

TIỀM NĂNG SỬ DỤNG VỎ QUẢ CÀ PHÊ (CASCARA) TẠI TỈNH SƠN LA (VIỆT NAM) ĐỂ CHẾ BIẾN TRÀ VÀ CÀ PHÊ TỪ CASCARA

Nguyễn Thị Phương Ngọc

Bài báo này đánh giá toàn diện tiềm năng sử dụng vỏ quả cà phê (cascara) tại tỉnh Sơn La – vùng sản xuất cà phê Arabica trọng điểm của Việt Nam – nhằm chế biến trà và các sản phẩm đồ uống từ cascara. Trên cơ sở tổng hợp các tài liệu khoa học quốc tế và trong nước, các số liệu thống kê chính thống từ EFSA, FAO, ICO, USDA, UNDP và các cơ quan quản lý Việt Nam, nghiên cứu tiến hành (i) mô hình hóa quy mô nguồn nguyên liệu cascara phát sinh từ hoạt động chế biến cà phê tại Sơn La, (ii) tổng quan thành phần hóa học và giá trị sinh học của cascara, (iii) phân tích

DANH MỤC VIẾT TẮT

- .Cascara: Vỏ và thịt quả cà phê sau chế biến
- .EFSA: European Food Safety Authority
- .FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations
- .ICO: International Coffee Organization

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Bối cảnh phát triển ngành cà phê và vấn đề phụ phẩm

Cà phê là một trong những nông sản giao dịch đư phê là một trong những nông sản giao dịch đề phụ phẩm—region—for the production of n, với sản lượng toàn cầu hàng năm đạt trên 170 triệu bao (60 kg/bao) theo các báo cáo của Tổ chức Cà phê Quốc tế (ICO). Trong quá trình sản xuất và chế biến cà phê, một lượng rất lớn phụ phẩm hữu cơ được tạo ra, bao gồm vỏ quả, thịt quả, lớp nhầy, vỏ trấu và bã cà phê sau chiết xuất. Các phụ phẩm này, nếu không được quản lý và xử lý phù hợp, có thể gây ô nhiễm môi trường đất và nước, đặc biệt tại các vùng sản xuất tập trung.

1.2. Sơn La – vùng cà phê chè (*Coffea arabica*) trọng điểm của Việt Nam

Tại Việt Nam, tỉnh Sơn La được xác định là vùng sản xuất cà phê Arabica quan trọng, với

các yêu cầu an toàn thực phẩm và khung pháp lý liên quan, và (iv) đề xuất khung công nghệ chế biến cùng mô hình phát triển chuỗi giá trị theo hướng kinh tế tuần hoàn. Kết quả cho thấy Sơn La có tiềm năng rất lớn để phát triển sản phẩm trà cascara và đồ uống từ cascara, song việc thương mại hóa bền vững đòi hỏi phải kiểm soát chặt chẽ các mối nguy về vi sinh, độc tố nấm mốc và hàm lượng caffeine, đồng thời chuẩn hóa quy trình thu gom – sấy – bảo quản theo các chuẩn mực khoa học đã được quốc tế công nhận.

.LCA: Life Cycle Assessment

.RTD: Ready-to-Drink

.TCVN: Tiêu chuẩn Việt Nam

.UNDP: United Nations Development Programme

diện tích trên 20.000 ha và sản lượng cà phê nhân hàng năm đạt hàng chục nghìn tấn. Sự phát triển nhanh của diện tích và sản lượng cà phê tại Sơn La trong những năm gần đây đặt ra yêu cầu cấp thiết về giải pháp xử lý và tận dụng phụ phẩm theo hướng bền vững, gắn với mục tiêu phát triển kinh tế nông thôn và bảo vệ môi trường.

1.3. Cascara như một hướng đi mới

Cascara, theo định nghĩa khoa học và pháp lý hiện hành, là phần vỏ và thịt quả cà phê được làm khô, có thể sử dụng để pha đồ uống tương tự trà. Trong nhiều thập kỷ, cascara chủ yếu được xem là chất thải hoặc nguyên liệu giá trị thấp. Tuy nhiên, các nghiên cứu khoa học gần đây đã chỉ ra rằng cascara chứa nhiều hợp chất phenolic, caffeine và các chất có hoạt tính sinh học, mở ra tiềm năng phát triển các sản phẩm đồ uống mới có giá trị gia tăng cao.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu và nguồn dữ liệu:

Nghiên cứu này sử dụng dữ liệu thứ cấp và tài liệu khoa học làm nguồn nguyên liệu nghiên cứu chính. Các số liệu về sản xuất cà phê tại tỉnh Sơn La, bao gồm diện tích, sản lượng cà phê nhân và đặc điểm vùng trồng Arabica, được tổng hợp từ các báo cáo chính thức của các cơ quan quản lý trong nước và các tổ chức quốc tế như International Coffee Organization (ICO), United States Department of Agriculture (USDA), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) và United Nations Development Programme (UNDP).

Các thông tin khoa học liên quan đến phụ phẩm cà phê, đặc biệt là vỏ quả cà phê (cascara), được thu thập từ các bài báo khoa học, tổng quan hệ thống và chương sách khoa học công bố trên các cơ sở dữ liệu uy tín (Scopus, Web of Science). Ngoài ra, các tài liệu pháp lý và hướng dẫn kỹ thuật về an toàn thực phẩm, bao gồm ý kiến khoa học của Cơ quan An toàn Thực phẩm châu Âu (EFSA) đối với cascara như một thực phẩm mới (novel food) và các tiêu chuẩn Việt Nam áp dụng cho sản phẩm trà thảo mộc (TCVN 7975:2008), được sử dụng làm cơ sở tham chiếu trong phân tích.

Nguyên liệu nghiên cứu trong bài báo không bao gồm mẫu thực nghiệm cụ thể mà tập trung vào việc tổng hợp và phân tích các bằng chứng khoa học, số liệu thống kê và khung pháp lý đã được công bố chính thức.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo phương pháp tổng quan hệ thống (systematic review) kết hợp với mô hình hóa định lượng. Quy trình tổng quan bao gồm việc xác định câu hỏi nghiên cứu, truy tìm tài liệu liên quan, sàng lọc tài liệu theo các tiêu chí lựa chọn, trích xuất dữ liệu và tổng hợp và phân tích kết quả theo hướng định tính và định lượng.

Các tài liệu được lựa chọn phải đáp ứng các tiêu chí: (i) là bài báo khoa học, tổng quan hệ thống, chương sách khoa học hoặc báo cáo chính thức của cơ quan, tổ chức uy tín; (ii) có số liệu định lượng liên quan đến tỷ lệ phụ

phẩm cà phê, hệ số chuyển đổi từ quả cà phê tươi sang cà phê nhân, thành phần hóa học của cascara hoặc các chỉ tiêu an toàn thực phẩm; và (iii) mô tả rõ ràng phương pháp phân tích, đặc biệt đối với các chỉ tiêu hóa học (polyphenol, caffeine) và an toàn vi sinh. Các tài liệu mang tính quan điểm cá nhân, nội dung tiếp thị hoặc không nêu rõ phương pháp và nguồn số liệu được loại trừ khỏi phân tích.

