

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG PUREE CHUỐI TRONG QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN

Trần Thị Thu Hoài¹*, Phạm Anh Tuấn¹, Lê Hà Hải¹

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là thực nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian tiệt xử lý nhiệt bằng hơi nước bão hòa, độ pH và hàm lượng chất chống oxy hóa bổ sung bằng axit ascorbic, trong môi trường biến đổi khí MA (Modified Atmosphere) đến hoạt độ enzyme polyphenoloxidase (PPO), màu sắc (thông qua giá trị đo L, a, b và chỉ số nâu hóa BI), hàm lượng vitamin C và chất lượng cảm quan của puree từ nguyên liệu chuối tiêu hồng (AAB). Kết quả thực nghiệm cho thấy, nhiệt độ, thời gian và độ pH (điều chỉnh bằng axit citric) có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng ức chế hoạt động của enzyme PPO, hàm lượng vitamin C, màu sắc và chất lượng cảm quan, trong khi axit ascorbic và môi trường biến đổi khí MA chỉ có ảnh hưởng chính đến màu sắc và chất lượng cảm quan. Trong khoảng nhiệt độ 80 - 90°C, thời gian 3 - 4 phút, pH 4 - 4,5 trong môi trường MA là có hiệu ứng tích cực đến các chỉ tiêu chất lượng của puree chuối. Cụ thể, ở nhiệt độ 85°C, thời gian 4 phút, pH 4,0 tương ứng hàm lượng axit ascorbic 0,06%, hàm lượng axit citric 0,28% trong môi trường MA (sử dụng khí N₂) thì hoạt độ PPO còn lại 0,78%, chỉ số nâu hóa BI đạt 29,23, hàm lượng vitamin C 12,55 mg/100 g (mức tổn thất thấp 20,24%) và điểm cảm quan của puree chuối đạt mức tốt 18,86 điểm.

Từ khóa: *Puree chuối, chuối tiêu hồng, chất chống oxy hóa, chất lượng cảm quan.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Puree chuối là bán thành phẩm được chế biến ở dạng thể nhuyền từ phần thịt quả chuối chín có thể kéo dài thời gian bảo quản, vận chuyển, tồn trữ trên 12 tháng. Nhu cầu puree chuối ngày càng cao để làm nguyên liệu cho nhiều ngành công nghiệp chế biến thực phẩm như bánh kẹo, kem, nước ép chuối ...

Tuy vậy, quá trình chế biến puree chuối có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, đặc biệt là khả năng biến màu, nâu hóa, tổn thất chất dinh dưỡng và chất lượng cảm quan. Tapre và cs (2016) [1] đã chỉ ra phần thịt quả chuối bị nâu hóa nhanh bởi enzyme polyphenol oxidase (PPO). Trong khi nghiên cứu của Wang và cs (2014) [2] cho thấy, mức độ nâu hóa của puree chuối tương quan với hoạt độ PPO. Một số nghiên cứu về giải pháp công nghệ nhằm đình diệt và ức chế hoạt động của PPO để kiểm soát quá trình nâu hóa. Cụ

thể, PPO hoạt động mạnh ở 30°C và pH 6,5 [3]. Hoạt độ PPO bị giảm đáng kể (96%) sau khi xử lý bằng hơi nước trong 5 phút đối với chuối Enana (AAA) đã bóc vỏ [4]. Hoạt động PPO của chuối Klui NamWa (ABB) bị ức chế hoàn toàn sau xử lý nhiệt 10 phút ở 80°C [5]. Tuy nhiên, chuối Robusta (AAA) xử lý nhiệt 6 phút ở 90°C không giữ được mùi thơm của chuối [1]. Hoạt động của PPO cũng bị ức chế hoàn toàn bởi axit ascorbic ở mức 0,018% đối với chuối Cavendish (AAA) [3]. Theo nghiên cứu của Arpita và cs (2010) [6] đã khảo sát với 3 mức nồng độ axit ascorbic (0,025%; 0,05%; 0,1%) và 3 mức pH (3,5; 4,0; 4,5) bằng axit phosphoric, kết quả cho thấy, hoạt động của PPO giảm mạnh ở pH 4,0 và pH 3,5 so với pH 4,5 và khi kết hợp với axit ascorbic 0,1% ở pH 4,0 hoạt độ PPO bị ức chế tối đa. Tuy nhiên, Palou và cs (1999) [7] quan sát thấy với hoạt độ PPO còn lại < 5% hiện tượng nâu hóa có thể bắt đầu và quan sát được sau 6 ngày bảo quản ở 25°C. Wang và cs (2014) [2] cho rằng xử lý chống nâu hóa (0,2% axit ascorbic + 0,2% axit citric) trong môi trường (N₂) làm giảm đáng kể màu nâu của chuối nghiên.

