

Tổng quan ứng dụng khoa học và công nghệ
trong sản xuất và chế biến cà phê

Trần Thị Mai Sen*, Lê Hồng Liên, Phạm Minh Toại
Trường Đại học Lâm nghiệp

Overview of the application of science and technology
in coffee production and processing

Tran Thi Mai Sen*, Le Hong Lien, Pham Minh Toai
Viet Nam National University of Forestry
*Corresponding author: senttm@vnuf.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.13.5.2024.081-088>

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 11/07/2024
Ngày phản biện: 13/08/2024
Ngày quyết định đăng: 17/09/2024

Từ khóa:

Cà phê, chế biến, khoa học
và công nghệ, sản xuất,
thương mại.

Keywords:

Coffee, commerce,
production, processing,
science and technology.

TÓM TẮT

Khoa học và công nghệ ngày nay đóng một vai trò quan trọng trong sự diễn tiến của đời sống con người và xã hội. Với những lĩnh vực truyền thì việc ứng dụng khoa học và công nghệ là vô cùng cần thiết, một mặt sẽ giúp gia tăng chất lượng và hiệu quả công việc, mặt khác sẽ đảm bảo đà phát triển bền vững của nền kinh tế. Trong cơ cấu nông nghiệp của Việt Nam, cùng với hồ tiêu và cao su, cà phê là cây công nghiệp chủ lực, có giá trị lớn, đã và đang mang lại kim ngạch xuất khẩu cao cho nền kinh tế. Mặc dù là nước có sản lượng xuất khẩu cà phê hàng đầu của thế giới nhưng giá xuất khẩu của cà phê Việt Nam ở mức thấp và phần lớn là hàng thương mại chất lượng thông thường. Về mặt chất lượng, đôi khi cà phê nguyên liệu khi thu hoạch và gia công không đáp ứng đủ tiêu chuẩn (về độ chín, độ "tinh" không lẫn tạp chất...) dẫn đến chất lượng còn thấp, mang lại giá trị không cao. Đây được xem là một rào cản lớn trong việc đưa cà phê Việt Nam tiếp cận với thị trường thế giới. Việc ứng dụng khoa học và công nghệ trong sản xuất và chế biến cà phê hiện nay không chỉ là đơn thuần thay đổi cách thức vận hành của nền kinh tế xuất khẩu mà hơn nữa là tiến tới mục tiêu nâng tầm chất lượng cà phê và xây dựng thương hiệu cà phê chất lượng cao, cà phê đặc sản mang hình ảnh và tầm vóc của Việt Nam

ABSTRACT

Nowadays, science and technology play an important role in the evolution of human life and society. For traditional fields, the application of science and technology is extremely necessary, one-way it will help increase the quality and efficiency of work. On the other hand, it will ensure the sustainable development of the economy. In Vietnam's agricultural structure, along with pepper and rubber, coffee is a key industrial crop with great value and has been bringing high export turnover to the economy. Although the country has the top coffee export output in the world, the export price of Vietnamese coffee is low and most of it is commercial quality goods of normal quality. In terms of quality, sometimes, green coffee when harvested and processed does not meet the standards (in terms of ripeness, "purity" without impurities...) leading to low quality, bringing low value. This is considered a major barrier to bringing Vietnamese coffee to the world market. The application of science and technology in coffee production and processing today not only changes the way the export economy operates but also advances the goal of improving coffee quality and building a high quality coffee brand, specialty coffee carries the image and stature of VietNam.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới, các nghiên cứu về kỹ thuật, công nghệ liên quan đến cà phê đã được quan tâm từ rất lâu, điều này được thể hiện đã có hơn 50.000 sáng chế đã được bảo hộ. Liên quan đến đến các khâu bảo quản, sơ chế cà phê đã có khoảng 100 sáng chế (www.wipsglobal.com).

Ứng dụng khoa học và công nghệ có thể áp dụng trong tất cả các bước từ sản xuất đến khi cho ra sản phẩm bao gồm trồng trọt, sơ chế, bảo quản cà phê; nhìn chung có thể xem xét từ các khâu tác động đến quá trình chín, mùi vị của nguyên liệu quả cà phê trước khi thu hoạch, cho đến các hướng tác động vào sản phẩm quả cà phê sau thu hoạch.

Tại Việt Nam, lâu nay, để có thể gia tăng sản lượng xuất khẩu, các địa phương mới chỉ chú trọng việc phát triển diện tích mà chưa tập trung vào việc hướng dẫn cho nông dân về các quy trình bảo quản sau thu hoạch để làm tăng khả năng cạnh tranh và giá trị của hạt cà phê. Các phương thức truyền thống trong canh tác, sản xuất dựa vào định tính như việc thu hoạch sớm khi quả cà phê vẫn còn đang tiếp tục lớn hay như việc tuốt cành, hái cả quả chín lẫn quả xanh là một ảnh hưởng xấu đến chất lượng của cà phê. Thu hoạch theo hình thức này khiến chất lượng cà phê không đồng đều, lẫn nhiều hạt đen, hạt mốc. Phơi sấy cà phê theo phương pháp truyền thống (phơi trên nền sân bãi) cũng ảnh hưởng đến độ ẩm và làm gia tăng độ tạp của cà phê nhân. Chưa kể những bất cập ngay tại khâu sơ chế cũng ảnh hưởng rất nhiều tới chất lượng cà phê. Hệ quả, cà phê của Việt Nam có chất lượng thấp, giá bán luôn ở “vùng trũng”... Tất cả các yếu tố đó làm giảm chất lượng của hạt cà phê, trở thành “lỗi” để các nhà nhập khẩu cà phê dựa vào đó để bắt bẻ.

