



# Ứng dụng công nghệ chuỗi khối nhằm tăng cường minh bạch thông tin về chất lượng môi trường và nguồn gốc hồ tiêu hữu cơ ở Tây Nguyên

NGUYỄN HÙNG MINH\*, NGUYỄN THỊ HOÀNG ANH, NGUYỄN HỮU LINH

*Trung tâm Ứng phó biến đổi khí hậu, Cục Biến đổi khí hậu*

**Hồ tiêu hữu cơ đang được thúc đẩy phát triển mạnh mẽ ở Tây Nguyên. Để quảng bá giá trị của hồ tiêu hữu cơ Tây Nguyên, cũng như đáp ứng yêu cầu của người tiêu dùng và tăng khả năng thâm nhập các thị trường xuất khẩu cần tăng cường hoạt động truy xuất nguồn gốc cho sản phẩm. Chuỗi khối (Blockchain) là công nghệ hứa hẹn đem lại khả năng truy vết mạnh mẽ, minh bạch và tin cậy cho sản phẩm hồ tiêu hữu cơ trên chuỗi cung ứng. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng công nghệ chuỗi khối để tăng cường minh bạch hóa thông tin, truy xuất nguồn gốc hồ tiêu hữu cơ Tây Nguyên.**

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

### 1.1. Sản xuất hồ tiêu hữu cơ Tây Nguyên

Với điều kiện tự nhiên về thổ nhưỡng đất bazan màu mỡ, khí hậu ôn hòa cùng kinh nghiệm, kỹ thuật canh tác tích lũy lâu năm của người nông dân, Tây Nguyên là vùng đất có thể mạnh phát triển cây hồ tiêu và đóng vai trò vùng trồng chính ở nước ta (đặc biệt tại các tỉnh Đắk Lắk, Đắk Nông, Gia Lai). Hồ tiêu là loại cây trồng chủ lực có giá trị kinh tế lớn ở Tây Nguyên, đóng góp vào vị thế nước xuất khẩu hồ tiêu hàng đầu thế giới của Việt Nam (chiếm 41% sản lượng xuất khẩu hồ tiêu đen toàn cầu vào năm 2023).

Canh tác theo phương thức hữu cơ ngày càng đóng vai trò quan trọng với hồ tiêu ở Tây Nguyên. Việc sử dụng phân bón tự nhiên và phương pháp canh tác thân thiện với môi trường giúp bảo vệ đất, nước và đa dạng sinh học, tăng chất lượng và không tồn dư chất cấm trong hạt tiêu qua đó, thỏa mãn các đòi hỏi của người tiêu dùng về các sản phẩm nông nghiệp chất lượng, an toàn và được sản xuất một cách trách nhiệm, bền vững và đáp ứng được đòi hỏi nghiêm ngặt của các thị trường khó tính như châu Âu, Mỹ.

Bên cạnh tiêu chí an toàn, hồ tiêu hữu cơ còn được đánh giá cao bởi hương vị nổi trội, giàu vitamin, khoáng chất, tinh dầu và các hợp chất chống oxy hóa hơn các loại canh tác theo phương thức không hữu cơ. Các yếu tố liên quan khác như bảo tồn đất đai, hạn chế phát thải khí nhà kính, kinh tế tuần hoàn... của canh tác hữu cơ cũng được coi trọng.

Chuyển đổi sang phương thức sản xuất hữu cơ bền vững giúp hồ tiêu Việt Nam cạnh tranh với thị trường toàn cầu, đem lại giá trị cao cho sản phẩm. Thực tế những năm trước cho thấy, sản phẩm hồ tiêu Việt Nam thường khó thâm nhập và có giá thấp hơn so với sản phẩm cùng loại của các nước khác khi xuất khẩu do tồn tại dư lượng hóa chất trong sản phẩm.

Bên cạnh đó, canh tác hồ tiêu hữu cơ cũng đem lại những lợi ích dài hạn. Trong những năm gần đây, xảy ra hiện tượng cây bị chết hàng loạt do dịch bệnh và suy giảm sản lượng. Trong khi đó, những diện tích canh tác hữu cơ cho thấy tính bền vững không bị mất màu đất, khả năng chống chịu sâu bệnh cao, hạn chế sử dụng phân bón, thuốc trừ sâu, sản lượng ổn định, tận dụng được các nguồn nguyên liệu... sản phẩm được thu mua nhanh hơn và giá cả thu mua cao hơn.

