

## Nghiên cứu ảnh hưởng của bổ sung enzyme và nấm men trong quá trình lên men kỵ khí Cà phê chè (*Coffea arabica*) chế biến theo phương pháp Honey để sản xuất cà phê chè đặc sản

Vũ Kim Dung, Bùi Út Thơm, Lê Hồng Liên,  
Nguyễn Thanh Thuỷ Vân, Phạm Minh Toại, Trần Thị Mai Sen\*  
Trường Đại học Lâm nghiệp

### Research on the effects of supplementation of enzymes and yeast in the anaerobic fermentation of Honey-processed *Coffea arabica* for specialty coffee production

Vu Kim Dung, Bui Ut Thom, Le Hong Lien,  
Nguyen Thanh Thuy Van, Pham Minh Toai, Tran Thi Mai Sen\*  
Vietnam National University of Forestry  
\*Corresponding author: senttm@vnuf.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.15.8.2026.130-137>

#### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 05/08/2026

Ngày phản biện: 03/09/2026

Ngày quyết định đăng: 05/10/2026

#### Từ khóa:

Cà phê chè đặc sản, *Coffea arabica*, enzyme, Honey, lên men kỵ khí, nấm men.

#### Keywords:

Anaerobic fermentation, *Coffea arabica*, enzyme, Honey process, specialty coffee, yeast.

#### TÓM TẮT

Nghiên cứu thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung enzyme và nấm men đến chất lượng cà phê chè đặc sản (*Coffea arabica*) của Sơn La chế biến theo phương pháp Honey ứng dụng lên men kỵ khí. Các thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên gồm 9 công thức, trong đó: 1 công thức đối chứng (lên men tự nhiên) và 8 công thức có bổ sung enzyme (pectinase và cellulase); nấm men *Saccharomyces cerevisiae* hoặc phối hợp các tỷ lệ enzyme và nấm men khác nhau. Quá trình lên men kỵ khí tại các công thức được thực hiện trong 24h và sản phẩm được làm khô ở nhiệt độ phòng đến độ ẩm 12 – 12,5%. Kết quả cho thấy: Các công thức xử lý enzyme và nấm men có sự tác động rõ rệt đến thành phần hóa học và chất lượng cảm quan của cà phê chè đặc sản. Cụ thể: hàm lượng protein, carbohydrate và đường khử lần lượt dao động 9,59–17,73%; 40,99–54,55% và 0,51–1,52% chất khô. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số đạt 4,91–5,80%, trong khi caffeine dao động khoảng 0,89–1,39%. Đánh giá cảm quan cho thấy các mẫu đạt kết quả từ 82,17–83,67 điểm theo thang điểm SCA 2025, đáp ứng tiêu chuẩn cà phê đặc sản, trong đó công thức 5 (enzyme 0,05 g/kg + nấm men 1 g/kg) đạt điểm cảm quan cao nhất. Như vậy việc lựa chọn tỷ lệ enzyme và nấm men thích hợp là yếu tố quan trọng để kiểm soát quá trình lên men và nâng cao chất lượng cà phê Arabica chế biến Honey.

#### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of different enzyme and yeast supplementation rates on the quality of specialty Arabica coffee (*Coffea arabica*) from Son La Province processed by the Honey method under anaerobic fermentation. The experiment was arranged in a randomized block design with nine treatments, including one control (spontaneous fermentation) and eight treatments supplemented with enzyme, yeast, or different combinations of enzyme and yeast. Anaerobic fermentation was conducted for 24 h, followed by drying at room temperature until the moisture content reached 12–12.5%. The addition of enzyme and yeast significantly affected the chemical composition and sensory quality of the specialty Arabica coffee. Protein, carbohydrate, and reducing sugar contents ranged from 9.59–17.73%, 40.99–54.55%, and 0.51–1.52% on a dry matter basis, respectively. Total organic acid content ranged from 4.91–5.80%, while caffeine content varied from 0.89–1.39%. Sensory evaluation showed that the evaluated samples scored between 82.17 and 83.67 SCA points, meeting the criteria for specialty coffee. These findings indicate that selecting an appropriate enzyme–yeast supplementation ratio is important for controlling anaerobic fermentation and improving the quality of Arabica coffee processed by the Honey method.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cà phê là một trong những mặt hàng nông sản xuất khẩu chủ lực của Việt Nam và giữ vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế nông nghiệp. Hiện nay, cà phê chè (*Coffea arabica*) được trồng chủ yếu tập trung tại các tỉnh Sơn La, Điện Biên, Quảng Trị và một phần tỉnh Lâm Đồng [1]. Tuy nhiên trong những năm gần đây, xu hướng phát triển của ngành hàng cà phê Việt Nam đang chuyển từ mục tiêu nâng cao sản lượng sang nâng cao chất lượng và giá trị thương mại của sản phẩm [2]. Đặc biệt, sản xuất cà phê đặc sản (*Specialty coffee*) và ứng dụng các công nghệ chế biến hiện đại đang được quan tâm nhằm tạo ra các sản phẩm có giá trị cao hơn [3]. Trong đó, việc ứng dụng các kỹ thuật lên men có kiểm soát bằng enzyme và vi sinh vật được xem là hướng nghiên cứu có nhiều tiềm năng trong việc cải thiện chất lượng cảm quan [4] và nâng cao giá trị của cà phê Việt Nam trên thị trường quốc tế.