¹ Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch

* Email: thuhoai@iaep@gmail.com

Yêu cầu sản phẩm puree chuối chất lượng cao ngoài các chỉ tiêu về màu sắc cảm quan, hàm lượng dinh dưỡng còn phải đáp ứng các chỉ tiêu mùi, vị, hạn chế oxy hóa trong quá trình bảo quản (không có đốm nâu) và không có đốm đen (tách lọc hạt trong puree chuối). Trong nghiên cứu này tập trung nghiên cứu thực nghiệm các yếu tố ảnh hưởng đến màu sắc, hàm lượng dinh dưỡng và chất lượng cảm quan.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Chuối tiêu hồng (*Paradisiaca* L) trồng tại huyện Khoái Châu, tỉnh Hưng Yên, thu hoạch vào thời điểm từ 80 - 85 ngày sau khi trổ hoa, thời điểm lấy mẫu ở độ chín 1 vào tháng 11/2020 và 11/2021. Nguyên liệu chuối sau thu hoạch được bao gói vận chuyển về phòng thí nghiệm sơ chế bảo quản tại Bộ môn Bảo quản nông sản - Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch (VIAEP) trong thời gian không quá 4 giờ. Nguyên liệu chuối được xử lý chín bằng khí ethylene ở nồng độ 100 ppm trong 24 giờ, ủ ở nhiệt độ $18 \pm 1^\circ\text{C}$, đạt độ chín 7 (theo thang màu PCI) trước khi tiến hành thực nghiệm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

2.2.1. Thực nghiệm 1: Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian tiền xử lý nhiệt đến hoạt độ PPO và chất lượng của puree chuối.

Tiến hành 2 nhóm thực nghiệm: (i) Thực nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý với 4 mức: 75°C , 80°C , 85°C , 90°C ở cùng thời gian giữ nhiệt trong 2 phút; (ii) Thực nghiệm ảnh hưởng của thời gian xử lý với 4 mức: 2, 4, 6 và 8 phút ở cùng điều kiện nhiệt độ thích hợp (từ kết quả của thực nghiệm i) và 1 thí nghiệm đối chứng không xử lý nhiệt (ĐC). 9 thí nghiệm được lặp lại 3 lần với cùng điều kiện chuẩn bị mẫu nguyên liệu chuối chín chưa bóc vỏ 3 quả/mẫu. Phương pháp xử lý nhiệt bằng hơi nước bão hòa ở 100°C , nhiệt độ được đo tại tâm quả bằng nhiệt kế điện tử Hanna HI147-00 (Rumani). Thời gian xử lý được xác định

bằng thời gian lưu ở mức nhiệt độ thực nghiệm. Chuối sau xử lý nhiệt được bóc vỏ, xay nhuyễn bằng máy xay (Philips HR2221) trong 1 phút ở điều kiện môi trường và không điều chỉnh pH. Các mẫu thí nghiệm được đánh giá với 4 chỉ tiêu: Hoạt độ PPO còn lại (%), vitamin C (mg/100 g), màu sắc (L, a, b và BI) và chất lượng cảm quan (điểm).

2.2.2. Thực nghiệm 2: Nghiên cứu ảnh hưởng của độ pH thấp và hàm lượng chất chống oxy hóa bằng axit ascorbic đến hoạt độ PPO và chất lượng puree chuối.

Tiến hành 2 nhóm thực nghiệm: (i) Thực nghiệm ảnh hưởng của độ pH với 4 mức: 3,0, 3,5, 4,0 và 4,5 sử dụng axit citric; (ii) Thực nghiệm ảnh hưởng của hàm lượng axit ascorbic bổ sung với 4 mức: 0,02, 0,04, 0,06, 0,08% ở cùng điều kiện pH (từ kết quả của thực nghiệm i) sử dụng axit citric để điều chỉnh. Tổng số gồm 8 thí nghiệm được lặp lại 3 lần ở cùng điều kiện chuẩn bị mẫu và tiền xử lý nhiệt (kết quả từ nhóm thực nghiệm 1). Các thí nghiệm được đánh giá với 3 chỉ tiêu: Hoạt độ PPO còn lại (%), màu sắc (L, a, b và chỉ số nâu hóa BI) và chất lượng cảm quan (điểm).