Sản xuất hồ tiêu hữu cơ đang được thúc đẩy và hưởng ứng mạnh mẽ ở Tây Nguyên. Hiện tại, nhiều diện tích hồ tiêu đã dần chuyển sang canh tác hữu cơ, xuất hiện nhiều tấm gương "nông dân sinh thái" điển hình, thành công với mô hình sản xuất hữu cơ, bền vững. Ngành hồ tiêu Việt Nam đã kết hợp với các tổ chức quốc tế thực hiện các dự án thúc đẩy sản xuất hồ tiêu bền vững, qua đó trang bị kiến thức và phổ biến các quy tắc thực hành sản xuất nông nghiệp xanh, nông nghiệp hữu cơ cho người dân.

### 1.2. Tạo giá trị gia tăng cho hồ tiêu hữu cơ ở Tây Nguyên thông qua truy xuất nguồn gốc

Sản xuất hồ tiêu hữu cơ yêu cầu việc tuân thủ nghiêm ngặt các nguyên tắc và quy trình sản xuất hữu cơ không chỉ trong trồng trọt mà còn trong chế biến, bảo quản sản phẩm; liên quan đến chuyển đổi phương thức canh tác; đào tạo, tập huấn, hướng dẫn người nông dân hiểu và áp dụng các nguyên tắc và quy trình sản xuất hữu cơ; triển khai giám sát chặt chẽ canh tác hữu cơ cũng như các giai đoạn chế biến, bảo quản, phân phối nhằm đảm bảo chất lượng sản phẩm tới tay người tiêu dùng. Những hoạt động đó làm gia tăng chi phí và giảm năng suất hồ tiêu trong ngắn hạn so với phương thức cũ sử dụng nhiều phân bón hóa học, thuốc trừ sâu... Người sản xuất theo phương pháp hữu cơ sẽ chịu thiệt nếu sản phẩm hồ tiêu hữu cơ và không hữu cơ bị đánh đồng. Truy xuất nguồn gốc là biện pháp tích cực quảng bá chất



lượng của sản phẩm hữu cơ bằng cách giúp người tiêu dùng tiếp cận đầy đủ hơn với thông tin về xuất xứ sản phẩm, qua đó sẵn sàng lựa chọn và mua sản phẩm ở mức giá cao hơn.

Bên cạnh đó, các nhà nhập khẩu hồ tiêu cũng cần có hồ sơ đầy đủ về quá trình canh tác hữu cơ. Vậy nên, thông tin về quá trình canh tác, sản xuất chế biến và tiêu thụ cần được lưu giữ đầy đủ và được cung cấp một cách minh bạch có sự giám sát, kiểm tra của các bên liên quan.

**1.3. Ứng dụng công nghệ chuỗi khối nhằm tăng tính minh bạch, tạo dựng niềm tin đối với người tiêu dùng về thông tin nguồn gốc sản phẩm**

Công nghệ chuỗi khối (Blockchain) là công nghệ thực thi sổ cái phân tán với dữ liệu được sao lưu, đồng bộ trên các nút của một mạng ngang hàng (P2P network); dữ liệu được lưu trữ trong các khối một cách có cấu trúc và theo thứ tự thời gian trong đó mỗi khối có chứa một tham chiếu tới khối trước đó. Thuật toán đồng thuận được triển khai ở các nút để đảm bảo tính nhất quán của dữ liệu và trình tự đúng của các khối trong chuỗi; chỉ cho phép ghi dữ liệu mới vào chuỗi mà không cho phép sửa, xóa dữ liệu quá khứ. Sự kết hợp giữa các kỹ thuật mật mã hóa phức tạp, mức độ phân tán cao của mạng lưới và yêu cầu đồng thuận của đa số nút ghi dữ liệu tạo ra lớp bảo vệ mạnh cho chuỗi khối, khiến cho việc làm sai lệch thông tin trở nên bất khả thi.

Với cách thức thực hiện như vậy, công nghệ Blockchain tạo ra một cơ sở dữ liệu minh bạch, tin cậy mà các thành viên trong hệ thống đều được cập nhật trạng thái mới nhất và không có một tác nhân nào có thể thao túng dữ liệu, sửa dữ liệu đã ghi lên blockchain. Bên cạnh đó, độ sẵn có của dữ liệu trong công nghệ Blockchain giúp tăng cường khả năng truy xuất thông tin. Trong chuỗi cung ứng phức tạp, dữ liệu của các bên được lưu trữ biệt lập và không có bên nào có đầy đủ toàn bộ thông tin khiến việc đối soát, truy vết khó khăn, chậm trễ, ảnh hưởng tới việc hạn chế ảnh hưởng của sự cố hay mức độ thu hồi sản phẩm khi có sự cố. Với công nghệ Blockchain, đồng bộ dữ liệu ở các nút và tính liên kết giữa các khối

khiến cho truy vết trở nên dễ dàng.