Trọng tâm của bài báo là những tổng quan về các ứng dụng về khoa học và công nghệ trong sản xuất và chế biến cà phê trên thế giới và ở Việt Nam, từ đó sẽ có những đánh giá và đề xuất hướng phát triển cho việc nâng cao chất lượng sản phẩm cà phê của Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP THU THẬP THÔNG TIN

- Phương pháp thu thập dữ liệu thứ cấp, các thông tin liên quan đến ứng dụng khoa học trong sản xuất và chế biến cà phê có được từ việc nghiên cứu và tổng hợp tài liệu học thuật, báo cáo từ các tổ chức và dự án, dữ liệu từ các cơ sở dữ liệu công cộng.

- Phương pháp nghiên cứu so sánh: Tổng hợp tài liệu nghiên cứu chuẩn về ứng dụng khoa học và công nghệ trong sản xuất và chế biến cà phê trên thế giới để so sánh với thực tế ứng dụng khoa học và công nghệ tại Việt Nam.

- Phân tích và tổng hợp thông tin: Sử dụng phương pháp phân tích tổng hợp (meta-analysis) để kết hợp các kết quả từ nhiều nghiên cứu khác nhau, so sánh và đối chiếu để rút ra kết luận và khuyến nghị về ứng dụng khoa học và công nghệ trong sản xuất và chế biến cà phê.

3. ỨNG DỤNG KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TRONG SẢN XUẤT VÀ CHẾ BIẾN CÀ PHÊ

3.1. Trên thế giới

IOT (Internet of things) đang là một xu hướng trong lộ trình hiện đại hoá các quy trình khác nhau trong hệ thống sản xuất một sản phẩm, IOT đóng một vai trò quan trọng trong phát triển sản phẩm thực phẩm trong điều kiện về yêu cầu vệ sinh mà không phát sinh kỳ sự lây nhiễm chéo nào trong tất cả các giai đoạn. IOT mở ra một giải pháp phù hợp cho con đường phát triển sản phẩm thực phẩm một cách có cấu trúc liên quan đến công đoạn rang cà phê [1].

Wandee Aunsa-Ard và cs đã nghiên cứu khả năng ứng dụng mũi điện tử (e-nose) và thuật toán phát hiện mùi cà phê thu được từ các nguồn gốc khác nhau. Ba khía cạnh của mũi điện tử đã được nghiên cứu bao gồm: (i) mũi điện tử nhạy cảm với mùi cà phê, (ii) khả năng nhận biết chính xác mùi được phát hiện của mũi điện tử và (iii) các yếu tố ảnh hưởng đến mùi cà phê như độ cao, điều kiện chế biến và rang. Hệ thống mũi điện tử bao gồm tám cảm biến khí bán dẫn oxit kim loại (MOX) và phần mềm phân tích được phát triển nội bộ. Phân tích thành phần chính (PCA) là một thuật toán

phân loại để nhận dạng mẫu của các mùi hương cà phê khác nhau. Kết quả cho thấy, công nghệ mũi điện tử có khả năng phát hiện và phân biệt được mùi cà phê ở độ cao, quy trình chế biến và rang khác nhau [2].

Với việc tiêu thụ cà phê ngày càng tăng, nhu cầu về chất lượng cao và tính xác thực của nó cũng tăng lên một cách tự nhiên. Tuy nhiên, thực tế có rất nhiều cà phê giả do thiếu minh bạch trong phân phối cà phê. Tính minh bạch thấp trong phân phối cà phê là một trong những vấn đề quan trọng mà ngành cà phê phải đối mặt. Vấn đề này phát sinh do không có cơ chế giám sát phân phối cà phê minh bạch và có trách nhiệm. Và do đó, áp dụng phân phối và bán hàng bằng việc sử dụng công nghệ Blockchain (công nghệ truy xuất nguồn gốc) được coi như một giải pháp cho vấn đề làm giả cà phê, điều này làm tăng tính minh bạch trong phân phối cà phê từ nông dân trồng cà phê đến khách hàng [3].

Trong một nghiên cứu, Yan – Feng Wang và cs đã sử dụng mạng học sâu nhẹ Slim-CNN để phân loại hạt cà phê xanh. Kết quả thử nghiệm cho thấy Slim-CNN đạt độ chính xác 92% với thông số ít hơn 6 lần so với MobileNet và ít hơn 270 lần so với VGG16. Mô hình Slim-CNN có thể được sử dụng trên các thiết bị điện toán biên khác nhau để giảm chi phí lao động trong ngành cà phê và cải thiện chất lượng cà phê [4].

Việc tạo ra hệ thống báo cáo việc trồng và dự trữ sản phẩm cà phê để hỗ trợ các doanh nhân kinh doanh cà phê làm tăng cơ hội cho nông dân và nhà sản xuất cà phê nhỏ bằng cách cung cấp kênh phân phối dưới dạng hệ thống tiền sản xuất để tiếp cận nhiều người tiêu dùng hơn, đồng thời mang lại trải nghiệm tốt hơn cho người tiêu dùng bằng cách sử dụng công nghệ kỹ thuật số cho hệ thống đặt hàng trước sản phẩm cà phê. Người mua và người bán cùng được thỏa thuận và chấp nhận các điều khoản dựa trên sự hài lòng của họ khi sử dụng hệ thống kỹ thuật số. Mặt khác, người kinh doanh cà phê có thể quản lý năng suất của mình tốt hơn và khách hàng hài lòng với chất lượng sản

phẩm họ nhận được [5].