Chất lượng cà phê đặc sản không chỉ phụ thuộc vào nguồn giống, điều kiện sinh thái vùng trồng, các kỹ thuật trồng chăm sóc, chất lượng nguyên liệu đầu vào mà còn chịu ảnh hưởng đáng kể của các biến đổi sinh hóa trong quá trình sơ chế, chế biến. Trong đó, lên men là quá trình có khả năng làm thay đổi thành phần các chất như: carbohydrate, protein, đường và axit hữu cơ, qua đó tác động đến sự hình thành các tiền chất tạo hương vị trong quá trình rang.

Cà phê đặc sản là loại cà phê đạt từ 80 điểm trở lên trên thang điểm cảm quan 100 điểm của SCA (Specialty Coffee Association - Hiệp hội Cà phê Đặc sản) khi được đánh giá bởi chuyên gia thử nếm được chứng nhận và là phân khúc có giá trị cao trong ngành cà phê do đáp ứng các yêu cầu khắt khe về chất lượng nguyên liệu, quy trình sản xuất, khả năng truy xuất nguồn gốc và đặc tính cảm quan của sản phẩm [5]. Do vậy kỹ thuật chế biến cà phê là yếu tố then chốt giúp các thành phần dinh dưỡng trong quả cà phê như protein, carbohydrate, đường, axit hữu cơ... biến đổi theo hướng được kiểm soát để đảm bảo các tiêu chí của cà phê đặc sản [6].

Lớp nhót bao quanh hạt cà phê chứa 85,3% nước, 7,2% protein, 0,7% lipid, 1,1% tro, 1,5% cellulose, 4,3% đường [7]. Enzyme pectinase, cellulase giúp phân giải pectin và cellulose thành đường, tạo vị ngọt cho cà phê và nguyên liệu cho nấm men chuyển hóa thành các axit hữu cơ, este, ethanol... [8]. Quá trình lên men cà phê thóc ướt (phương pháp Honey) kỵ khí bổ sung enzyme và nấm men là công nghệ được áp dụng ở các quốc gia sản xuất cà phê chất lượng cao [9, 10] do chúng tăng cường quá trình phân giải lớp chất nhầy và thịt quả, chuyển hóa hợp chất hữu cơ tạo các hợp chất tiền hương (aroma precursors), độ phức hợp (complexity) và độ cân bằng (balance) của sản phẩm [11, 12] góp phần hình thành hương vị đặc trưng của cà phê đặc sản [13, 14]. Ngoài ra, nấm men kiểm soát hệ vi sinh vật cạnh tranh, giúp quá trình lên men diễn ra ổn định hơn, giảm sự biến động về chất lượng giữa các mẻ chế biến và nâng cao tính đồng nhất của sản phẩm [6, 15].

Tuy nhiên, tại nhiều vùng sản xuất hiện nay ở Việt Nam, hầu hết các quá trình lên men đều được thực hiện nhờ hệ vi sinh vật tự nhiên nên sản phẩm có chất lượng không đồng đều và điểm cảm quan không ổn định theo thang đánh giá của Hiệp hội Cà phê Đặc sản [16]. Thêm vào đó, các nghiên cứu về việc bổ sung đồng thời enzyme và nấm men trong quá trình lên men kỵ khí cà phê theo phương pháp Honey còn hạn chế. Xuất phát từ thực tế này, nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung enzyme và nấm men trong quá trình lên men kỵ khí đến chất lượng cà phê chè đặc sản chế biến theo phương pháp Honey. Đồng thời, đây là tiền đề để xây dựng quy trình chế biến giúp nâng cao chất lượng và giá trị thương mại của cà phê chè đặc sản.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu là quả cà phê chè (*Coffea arabica*) chín hoàn toàn thu hái trong các khu vực sản xuất cà phê chè đặc sản tại Sơn La. Sau khi xát bỏ vỏ (vẫn giữ lại lớp nhót và thịt quả), cà phê thóc ướt

được sử dụng cho các thí nghiệm lên men kỵ khí theo phương pháp Honey.

Chủng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* với mật độ tế bào  $10^9$  CFU/g được cung cấp bởi Angel Yeast. Enzyme pectinase dạng chế phẩm Pectinex® Ultra SP-L hoạt độ 25.000 U/g và cellulase hoạt độ 740 U/g từ Novozym.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

*Ảnh hưởng của enzyme và nấm men đến quá trình lên men kỵ khí theo phương pháp Honey:*

Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên với 3 lần lặp (khối lượng nguyên liệu 10 kg cà phê thóc ướt/lần lặp). Cà phê thóc ướt được bổ sung hỗn hợp enzyme (pectinase và cellulase, tỷ lệ 1:1); nấm men *Saccharomyces cerevisiae* theo các nồng độ khác nhau để lên men cà phê như Bảng 1.

Thí nghiệm được tiến hành trong 24 giờ với điều kiện kỵ khí. Hạt cà phê thóc sau khi

lên men được làm khô đến khi đạt độ ẩm 12 – 12,5%. Cà phê nhân sau thí nghiệm được nghiền mịn và xác định các chỉ tiêu: hàm lượng protein; carbohydrat; đường khử; acid hữu cơ tổng số, caffeine và đánh giá cảm quan.