Những đặc điểm kể trên khiến công nghệ Blockchain đáp ứng tốt những đòi hỏi của truy xuất nguồn gốc và trở thành công nghệ được kỳ vọng tăng cường tính minh bạch, giải quyết vấn đề niềm tin khi truy xuất nguồn gốc hàng hóa trên các chuỗi cung ứng phức tạp, nhiều bên tham gia, nhiều bước chuyển giao.

Trên thực tế, trong lĩnh vực truy xuất nguồn gốc các sản phẩm thực phẩm, sản phẩm nông nghiệp nói chung và nông nghiệp hữu cơ nói riêng trên thế giới, công nghệ Blockchain đã được thử nghiệm và khai thác trong nhiều dự án. Điển hình là Bumble Bee, công ty chế biến đồ hộp hải sản hàng đầu, đã phối hợp với hãng phần mềm SAP xây dựng giải pháp Blockchain theo dõi nguồn gốc cá ngừ được đánh bắt ở Indonesia, đảm bảo tuân thủ các quy định về khai thác bền vững. Walmart, nhà bán lẻ lớn nhất thế giới, đã sử dụng giải pháp truy xuất nguồn gốc ứng dụng công nghệ Blockchain IBM Food Trust của IBM cho các sản phẩm rau xanh. Một thử nghiệm của hãng khi truy xuất nguồn gốc quả xoài nhập khẩu trên blockchain cho ra kết quả gần như tức thì về trang trại cung cấp, so với thời gian cả tuần bằng phương pháp đối chiếu giấy tờ thông thường. Khả năng truy xuất nhanh chóng rất quan trọng trong các trường hợp sự cố an toàn thực phẩm, để hạn chế tác động và áp dụng biện pháp thu hồi phù hợp.

**2. PHƯƠNG THỨC TRIỂN KHAI**

**2.1. Luồng thông tin trong truy xuất nguồn gốc với công nghệ Blockchain**

Chuỗi cung ứng sản phẩm nông nghiệp được mô tả như trên hình, bắt đầu từ khâu giống và canh tác nguyên liệu ở nông trại cho đến khi được chế biến, đóng gói, phân phối và bán lẻ tới tay người tiêu dùng. Ở mỗi bước trong quá trình lưu thông sản phẩm đều có phát sinh thêm dữ liệu có thể cập nhật vào hồ sơ sản phẩm. Sự liên kết giữa dòng chảy vật lý và dòng chảy thông tin được thực hiện qua định danh (dưới hình thức mã vạch, mã QR hoặc thẻ RFID...) gắn trên bao bì mỗi sản phẩm, lô nguyên liệu, lô sản xuất,



▲ Hình 1. Thử nghiệm truy xuất nguồn gốc xoài của Walmart



▲ Hình 2. Minh họa việc ghi và truy xuất thông tin từ blockchain

lô vận chuyển... Dữ liệu phát sinh ở mỗi bước được số hóa và lưu giữ trên blockchain, tạo thành những bản ghi không thể thay đổi và người tiêu dùng có thể truy xuất và xác minh lại toàn bộ các thông tin liên quan đến sản phẩm đã được đưa lên chuỗi.

Như vậy, blockchain đóng vai trò như một cơ sở dữ liệu ghi lại các thông tin phục vụ truy xuất nguồn gốc sản phẩm, nhưng với các đặc trưng của công nghệ, Blockchain đóng vai trò cơ sở dữ liệu nguồn gốc phân tán, tin cậy, an toàn và minh bạch.

**2.2. Định danh sản phẩm trong giải pháp**

Liên kết thông tin được thực hiện thông qua các mã định danh. Để việc truy xuất thông tin chính xác, phân biệt được các vấn đề xảy ra với các đơn vị sản phẩm khác nhau, các mã định danh này cần mang tính duy nhất, mỗi đơn vị sản phẩm được đại diện bởi một mã không lặp lại. Bên cạnh đó, để chống việc bị làm nhái, các mã định danh được khởi tạo một cách ngẫu nhiên trong một không gian mã rất lớn, hoặc các thuật toán phức tạp khiến cho tác nhân xấu không thể bắt chước để tạo mã hợp lệ. Đi cùng với đó, giải pháp cung cấp tính năng kiểm tra, xác định tính duy nhất của định danh và cảnh báo khi có vi phạm.

Định danh sản phẩm, lô hàng... có thể được thể hiện dưới các hình thức khác nhau như mã vạch, RFID, NFC... Trong đó, định danh bằng mã QR hiện khá phổ biến. Mã QR có nhiều ưu điểm như tốc độ quét nhanh, quét được ở nhiều góc, có khả năng chữa lỗi khi một phần mã bị che khuất, hỏng. Mã QR có thể được in trực tiếp, hoặc dưới dạng mã rời dán lên nhãn sản phẩm, hoặc trong các tag gắn vào thùng, bao chứa hồ tiêu... mang lại cách thức ứng dụng linh động với chi phí rẻ.