Cà phê là cây trồng hàng hóa quan trọng trong thương mại quốc tế và chủ yếu được sản xuất ở các vùng nhiệt đới, nơi được cho là thường xuyên xảy ra nạn phá rừng. Nhu cầu của thị trường đang ngày càng gia tăng đối với cà phê bền vững, không phá rừng nhất là trong bối cảnh kể từ ngày 30/12/2024, một số mặt hàng nông nghiệp xuất khẩu vào Liên minh châu Âu (EU) đứng trước một “hàng rào” mới - Quy định chống phá rừng (The European Union Deforestation Regulation - EUDR) của EU. Đứng trước thách thức này, giải pháp công nghệ đang được đề xuất phổ biến nhất đó là sử dụng ảnh vệ tinh có độ phân giải cao để khoanh vùng các diện tích trồng cà phê, đồng thời sử dụng thuật toán học để phân tích hình ảnh và xác định các hộ trồng cà phê.

Tại Zimbabwe, để hỗ trợ đa dạng sinh học (BSS) trên các trang trại cà phê nhằm hỗ trợ chứng nhận nguồn gốc cà phê, các nhà khoa học đã phát triển phương pháp dựa trên viễn thám chính xác để lập bản đồ và định lượng các cấu trúc hỗ trợ đa dạng sinh học. Dữ liệu thực địa về vị trí, phạm vi mở rộng và các đặc điểm khác của BSS (hàng rào, cây che bóng, cà phê, rừng và vùng đất ngập nước) đã được thu thập tại hai trang trại (Thung lũng Crake và Jersey) ở Zimbabwe. Quy trình phân loại dựa trên rừng ngẫu nhiên cho dữ liệu quang học (Pléiades và GeoEye-1) và dữ liệu radar (Sentinel-1) đã được triển khai bằng cách sử dụng dữ liệu thực địa được thu thập bằng các dải quang phổ và chỉ số thực vật. Kết quả cho thấy, có thể lập bản đồ và định lượng BSS trên các trang trại cà phê bằng dữ liệu viễn thám quang học có độ phân giải cao để hỗ trợ đánh giá tính bền vững với độ chính xác trên 64% [6].

3.2. Ở Việt Nam

Khi bàn đến chất lượng cà phê thì yếu tố chủng loại cà phê và nguồn gốc xuất xứ của cà phê không thể không nói đến, các nghiên cứu theo hướng cải thiện giống tại Việt Nam cũng đã được thực hiện và cũng đã mang lại những kết quả tích cực. Một số nghiên cứu như, “Sản

xuất thử các giống cà phê vối” đã sử dụng công nghệ nhân giống theo phương pháp ghép, cho sản phẩm có năng suất cao và hạt lớn [7]; nghiên cứu sử dụng phương pháp lai hữu tính, cho sản phẩm có năng suất nhân cao [8]. Trong nghiên cứu “Khảo nghiệm một số giống cà phê chè lai nhập nội tại Tây Bắc” với 2 giống cà phê lai mới nhập nội: Starmaya, H1; 01 giống thuần nhập nội từ Nicaragua là Marsellesa, kết quả cho thấy các giống H1 và Starmaya và Marsellesa có tiềm năng sinh trưởng khỏe và tốt vượt trội hơn so với giống đối chứng về chiều cao, đường kính gốc và đặc biệt về chiều dài cành ở cả 11 điểm khảo nghiệm. Năng suất quả tươi vụ thu hoạch đầu tiên trung bình tại tất cả các điểm của các giống chưa có sự khác biệt rõ rệt có ý nghĩa thống kê, mặc dù năng suất quả tươi trung bình của các giống ở tất cả các điểm cho thấy giống Marsellesa, Starmaya, và H1 lần lượt tăng từ 125 - 150% so với giống đối chứng Catimor [9].

Thực tế cho thấy, việc tăng sản lượng cà phê bằng con đường mở rộng diện tích canh tác hiện nay không còn là tiềm năng khai thác. Cà phê là loài cây trồng có nhu cầu dinh dưỡng cao, nếu bón phân không cân đối và hợp lý, cây cà phê sẽ bị suy kiệt, năng suất giảm mạnh ở vụ kế tiếp. Do đó, phân bón được xem là một trong những giải pháp then chốt để tăng năng suất và chất lượng cà phê. Nghiên cứu về sử dụng kali và lưu huỳnh cho cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ Bazan, kết quả cho thấy (i) Liều lượng phân kali và lưu huỳnh hợp lý bón cho cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh là 330 kg K₂O và 60 kg S cho lợi nhuận trung bình đạt 98,46 triệu/ha và một số chỉ tiêu hoá học của đất nâu đỏ bazan được cải thiện; (ii) Dạng phân kali và lưu huỳnh bón hiệu quả nhất là K₂SO₄ + KCl (theo tỷ lệ 1,26 : 1) với tổng lượng cung cấp cho cây là 330 kg K₂O/ha + 60 kg S/ha đạt lợi nhuận trung bình 109,06 triệu/ha và tính chất hoá của đất nâu đỏ bazan được duy trì và (iii) Thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh phù hợp là: Bón phân kali 4 đợt (mỗi đợt bón 25% K₂O, bón vào các

tháng 3, 5, 7 và 9) kết hợp bón phân lưu huỳnh 2 đợt (mỗi đợt bón 50% S vào tháng 3 và 9) với tổng lượng cung cấp cho cây là 330 kg K₂O/ha + 60 kg S/ha ở dạng K₂SO₄ + KCl cho lợi nhuận đạt 139,36 triệu/ha và tính chất hoá của đất nâu đỏ bazan được duy trì [10].