*Hàm lượng protein:*

Xác định theo phương pháp Bradford [17] dựa trên sự tạo phức giữa protein và thuốc nhuộm Coomassie Brilliant Blue G-250. Protein chuẩn sử dụng để xây dựng đường chuẩn là albumin (Bovine Serum Albumin – BSA). Độ hấp thụ quang của dung dịch phản ứng được đo tại bước sóng 595 nm bằng máy quang phổ UV-Vis. Hàm lượng protein trong mẫu được xác định thông qua phương trình đường chuẩn  $y = 1,342x + 0,4138$ ,  $R^2 = 0,9959$  (x: mg/mL; y: OD595) và biểu thị dưới dạng phần trăm chất khô (% CK).

**Bảng 1. Bố trí thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của enzyme và nấm men đến quá trình lên men kỵ khí cà phê chè theo phương pháp Honey**

| TT | CTTN | Nồng độ enzyme (g/kg) | Nồng độ nấm men (g/kg) |
|----|------|-----------------------|------------------------|
| 1  | ĐC   | 0                     | 0                      |
| 2  | CT1  | 0                     | 1                      |
| 3  | CT2  | 0                     | 3                      |
| 4  | CT3  | 0,05                  | 0                      |
| 5  | CT4  | 0,15                  | 0                      |
| 6  | CT5  | 0,05                  | 1                      |
| 7  | CT6  | 0,05                  | 3                      |
| 8  | CT7  | 0,15                  | 1                      |
| 9  | CT8  | 0,15                  | 3                      |

*Hàm lượng carbohydrate:*

Xác định theo phương pháp DNSA của Sarkar và cộng sự (2024) [18] có cải tiến. Sau khi thủy phân mẫu bằng HCl (2,5M ở 100°C, 30 phút), trung hoà dịch bằng NaOH (5M đến pH = 7), ly tâm loại cặn và tiến hành phản ứng dịch với DNSA 1%. Đo độ hấp thụ quang bằng máy quang phổ UV-Vis ở bước sóng 540 nm. Hàm lượng carbohydrate được xác định dựa trên phương trình hồi quy tuyến tính  $y = 3,0253x - 1,316$ ,  $R^2 = 0,9934$  (trong đó x: hàm lượng glucose (mg/mL), y: giá trị OD540). Kết quả biểu thị bằng % chất khô (%CK).

*Hàm lượng đường khử:*

Xác định theo phương pháp quang phổ của Miller [19]. Lấy 1 g bột cà phê, bổ sung 10 mL

nước cất 90°C, ủ trong 30 phút, lọc để thu dịch. Lấy 3 mL dịch trích (đã được pha loãng 1: 3) bổ sung 1 mL thuốc thử DNS, đun cách thủy ở 100°C trong 10 phút. Đo độ hấp thụ bằng máy quang phổ UV-Vis ở bước sóng 540 nm. Hàm lượng đường khử được xác định thông qua đường chuẩn glucose và biểu thị dưới dạng phần trăm chất khô (% CK).

*Hàm lượng axit hữu cơ tổng số:*

Xác định theo Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5483:2007 – Sản phẩm rau quả - Xác định độ axit chuẩn độ được [20]. Cân 25 g bột mẫu cho vào bình nón với 50 ml nước nóng. Trộn đều và đun cách thủy trong 30 phút, chuyển toàn bộ dịch mẫu vào bình định mức 250 ml và thêm nước tới vạch. Lọc thu dịch và hút 25

ml dịch vào cốc, chuẩn độ bằng dung dịch NaOH 0,1M với phenolphthalein làm chất chỉ thị. Kết quả được tính theo phần trăm chất khô (% CK).

#### *Hàm lượng caffeine:*

Xác định theo Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9723:2013 ISO 20481:2008 Cà phê và sản phẩm cà phê-Xác định hàm lượng cafein bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) [21]. Cân 1 g mẫu dạng bột và chuyển vào bình định mức 250 mL. Thêm 5 g magie oxit và 200 mL nước vào phần mẫu đựng trong bình định mức. Đặt bình vào nồi cách thủy được duy trì ở điểm sôi và chờ cho đến khi dung dịch đạt đến ít nhất 90°C. Tiếp tục gia nhiệt bình trong nồi cách thủy trong 20 phút, làm nguội đến nhiệt độ phòng, lấy phần dịch lỏng nổi phía trên và lọc qua bộ lọc cỡ lỗ 0,45  $\mu$ m. Dịch lọc này được dùng để tách bằng HPLC. Mẫu được phân tích bằng thiết bị (HPLC - High Performance Liquid Chromatography), với cột C18. Pha động là 24 % (v/v) methanol trong nước, tốc độ dòng 1,0 ml/phút, thời gian phân tích là 15 phút, áp suất tối đa cho thiết bị là 400 bar (1 bar = 0,987 atm), bước sóng 272 nm.

#### *Thử nếm cà phê:*

Theo phương pháp của Hiệp hội Cà phê đặc sản (SCA Cupping Protocol 2021).

#### *Lựa chọn mẫu cảm quan:*

Mẫu ĐC và TN5 được lựa chọn để đánh giá cảm quan nhằm so sánh lên men tự nhiên với lên men có kiểm soát. TN5 đại diện cho nhóm phối hợp enzyme–nấm men ở mức bổ sung thấp nhất (0,05 g/kg enzyme + 1 g/kg nấm men), đồng thời các chỉ tiêu hóa học cho thấy mức biến đổi tương đối cân bằng. Các công thức còn lại được sử dụng để đánh giá tác động riêng lẻ và xu hướng đáp ứng theo mức bổ sung enzyme, nấm men.