Mô hình hóa nguồn nguyên liệu cascara được thực hiện dựa trên sản lượng cà phê nhân của tỉnh Sơn La. Việc ước tính lượng cascara phát sinh tại tỉnh Sơn La được thực hiện dựa trên các tham số sau:

. Sản lượng cà phê nhân (green coffee) của tỉnh theo từng năm.

. Hệ số chuyển đổi từ quả cà phê tươi sang cà phê nhân, dao động trong khoảng 5–6 kg quả tươi cho 1 kg cà phê nhân.

. Tỷ lệ vỏ và thịt quả chiếm khoảng 40–45% khối lượng quả cà phê tươi.

Công thức tổng quát được sử dụng để mô hình hóa lượng cascara như sau:

$$Ecascara = M_{green} \times R \times P$$

Trong đó:

. M_{green} là khối lượng cà phê nhân (tấn);

. R là hệ số chuyển đổi từ quả cà phê tươi sang cà phê nhân;

. P là tỷ lệ vỏ và thịt quả trong quả cà phê.

Ngoài ra, để chuyển hóa vỏ quả cà phê (cascara) thành sản phẩm đồ uống an toàn, cần nhận diện đầy đủ các dòng vật chất hình thành trong quá trình chế biến cà phê. Vì vậy, nghiên cứu này xây dựng một khung phân tích cân bằng vật chất (mass balance) dựa trên cấu trúc quả cà phê và các phương pháp chế biến phổ biến tại vùng trồng cà phê Arabica. Ba kịch bản chế biến được xem xét bao gồm: (i) chế biến ướt (washed), (ii) chế biến bán ướt hoặc semi-washed, và (iii) chế biến khô (natural). Mỗi kịch bản được mô tả bằng sơ đồ dòng (flow diagram) và các tham số chuyển đổi khối lượng theo các công bố khoa học hiện hành, nhằm: (1) ước tính lượng cascara phát sinh trên một đơn vị sản lượng cà phê nhân; (2) xác định các điểm phát sinh rủi ro liên quan đến thời gian

lưu, độ ẩm và nhiệt độ; và (3) làm cơ sở cho việc tính toán nhu cầu năng lượng cho công đoạn sấy và nhu cầu kho bãi trong bảo quản.

Phân tích an toàn thực phẩm được thực hiện thông qua việc đối chiếu thành phần và đặc tính của cascara với các khuyến nghị khoa học của EFSA và các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành. Nội dung phân tích tập trung vào các mối nguy sinh học (vi sinh vật, nấm mốc), mối nguy hóa học (độc tố vi nấm, kim loại nặng, dư lượng thuốc bảo vệ thực vật), cũng như các yếu tố công nghệ then chốt như kiểm soát

độ ẩm và hoạt độ nước trong quá trình sấy và bảo quản.

3. KẾT QUẢ (RESULTS)

3.1. Ước tính quy mô nguồn cascara tại Sơn La

Dựa trên số liệu sản lượng cà phê nhân của Sơn La giai đoạn gần đây, lượng quả cà phê tươi cần thiết cho chế biến ước tính đạt hàng trăm nghìn tấn mỗi năm. Từ đó, lượng vỏ và thịt quả (cascara) phát sinh có thể đạt từ hàng chục đến gần một trăm nghìn tấn/năm, tạo ra nguồn nguyên liệu dồi dào cho chế biến sâu.

Bảng 1. Ước tính lượng cascara phát sinh tại Sơn La theo kịch bản sản lượng

Kịch bản	Sản lượng cà phê nhân (tấn/năm)	Quả tươi (tấn/năm)	Cascara ước tính (tấn/năm)
Thấp	30.000	150.000–180.000	60.000–75.000
Cao	37.700	188.000–226.000	75.000–93.000

3.2. Thành phần hóa học của cascara

3.2.1. Nhóm hợp chất phenolic và hoạt tính chống oxy hóa

Nhiều nghiên cứu quốc tế đã xác nhận cascara là nguồn giàu hợp chất phenolic, đặc biệt là các dẫn xuất của acid chlorogenic (chlorogenic acids – CGAs), bao gồm 3-CQA, 4-CQA và 5-CQA. Các hợp chất này vốn đã được nghiên cứu rộng rãi trong cà phê nhân, nhưng ngày càng có nhiều bằng chứng cho thấy hàm lượng của chúng trong cascara ở mức đáng kể và có khả năng chiết xuất hiệu quả vào đồ uống dạng infusion.

Các nghiên cứu sử dụng phương pháp HPLC-DAD hoặc LC-MS cho thấy tổng hàm lượng polyphenol trong cascara dao động trong khoảng rộng, phụ thuộc vào giống cà phê (Arabica/Robusta), nguồn gốc địa lý, độ chín quả và phương pháp chế biến. Một số công trình cho thấy tổng polyphenol của cascara Arabica có thể đạt mức tương đương hoặc chỉ thấp hơn một bậc so với một

số loại trà thảo mộc phổ biến, qua đó cũng có tiềm năng phát triển sản phẩm đồ uống chức năng.

Hoạt tính chống oxy hóa của dịch chiết cascara, được đánh giá thông qua các phép thử phổ biến như DPPH, ABTS hoặc FRAP, cho thấy mối tương quan thuận với hàm lượng polyphenol tổng. Điều này cho phép xem cascara không chỉ là nguyên liệu tạo hương vị mà còn là nguồn cung cấp hợp chất sinh học có giá trị.

3.2.2. Caffeine và các alkaloid liên quan

Caffeine là hợp chất được quan tâm đặc biệt trong đánh giá an toàn và ghi nhãn sản phẩm cascara. Các nghiên cứu định lượng cho thấy hàm lượng caffeine trong cascara thấp hơn đáng kể so với cà phê nhân rang, song vẫn đủ để tạo tác dụng sinh lý nhẹ khi tiêu thụ dưới dạng đồ uống.

Hàm lượng caffeine trong đồ uống cascara phụ thuộc mạnh vào tỷ lệ nguyên liệu/nước, nhiệt độ chiết và thời gian pha. Điều này cho

thấy việc chuẩn hóa quy trình pha chế và công bố rõ hàm lượng caffeine trên nhãn là yêu cầu quan trọng để bảo vệ người tiêu dùng và phù hợp với các khuyến nghị của cơ quan quản lý thực phẩm.

3.2.3. Khoáng chất, acid hữu cơ và hợp chất tạo hương

Ngoài polyphenol và caffeine, cascara còn chứa các khoáng chất (K, Mg, Ca) và acid

hữu cơ (citric, malic, quinic), góp phần tạo nên vị chua thanh và hậu vị đặc trưng cho đồ uống cascara. Các hợp chất dễ bay hơi hình thành trong quá trình sấy và bảo quản cũng đóng vai trò quan trọng trong hồ sơ cảm quan, với các nốt hương trái cây khô, hoa và mật ong thường được ghi nhận trong các nghiên cứu mô tả cảm quan.