Mã QR chứa lượng thông tin lớn hơn nhiều so với mã vạch, có thể chứa các đường link dẫn đến lượng thông tin mới, lớn hơn thay vì các thông tin hạn chế, chứa trực tiếp trong mã vạch. Ngày nay, mức độ phổ biến của các thiết bị quét mã QR, nhất là điện thoại thông minh giúp cho việc quét mã QR để truy xuất thông tin trở nên rất thuận tiện. Đặc biệt, sau đại dịch Covid-19, quét QR đã trở thành một hành vi rất phổ biến.

**2.3. Định hình các khối thông tin và liên kết giữa các khối thông tin**

Như đã đề cập, mỗi bước trong chuỗi cung ứng phát sinh ra một lượng thông tin có thể đưa vào thông tin truy xuất nguồn gốc sản phẩm, bao gồm:

- Thông tin lô nguyên liệu: Các diện tích trồng hồ tiêu hữu cơ có cùng điều kiện canh tác, quy trình trồng trọt, mùa vụ... khi thu hoạch được tổ chức thành các lô nguyên liệu. Thông tin lô nguyên liệu bao gồm thông tin về trang trại sản xuất, vùng trồng, nhật ký trồng trọt; các giấy chứng nhận quy trình sản xuất hữu cơ... Khối thông tin này được đại diện bởi ID lô nguyên liệu.

- Thông tin của nhà sản xuất, chế biến, đóng gói: Thông tin này bao gồm thông tin thương hiệu; thông tin sản phẩm (giá trị sản phẩm, quy trình...); các giấy chứng nhận... Trong bước này, các sản phẩm được gắn các mã QR chứa định danh riêng biệt, nhưng có cùng thông tin của một lô sản phẩm.

- Quá trình vận chuyển, phân phối: Ở các bước tiếp theo của chuỗi cung ứng sản phẩm được tổ chức thành các lô vận chuyển, bảo quản... ứng với các điều kiện chung như nhiệt độ, độ ẩm, vị trí GPS, thông tin của hãng vận chuyển... các thông tin này được đại diện bởi ID của lô vận chuyển, bảo quản.

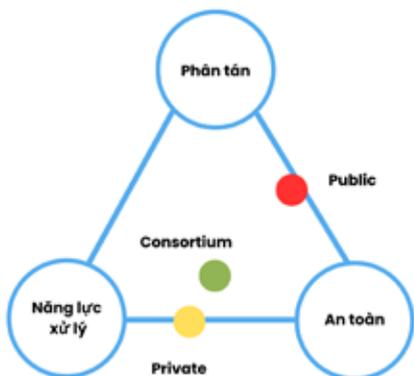


- Thông tin từ người tiêu thụ: Người tiêu thụ mua sản phẩm đơn chiếc và để lại thông tin khi quét mã sản phẩm như xác lập trạng thái sản phẩm đã được mua, vị trí mua sản phẩm, nhận xét, đánh giá, phản hồi về sản phẩm... Thông tin này hữu ích cho các bên tham gia chuỗi cung ứng hoàn thiện dịch vụ của mình và cho khách hàng tiếp theo khi quyết định mua sản phẩm.

Để hình thành chuỗi thông tin liên tục về sản phẩm, cho phép truy xuất về thông tin nguồn gốc sản phẩm thì cần liên kết thông tin các bước với nhau. Trong thông tin của một bước bất kỳ trong chuỗi cung ứng có chứa ID của khối thông tin trước và sau nó. Ví dụ, trong thông tin của nhà sản xuất có link thông tin đến thông tin của lô nguyên liệu. Tính năng hợp đồng thông minh (smart contract) trong blockchain giúp gắn kết thông tin các bước khi đưa lên chuỗi.

**2.4. Lựa chọn biến thể chuỗi khối**

Công nghệ Blockchain có nhiều biến thể thực hiện khác nhau chủ yếu trong phương thức đạt đồng thuận để ghi một khối thông tin mới lên chuỗi. Blockchain công khai (public blockchain) là blockchain trong đó các nút có thể được truy cập và kiểm tra bởi bất kỳ ai, điển hình là Bitcoin và Ethereum. Blockchain riêng (private blockchain): Chỉ những nút được chọn được tham gia ghi dữ liệu lên blockchain. Đây là lựa chọn phổ biến cho các doanh nghiệp muốn kiểm soát thông tin và quyền truy cập. Blockchain hợp tác (consortium blockchain): Là sự kết hợp giữa blockchain công khai và riêng, nơi mà một nhóm các tổ chức có thể tham gia và quản lý blockchain. Việc lựa chọn giữa các biến thể đi kèm đánh đổi giữa các thuộc tính phân tán, an toàn và khả năng mở rộng hệ thống. Các mạng blockchain công cộng, điển hình như Bitcoin hay Ethereum, có tính phân tán và mức độ bền vững cao nhất, song tốc độ xử lý bị hạn chế do cần thời gian xác thực giao dịch và đạt đồng thuận đưa các khối lên chuỗi. Ngược lại, blockchain riêng hy sinh tính phân tán để đổi lấy tốc độ xử lý cao hơn.