Trong nghiên cứu khác về một số biện pháp kỹ thuật bón phân cho cà phê vối ở giai đoạn kinh doanh, kết quả cho thấy khi áp dụng các kỹ thuật tưới và chăm sóc, tỉa cành, tạo tán theo hướng dẫn kỹ thuật và (i) Bón đạm, lân và kali liều lượng 338 kg N + 95 kg P₂O₅ + 336 kg K₂O trên nền phân chuồng 5 tấn/ha/năm với số lần và tỉ lệ theo quy trình của Bộ Nông nghiệp và phát triển Nông thôn (NN&PTNT) là thích hợp nhất cho cà phê vối giai đoạn kinh doanh trên đất bazan tại Đắk Lắk, đạt mức năng suất 3,73 tấn/ha; (ii) Bón đạm, lân và kali cho cà phê vối trên nền phân bón theo quy trình của Bộ NN&PTNT (260 kg N + 95 kg P₂O₅ + 240 kg K₂O và 5 tấn phân chuồng/ha/năm) với số lần và tỉ lệ bón: Đạm và kali 5 lần/năm (30% trong mùa khô chia làm 2 lần và 70% mùa mưa chia làm 3 lần) và 2 lần/năm (50% mùa khô và 50% mùa mưa) là phù hợp nhất cho cà phê vối giai đoạn kinh doanh trên đất bazan tại Đắk Lắk, đạt mức năng suất 3,61 tấn/ha và (iii) Phun ZnSO₄ và Rosabor 5 lần/năm (2 lần mùa khô và 3 lần mùa mưa) với nồng độ ZnSO₄ 0,4% + Rosabor 0,25% (B₃Zn₂) trên nền 260 kg N + 95 kg P₂O₅ + 240 kg K₂O và 5 tấn phân chuồng/ha/năm với số lần và tỉ lệ bón theo quy trình của Bộ NN&PTNT là công thức phun bổ sung ZnSO₄ và Rosabor tốt nhất cho cà phê vối giai đoạn kinh doanh trên đất bazan tại Đắk Lắk đạt mức năng suất 3,71 tấn/ha [11].

Xây dựng các mô hình sản xuất phục vụ phát triển kinh tế - xã hội được coi vừa là cơ hội, vừa là thách thức để tạo ra nhiều tác động đối với nông nghiệp nói chung và nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao nói riêng. Kinh nghiệm trong nước và thế giới cho thấy có nhiều hình thức để xây dựng các mô hình sản xuất kết hợp giữa các chủ thể tham gia, đóng góp vào phát triển ngành nông nghiệp.

Nghiên cứu của Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông lâm nghiệp Tây Bắc nhằm nâng cao chuỗi giá trị sản xuất cà phê tại tỉnh Sơn La, theo đó cà phê được sản xuất theo hướng hữu cơ có xu hướng sinh trưởng nhanh về các chỉ tiêu sinh trưởng, chỉ tiêu năng suất trong những năm đầu; hàm lượng chất béo trong hạt cà phê có xu hướng tăng sau khi canh tác cà phê theo hướng hữu cơ, từ 9,33 – 9,35% năm 2016 tăng lên 9,89 – 10,33% năm 2018. Hàm lượng các chất khoáng trong hạt cà phê có chiều hướng tăng sau khi thực hiện mô hình sản xuất cà phê theo hướng hữu cơ [12]. Đánh giá một số mô hình các giống cà phê chè chất lượng cao TN6, TN7, TN9, kết quả đã cho thấy các giống cà phê chè lai TN6, TN7, TN9 cho năng suất khá cao và ổn định. Tại các vùng trồng Đắc Lắc, Kon Tum và Lâm Đồng năng suất trung bình 4 vụ của các giống: TN6 đạt từ 3,12 - 3,76 tấn nhân/ha; giống TN7 đạt từ 3,19 - 3,77 tấn nhân/ha; giống TN9 đạt từ 3,22 - 4,05 tấn nhân/ha cao hơn có ý nghĩa so với giống đối chứng Catimor có năng suất trung bình 4 vụ đạt từ 1,89 - 2,56 tấn nhân/ha. Các giống TN6, TN7, TN9 có chất lượng hạt cà phê nhân sống tốt hơn so với giống Catimor và được xếp vào hạng cà phê đặc sản. Chất lượng thử nếm của các giống này đạt lần lượt là TN6: 82,00/100 điểm; TN7: 81,50/100 điểm và TN9: 82,75/100 điểm theo tiêu chuẩn đánh giá của CQI và giống Catimor đạt 75,50/100 điểm. Các giống TN6, TN7, TN9 có khả năng kháng bệnh gỉ sắt rất cao [13].