Bảng 2. Tổng hợp các nhóm hợp chất chính trong cascara

Nhóm hợp chất	Ví dụ điển hình	Ý nghĩa đối với sản phẩm
Polyphenol	Acid chlorogenic, flavonoid	Chống oxy hóa, giá trị chức năng
Alkaloid	Caffeine	Tác dụng sinh lý, yêu cầu ghi nhãn
Acid hữu cơ	Citric, malic, quinic	Vị chua, cân bằng cảm quan
Khoáng	K, Mg, Ca	Giá trị dinh dưỡng bổ sung

3.3. Đặc tính đồ uống cascara và các yếu tố công nghệ chi phối

3.3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian chiết

Các nghiên cứu thực nghiệm được công bố trong các tạp chí khoa học quốc tế về công nghệ thực phẩm và hóa học thực phẩm, chủ yếu thực hiện trên cascara Arabica tại các vùng sản xuất cà phê ở châu Mỹ Latinh và châu Âu, cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa phương pháp chiết xuất nóng và chiết xuất lạnh. Kết quả từ các nghiên cứu này cho thấy chiết xuất nóng thường dẫn đến hàm lượng polyphenol và caffeine cao hơn trong đồ uống cascara, do tăng cường khả năng hòa tan và động học khuếch tán của các hợp chất sinh học.

Ngược lại, các thí nghiệm chiết xuất lạnh (cold infusion hoặc cold brew) được báo cáo trong các nghiên cứu này tạo ra đồ uống có cường độ chiết thấp hơn, với vị dịu và ít đắng hơn, phản ánh sự chiết xuất hạn chế của caffeine và một số hợp chất phenolic có vị đắng. Những bằng chứng thực nghiệm này cho thấy việc điều chỉnh điều kiện chiết xuất cho phép

phát triển các dòng sản phẩm đa dạng từ cùng một nguồn nguyên liệu cascara, bao gồm đồ uống pha nóng, cold brew và đồ uống đóng chai (ready-to-drink, RTD), với hồ sơ thành phần và cảm quan khác nhau.

3.3.2. So sánh cascara với các đồ uống thảo mộc và cà phê khác

So với các loại trà thảo mộc truyền thống, đồ uống từ cascara được pha chế dưới dạng infusion và cung cấp các hợp chất phenolic có hoạt tính sinh học tương tự trà. Tuy nhiên, khác với phần lớn trà thảo mộc không chứa caffeine, cascara có thể chứa hàm lượng caffeine đáng kể do có nguồn gốc từ quả cà phê. Hàm lượng caffeine trong đồ uống cascara phụ thuộc mạnh vào giống cà phê, phương pháp chế biến, cũng như điều kiện chiết xuất, và trong một số trường hợp có thể đạt mức tương đương với đồ uống từ cà phê nhân.

Khi so sánh với cà phê nhân rang trong các điều kiện mà cascara thể hiện hàm lượng caffeine tiệm cận, sự khác biệt giữa hai loại đồ uống không còn nằm chủ yếu ở cường độ tác dụng sinh lý mà chuyển sang khác biệt về bản chất thành phần và cảm quan. Trong khi caf-

feine của cà phê nhân chủ yếu gắn với ma trận nhân rang và đi kèm các hợp chất tạo vị đắng đặc trưng, caffeine trong cascara tồn tại trong nền giàu acid hữu cơ và hợp chất từ vỏ, thịt quả, tạo nên vị chua thanh và hương trái cây rõ rệt hơn.

Do đó, ngay cả trong kịch bản hàm lượng caffeine của cascara tương đương với cà phê nhân, đồ uống cascara vẫn thể hiện đặc tính khác biệt về cảm quan và cấu trúc hóa học của dịch chiết. Điều này cho thấy cascara không chỉ là một dạng “cà phê nhẹ” hay “trà có caffeine”, mà là một nhóm đồ uống có đặc tính riêng, chịu ảnh hưởng đồng thời của phương thức pha trà và nền sinh hóa của quả cà phê.

4. THẢO LUẬN

4.1. An toàn thực phẩm và yêu cầu tiêu chuẩn hóa đối với cascara

4.1.1. Cascara trong bối cảnh pháp lý quốc tế: tiếp cận của EFSA

Theo quy định của Liên minh châu Âu, các nguyên liệu hoặc thực phẩm chưa có lịch sử tiêu thụ đáng kể trước năm 1997 được xếp vào nhóm Novel Food và phải trải qua đánh giá an toàn trước khi được phép lưu hành. Cascara (dried coffee husk) từ *Coffea arabica* L. đã được Cơ quan An toàn Thực phẩm châu Âu (EFSA) thẩm định và công bố ý kiến khoa học năm 2022.

EFSA mô tả cascara là sản phẩm thu được từ vỏ và các lớp bao quanh hạt cà phê, được làm khô và dùng để pha đồ uống dạng infusion. Quá trình đánh giá tập trung vào: (i) nguồn gốc nguyên liệu (giống Arabica); (ii) quy trình sản xuất (thu hoạch, tách vỏ, sấy, bảo quản); (iii) thành phần hóa học (đặc biệt là caffeine và polyphenol); và (iv) các mối nguy tiềm ẩn về an toàn thực phẩm.

Một điểm quan trọng trong tiếp cận của EFSA là đánh giá phơi nhiễm caffeine từ đồ uống cascara. Dựa trên các kịch bản tiêu thụ và hàm lượng caffeine đo được trong đồ uống infusion, EFSA kết luận rằng việc tiêu thụ cascara trong giới hạn khuyến nghị không gây lo ngại về an toàn cho người trưởng thành khỏe mạnh, với điều kiện sản phẩm được sản



xuất theo quy trình kiểm soát chất lượng phù hợp.

4.1.2. Các mối nguy sinh học: vi sinh vật và nấm mốc

Cascara là nguyên liệu có nguồn gốc thực vật, giàu chất hữu cơ và thường trải qua các công đoạn phơi hoặc sấy trong điều kiện môi trường mở, đặc biệt ở quy mô nông hộ và hợp tác xã. Những đặc điểm này khiến cascara tiềm ẩn nguy cơ nhiễm vi sinh vật và nấm mốc nếu các thông số công nghệ, đặc biệt là độ ẩm và hoạt độ nước, không được kiểm soát chặt chẽ. Các nghiên cứu tổng quan về phụ phẩm cà phê cho thấy trong điều kiện độ ẩm cao và thời gian lưu kéo dài, cascara có thể trở thành môi trường thuận lợi cho sự phát triển của các chi nấm như *Aspergillus* spp. và *Penicillium* spp., vốn được biết đến với khả năng sinh độc tố aflatoxin và ochratoxin A.

Trong bối cảnh Việt Nam, tiêu chuẩn TCVN 7975:2008 (Trà thảo mộc túi lọc) quy định các giới hạn đối với tổng số vi sinh vật hiếu khí, nấm men – nấm mốc và đặc biệt là aflatoxin tổng. Mặc dù cascara không phải là “trà” theo nghĩa truyền thống, tiêu chuẩn này có thể được sử dụng như một chuẩn tham chiếu kỹ thuật (baseline) trong việc xây dựng tiêu chuẩn cơ sở cho sản phẩm trà cascara, đặc biệt trong giai đoạn đầu thương mại hóa khi chưa có tiêu chuẩn riêng áp dụng cho nguyên liệu này.

4.1.3. Các mối nguy hóa học: độc tố nấm mốc, kim loại nặng và dư lượng thuốc BVTV

Bên cạnh vi sinh vật, các mối nguy hóa học là yếu tố then chốt trong đánh giá an toàn cascara. EFSA nhấn mạnh sự cần thiết phải kiểm soát độc tố nấm mốc, đặc biệt là aflatoxin, thông

qua quản lý độ ẩm, thời gian lưu và điều kiện bảo quản.