#### *Phân tích thống kê:*

Tất cả các thí nghiệm được thực hiện lặp lại 3 lần độc lập. Dữ liệu thực nghiệm được xử lý, tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn (Mean  $\pm$  SD) bằng phần mềm Microsoft Excel. Tiếp đó, phần mềm IBM SPSS Statistics 20 được áp dụng để phân tích hệ số tương quan Pearson và thực hiện kiểm định Post-hoc Tukey nhằm đánh giá mức độ

sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các giá trị trung bình ( $p < 0,05$ ).

### **3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

#### **3.1. Protein, carbohydrat và đường khử**

Các công thức lên men với tỷ lệ bổ sung enzyme và nấm men khác nhau đã tạo ra sự biến động rõ rệt về hàm lượng protein, carbohydrate và đường khử của cà phê sau xử lý.

*Protein:* Protein là thành phần quan trọng của hạt cà phê, đồng thời là nguồn cung cấp các axit amin tham gia phản ứng Maillard trong quá trình rang, góp phần hình thành màu sắc, hương thơm và hương vị đặc trưng của cà phê [22, 23]. Thêm vào đó, với cà phê Arabica, sự thay đổi thành phần hóa học của hạt, đặc biệt là lipid và protein, có thể góp phần ảnh hưởng đến khả năng hình thành và ổn định lớp bọt khí (crema). Trong đó, lipid và protein tham gia tạo và ổn định màng bề mặt của bọt khí, góp phần tạo cấu trúc crema và cảm giác mouthfeel (độ dày và đậm đà). Đồng thời, việc duy trì một phần lớp nhót và thịt quả trong quá trình chế biến Honey có thể thúc đẩy các biến đổi sinh hóa và vi sinh, làm thay đổi thành phần hợp chất bay hơi và các đặc tính cảm quan như vị ngọt (sweetness), hương trái cây (fruity) và độ chín dịu êm (mellowness) [24]. Kết quả nghiên cứu ở Bảng 2 chỉ ra hàm lượng protein ở các mẫu dao động từ  $9,59 \pm 0,21\%$  đến  $17,73 \pm 0,15\%$  CK, đạt giá trị cao nhất tại TN7 (enzyme 0,15 g/kg và nấm men 1 g/kg) và thấp nhất ở công thức ĐC. Kết quả cho thấy, sự thay đổi thành phần hóa học của cà phê chè đặc sản không phụ thuộc riêng vào enzyme hoặc nấm men mà chịu tác động của sự phối hợp giữa hai yếu tố. Như vậy, việc bổ sung hỗn hợp enzyme giúp hỗ trợ phân giải các thành phần pectin và cellulose trong lớp nhót (kết quả phân tích sơ bộ cho thấy lớp nhót của hạt cà phê chè chứa 1,5% cellulose, 2% pectin) và mô quả cà phê [25, 26], sau đó nấm men thực hiện các quá trình chuyển hóa sinh học, từ đó góp phần làm thay đổi thành phần hóa học của cà phê trong quá trình lên men [13, 6, 27]. Protein là tiền chất cho sự hình thành các hợp chất dễ bay hơi xuất hiện trong hạt cà phê, như furan, pyrazin, pyrrole, aldehyd và

melanoidin [23, 28]. Do đó sự kết hợp giữa enzyme và nấm men ở tỷ lệ thích hợp đã nâng cao hiệu quả của quá trình lên men kỵ khí cà phê đặc sản theo phương pháp Honey. Ngoài ra, hàm lượng protein trong các mẫu

thí nghiệm cao hơn trong một số công bố của tác giả khác khi nghiên cứu về cà phê arabica chế biến theo phương pháp Honey 12,3 - 14,9%CK [23, 29].

**Bảng 2. Hàm lượng Protein, Carbonhydrat và đường khử trong các mẫu cà phê**

| Công thức | Protein (%SKK)            | Carbonhydrat (%SKK)       | Đường khử (%CK)          |
|-----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| ĐC        | 9,59 ± 0,21 <sup>a</sup>  | 47,68 ± 0,13 <sup>e</sup> | 1,52 ± 0,03 <sup>f</sup> |
| TN1       | 9,70 ± 0,15 <sup>a</sup>  | 41,92 ± 0,10 <sup>b</sup> | 1,24 ± 0,01 <sup>d</sup> |
| TN2       | 12,63 ± 0,19 <sup>b</sup> | 44,13 ± 0,11 <sup>d</sup> | 1,13 ± 0,02 <sup>c</sup> |
| TN3       | 14,32 ± 0,22 <sup>d</sup> | 43,65 ± 0,13 <sup>c</sup> | 1,48 ± 0,03 <sup>e</sup> |
| TN4       | 15,12 ± 0,16 <sup>e</sup> | 47,74 ± 0,12 <sup>e</sup> | 1,44 ± 0,02 <sup>e</sup> |
| TN5       | 14,66 ± 0,13 <sup>d</sup> | 48,41 ± 0,14 <sup>f</sup> | 1,20 ± 0,04 <sup>b</sup> |
| TN6       | 13,80 ± 0,17 <sup>c</sup> | 49,26 ± 0,12 <sup>g</sup> | 0,96 ± 0,02 <sup>b</sup> |
| TN7       | 17,73 ± 0,15 <sup>f</sup> | 40,99 ± 0,13 <sup>a</sup> | 0,99 ± 0,03 <sup>b</sup> |
| TN8       | 12,38 ± 0,12 <sup>b</sup> | 54,55 ± 0,11 <sup>h</sup> | 0,51 ± 0,01 <sup>a</sup> |

Ghi chú: Các chữ cái a-h thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) giữa các số liệu.

