2414-9
- Watson, A.M. (1974). "The Arab agricultural revolution and its diffusion", in *The Journal of Economic History*, 34.
- Watson, A.M. (1983). *Agricultural Innovation in the Early Islamic World*, Cambridge University Press.
- Wells, Spencer (2003). *The Journey of Man: A Genetic Odyssey*. Princeton University Press. ISBN 978-0-691-11532-0
- Wickens, G.M. (1976). "What the West borrowed from the Middle East", in Savory, R.M. (ed.) *Introduction to Islamic Civilization*. Cambridge University Press.

---

## Liên kết ngoài

---

-  Tư liệu liên quan tới [Agriculture](#) tại [Wikimedia Commons](#)
- 

Lấy từ “[https://vi.wikipedia.org/w/index.php?title=Nông\\_nghiệp&oldid=74294184](https://vi.wikipedia.org/w/index.php?title=Nông_nghiệp&oldid=74294184)”