▲ Hình 3. Sự đánh đổi các đặc tính trong blockchain

Về khía cạnh chi phí của giải pháp: Trong việc sử dụng giải pháp blockchain, việc đọc dữ liệu từ blockchain để xác minh tính chân thực thông tin nguồn gốc sản phẩm của người tiêu dùng là không bị tính phí. Tuy nhiên, việc ghi dữ liệu lên blockchain lại tốn chi phí. Chi phí đưa dữ liệu lên blockchain công khai có độ biến động lớn theo giá trị của các đồng tiền mã hóa và có thể ở mức cao. Blockchain công khai cũng không phù hợp lưu trữ các dữ liệu media mà cần kết hợp giải pháp lưu trữ dữ liệu blockchain và ngoài chuỗi (on/off-chain).

Cũng cần tính tới mức độ công nhận của giải pháp. Các giải pháp blockchain riêng tư đôi khi không được xem là giải pháp blockchain thực sự do phụ thuộc vào nút tập trung, dữ liệu không thực sự phân tán.

Do đó, cũng cần tìm hiểu yêu cầu từ phía khách hàng, yêu cầu từ các thị trường mục tiêu để lựa chọn các giải pháp blockchain phù hợp. Các giải pháp blockchain hợp tác có thể đưa đến mức độ công nhận tương đối rộng rãi (tùy thuộc vào số lượng và uy tín của các thành viên tham gia), chẳng hạn sáng kiến Hyperledger được hậu thuẫn bởi IBM và nhiều công ty công nghệ, thương mại, tài chính tạo ra uy tín và mức độ công nhận lớn. Hiệp hội Hồ tiêu Việt Nam cũng có thể tập hợp các doanh nghiệp, cơ quan tổ chức với số lượng đủ lớn tham gia để tạo thành một blockchain hợp tác tin cậy bảo chứng cho hồ tiêu hữu cơ Việt Nam.

**2.5. Giám sát thông tin đưa lên chuỗi**

Công nghệ Blockchain đảm bảo sự toàn vẹn, minh bạch của thông tin. Tuy nhiên, công nghệ Blockchain chỉ đảm bảo thông tin đưa lên chuỗi không bị sửa đổi mà không thể đảm bảo thông tin đó là chính xác. Bởi vậy, để tăng cường niềm tin đối với thông tin sản phẩm cần có sự tham gia của các cơ quan quản lý hay các tổ chức chứng nhận để tăng cường sự kiểm tra, giám sát, đảm bảo doanh nghiệp đưa thông tin một cách có trách nhiệm, thông tin được xác thực.

**3. HIỆU QUẢ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VÀO ĐỜI SỐNG**

**3.1. Mô hình áp dụng thực tế**

Để minh họa và kiểm nghiệm khả năng áp dụng công nghệ Blockchain vào truy xuất nguồn gốc hồ tiêu hữu cơ, nhóm nghiên cứu xây dựng một giải pháp truy xuất nguồn gốc có thử nghiệm ứng dụng công nghệ Blockchain. Với tính chất thử nghiệm, công nghệ chuỗi khối được chọn là private Ethereum Blockchain, sử dụng mã nguồn Ethereum, triển khai trên một số lượng hạn chế nút ghi dữ liệu. Các hợp đồng thông minh đảm nhiệm các logic xử lý và việc ghi dữ liệu lên chuỗi được



soạn thảo bằng ngôn ngữ Solidity và tải lên hệ thống. Giải pháp bao gồm các phân hệ chính là phân hệ Quản lý sản phẩm, phân hệ Nhật ký canh tác và phân hệ Blockchain. Phân hệ Quản lý sản phẩm đảm nhiệm quản lý thông tin sản phẩm, quản lý thông tin lô hàng, quản lý thông tin tem mã gắn trên sản phẩm và thông tin ở các bước vận chuyển, bảo quản tiếp theo. Các chức năng của phân hệ Quản lý sản phẩm được sử dụng bởi các nhà chế biến, đóng gói sản phẩm, các đơn vị vận chuyển, bảo quản và bán lẻ. Thông tin từ phân hệ Quản lý sản phẩm được liên kết với phân hệ Nhật ký canh tác thông qua ID của lô sản phẩm và lô nguyên liệu. Các phân hệ này sử dụng API để giao tiếp và ghi dữ liệu lên chuỗi khối.