**Carbohydrate:** Hàm lượng carbohydrate dao động từ 40,99 – 54,55%CK. Mẫu TN8 (enzyme 0,15 g/kg và nấm men 3 g/kg) đạt giá trị cao nhất và mẫu CT7 đạt giá trị thấp nhất (enzyme 0,15 g/kg và nấm men 1 g/kg), cho thấy hàm lượng carbohydrate trong hạt cà phê thay đổi mạnh khi lên men bổ sung enzym và nấm men với tỷ lệ khác nhau. Do đó, hàm lượng chất này phụ thuộc vào sự tương tác giữa các yếu tố trong quá trình lên men. Sự khác biệt về hàm lượng carbohydrate giữa các công thức cho thấy quá trình lên men đã ảnh hưởng đến thành phần chất khô của nguyên liệu. Hoạt động của hệ vi sinh vật cùng với tác động của hỗn hợp enzyme có thể làm thay đổi quá trình chuyển hóa các hợp chất carbohydrate trong quả cà phê, từ đó dẫn đến sự biến động hàm lượng carbohydrate còn lại trong nhân sau lên men [6, 13]. Nhìn chung, hàm lượng carbohydrate trong nghiên cứu này nằm trong khoảng giá trị thường gặp đối với cà phê arabica lên men có kiểm soát bằng enzyme và vi sinh vật [23, 30].

**Đường khử:** Hàm lượng đường khử của các mẫu dao động từ 0,51 ± 0,01 đến 1,52 ± 0,03%CK, đạt giá trị cao nhất ở đối chứng ĐC và thấp nhất ở mẫu TN6 (enzyme 0,05 g/kg và nấm men 3 g/kg). Đối với các công thức chỉ bổ sung enzyme, hàm lượng đường khử đạt 1,44 - 1,48% CK ở công thức TN3 và TN4, không khác biệt đáng kể so với đối chứng

(1,52%CK). Điều này cho thấy việc bổ sung enzyme đơn lẻ chưa tạo ra sự thay đổi rõ rệt về hàm lượng đường khử trong nguyên liệu. Khi bổ sung enzyme và nấm men, hàm lượng đường khử giảm dần (0,51 – 1,2%CK). Kết quả có thể do quá trình lên men làm thay đổi hàm lượng các hợp chất đường hòa tan trong nguyên liệu thông qua hoạt động chuyển hóa của hệ vi sinh vật [27].

### 3.2. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số và caffeine

**Axit hữu cơ tổng số:** Hàm lượng axit hữu cơ trong hạt cà phê là nhân tố quan trọng, tạo nên hương vị đặc trưng và hoạt tính sinh học, thường bao gồm axit chlorogenic, citric, malic, quinic, oxalic, tartaric, succinic, lactic, acetic và axit phenolic [31, 32]. Trong quá trình xử lý và lên men cà phê, các phản ứng sinh hóa có thể làm thay đổi hàm lượng axit hữu cơ trong nguyên liệu, từ đó ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm [33, 34]. Dựa trên cơ sở đó, trong thí nghiệm này, hàm lượng axit hữu cơ tổng số của các công thức được xác định và kết quả thể hiện ở Bảng 3 cho thấy, hàm lượng axit hữu cơ tổng số có sự sai khác giữa các công thức khảo sát với  $p < 0,05$ . Hàm lượng dao động từ 4,91 ± 0,14% đến 5,80 ± 0,15%. Trong đó, mẫu đối chứng ĐC có hàm lượng axit hữu cơ tổng số đạt giá trị cao nhất. Ở các công thức thử nghiệm còn lại, khi bổ sung nấm men và enzyme trong quá trình lên

men kỵ khí bằng phương pháp Honey, hàm lượng axit hữu cơ tổng số có xu hướng giảm dần. Kết quả này có thể do hoạt động trao đổi chất của vi sinh vật trong quá trình lên men làm thay đổi đáng kể thành phần các hợp chất hữu cơ trong hạt cà phê, bao gồm các axit hữu cơ có liên quan trực tiếp đến hương vị của sản phẩm [11]. Sự thay đổi này có thể

góp phần cải thiện đặc tính cảm quan của sản phẩm, làm giảm vị chua gắt và tạo sự cân bằng hài hòa hơn giữa vị chua, vị ngọt và hương thơm của cà phê sau chế biến [13]. Thêm vào đó, kết quả nghiên cứu tương đồng với hàm lượng axit hữu cơ tổng số trong hạt cà phê chế biến theo phương pháp Honey của Dina và cộng sự (2014) [29].

**Bảng 3. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số và caffeine trong các mẫu cà phê**

| Công thức | Axit (%CK)               | Caffeine (%CK)            |
|-----------|--------------------------|---------------------------|
| ĐC        | 5,80 ± 0,15 <sup>e</sup> | 1,39 ± 0,011 <sup>f</sup> |
| TN1       | 5,40 ± 0,12 <sup>d</sup> | 1,27 ± 0,013 <sup>d</sup> |
| TN2       | 4,91 ± 0,14 <sup>a</sup> | 1,31 ± 0,014 <sup>e</sup> |
| TN3       | 5,44 ± 0,13 <sup>d</sup> | 0,97 ± 0,012 <sup>b</sup> |
| TN4       | 5,18 ± 0,10 <sup>c</sup> | 0,89 ± 0,010 <sup>a</sup> |
| TN5       | 5,07 ± 0,14 <sup>b</sup> | 1,05 ± 0,010 <sup>b</sup> |
| TN6       | 4,96 ± 0,12 <sup>a</sup> | 1,26 ± 0,012 <sup>d</sup> |
| TN7       | 4,93 ± 0,11 <sup>a</sup> | 1,19 ± 0,011 <sup>c</sup> |
| TN8       | 5,01 ± 0,14 <sup>b</sup> | 1,22 ± 0,012 <sup>c</sup> |

Ghi chú: Chữ số a-f chỉ sự sai khác có nghĩa thống kê sinh học ( $p < 0,05$ ) giữa các công thức.