Ngoài ra, do vỏ và thịt quả cà phê là phần tiếp xúc trực tiếp với môi trường canh tác, nguy cơ tồn dư kim loại nặng (Pb, Cd) và thuốc bảo vệ thực vật cần được xem xét. Việc lựa chọn vùng nguyên liệu, thực hành nông nghiệp tốt (GAP) và kiểm nghiệm định kỳ theo lô là những biện pháp cốt lõi để giảm thiểu rủi ro này.

4.1.4. Chuẩn hóa hàm lượng caffeine và ghi nhãn sản phẩm

Caffeine vừa là yếu tố góp phần tạo nên giá trị cảm quan và tác dụng sinh lý của đồ uống cascara, vừa là hợp chất cần được quản lý chặt chẽ trong đánh giá an toàn thực phẩm và ghi nhãn. Trong ý kiến khoa học về cascara như một thực phẩm mới, Cơ quan An toàn Thực phẩm châu Âu (EFSA) nhấn mạnh tầm quan trọng của việc cung cấp thông tin rõ ràng về hàm lượng caffeine, đặc biệt trong các trường hợp cascara được tiêu thụ như đồ uống thay thế trà hoặc cà phê, nơi mức độ phơi nhiễm caffeine có thể gia tăng đáng kể.

Đối với thị trường trong nước, việc chuẩn hóa hàm lượng caffeine theo khẩu phần sử dụng và công bố minh bạch trên nhãn không chỉ giúp người tiêu dùng nhận diện và kiểm soát mức tiêu thụ caffeine, mà còn là điều kiện cần thiết để sản phẩm cascara đáp ứng các yêu cầu quản lý thực phẩm hiện hành và từng bước tiệm cận các thông lệ quốc tế. Cách tiếp cận này tạo nền tảng cho việc xây dựng niềm tin thị trường và hỗ trợ quá trình hội nhập của sản phẩm cascara Việt Nam vào các thị trường có yêu cầu cao về an toàn thực phẩm.

4.1.5. Đề xuất bộ chỉ tiêu kỹ thuật cho “trà và cà phê cascara Sơn La”

Trên cơ sở đối chiếu các khuyến nghị khoa học của EFSA đối với cascara như một thực phẩm mới và các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành, đặc biệt là TCVN 7975:2008 đối với trà thảo mộc, nghiên cứu đề xuất một khung chỉ tiêu kỹ thuật sơ bộ cho sản phẩm trà cascara Sơn La. Khung chỉ tiêu này đồng thời được xây dựng theo hướng hài hòa với các yêu cầu kỹ thuật đang áp dụng cho cà phê và đồ uống chứa caffeine, nhằm đảm bảo tính nhất quán trong quản lý an toàn thực phẩm của chuỗi giá trị cà phê.

Cụ thể, bộ chỉ tiêu kỹ thuật đề xuất cho trà cascara Sơn La bao gồm:

.Chỉ tiêu cảm quan: màu sắc đặc trưng, mùi thơm tự nhiên của vỏ quả cà phê, không có mùi lạ hoặc dấu hiệu hư hỏng.

.Chỉ tiêu hóa học: độ ẩm, hoạt độ nước (a_w), hàm lượng caffeine và hàm lượng polyphenol tổng.

.Chỉ tiêu an toàn: tổng số vi sinh vật hiếu khí, nấm men – nấm mốc, độc tố vi nấm (đặc biệt là aflatoxin tổng), kim loại nặng và dư lượng thuốc bảo vệ thực vật.

Đối với các sản phẩm đồ uống cà phê và cà phê nhân rang có liên quan trong cùng chuỗi giá trị, nghiên cứu đề xuất tiếp cận quản lý hàm lượng caffeine theo khẩu phần sử dụng và công bố minh bạch trên nhãn, tương tự cách tiếp cận đối với trà cascara. Việc áp dụng các nguyên tắc quản lý thống nhất này giúp giảm thiểu rủi ro phơi nhiễm caffeine, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho việc so



sánh, phân loại và kiểm soát chất lượng giữa các dòng sản phẩm trà cascara và cà phê.

Khung chỉ tiêu kỹ thuật đề xuất có thể được sử dụng làm nền tảng để xây dựng tiêu chuẩn cơ sở (TCCS) tại doanh nghiệp và hợp tác xã, đồng thời là cơ sở khoa học cho các chương trình hỗ trợ phát triển sản phẩm địa phương, hướng tới hình thành một hệ sinh thái sản phẩm cà phê – cascara an toàn, bền vững và có khả năng hội nhập thị trường trong nước và quốc tế.

4.2. Khuyến nghị để phát triển chuỗi giá trị cascara tại Sơn La

Việc áp dụng khung an toàn thực phẩm và tiêu chuẩn hóa nêu trên không chỉ giúp giảm thiểu rủi ro cho người tiêu dùng mà còn mở đường cho việc thương mại hóa sản phẩm cascara ở phân khúc giá trị cao. Trong bối cảnh Sơn La đang thúc đẩy chế biến sâu và kinh tế tuần hoàn trong ngành cà phê, cascara có thể trở thành một mắt xích quan trọng nếu được quản lý như một nguyên liệu thực phẩm thay vì phụ phẩm nông nghiệp.

5. CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN CASCARA

5.1. Vai trò của công nghệ chế biến trong nâng cấp giá trị cascara

Trong chuỗi giá trị cascara, công nghệ chế biến giữ vai trò quyết định trong việc chuyển hóa một dòng phụ phẩm nông nghiệp có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường thành nguyên liệu thực phẩm an toàn, ổn định chất lượng và có giá trị thương mại cao. Khác với các sản phẩm cà phê truyền thống (nhân rang xay), cascara có đặc thù là nguyên liệu giàu đường và chất hữu cơ, dễ hút ẩm và nhạy cảm với vi sinh vật, do đó yêu cầu quy trình công nghệ phải được thiết kế với trọng tâm là kiểm soát độ ẩm, hoạt độ nước (a_w), và thời gian lưu ở các công đoạn trọng yếu.

5.2. Thu gom và xử lý nguyên liệu đầu vào

5.2.1. Lựa chọn nguyên liệu và thời điểm thu gom

Nguyên liệu cascara chất lượng cao cần được thu gom từ quả cà phê chín sinh lý, với tỷ lệ quả chín đạt tối thiểu 90–95% trong lô nguyên liệu, không lẫn quả xanh, quả quá chín

hoặc quả bị hư hỏng cơ học. Quả cà phê dùng cho chế biến cascara không được có dấu hiệu nhiễm nấm mốc nhìn thấy bằng cảm quan, không có mùi lạ, và tỷ lệ quả dập nát hoặc bị côn trùng gây hại không vượt quá 2–3% khối lượng lô. Các nghiên cứu và hướng dẫn kỹ thuật quốc tế về phụ phẩm cà phê cho thấy chất lượng vi sinh và hóa học của cascara phụ thuộc trực tiếp vào chất lượng quả tươi ban đầu; các khuyết tật hình thành ở giai đoạn này, đặc biệt là nhiễm vi sinh vật và tổn thương mô quả, rất khó được loại bỏ hoàn toàn ở các công đoạn chế biến tiếp theo.