Các nông trại, doanh nghiệp đăng ký tham gia giải pháp và được xét duyệt và cấp tem mã đáp ứng nhu cầu sử dụng. Ở từng giai đoạn trong chuỗi cung ứng, các đơn vị ghi phần dữ liệu liên quan tới sản phẩm mình cung cấp lên blockchain, dữ liệu này được liên kết với dữ liệu của các bước trước đó, hình thành dữ liệu đầy đủ về sản phẩm, phục vụ truy xuất thông tin của người tiêu dùng.

### 3.1.1. Giai đoạn canh tác

Để hình thành một chuỗi thông tin thống nhất, đầy đủ về nguồn gốc sản phẩm hồ tiêu hữu cơ, thông tin sản phẩm được thu thập ngay từ giai đoạn chuẩn bị đất, giống và các công đoạn canh tác tại các nông trại. Quy trình canh tác hữu cơ được số hóa, tạo cơ sở để nhắc việc, hướng dẫn thực hiện và giám sát tuân thủ của người lao động trực tiếp. Người lao động sử dụng một ứng dụng ghi lại toàn bộ các hoạt động trong quá trình làm việc của mình, tạo thành một nhật ký. Thông qua nhật ký canh tác này, người nông dân thể hiện sự tuân thủ các tiêu chí của sản xuất hữu cơ, đồng thời tự hào kể câu chuyện về sản phẩm của mình, nêu bật những giá trị riêng của sản phẩm.

Nhằm làm cho việc ghi nhật ký canh tác thuận tiện, hiệu quả đối với người nông dân, ứng dụng ghi nhật ký canh tác được triển khai đến cho các nông hộ, trang trại với cách thức thực hiện đơn giản cho người lao động trực tiếp. Các mã QR được triển khai ở các khu vực canh tác, người lao động chỉ cần quét mã tương ứng với khu vực canh tác, chụp ảnh hoặc nhập chỉ số với bộ thuộc tính đã được xây dựng trước. Quy trình canh tác được số hóa, đưa vào ứng dụng để nhắc việc cho nông dân, giúp họ đỡ bỏ lỡ các công đoạn, tăng cường tính tuân thủ.

Khi thu hoạch, chủ trang trại tạo thông tin cho lô sản phẩm, lô này đóng vai trò là lô nguyên liệu ở bước tiếp theo. Thông tin nhật ký canh tác và các chứng nhận hữu cơ cho sản phẩm được tích hợp vào thông tin của lô. Các thao tác này được thực hiện trên giao diện quản trị của phần mềm nhật ký canh tác.

### 3.1.2. Giai đoạn chế biến, đóng gói

Sản phẩm được thu mua, chế biến, đóng gói. Ở bước này, chủ cơ sở sản xuất sẽ thực hiện việc gắn mã QR cho mỗi sản phẩm (in hoặc dán lên bao bì), tổ chức thành lô hàng hóa và tạo thông tin cho lô hàng. ID của lô nguyên liệu cũng được tích hợp vào thông tin của lô hàng khi đưa lên blockchain.

### 3.1.3. Giai đoạn phân phối

Ở các bước tiếp theo, các đơn vị vận chuyển, bảo quản cũng tạo các đợt vận chuyển, bảo quản có cùng chung các thông số thời gian, môi trường và cập nhật thông tin lên chuỗi. Thông tin trong giai đoạn này có thể được thu thập từ các thiết bị IoT (Internet of Things) như cảm biến theo dõi vị trí, hành trình khi vận chuyển; dữ liệu từ các sensor môi trường như nhiệt độ, độ ẩm để phản ánh điều kiện bảo quản.

### 3.1.4. Bán lẻ và tiêu dùng

Người tiêu dùng quét mã QR trên bao bì để lấy thông tin sản phẩm, xem sản phẩm có được canh tác, chế biến, vận chuyển và bảo quản bằng các phương thức bền vững theo tiêu chuẩn hữu cơ hay không và xác thực sự toàn vẹn của dữ liệu nhờ vào blockchain khi cần thiết. Thông qua bước quét mã này, người tiêu dùng cũng có thể truy cập các kênh thông tin để phản hồi, đánh giá về sản phẩm.