**Caffeine:** Hàm lượng caffeine ghi nhận trong thí nghiệm dao động từ 0,88 - 1,39%CK và đạt cao nhất ở mẫu đối chứng ĐC. Khi chỉ bổ sung nấm men, hàm lượng caffeine giảm nhẹ xuống còn 1,27%CK ở TN2 và 1,31%CK ở TN2, cho thấy nấm men đơn lẻ chưa ảnh hưởng rõ rệt đến hàm lượng caffeine. Đối với các công thức chỉ bổ sung hỗn hợp enzyme, hàm lượng caffeine giảm đáng kể, đạt 0,97%CK ở TN3 và 0,89%CK ở TN4. Trong khi đó, các công thức phối hợp enzyme và nấm men cho giá trị từ 1,05–1,26%CK. Kết quả cho thấy việc bổ sung enzyme và nấm men ở các tỷ lệ khác nhau đã ảnh hưởng đến hàm lượng caffeine của nguyên liệu sau lên men kỵ khí theo phương pháp Honey. Hàm lượng caffeine của các mẫu nằm trong khoảng đặc trưng của cà phê arabica chế biến theo phương pháp Honey 1,03–1,34% CK [14]. De Bruyn và cộng sự (2017) [6] cũng cho rằng các biến đổi sinh hóa trong quá

trình lên men có thể ảnh hưởng đến thành phần các hợp chất liên quan đến chất lượng cảm quan của cà phê.

### 3.3. Đánh giá cảm quan cà phê sau lên men kỵ khí theo phương pháp Honey

Kết quả đánh giá cảm quan (Bảng 4) cho thấy việc bổ sung nấm men và enzyme trong quá trình lên men kỵ khí cà phê thóc ướt đã ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng cảm quan của cà phê chế đặc sản. Tổng điểm cảm quan của các mẫu dao động từ 82,17 đến 83,67 điểm, tương ứng với mức chất lượng tốt theo thang đánh giá cà phê đặc sản của SCA.

Công thức phối hợp enzyme 0,05 g/kg và nấm men 1 g/kg đạt 83,67 điểm, cao hơn đối chứng. Kết quả này gợi ý rằng việc phối hợp enzyme và nấm men ở mức thích hợp có thể tạo ra sự cân bằng thuận lợi hơn giữa phân giải lớp chất nhầy và hoạt động chuyển hóa của nấm men.

**Bảng 4. Điểm đánh giá cảm quan các CT thí nghiệm theo phương pháp thử nếm**

| TT  | Fragrance /Aroma | Flavor | Aftertaste | Acidity | Body | Balance | Uniformity | Clean Up | Sweet | Overall | Score |
|-----|------------------|--------|------------|---------|------|---------|------------|----------|-------|---------|-------|
| ĐC  | 7,67             | 7,33   | 7,25       | 7,50    | 7,5  | 7,42    | 10,00      | 10,00    | 10,00 | 7,17    | 82,17 |
| TN5 | 7,83             | 7,83   | 7,50       | 7,67    | 7,75 | 7,50    | 10,00      | 10,00    | 10,00 | 7,58    | 83,67 |

Ghi chú: Kết quả là điểm trung bình của các chuyên gia thử nếm; điểm càng cao thể hiện chất lượng cảm quan càng tốt.

Trong phương pháp chế biến Honey, một số công trình đã công bố cho thấy sự lên men

cà phê bởi nấm men *Saccharomyces cerevisiae* mang lại cho hạt cà phê hương vị

“ngọt”, “caramel”, “hạt dẻ”, “cay nồng” và “hạt dẻ” hơn [35]. Lee và cộng sự (2016) [12] đã chứng minh rằng quá trình lên men hạt cà phê có bổ sung nấm men gây ra sự thay đổi các tiền chất tạo mùi thơm. Cà phê chế biến bằng phương pháp lên men kỵ khí và nấm men có đặc điểm là hương thơm và vị “cam quýt”, “caramel”, “mật ong”, “sô cô la” và “hạt dẻ” [25, 36]. Nhìn chung, quá trình lên men kỵ khí bởi nấm men tạo điều kiện thuận lợi cho việc sản xuất cà phê đặc sản với các đặc tính cảm quan khác biệt.