Trong điều kiện sản xuất tại Sơn La, nơi phần lớn cà phê Arabica được chế biến theo phương pháp ướt hoặc bán ướt, cascara cần được thu gom ngay sau công đoạn tách vỏ, với thời gian lưu ở trạng thái ẩm không vượt quá 2–4 giờ trước khi đưa vào làm sạch và sấy. Việc rút ngắn thời gian lưu này nhằm hạn chế quá trình lên men không kiểm soát, giảm nguy cơ gia tăng tải lượng vi sinh vật và nấm mốc, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho việc kiểm soát độ ẩm và hoạt độ nước trong các công đoạn sấy và bảo quản tiếp theo.

5.2.2. Làm sạch sơ bộ và phân loại

Sau khi tách vỏ, cascara cần được đưa ngay vào công đoạn làm sạch sơ bộ nhằm loại bỏ tạp chất cơ học và các phần quả không đạt yêu cầu. Trước hết, cascara được trải mỏng và đưa qua hệ thống sàng cơ học hoặc sàng rung để loại bỏ các tạp chất có kích thước lớn như đất, sỏi, cành lá và các mảnh quả bị dập nát. Kích thước lỗ sàng cần được lựa chọn phù hợp với đặc điểm hình thái của vỏ quả cà phê, nhằm đảm bảo loại bỏ hiệu quả tạp chất mà không gây tổn thất đáng kể nguyên liệu.

Tiếp theo, dòng cascara sau sàng có thể được đưa qua công đoạn phân loại bằng khí động học (thổi gió) để tách các phần nhẹ, khô, hoặc mảnh vụn có khối lượng riêng thấp. Công đoạn này giúp cải thiện độ đồng đều của nguyên liệu và giảm tỷ lệ các phần quả có nguy cơ nhiễm vi sinh cao. Trong trường hợp cơ sở chế biến có điều kiện sử dụng nước, cascara có thể được rửa nhanh bằng nước sạch, với thời gian tiếp xúc ngắn (thường không quá 1–2 phút) và tỷ lệ nước/nguyên liệu vừa đủ để

cuốn trôi bụi bẩn và bào tử nấm bám trên bề mặt, đồng thời hạn chế tối đa hiện tượng hút nước trở lại của nguyên liệu.

Sau khi rửa, cascara cần được để ráo hoặc tách nước cơ học (ví dụ bằng rô quay hoặc sàng thoát nước) trước khi chuyển sang công đoạn sấy. Việc làm sạch sơ bộ theo trình tự này không chỉ cải thiện chất lượng cảm quan của cascara mà còn góp phần giảm tải vi sinh vật ban đầu, qua đó làm tăng hiệu quả kiểm soát an toàn thực phẩm ở các công đoạn sấy và bảo quản tiếp theo.

5.3. Sấy và kiểm soát độ ẩm

5.3.1. Mục tiêu sấy đối với cascara

Mục tiêu chính của sấy cascara là giảm độ ẩm xuống mức an toàn cho bảo quản và sử dụng làm nguyên liệu đồ uống, đồng thời hạn chế tối đa tổn thất các hợp chất phenolic và các chất tạo hương. Theo tiếp cận an toàn thực phẩm của EFSA, cascara phải được mô tả như một sản phẩm khô - "dried" với điều kiện sản xuất được kiểm soát, trong đó sấy là công đoạn then chốt.

5.3.2. Các phương pháp sấy áp dụng

Sấy tự nhiên (phoi): Phoi nắng hoặc phoi nhà kính là phương pháp phổ biến ở quy mô nông hộ và hợp tác xã. Ưu điểm là chi phí thấp, song nhược điểm là phụ thuộc mạnh vào điều kiện thời tiết và khó kiểm soát đồng đều độ ẩm, dẫn đến nguy cơ nhiễm nấm mốc.

Sấy đối lưu cưỡng bức: Sử dụng không khí nóng ở nhiệt độ kiểm soát (thường dưới ngưỡng gây phân hủy polyphenol) giúp rút ngắn thời gian sấy và nâng cao tính đồng nhất của sản phẩm. Phương pháp này phù hợp với các cơ sở chế biến quy mô vừa và lớn.

Sấy kết hợp (hybrid): Kết hợp phoi sơ bộ và sấy cơ học để tối ưu chi phí năng lượng và chất lượng sản phẩm, là giải pháp được khuyến nghị trong nhiều mô hình chế biến nông sản nhiệt đới.

5.3.3. Kiểm soát hoạt độ nước và bảo quản sau sấy

Ngoài độ ẩm tổng, hoạt độ nước (a_w) là chỉ tiêu quan trọng phản ánh mức độ nước tự do trong sản phẩm có thể được vi sinh vật sử

dụng để phát triển. Trong thực hành an toàn thực phẩm, việc kiểm soát a_w của cascara ở mức $\leq 0,55-0,60$ được xem là ngưỡng then chốt nhằm hạn chế sự phát triển của nấm mốc và nguy cơ hình thành độc tố vi nấm.

Việc kiểm soát a_w ở mức thấp thông qua sấy đạt chuẩn, làm nguội phù hợp và bao gói cẩn âm là điều kiện tiên quyết để đảm bảo an toàn cascara trong suốt vòng đời sản phẩm.

5.4. Công nghệ nghiền, phân cỡ và đóng gói

Sau công đoạn sấy, cascara có thể được sử dụng ở dạng nguyên mảnh hoặc nghiền với mức độ khác nhau, tùy theo mục đích phát triển sản phẩm. Đối với các sản phẩm trà cascara, nguyên liệu thường được giữ ở dạng nguyên mảnh hoặc nghiền thô nhằm phù hợp với phương thức pha infusion rời hoặc túi lọc. Trong trường hợp này, kích thước hạt cần được kiểm soát để hạn chế tạo quá nhiều hạt mịn, vốn có thể làm tăng tốc độ chiết caffeine và polyphenol ngoài mong muốn, đồng thời ảnh hưởng đến độ trong và cảm quan của đồ uống.

Đối với các sản phẩm đồ uống mang đặc tính "cà phê" từ cascara, cascara có thể được nghiền mịn hơn hoặc phối trộn với các thành phần khác có nguồn gốc thực vật, sau đó pha chế theo các phương thức chiết xuất tương tự cà phê (ví dụ như lọc, pour-over hoặc ngâm chiết). Trong trường hợp này, việc kiểm soát kích thước hạt và điều kiện chiết xuất là yếu tố then chốt để điều chỉnh cường độ vị đắng, hàm lượng caffeine và hồ sơ cảm quan, nhằm tạo ra sản phẩm có đặc tính gần với đồ uống cà phê nhưng khác biệt về nền hương và cấu trúc hóa học.

Cascara sau chế biến cần được đóng gói bằng vật liệu có khả năng cản ẩm và oxy tốt để hạn chế hiện tượng hút ẩm trở lại và oxy hóa các hợp chất sinh học. Đối với lưu kho dài ngày, việc áp dụng hút chân không hoặc bao gói trong khí trơ được khuyến nghị nhằm duy trì ổn định chất lượng. Việc ghi nhãn sản phẩm cần tuân thủ đầy đủ các quy định về thực phẩm, trong đó đặc biệt chú trọng đến thông tin về thành phần, hướng dẫn sử dụng phù hợp với từng dạng sản phẩm (trà hoặc đồ



uống kiểu cà phê), và cảnh báo về hàm lượng caffeine đối với người tiêu dùng nhạy cảm.