## 3.2. Đánh giá lợi ích

Ứng dụng công nghệ Blockchain vào truy xuất nguồn gốc hồ tiêu hữu cơ ở Tây Nguyên vừa mang tính thích ứng với những đòi hỏi của thị trường vừa mang lại lợi ích trên nhiều mặt:

- Việc ứng dụng công nghệ Blockchain vào truy xuất nguồn gốc giúp hình thành giải pháp công nghệ thông tin mang lại tính minh bạch, tăng cường niềm tin trong chuỗi cung ứng sản phẩm hồ tiêu hữu cơ nói riêng và các sản phẩm nông nghiệp hữu cơ nói chung.

- Đây cũng là một hoạt động tham gia quá trình chuyển đổi số trong nông nghiệp mà ở đó tập hợp và hình thành cơ sở dữ liệu về quá trình canh tác hồ tiêu hữu cơ cũng như dữ liệu trong các giai đoạn chế biến và lưu thông sản phẩm hàng hóa. Dữ liệu này không những được sử dụng cho việc truy xuất, đối chiếu, so sánh... mà còn có tiềm năng được sử dụng cho những phân tích sâu hơn để tối ưu hóa hoạt động sản xuất cũng như lưu thông sản phẩm trên thị trường.

- Việc ứng dụng giải pháp giúp người nông dân dễ dàng tuân thủ các yêu cầu của quy trình sản xuất (thông qua nhắc việc và các thao tác thực hiện đơn giản trên ứng dụng ghi nhật ký sản xuất), giúp các nông trại, hợp tác xã... áp dụng quy trình thống nhất trong canh tác.

Mặc dù Blockchain là công nghệ mới, phức tạp, việc sử dụng giải pháp được thiết kế theo hướng đơn



giản cho người sử dụng. Người nông dân được nhắc công việc cần thực hiện vào thời gian phù hợp và có thể cập nhật dữ liệu một cách nhanh chóng thông qua một vài lần chạm trên smartphone. Họ cũng dễ dàng tiếp cận tài liệu hướng dẫn các bước trong quy trình canh tác hồ tiêu hữu cơ khi cần thiết. Việc quét mã truy xuất thông tin cũng được thực hiện với các phần mềm đọc mã QR phổ biến (như Zalo, Viber, Google Lens, các phần mềm đọc mã QR tích hợp sẵn trên các máy iOS/Android...). Người dùng không cần thiết phải cài đặt ứng dụng riêng để quét truy xuất nguồn gốc một sản phẩm.

#### 4. KẾT LUẬN

Sản xuất và thương mại theo hướng hữu cơ vừa là yêu cầu vừa là hướng đi bền vững đối với hồ tiêu ở Tây Nguyên. Ứng dụng công nghệ Blockchain trong truy xuất nguồn gốc hồ tiêu hữu cơ khai thác được các ưu điểm của công nghệ mới, tăng cường tính minh bạch, tin cậy; hình thành cơ sở dữ liệu đồng nhất về thông tin sản phẩm, tăng tốc độ truy vết, giúp đáp ứng yêu cầu của người tiêu dùng và các nhà quản lý của thị trường, đồng thời quảng bá, làm tăng giá trị sản phẩm hồ tiêu hữu cơ Việt Nam khi xuất khẩu. Bài báo này đã trình bày nghiên cứu về sự cần thiết ứng dụng công nghệ Blockchain gia tăng giá trị của hồ tiêu hữu cơ ở Tây Nguyên, cũng như xem xét một số yếu tố liên quan khi triển khai giải pháp phần mềm ứng dụng công nghệ này ■

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hà Anh, "Hồ tiêu Việt Nam ghi danh trên bản đồ thế giới", 15/9/2021. [Online]. Available: <https://nhandan.vn/ho-tieu-viet-nam-ghi-danh-tren-ban-do-the-gioi-post664930.html>.
- Research And Markets, "Black Pepper Market Report by Product, Source, Form, Distribution Channel, Application, and Country 2024-2032", 2024.
- Thế Vinh, "Đừng để xuất khẩu nông sản rơi vào cảnh mất đơn hàng vì không đạt 'sạch và xanh'", 2023. [Online]. Available: <https://vnbusiness.vn/viet-nam/dung-de-xuat-khau-nong-san-roi-vao-canh-mat-don-hang-vi-khong-dat-sach-va-xanh-1097150.html>.
- Introspective Market Research, "Black Pepper Market Global Industry Analysis and Forecast (2024-2032)", 2024.
- ongbien.vn, "Sóng gió xuất khẩu hồ tiêu 2017 ! Chất lượng quan trọng hơn số lượng", 2017. [Online]. Available: <https://ongbien.vn/tin-tuc-nong-nghiep/song-gio-xuat-khau-ho-tieu-2017--chat-luong-quan-trong-hon-so-luong-35241dt.html>.
- Nguyễn Quang Ngọc och Trần Thị Diệu Hiền, "Phát triển nông nghiệp hữu cơ, kinh tế tuần hoàn trên cây hồ tiêu", Hiệp hội Hồ tiêu Việt Nam, 18/10/2023. [Online]. Available: <https://www.peppervietnam.com/phat-trien-nong-nghiep-huu-co-kinh-te-tuan-hoan-tren-cay-ho-tieu/>.