Như vậy, sự biến động về hàm lượng protein, carbohydrate, đường khử, axit hữu cơ và caffeine giữa các công thức cho thấy quá trình lên men 24 giờ đã tạo ra các mức độ chuyển hóa khác nhau. Chất lượng cuối cùng là kết quả tổng hợp của nhiều biến đổi đồng thời, do đó cần lựa chọn công thức dựa trên cả thành phần hóa học và đánh giá cảm quan.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, bổ sung enzyme và nấm men với các tỷ lệ khác nhau trong lên men kỵ khí 24 giờ bằng phương pháp Honey đã tạo ra những sự khác biệt về thành phần hóa học, chất lượng và cảm quan của hạt cà phê chè đặc sản Sơn La. Hàm lượng protein, carbohydrate và đường khử dao động lần lượt 9,59–17,73%; 40,99–54,55% và 0,51–1,52% chất khô, cho thấy mức độ chuyển hóa phụ thuộc vào tỷ lệ và sự phối hợp giữa enzyme với nấm men. Các kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, các công thức phối hợp không tạo xu hướng tăng hoặc giảm tuyến tính theo liều bổ sung, phản ánh sự tương tác giữa quá trình enzyme giải phóng cơ chất và quá trình nấm men sử dụng các chất dễ chuyển hóa. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số (4,91–5,80%) và caffeine (0,89–1,39%) nhìn chung giảm ở các nghiệm thức xử lý so với đối chứng, cho thấy quá trình lên men có kiểm soát đã làm thay đổi cân bằng thành phần hóa học của nguyên liệu.

Các mẫu được thử nếm đều đạt trên 80 điểm SCA, với tổng điểm từ 82,17 đến 83,67 điểm. Trong số các nghiệm thức khảo sát, công thức (TN5) phối hợp enzyme 0,05 g/kg và nấm men 1 g/kg đạt điểm cảm quan cao nhất (83,67 điểm). Kết quả cho thấy hiệu quả của lên men phụ thuộc vào tỷ lệ phối hợp enzyme–nấm men; việc tăng liều tác nhân

không tạo ra sự cải thiện chất lượng theo quan hệ tuyến tính. Tổ hợp ở mức phù hợp có tiềm năng ứng dụng để kiểm soát quá trình lên men và nâng cao chất lượng cà phê Arabica chế biến Honey.

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu được thực hiện trong khuôn khổ đề tài “*Ứng dụng khoa học và công nghệ xây dựng mô hình liên kết sản xuất và tiêu thụ cà phê chè đặc sản phục vụ xây dựng nông thôn mới vùng Tây Bắc*”, mã số 03/HĐ-KHCNNTM-2026. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Chương trình Khoa học và Công nghệ phục vụ xây dựng nông thôn mới giai đoạn 2021–2025 đã tài trợ kinh phí; cơ quan chủ trì, chủ nhiệm đề tài và các đơn vị liên quan đã tạo điều kiện cho nhóm tác giả triển khai thí nghiệm và sử dụng kết quả nghiên cứu cho bài báo này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Nông nghiệp và môi trường (2023). Báo cáo ngành hàng cà phê Việt Nam năm 2023.
- [2]. Báo Công thương (2026). Ngành cà phê chuyển hướng: Tăng giá trị thay vì chạy theo sản lượng. <https://congthuong.vn/nganh-ca-phe-chuyen-huong-tang-gia-tri-thay-vi-chay-theo-san-luong-464363.html>
- [3]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2021). Quyết định phê duyệt đề án phát triển cà phê đặc sản Việt Nam giai đoạn 2021 – 2030.
- [4]. Trần Thị Mai Sen, Lê Hồng Liên & Phạm Minh Toại (2024). Tổng quan ứng dụng khoa học và công nghệ trong sản xuất và chế biến cà phê. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 13(5): 081–088. DOI: 10.55250/Jo.vnuf.13.5.2024.081-088
- [5]. Specialty Coffee Association (2021). SCA Coffee standards.
- [6]. De Bruyn F., Zhang S. J., Pothakos V., Torres J., Lambot C., Moroni A.V., Callana, M., Sybesma W., & De Vuyst L. (2017). Exploring the impacts of postharvest processing on the microbiota and metabolite profiles during green coffee bean production. Applied and Environmental Microbiology. 83(1). e02398-16. DOI: 10.1128/AEM.02398-16
- [7]. Siridevi G., Havare D.K.B., & Murthy P.S. (2019). Coffee Starter Microbiome and in-Silico Approach to Improve Arabica Coffee. LWT. 114: 108382. DOI: 10.1016/J.LWT.2019.108382
- [8]. Elhalis H., Cox J., & Zhao J. (2023). Coffee Fermentation: Expedition From Traditional to Controlled Process and Perspectives for Industrialization. Applied Food Research. 3(1): 100253. DOI: 10.1016/J.AFRES.2022.100253
- [9]. Ribeiro L.S., Miguel M.G.C.P., Evangelista S.R., Martins P.M.M., & Schwan R.F. (2019). Self-induced anaerobic fermentation for specialty coffee processing: Impact on microbial community, chemical composition

and sensory quality. Food Research International. 121: 429-438. DOI: 10.1016/j.fm.2021.103962

[10]. Becquer Frauberth, Camayo-Lapa, Quispe-Solano, Miguel Ángel, Álvarez-Bernuy de Veliz, Silvia Marina, Camayo-Vivas, Adrian Becquer, Canales-Yaranga, Kempia Toribia, Asto Hinojosa & Roberto César (2024). Impact of Aerobic and Anaerobic Fermenters on the Sensory Profile of Coffee in Villa Rica, Peru. Evolutionary Studies in Imaginative Culture. 8(2): 2071-2085.

[11]. Elhalis H., Cox J., Frank D. & Zhao J. (2021). Microbiological and chemical characteristics of wet coffee fermentation inoculated with *Hanseniaspora uvarum* and *Pichia kudriavzevii* and their impact on coffee sensory quality. Frontiers in Microbiology. DOI: 10.3389/fmicb.2021.713969

[12]. Lee L.W., Cheong M.W., Curran P., Yu B., & Liu S. Q. (2016). Modulation of coffee aroma via the fermentation of green coffee beans with *Rhizopus oligosporus*: I. Green coffee. Food Chemistry. 211: 916-924. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.05.076

[13]. Lee L.W., Cheong M.W., Curran P., Yu B., Liu S.Q. (2015). Coffee fermentation and flavor – An intricate and delicate relationship. Food Chemistry, 185: 182–191.