5.5. Công nghệ chiết xuất và phát triển sản phẩm đồ uống

5.5.1. Chiết xuất dạng infusion (pha nóng và lạnh)

Chiết xuất dạng infusion là phương pháp đơn giản và phổ biến nhất để tạo đồ uống từ cascara, đặc biệt đối với các sản phẩm trà và cà phê cascara. Các thông số công nghệ như tỷ lệ nguyên liệu/nước, nhiệt độ và thời gian chiết có ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng hòa tan caffeine, polyphenol và các hợp chất tạo hương, từ đó chi phối đặc tính cảm quan và tác dụng sinh lý của sản phẩm. Chiết xuất nóng thường cho cường độ chiết cao hơn, trong khi chiết xuất lạnh tạo đồ uống có vị dịu và ít đắng hơn, phù hợp với các dòng sản phẩm tiêu thụ trực tiếp hoặc pha sẵn.

Đối với các sản phẩm mang đặc tính “cà phê cascara”, phương thức infusion có thể được điều chỉnh để tăng cường mức độ chiết, thông qua việc sử dụng tỷ lệ nguyên liệu/nước cao hơn, thời gian chiết dài hơn hoặc kết hợp với kích thước hạt nhỏ hơn. Cách tiếp cận này cho phép tạo ra đồ uống có hàm lượng caffeine và cường độ cảm quan tiệm cận cà phê truyền thống, song vẫn giữ được nền hương và vị chua thanh đặc trưng của cascara, khác biệt với cà phê nhân rang.

5.5.2. Sản phẩm đồ uống đóng chai (RTD)

Bên cạnh các sản phẩm pha trực tiếp, cascara còn có tiềm năng được phát triển thành các sản phẩm đồ uống dạng “cà phê cascara” và đồ uống đóng chai (ready-to-drink, RTD). Đối với dòng sản phẩm này, dịch chiết cascara

cần được kiểm soát chặt chẽ về thành phần, đặc biệt là hàm lượng caffeine, polyphenol và acid hữu cơ, nhằm đảm bảo tính ổn định và đồng nhất giữa các lô sản xuất.

Công nghệ ổn định sản phẩm RTD thường bao gồm các phương pháp tiệt trùng nhiệt như HTST hoặc UHT, kết hợp với kiểm soát pH và hàm lượng oxy hòa tan để hạn chế các biến đổi không mong muốn về màu sắc và hương vị trong quá trình bảo quản. Trong trường hợp phát triển sản phẩm “cà phê cascara”, việc lựa chọn mức độ xử lý nhiệt cần cân nhắc giữa yêu cầu an toàn vi sinh và việc bảo toàn các đặc tính cảm quan, nhằm tránh tạo ra hương vị quá giống cà phê rang hoặc làm mất bản sắc tự nhiên của cascara.

Mặc dù đòi hỏi mức đầu tư công nghệ cao hơn so với các sản phẩm pha trực tiếp, các dòng sản phẩm “cà phê cascara” và RTD từ cascara có tiềm năng mang lại giá trị gia tăng lớn và khả năng mở rộng thị trường, đặc biệt khi được định vị như các đồ uống có nguồn gốc thực vật, chứa caffeine tự nhiên và gắn với câu chuyện kinh tế tuần hoàn trong ngành cà phê.

5.6. Tích hợp công nghệ với mô hình sản xuất tại Sơn La

Trong điều kiện thực tế của Sơn La, việc lựa chọn công nghệ chế biến cascara cần gắn với quy mô và năng lực của nông hộ, hợp tác xã và doanh nghiệp. Mô hình phù hợp là phát triển các điểm chế biến tập trung quy mô vừa, áp dụng sấy đối lưu và quy trình kiểm soát chất lượng thống nhất, từ đó cung cấp nguyên liệu cascara đạt chuẩn cho các cơ sở chế biến sâu hơn.

6. KINH TẾ TUẦN HOÀN VÀ ĐÁNH GIÁ VÒNG ĐỜI (CIRCULAR ECONOMY AND LCA)

6.1. Cascara trong tiếp cận kinh tế tuần hoàn của ngành cà phê

Kinh tế tuần hoàn (circular economy) nhấn mạnh việc kéo dài vòng đời của tài nguyên, giảm thiểu chất thải và tối đa hóa giá trị gia tăng thông qua tái sử dụng, tái chế và nâng cấp (upcycling) các dòng phụ phẩm. Trong ngành cà phê, phụ phẩm từ chế biến quả cà phê – đặc biệt là vỏ và thịt quả – chiếm tỷ trọng lớn về khối lượng và là nguồn phát sinh ô nhiễm tiềm tàng nếu không được quản lý phù hợp.

Trong bối cảnh đó, cascara là một ví dụ tiêu biểu cho cách tiếp cận nâng cấp giá trị phụ phẩm nông nghiệp, theo đó một dòng vật chất trước đây chủ yếu được xem là chất thải hoặc nguyên liệu có giá trị kinh tế thấp được chuyển hóa thành sản phẩm thực phẩm có giá trị cao hơn. Cách tiếp cận này phù hợp với định hướng phát triển kinh tế tuần hoàn mà nhiều tổ chức quốc tế, trong đó có Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP), đang thúc đẩy tại các vùng sản xuất cà phê như tỉnh Sơn La.

6.2. Dòng vật chất và giảm tải chất thải trong chuỗi cà phê Sơn La

Như đã phân tích ở các chương trước, lượng cascara/pulp phát sinh từ chế biến cà phê tại Sơn La có thể đạt hàng chục nghìn tấn mỗi năm. Trong kịch bản truyền thống, phần lớn khối lượng này được xử lý bằng các phương pháp như ủ phân, đổ thải hoặc sử dụng làm thức ăn chăn nuôi ở quy mô hạn chế.

Việc đưa cascara vào chuỗi chế biến đồ uống tạo ra sự thay đổi căn bản trong dòng vật chất:

- .Giảm lượng chất thải hữu cơ cần xử lý hoặc chôn lấp;

- .Giảm nguy cơ ô nhiễm nước mặt và nước ngầm do nước rỉ từ phụ phẩm;

- .Chuyển dịch phụ phẩm từ vai trò "đầu ra gây áp lực môi trường" sang "đầu vào của chuỗi giá trị mới".

Từ góc độ quản lý tài nguyên, mỗi tấn cascara được chuyển hóa thành sản phẩm thương mại đồng nghĩa với việc giảm áp lực xử lý chất thải và gia tăng hiệu quả sử dụng sinh khối nông nghiệp.

6.3. Khung đánh giá vòng đời (Life Cycle Assessment – LCA) cho cascara

6.3.1. Mục tiêu và phạm vi đánh giá

Đánh giá vòng đời (LCA) là công cụ khoa học được sử dụng rộng rãi để định lượng tác động môi trường của sản phẩm trong suốt vòng đời, từ khai thác nguyên liệu, sản xuất, phân phối, sử dụng đến thải bỏ. Đối với cascara, LCA cho phép so sánh các kịch bản xử lý khác nhau và làm rõ lợi ích môi trường của phương án upcycling so với xử lý truyền thống.

Trong nghiên cứu này, LCA được đề xuất ở mức sơ bộ (screening LCA) với mục tiêu:

- .So sánh kịch bản truyền thống (xử lý cascara như chất thải/ủ phân đơn giản);

- .Kịch bản kinh tế tuần hoàn (chế biến cascara thành trà/đồ uống).