Nghiên cứu và xây dựng mô hình nông lâm kết hợp giữa cây cà phê với các cây ăn quả, cây nông nghiệp, cây lâm nghiệp, vật nuôi tại Đắc Lắc và Kon Tum cho năng suất cao, và nâng cao chuỗi giá trị, cụ thể: Tại Đắc Lắc gồm các mô hình (i) cây công nghiệp (Cà phê vối-cây trồng chính) + cây ăn quả (Bơ sáp, Sầu riêng – cây trồng xen) + cây lâm nghiệp (Giổi ăn hạt – hàng bao), (ii) cây công nghiệp (Cà phê vối) + cây nông nghiệp (Ngô, Đậu xanh...) + cây lâm nghiệp (Giổi ăn hạt – hàng bao), (iii) cây công nghiệp (Cà phê vối) + cây lâm nghiệp (Maccadamia) + vật nuôi (ong mật) + cây lâm

NGHIỆP (Giổi ăn hạt – hàng bao); tại Kon Tum gồm (i) cây công nghiệp (Cà phê vối-cây trồng chính) + cây ăn quả (Bơ sáp, Sầu riêng – cây trồng xen) + cây lâm nghiệp (Giổi ăn hạt – hàng bao), (ii) cây công nghiệp (Cà phê vối) + cây nông nghiệp (Ngô, Đậu xanh...) + cây lâm nghiệp (Giổi ăn hạt – hàng bao), (iii) cây công nghiệp (Cà phê vối) + cây lâm nghiệp (Maccadamia) + vật nuôi (ong mật) + cây lâm nghiệp (Giổi ăn hạt – hàng bao) [14].

Kết quả nghiên cứu mô hình ghép cải tạo các giống cà phê TN6, TN7, TN9 được thực hiện tại Sơn La cho thấy, sau 28 tháng ghép, vườn cây sinh trưởng khá tốt, các giống TN đã cho năng suất từ 2,98 – 3,12 tấn nhân/ha, cao hơn hẳn so với giống Catimor chỉ đạt 2,25 tấn nhân/ha. Ở thí nghiệm cưa ghép cải tạo hai giống TN7 và TN9 cho năng suất tương đương nhau và đạt trên 3 tấn nhân/ha ngay trong vụ thu hoạch đầu tiên. Kết quả này được đánh giá là khả quan, giúp mở ra hướng đi mới trong công tác tái canh cây cà phê chè trước những thiệt hại do tác động tiêu cực từ thiên tai [15].

Một hướng đi được đánh giá là nhiều triển vọng trong sản xuất cà phê bền vững đó là mô hình canh tác đa canh nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu. Mô hình này nằm trong chương trình “Sáng kiến cảnh quan bền vững (ISLA) tại Việt Nam” của IDH (Tổ chức Sáng kiến Thương mại bền vững), kết quả thí điểm mô hình tại 300 trang trại tại một số tỉnh của Tây Nguyên (Lâm Đồng và Đắc Lắc) cho thấy các trang trại trồng cà phê theo phương thức đa canh là bể chứa các bon do phương pháp này giúp triệt tiêu 0,16 tấn CO₂ khỏi bầu khí quyển mỗi năm tính trên mỗi tấn cà phê thu được. Các trang trại này tạo ra lượng sinh khối lớn hơn, từ đó cô lập nhiều CO₂ hơn lượng phát thải trong quá trình sản xuất. IDH khuyến nghị nông dân sử dụng mô hình canh tác đa canh với mật độ tán cây trồng không phải cây cà phê tối thiểu là 30%. Điều này sẽ duy trì sản lượng cà phê hàng năm ở mức 3 tấn/ha. Hồ tiêu, sầu riêng và bơ được cho là những loài cây phù hợp nhất để trồng xen canh ở mật độ này.

Các nghiên cứu ứng dụng công nghệ cao như chuyển gen để đưa các nguồn gen quý vào cải tạo giống, nâng cao chất lượng của quả cà phê - sản phẩm đầu ra hầu như chưa được các nhà nghiên cứu trong nước công bố. Khâu sơ chế, bảo quản vẫn còn nhiều hạn chế, thủ công. Việc nghiên cứu ứng dụng các tiến bộ kỹ thuật mới còn nhỏ lẻ, địa phương. Các kết quả nghiên cứu không nhiều, nội dung công bố phần lớn tập trung vào phương pháp chế biến.

Nghiên cứu về một số yếu tố ảnh hưởng đến kết quả xử lý vỏ và thịt quả cà phê theo phương pháp ươm, cho thấy cà phê nhân Arabica ở Sơn La được chế biến bằng phương pháp lên men cho chất lượng tốt hơn cà phê chế biến bằng phương pháp cơ học, bên cạnh đó để tránh hiện tượng vỏ trấu bị nứt vỡ, ảnh hưởng xấu tới màu sắc của cà phê nhân thì khối quả cà phê Arabica phải được phân chia thành 2 phần riêng: phần quả chín và phần quả xanh được bóc vỏ riêng theo chế độ kỹ thuật phù hợp. Và để đảm bảo chất lượng của sản phẩm, chế độ lên men cà phê sau khi bóc vỏ cần phải đảm bảo các yếu tố như nhiệt độ: từ 20°C - 25°C; thời gian lên men: 25 giờ đối với khối quả chín và 30 giờ đối với khối quả xanh; độ pH thích hợp từ 4,5 đến 6; sử dụng dòng nước chuyển động liên tục kết hợp với đối lưu để ổn định nhiệt độ và độ pH của khối cà phê khi lên men; và cần đảm bảo chế độ lên men hiếu khí bằng cách liên tục sục không khí sạch vào dòng nước khi dẫn lưu qua khối cà phê trong quá trình lên men [16].