[14]. Ayu Puspita Arum, Susan Barbara Patricia, Dyah Ayu Savitri, and Setiyono (2025). Antioxidant potential of arabica coffee processed by honey method. Jurnal Agroindustri. 15(1):27-39.

DOI: 10.31186/jagroindustri.15.1.27-39

[15]. Haile M., Kang W.H. (2019). The Role of Microbes in Coffee Fermentation and Their Impact on Coffee Quality. Journal of Food Quality. Article ID 4836709: 1–6.

[16]. Mai Sao Dam, Thanh Ba Nguyen, László Baranyai & Lien Le Phuong Nguyen (2025). Review of Factors Affecting Development of Sensory Attributes of Coffee. Journal of Sensory Studies. 40:e70098: 1-16. DOI: 10.1111/joss.70098

[17]. Bradford M.M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analyt. Biochem. 72: 248–254.

[18]. Sarkar M., Sah A., Agarwal P., Joshi S. & Hait S. (2024). Quantification Tests for Carbohydrate Detection. Practical Biochemistry. 32-54.

[19]. Miller G.L. (1959) Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. Journal of Analytical Chemistry. 31: 426-428.

DOI: 10.1021/ac60147a030

[20]. TCVN 5483:2007 – Sản phẩm rau quả - Xác định độ axit chuẩn độ được.

[21]. TCVN 9723:2013 ISO 20481:2008 Cà phê và sản phẩm cà phê-Xác định hàm lượng cafein bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC).

[22]. Clarke R.J., & Macrae R. (1985). Coffee Chemistry (Vol 1). Elsevier Applied Science Publishers.

[23]. Farah A. (2012). Coffee constituents. In Y. F. Chu (Ed.), Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention. Wiley-Blackwell. 21-58.

[24]. Giovanna L., Valentina D.Z., Stefania Z., Alberto I. (2022). Foam Characteristics and Sensory Analysis of Arabica Coffee, Extracted by Espresso Capsule and Moka Methods. Beverages. 8(2): 28. DOI: 10.3390/beverages8020028

[25]. Avallone S., Guyot B., Brillouet J.M., Olguin E., Guiraud J.P. (2001). Microbiological and biochemical study of coffee fermentation. Current Microbiology. 42(4): 252–256.

[26]. Lynd L.R., Weimer P.J., van Zyl W.H., & Pretorius I.S. (2002). Microbial cellulose utilization: Fundamentals and biotechnology. Microbiology and Molecular Biology Reviews. 66(3): 506–577.

[27]. Fleet G.H. (2003). Yeast interactions and wine flavour. International Journal of Food Microbiology. 86(1–2): 11–22.

[28]. Nigam P.S. & Singh A. (2014). Encyclopedia of Food Microbiology (ed. Carl A. Batt and Mary-Luo). Elsevier Science & Technology Books.

[29]. Dina Mardhatilah, Kuni Faizah (2025). Chemical and Sensory Characteristics of Arabica Coffee Due to Variations in Processing Methods and Fermentation Time. Agriculture engineering. 14(4): 1313-1324. DOI: 10.23960/jtep-l.v14i4.1313-1324

[30]. Saud S. & Salamatullah A.M (2021). Relationship between the Chemical Composition and the Biological Functions of Coffee. Molecules. DOI: 10.3390/molecules26247634.

[31]. Santiago W. D., Teixeira A. R., Santiago J. A., Lopes A. C. A., & Bragança, R. M (2020). Development and validation of chromatographic methods to quantify organic compounds in green coffee (*Coffea arabica*) beans. Australian Journal of Crop Science. 14(8): 1275-1282.

[32]. Borompichaichartkul F., Kulapichitr C., Fang M., Suppavorasatit I. & Cadwallader K.R (2022). Effect of post-harvest drying process on chlorogenic acids, antioxidant activities and CIE-Lab color of Thai Arabica green coffee beans. Food Chem. 366. 130504.

[33]. Belay A. & Gholap A. V. (2009). Characterization and determination of chlorogenic acids (CGA) in coffee beans by UV-Vis spectroscopy. African Journal of Pure and Applied Chemistry. 3(11): 234-240.

[34]. Kima Jeona J.S., Jeonga H.T., Honga I.-H., Oha S.R., Parka M.S., Shimb K.H., & Abd El-Aty A.M (2017). Determination of chlorogenic acids and caffeine in homemade brewed coffee prepared under various conditions. J. Chromatogr. B. 1064: 115-123.

[35]. Aswathi K.N., Shirke A., Praveen A., Murthy P.S. (2024). Functioning of *Saccharomyces cerevisiae* in honey coffee (*Coffea canephora*) and their effect on metabolites, volatiles and flavor profiles. Food Research International. DOI: 10.1016/j.foodres.2024.114092

[36]. Jimenez E.J.M., Martins P.M.M., Vilela A.L.D., Batista N.N., Rosa S. da, Dias D.R., Schwan R.F. (2023). Influence of anaerobic fermentation and yeast inoculation on the viability, chemical composition, and quality of coffee. Food Bioscience. DOI: 10.1016/j.fbio.2022.102218