6.3.2. Đơn vị chức năng và ranh giới hệ thống

Đơn vị chức năng được đề xuất là 1 tấn cascara tươi phát sinh từ chế biến cà phê. Ranh giới hệ thống bao gồm:

- .Thu gom và vận chuyển cascara;

- .Công đoạn sấy và bảo quản;

- .Chế biến (nghiên, đóng gói hoặc chiết xuất);

- .Phân phối sản phẩm (ở mức khái quát).

Các công đoạn canh tác cà phê được xem là giống nhau cho cả hai kịch bản và do đó không đưa vào so sánh trực tiếp.

6.4. So sánh tác động môi trường giữa các kịch bản

6.4.1. Kịch bản truyền thống

Trong kịch bản truyền thống, cascara/pulp được xử lý bằng cách ủ hoặc thải bỏ tại chỗ. Mặc dù ủ phân có thể tạo ra giá trị nhất định, quá trình này vẫn phát sinh khí nhà kính



(CH₄, N₂O) và nguy cơ ô nhiễm nếu không kiểm soát tốt.

6.4.2. Kịch bản chế biến cascara thành đồ uống

Trong kịch bản kinh tế tuần hoàn, cascara được sấy và chế biến thành nguyên liệu đồ uống phục vụ tiêu dùng. Mặc dù quá trình này làm phát sinh nhu cầu tiêu thụ năng lượng, đặc biệt ở công đoạn sấy, nhưng lợi ích môi trường đạt được từ việc giảm phát thải chất thải hữu cơ và tạo ra sản phẩm đồ uống thay thế có thể bù đắp đáng kể các tác động môi trường phát sinh.

Các nghiên cứu đánh giá vòng đời (LCA) đối với phụ phẩm nông nghiệp cho thấy việc nâng cấp giá trị sinh khối thường dẫn đến tác động môi trường ròng thấp hơn so với các kịch bản xử lý thụ động như thải bỏ hoặc xử lý đơn giản. Hiệu quả môi trường này đặc biệt rõ rệt trong trường hợp các công nghệ sấy và nguồn năng lượng được lựa chọn và tối ưu hóa phù hợp với điều kiện sản xuất.

6.5. Khuyến nghị chính sách và phát triển bền vững

Việc phát triển chuỗi cascara tại Sơn La phù hợp với nhiều mục tiêu phát triển bền vững (SDGs), bao gồm:

- .SDG 12 (Sản xuất và tiêu dùng bền vững);
- .SDG 8 (Tăng trưởng kinh tế và việc làm bền vững);
- .SDG 13 (Hành động ứng phó biến đổi khí hậu).

Ở cấp địa phương, việc lồng ghép cascara vào chiến lược phát triển cà phê bền vững giúp hiện thực hóa các định hướng kinh tế tuần hoàn, đồng thời tạo thêm sinh kế cho nông hộ và hợp tác xã.

7. THẢO LUẬN TỔNG HỢP VÀ KHUYẾN NGHỊ CHÍNH SÁCH

7.1. Cascara: từ phụ phẩm nông nghiệp đến sản phẩm thực phẩm

Các kết quả trình bày trong các chương trước cho thấy việc phát triển chuỗi giá trị cascara tại tỉnh Sơn La là một vấn đề liên ngành, đòi hỏi sự kết hợp chặt chẽ giữa khoa học nông nghiệp, công nghệ thực phẩm, quản lý an toàn thực phẩm, kinh tế môi trường và chính sách phát triển nông thôn. Cascara không đơn thuần là phụ phẩm của quá trình chế biến cà phê, mà có thể được tái định nghĩa như một loại nguyên liệu thực phẩm mới, với những yêu cầu kỹ thuật và pháp lý tương đương các sản phẩm đồ uống có nguồn gốc thực vật khác.

Từ góc độ nông nghiệp, quy mô sản xuất Arabica tại Sơn La cung cấp nguồn sinh khối cascara lớn và ổn định, đủ để hình thành các mô hình chế biến tập trung. Từ góc độ khoa học thực phẩm, các bằng chứng định lượng về thành phần polyphenol, caffeine và đặc tính cảm quan chứng minh rằng cascara có tiềm năng trở thành nền tảng cho các dòng đồ uống mới, vừa mang bản sắc cà phê vừa phù hợp xu hướng tiêu dùng đồ uống chức năng.

7.2. Cân bằng giữa giá trị kinh tế và yêu cầu an toàn thực phẩm

Một trong những thách thức lớn nhất khi đưa cascara vào chuỗi thực phẩm là cân bằng giữa mục tiêu gia tăng giá trị kinh tế và yêu cầu nghiêm ngặt về an toàn thực phẩm. Khác với việc sử dụng cascara làm phân bón hoặc thức ăn chăn nuôi, việc sử dụng cascara làm nguyên liệu đồ uống đòi hỏi kiểm soát rủi ro ở mức cao hơn, đặc biệt đối với vi sinh vật, độc tố nấm mốc và phơi nhiễm caffeine.

Ý kiến khoa học của EFSA về cascara như một thực phẩm mới cung cấp một khuôn khổ tham chiếu quan trọng, cho thấy rằng cascara có thể được sử dụng an toàn nếu quy trình sản xuất được chuẩn hóa và các chỉ tiêu chất lượng được giám sát chặt chẽ. Đối với Việt Nam, việc vận dụng linh hoạt các khuyến nghị này, kết hợp với hệ thống tiêu chuẩn quốc gia như TCVN 7975:2008, sẽ giúp giảm thiểu rủi ro và tạo nền tảng pháp lý cho sản phẩm cascara nội địa.

7.3. Khuyến chính sách ở cấp địa phương và quốc gia

7.3.1. Tích hợp cascara vào chiến lược phát triển cà phê Sơn La

Ở cấp tỉnh, cascara nên được xem là một cấu phần trong chiến lược phát triển cà phê bền vững, thay vì một sáng kiến rời rạc. Việc tích hợp cascara vào các chương trình phát triển vùng nguyên liệu, chế biến sâu và xây dựng thương hiệu cà phê Sơn La sẽ giúp tối

ưu hóa giá trị gia tăng trên một đơn vị sinh khối nông nghiệp.

Chính quyền địa phương có thể đóng vai trò điều phối thông qua việc hỗ trợ xây dựng mô hình thí điểm, đầu tư hạ tầng sấy và bảo quản tập trung, cũng như hỗ trợ kỹ thuật cho hợp tác xã và doanh nghiệp trong việc đáp ứng các yêu cầu an toàn thực phẩm.

7.3.2. Liên kết nông hộ – hợp tác xã – doanh nghiệp

Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình liên kết chuỗi là điều kiện tiên quyết để phát triển cascara bền vững. Nông hộ và hợp tác xã giữ vai trò cung cấp nguyên liệu và thực hiện các thực hành sản xuất ban đầu; doanh nghiệp đảm nhận chế biến sâu, kiểm soát chất lượng và phát triển thị trường. Sự phân công này giúp phân bổ hợp lý rủi ro và chi phí, đồng thời nâng cao khả năng tuân thủ các tiêu chuẩn kỹ thuật.