Nghiên cứu về khảo nghiệm 5 loại enzyme ngoại nhập để tách nhót của hạt cà phê trong chế biến theo phương pháp ươm; kết quả cho thấy trong các chế phẩm enzyme pectinase và cellulase, chế phẩm chứa hỗn hợp nhiều loại enzyme có hiệu lực cao hơn chế phẩm chỉ chứa enzyme đơn lẻ và hai chế phẩm Peelzym® (hỗn hợp các enzyme nhóm cellulose) và Rohapect® 10L (hỗn hợp các enzyme nhóm pectinase) có hiệu lực phân hủy dịch chiết lớp nhót của quả cà phê cao nhất [17]. Ứng dụng enzyme có hoạt lực cao để sản xuất cà phê với chất lượng cao trong phương pháp chế biến ươm, kết quả

nghiên cứu cho thấy, Enzyme Pectinex Smash XXL là enzyme có hoạt lực cao nhất trên cà phê chè trong số 5 loại enzyme được khảo sát đánh giá. Liều lượng enzyme Pectinex Smash XXL thích hợp để loại bỏ nhót trên nguyên liệu cà phê chè 80 ppm (xử lý 2h) và 10 ppm (Xử lý 10h). Tỷ lệ nước/nguyên liệu cà phê thóc là 3/10 và số lần khuấy đảo 3 lần. Thời gian lên men phụ là 5 giờ sau khi làm sạch nhót. Ứng dụng enzyme để làm sạch nhót cà phê chè trên mô hình sản xuất thực tế cho hiệu quả cao với tỉ lệ cà phê thóc sạch nhót cao giúp rút ngắn thời gian sản xuất, giảm hao hụt khối lượng nhân, giảm tỉ lệ hư hại sản phẩm so với phương pháp tách nhót đơn vị áp dụng [18].

Về kết hợp enzyme cellulase và pectinase để tăng khả năng trích ly các hợp chất polyphenol từ vỏ và thịt quả cà phê. Vỏ và thịt quả cà phê là một phụ phẩm có hoạt tính sinh học cao của ngành sản xuất cà phê nhân nhưng hiện nay vẫn chưa được sử dụng hợp lý trong công nghiệp thực phẩm. Hai chế phẩm enzyme pectinase và cellulase được sử dụng đồng thời nhằm tăng hiệu suất trích ly các hợp chất polyphenol từ phụ phẩm vỏ và thịt quả cà phê. Từ dịch trích từ vỏ và thịt quả cà phê này có thể sản xuất các sản phẩm nước giải khát có hoạt tính kháng oxy hóa cao [19].

Nghiên cứu “Ứng dụng enzyme nhằm nâng cao hiệu suất trích ly caffeine từ bộ cà phê rang xay đã chỉ ra rằng sử dụng hai chế phẩm enzyme cellulase và pectinase được sử dụng đồng thời nhằm nâng cao hiệu suất trích ly caffeine từ bột cà phê rang xay. Cà phê Robusta rang xay nguyên chất được trích ly với dung môi nước có sự hỗ trợ của 2 chế phẩm enzyme cellulase và pectinase. Khi khảo sát riêng lẻ từng loại enzyme tại điều kiện trích ly với hàm lượng enzyme cellulase 3,0% trong 15 phút ở 40°C thì nồng độ caffeine trích ly thu được là 350,4±5,5 mg/L; hàm lượng enzyme pectinase 3,0% trong 10 phút ở 40°C thì nồng độ caffeine trích ly thu được là 368,5±5,0 mg/L. Khi khảo sát hỗn hợp hai enzyme với tỷ lệ 1:3 (cellulase:pectinase), thu được nồng độ caffeine là 368,1±4,5 (mg/l)

tại điều kiện là 40°C trong 5 phút. Kết quả cho thấy khả năng ứng dụng chế phẩm enzyme và hỗn hợp enzyme trong trích ly caffeine từ bột cà phê rang xay có khả năng ứng dụng thực tế [20].

4. THẢO LUẬN CHUNG

Trong bối cảnh hiện đại đang chuyển hoá không ngừng, việc ứng dụng các khoa học và công nghệ trong chế biến và sản xuất cà phê cũng không nằm ngoài dòng chảy của bối cảnh ấy. Trên thế giới, áp dụng khoa học và công nghệ trong sản xuất cà phê đã được quan tâm từ rất lâu, điều đó được thể hiện bằng những con số biết nói như hơn 50.000 sáng chế đã được bảo hộ. Các xu hướng ứng dụng chủ yếu là liên quan đến chất lượng của cà phê như nhân và quả cà phê, bảo quản và sơ chế. Việc ứng dụng khoa học công nghệ trong các công đoạn sản xuất không chỉ giúp nâng tầm chất lượng sản phẩm mà còn giúp các nhà sản xuất theo dõi, đánh giá và điều chỉnh quy trình sản xuất.