- Hoàng Anh och Minh Quý, "Những nông dân sinh thái đang hồi sinh cho hồ tiêu", [Online]. Available: <https://nongnghiep.vn/nhung-nong-dan-sinh-thai-dang-hoi-sinh-cho-ho-tieu-d320343.html>.
- "Sản xuất và thương mại hồ tiêu Việt Nam theo hướng bền vững" Phái đoàn Liên minh châu Âu tại Việt Nam, 2023. [Online]. Available: [https://www.eeas.europa.eu/delegations/vietnam/san-xuat-va-thuong-mai-ho-tieu-viet-nam-theo-huong-ben-vung\\_vi?s=184](https://www.eeas.europa.eu/delegations/vietnam/san-xuat-va-thuong-mai-ho-tieu-viet-nam-theo-huong-ben-vung_vi?s=184).
- Minh Quý och Phương Chi, "8.000 hộ dân hưởng lợi khi tham gia sản xuất hồ tiêu bền vững", 2023. [Online]. Available: <https://nongnghiep.vn/8000-ho-dan-huong-loi-khi-tham-gia-san-xuat-ho-tieu-ben-vung-d368966.html>.
- TS. Lê Thị Thanh Huyền, "Phát triển hồ tiêu xuất khẩu ở các tỉnh Tây Nguyên theo hướng bền vững", Tạp chí Kinh tế và Dự báo, 12/04/2022. [Online]. Available: <https://kinhtevadubao.vn/phat-trien-ho-tieu-xuat-khau-o-cac-tinh-tay-nguyen-theo-huong-ben-vung-22144.html>.
- George Lawton, "How Bumble Bee is using SAP blockchain for food traceability", 28/03/2019. [Online]. Available: <https://www.techtarget.com/searchsap/feature/How-Bumble-Bee-is-using-SAP-blockchain-for-food-traceability>.
- Walmart, "Food Traceability Initiative - Walmart's Open Letter", 09/2018. [Online]. Available: <https://corporate.walmart.com>.
- M. Smith, "In Wake of Romaine E. coli Scare, Walmart Deploys Blockchain to Track Leafy Greens", Walmart Communications, [Online]. Available: <https://corporate.walmart.com/newsroom/2018/09/24>.
- Hoàng Mạnh Thắng, Nghiên cứu, xây dựng thử nghiệm hệ thống xác thực nguồn gốc sản phẩm, hàng hóa ứng dụng Blockchain, Đề tài cấp Bộ Thông tin và Truyền thông, 2018.
- V. Buterin, "Sharding FAQ", 2017. [Online]. Available: [https://vitalik.eth.limo/general/2017/12/31/sharding\\_faq.html](https://vitalik.eth.limo/general/2017/12/31/sharding_faq.html).
- IFOAM - Organics International, Definition of Organic Agriculture, IFOAM General Assembly, 2008.
- Nguyễn Thủy och Minh Sáng, "Trồng tiêu hữu cơ, nông - lâm kết hợp", 2024. [Online]. Available: <https://nongsanviet.nongnghiep.vn/trong-tieu-huu-co-voi-mo-hinh-nong-lam-ket-hop-d386746.html>.
- Bảo Thắng, "Hồ tiêu: Giảm diện tích, giảm sản lượng", Báo Nông nghiệp Việt Nam, 12/3/2024. [Online]. Available: <https://nongnghiep.vn/tri-thuc-nong-dan/ho-tieu-giam-dien-tich-giam-san-luong-d378336.html>.
- Phạm Cường, "Ứng dụng công nghệ blockchain trong truy xuất nguồn gốc nông sản", 7/9/2018. [Online]. Available: <https://dangcongsan.vn/kinh-te/ung-dung-cong-nghie-blockchain-trong-truy-xuat-nguon-goc-nong-san-496744.html>.
- Minh Quý och Phương Chi, "8.000 hộ dân hưởng lợi khi tham gia sản xuất hồ tiêu bền vững", [Online]. Available: <https://nongnghiep.vn/8000-ho-dan-huong-loi-khi-tham-gia-san-xuat-ho-tieu-ben-vung-d368966.html>.
- George Smith, "Blockchain project sets out to defend Australia's world-class beef", Tạp chí New Food, 2017. [Online]. Available: <https://www.newfoodmagazine.com/news/46916/australia-beef-blockchain/>.