7.3.3. Khuyến nghị đối với chính sách khoa học – công nghệ

Cascara là đối tượng phù hợp để triển khai các đề tài nghiên cứu và chương trình hỗ trợ đổi mới sáng tạo trong nông nghiệp. Các hướng ưu tiên bao gồm: tối ưu hóa công nghệ sấy tiết kiệm năng lượng, chuẩn hóa quy trình chiết xuất, và xây dựng bộ chỉ tiêu kỹ thuật quốc gia cho sản phẩm cascara. Việc đầu tư cho nghiên cứu ứng dụng không chỉ tạo ra sản



phẩm mới mà còn góp phần nâng cao năng lực khoa học – công nghệ tại địa phương.

7.4. Định hướng thị trường và hội nhập quốc tế

7.4.1. Thị trường nội địa

Ở thị trường trong nước, cascara có thể được định vị như một loại đồ uống thảo mộc – cà phê lai, hướng tới nhóm người tiêu dùng quan tâm đến sản phẩm tự nhiên và bền vững. Việc truyền thông dựa trên cơ sở khoa học (thành phần, an toàn, lợi ích) sẽ giúp tránh các tuyên bố quá mức và nâng cao uy tín sản phẩm.

7.4.2. Tiềm năng xuất khẩu và yêu cầu hội nhập

Về dài hạn, cascara Sơn La có tiềm năng tiếp cận thị trường quốc tế, đặc biệt là các thị trường có yêu cầu cao về an toàn thực phẩm như Liên minh châu Âu. Tuy nhiên, điều này đòi hỏi sự tuân thủ chặt chẽ các quy định về novel food, truy xuất nguồn gốc và ghi nhãn. Việc chuẩn bị sớm các nền tảng pháp lý và kỹ thuật sẽ giúp giảm chi phí và rủi ro khi mở rộng thị trường.

7.5. Hạn chế của nghiên cứu và hướng nghiên cứu tiếp theo

Mặc dù nghiên cứu đã tổng hợp và phân tích một khối lượng lớn bằng chứng khoa học cùng các số liệu thống kê chính thống từ các nguồn trong nước và quốc tế, vẫn tồn tại một số hạn chế nhất định. Thứ nhất, các phân tích về thành phần hóa học, đặc tính cảm quan và an toàn thực phẩm của cascara chủ yếu dựa trên các nghiên cứu đã được công bố tại các vùng sản xuất cà phê khác trên thế giới. Do điều kiện sinh thái, giống cà phê và phương thức canh tác tại Sơn La có những đặc thù riêng, việc thiếu dữ liệu thực nghiệm trực tiếp từ cascara Sơn La có thể hạn chế khả năng phản ánh đầy đủ sự biến động thực tế về hàm lượng caffeine, polyphenol và nguy cơ an toàn vi sinh của nguyên liệu tại địa phương.

Thứ hai, phân tích kinh tế tuần hoàn và đánh giá vòng đời (LCA) trong nghiên cứu mới dừng ở mức sơ bộ, chủ yếu nhằm so sánh định tính giữa các kịch bản xử lý phụ

phẩm. Việc chưa định lượng chi tiết các chỉ số môi trường như phát thải khí nhà kính, tiêu thụ năng lượng, sử dụng nước và tiềm năng gây ô nhiễm khiến cho kết quả LCA chưa đủ để đưa ra các kết luận định lượng phục vụ trực tiếp cho hoạch định chính sách hoặc so sánh hiệu quả giữa các phương án công nghệ khác nhau.

Trong tương lai, việc triển khai các nghiên cứu thực nghiệm tại địa phương, bao gồm phân tích thành phần hóa học và an toàn thực phẩm trên mẫu cascara Sơn La theo các mùa vụ và phương thức chế biến khác nhau, là cần thiết để bổ sung bằng chứng trực tiếp. Đồng thời, việc thực hiện đánh giá vòng đời đầy đủ (full LCA), kết hợp với phân tích kinh tế – xã hội về chi phí, lợi ích và tác động sinh kế, sẽ giúp hoàn thiện hơn bức tranh toàn diện về tiềm năng phát triển và tác động môi trường – xã hội của chuỗi giá trị cascara tại tỉnh Sơn La.

8. KẾT LUẬN CHUNG (GENERAL CONCLUSIONS)

Bài báo cho thấy việc tận dụng vỏ quả cà phê (cascara) tại tỉnh Sơn La không chỉ là một giải pháp xử lý phụ phẩm, mà còn là một hướng đi có cơ sở khoa học và thực tiễn rõ ràng để nâng cấp giá trị trong chuỗi cà phê Arabica. Trên nền tảng nguồn nguyên liệu dồi dào, các bằng chứng khoa học về thành phần hóa học và đặc tính cảm quan, cùng với khung tham chiếu an toàn thực phẩm quốc tế và trong nước, cascara có tiềm năng được phát triển như một nguyên liệu đồ uống hợp pháp, an toàn và có giá trị gia tăng.

Quan trọng hơn, việc đưa cascara vào chuỗi giá trị theo cách tiếp cận kinh tế tuần hoàn cho phép chuyển dịch tư duy từ “xử lý phụ phẩm” sang “khai thác tài nguyên sinh học”, qua đó góp phần giảm áp lực môi trường, đa dạng hóa sản phẩm cà phê và tạo thêm sinh kế tại địa phương. Trong bối cảnh Sơn La đang định hướng phát triển cà phê bền vững gắn với chế biến sâu và thị trường chất lượng cao, cascara có thể trở thành một cấu phần chiến lược nếu được quản lý như một nguyên liệu thực phẩm, với các yêu cầu kỹ thuật và an toàn tương xứng.

Việc hiện thực hóa tiềm năng này đòi hỏi sự phối hợp đồng bộ giữa chính sách, khoa học – công nghệ và thị trường, trong đó tiêu chuẩn hóa quy trình, kiểm soát an toàn thực phẩm và định vị sản phẩm dựa trên bằng chứng khoa học đóng vai trò then chốt. Cách

tiếp cận này không chỉ mở ra hướng phát triển mới cho cascara tại Sơn La, mà còn gợi ý một mô hình tham chiếu cho các vùng sản xuất cà phê khác ở Việt Nam trong tiến trình phát triển nông nghiệp bền vững và kinh tế tuần hoàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1].Bộ Khoa học và Công nghệ. (2008). *TCVN 7975:2008 – Trà thảo mộc túi lọc*. Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [2].EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA). (2022). *Safety of dried coffee husk (cascara) from Coffea arabica L. as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283*. EFSA Journal, 20(2), 7085. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7085>
- [3].International Coffee Organization. (2023). *Coffee Market Report*. London: ICO.
- [4].International Coffee Organization. (2024). *World Coffee Outlook*. London: ICO.
- [5].Janissen, B., & Huynh, T. (2018). *Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review*. Resources, Conservation & Recycling, 128, 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.001>
- [6].Murthy, P. S., & Naidu, M. M. (2012). *Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review*. Resources, Conservation & Recycling, 66, 45–58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>
- [7].United Nations Development Programme. (2022). *Circular economy opportunities in the coffee sector of Son La, Viet Nam*. Hanoi: UNDP Viet Nam.
- [8].United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. (2023). *Vietnam: Coffee Annual*. Washington, DC: USDA FAS.
- [9].United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. (2024). *Vietnam: Coffee Annual*. Washington, DC: USDA FAS.