Trước thực tế biến đổi khí hậu trở nên cực đoan, khó lường và đang từng bước trở thành hiểm hoạ đối với nền nông nghiệp toàn cầu, không đứng ngoài cuộc của nền kinh tế hiện đại hoá, ngành công nghệ sản xuất cà phê của thế giới đã có những chuyển biến, đổi mới mạnh mẽ nhờ vào sự tích hợp của trí tuệ nhân tạo. Sự xuất hiện của những công nghệ IOT, Blockchain hay mũ điện tử đã mang lại những tiện ích hiệu quả, giúp tối ưu hoá quy trình sản xuất, nâng cao chất lượng cũng như là giá trị của sản phẩm, mở ra những trải nghiệm cảm quan độc đáo trong việc cảm nhận nhận và thưởng thức cà phê.

Đối với thực trạng của ngành sản xuất cà phê Việt Nam hiện nay, ứng dụng khoa học công nghệ trong sản xuất vẫn còn cần phải có những bước đột phá lớn nếu muốn phát triển bền vững và cạnh tranh sản phẩm trên thị trường thế giới. Việc thiếu công nghệ truy xuất nguồn gốc sản phẩm (Blockchain) khi đưa ra thị trường; chưa ứng dụng công nghệ viễn thám để giám sát trồng cà phê không gây mất rừng; chưa áp dụng những công nghệ tưới hiện đại

tiết kiệm, hiệu quả; công nghệ chế biến ươm chưa phù hợp hay việc tổ chức sản xuất tạo ra các vùng nguyên liệu xuất khẩu chưa hiệu quả... là những rào cản lớn trên con đường tiến tới sự chuyên nghiệp, hiện đại hoá trong sản xuất, cũng như là nâng cao chất lượng sản phẩm cà phê của Việt Nam. Thực tế cho thấy, các đề tài nghiên cứu về ứng dụng khoa học công nghệ trong sản xuất và chế biến cà phê vẫn còn đó những hạn chế, ứng dụng còn bó hẹp theo khu vực, theo địa bàn. Các nghiên cứu chủ yếu hướng đến các công đoạn chăm sóc, bón phân, phòng chống dịch bệnh. Bên cạnh đó, các nghiên cứu theo hướng cải thiện giống, gia tăng phẩm chất sản phẩm còn ít, số được công bố ứng dụng ngoài thực tế chưa nhiều và chưa tương xứng với tiềm năng sản xuất và kỳ vọng của nền kinh tế xuất khẩu cà phê. Do đó, để giải quyết những tồn tại trên, ngành sản xuất cà phê của Việt Nam cần có những giải pháp (bao gồm cả về mặt chính sách, quản lý cũng như là khoa học công nghệ) để sớm “tiếp cận” và “tiệm cận” với xu hướng phát triển chung của ngành cà phê thế giới.

5. KẾT LUẬN

Như vậy, với nền nông nghiệp nói chung và ngành xuất khẩu cà phê Việt Nam nói riêng, để có được những hạt cà phê thực sự có chất lượng, đạt được những chứng chỉ như 4C, UTZ Certified, chứng nhận Rainforest; tạo dấu ấn riêng cho cà phê Việt Nam và nâng cao khả năng cạnh tranh, chiếm lĩnh trên thị trường cà phê thế giới, ngoài việc tập trung hoàn thiện những biện pháp liên quan đến quản lý, hành chính, kinh tế đã và đang được ứng dụng trong ngành cà phê, thì cần phải chú trọng hơn nữa việc tạo ra các sản phẩm có chất lượng ngay từ khâu tiền thu hoạch và thu hoạch, sơ chế, và bảo quản. Việc thay đổi tập quán canh tác, kỹ thuật thu hoạch, bảo quản sản phẩm là rất cần thiết. Hơn nữa, các công tác nghiên cứu ứng dụng tiến bộ của khoa học - công nghệ cũng cần phải được đẩy mạnh và phối hợp đồng bộ, nhất là các khâu cải tạo giống và hoàn thiện các công tác sơ chế bảo quản sản phẩm ban đầu. Trong

khi các nghiên cứu trong nước còn chưa phủ rộng trên các lĩnh vực sản xuất và chế biến cà phê, việc nghiên cứu triển khai ứng dụng các sáng chế có khả năng ứng dụng trong các điều kiện của Việt Nam cũng là điều rất cần được sự quan tâm và chú ý đúng mức.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. S. Rajendran., T.Hari Prasath., S.Revathi & K. R. (2021). Basic food safety monitoring and enhancement in coffee industry using IOT. 2021 International Conference on Advance Computing and Innovative Technology in Engineering (ICACITE).

[2]. Kerdcharoen & W. A.-A. T. (2022). Electronic nose for analysis of coffee beans obtained from different altitudes and origin. 2022 14th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST).

[3]. Inayatulloh (2023). Coffee distribution model with Blockchain technology to increase the transparency of local coffee distribution. 2023 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech).

[4]. Yan Feng Wang., Chen Chiou Cheng & Jenn Kai Tsai. (2022). Review on image based coffee bean quality classification: Machine learning approach. 2022 4th International Conference on Advances in Computing Communication Control and Networking (ICAC3N).

[5]. Suepphong Chernbumroong., Pradorn Sureephong & Pitchatada Inkaew. (2022). Coffee Product Reservation and Plantation Report System to improve value chain for Arabica producers. 2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications.

[6]. Chimbi, A.A. (2024). Remote Sensing-Based Characterization of Biodiversity Supporting Structures on Coffee Farms in Zimbabwe.

[7]. Chế Thị Đa (2011). Sản xuất thử các giống cà phê vối. Bản tin thông tin Khoa học và Công nghệ. Số 1/2011

[8]. Vũ Thị Trâm (2007). Hai giống cà phê chè có triển vọng. Bản tin Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 11/2007

[9]. Nguyễn Thị Quỳnh Chang, Nguyễn Thị Vân, Thuan Sarzynski, Nguyễn Quang Trung, Nguyễn Phi Hùng, Hoàng Xuân Thảo, Lữ Thị Yến, Lưu Ngọc Quyển, Nguyễn Thị Thanh Hải, Đào Thế Anh, Philippe Vaast, Pierre Marraccini & Clément Rigal (2022). Kết quả ban đầu khảo nghiệm một số giống cà phê chè lai nhập nội tại Tây Bắc. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam. Số 08(141): 72-81.

[10]. Dương Công Bằng (2022). Nghiên cứu sử dụng phân kali và lưu huỳnh cho cây cà phê chè (*coffea arabica*) giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng. Luận án tiến sĩ khoa học cây trồng. Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.

[11]. Nguyễn Văn Minh (2014). Nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật bón phân cho cà phê vối (*Coffea*

Canephora Pierre) giai đoạn kinh doanh trên đất Bazan tại Đắk Lắk. Luận án tiến sĩ nông nghiệp. Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.

[12]. Nguyễn Thị Vân (2018). Nghiên cứu xây dựng mô hình sản xuất cà phê theo hướng hữu cơ tại tỉnh Sơn La. Truy cập từ <https://sokhoahoc.sonla.gov.vn/ngày/10/7/2024>.

[13]. Nguyễn Thị Thanh Mai, Đinh Thị Tiểu Oanh, Lại Thị Phúc, Nguyễn Đình Thoảng, Nông Khánh Nương, Lê Văn Bốn, Lê Văn Phi, Vũ Thị Danh, Trần Thị Bích Ngọc, Hoàng Quốc Trung, Nguyễn Phương Thu Hương, Hạ Thực Huyền, Trần Hoàng Ân & Tôn Thất Dạ Vũ (2021). Kết quả đánh giá một số mô hình các giống cà phê chè chất lượng cao, TN6, TN7, TN9. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam. 6(127): 71-75

[14]. Hoàng Thị Nhung (2020). Xây dựng mô hình nông lâm kết hợp có hiệu quả cao, tạo sinh kế bền vững cho đồng bào dân tộc thiểu số tại Đắk Lắk và Kon Tum. Thuộc chương trình Khoa học và Công nghệ phục vụ xây dựng nông thôn mới, giai đoạn 2016 – 2020.

[15]. Nguyễn Thị Thanh Mai (2023). Giới thiệu mô hình chừa ghép cải tạo các giống cà phê chè lai TN6, TN7, TN9 tại Sơn La. Truy cập từ <http://wasi.org.vn/gioi-thieu-mo-hinh-cua-ghiep-cai-tao-cac-giong-ca-phe-che-lai-tn6-tn7-tn9-tai-son-la/>.

[16]. Nguyễn Việt Tấn (2008). Một số yếu tố ảnh hưởng đến kết quả xử lý vỏ và thịt quả cà phê theo phương pháp ướm. Tạp chí Khoa học và Công nghệ. 8/2008. Truy cập từ <https://tapchicongthuong.vn/mot-so-yeu-to-anh-huong-den-ket-qua-xu-ly-vo-va-thit-qua-ca-phe-theo-phuong-phap-uot-7904.htm/ngày/10/7/2024>.

[17]. Nguyễn Văn Trường (2011). Xác định loại enzyme phù hợp để tách lớp nhớt của hạt cà phê trong chế biến theo phương pháp ướm. Bản tin thông tin Khoa học và Công nghệ. Truy cập từ <https://vusta.vn/xac-dinh-loai-enzyme-phu-hop-de-tach-lop-nhot-cua-hat-ca-phe-trong-che-bien-theo-phuong-phap-uot-p70548.html/ngày/10/7/2024>.

[18]. Phạm Văn Thao, Phan Thanh Bình & Nguyễn Thị Thoa (2021). Nghiên cứu ứng dụng enzyme có hoạt lực cao để sản xuất cà phê vối chất lượng cao trong phương pháp chế biến ướm". Truy cập từ <http://wasi.org.vn/nguyen-cuu-ung-dung-enzyme-co-hoat-luc-cao-de-san-xuat-ca-phe-voi-chat-luong-cao-trong-phuong-phap-che-bien-uot/ngày/10/7/2024>.

[19]. Trần Thị Thu Trà, Trần Minh Khánh, Tôn Nữ Minh Nguyệt & Lê Văn Việt Mẫn (2021). Kết hợp enzyme cellulase và pectinase để tăng khả năng trích ly các hợp chất polyphenol từ vỏ và thịt quả cà phê. Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ - Kỹ thuật và Công nghệ. 4(2): 968–976.

[20]. Giang Kiến Quốc, Lê Nguyễn Đoàn Duy & Phan Thế Duy (2021). Ứng dụng enzyme nhằm nâng cao hiệu suất trích ly caffeine từ bột cà phê rang xay. Tạp chí Công thương. 14: 449–455.