2.2.3. Thực nghiệm 3: Nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình xử lý nhiệt, kết hợp bổ sung axit ascorbic và pH thấp trong môi trường N_2 đến chất lượng puree chuối.

Tiến hành 2 thí nghiệm ở điều kiện môi trường biến đổi khí (N_2) và môi trường khí quyển. Với cùng một điều kiện xử lý nhiệt kết hợp bổ sung axit ascorbic, điều chỉnh pH thấp và chuẩn bị mẫu là kết quả rút ra từ 2 nhóm thực nghiệm 1 và 2. Các thí nghiệm được đánh giá với 3 chỉ tiêu: Hoạt độ PPO còn lại (%), màu sắc (L, a, b và BI) và chất lượng cảm quan (điểm).

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Phương pháp xác định hoạt độ PPO

Enzyme PPO được chiết xuất theo phương pháp của Arpita và cs (2010) [6]. Tiến hành trộn 10 g chuối nhuyễn với 10 mL dung dịch đệm natri photphat (pH 6,6) ở 5°C , ly tâm 4.000 vòng/phút

trong 40 phút ở nhiệt độ 20°C. Phần nổi phía trên được lọc qua giấy Whatman số 1, thu nhận enzyme thô. Chuẩn bị hỗn hợp phản ứng gồm 2,2 mL dung dịch đệm, 0,5 mL catechol (0,175 mol/L) và 0,3 mL enzym thô. Hỗn hợp được giữ trong 5 phút ở nhiệt độ 30°C sau đó đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 420 nm sau mỗi 15 giây trong 3 phút bằng máy quang phổ UV-Vis (USA). Mẫu đối chứng gồm 2,5 mL dung dịch đệm kali photphat 0,5 mL catechol (0,175 mol/L). Một đơn vị hoạt động PPO được định nghĩa là 0,001 ΔA 420/phút/mL. Hoạt động PPO còn lại (%) xác định theo công thức:

$$\text{Hoạt độ PPO còn lại (\%)} = \frac{\text{Hoạt độ PPO sau khi xử lý chống nâu hóa}}{\text{Hoạt độ PPO trong mẫu đối chứng}} \times 100\%$$

2.3.2. Phương pháp đo màu và xác định chỉ số nâu hóa BI

Màu sắc của các mẫu thí nghiệm được đo bằng máy Minolta CR-300 (Konica Minolta Inc., Nhật Bản) và kết quả được thể hiện theo không gian màu Hunter Lab. Các tham số được phân tích là L (L = 0 (đen) và L = 100 (trắng)), a (– a = xanh và + a = đỏ), b (– b = xanh và + b = vàng). Tọa độ màu được đo tại năm điểm trên bề mặt trong chế độ phản xạ được hiệu chỉnh theo ánh sáng ban ngày. Chỉ số nâu hóa (BI) được tính theo công thức:

$$BI = \frac{100 \times (x - 0.31)}{0.172}$$

$$\text{Trong đó: } x = \frac{a + 1.75 \times L}{5.645 \times L + a - 3.012 \times b}$$

2.3.3. Phân tích hóa lý

Xác định pH theo TCVN 7806: 2007, phạm vi đo pH (0,0 - 14,0); xác định hàm lượng vitamin C theo TCVN 6427-2: 1998

2.4. Đánh giá chất lượng cảm quan

Theo TCVN 3215 -79 bằng lập Hội đồng chấm điểm. Với 4 chỉ tiêu đánh giá gồm màu sắc, trạng thái, mùi, vị. Các chỉ tiêu được đánh giá riêng rẽ bằng phương pháp mô tả đối với màu sắc, trạng

thái và thử nếm với mùi và vị theo thang 5 điểm, điểm cao nhất là 5, điểm thấp nhất là 1. Mức độ quan trọng của từng chỉ tiêu thông qua hệ số quan trọng (HSQT) tương ứng: màu sắc (0,8), trạng thái (0,8), mùi (1,1) và vị (1,3). Mức xếp loại theo tổng điểm: Tốt (18,2 - 20), khá (15,2 - 18,1), trung bình (11,2 - 15,1), kém (7,2 - 11,1), hỏng ≤ 7,1.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Excel để hệ thống hóa số liệu phục vụ phân tích, đánh giá. Các số liệu phân tích được xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS 18.

2.6. Hóa chất và thiết bị sử dụng

2.6.1. Thiết bị và dụng cụ

Thiết bị tạo khí ethylen từ cồn ethanol 90° do Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch chế tạo; cân kỹ thuật và cân phân tích điện tử cấp chính xác 0,01; máy đo pH Hanna HI98107; máy đo màu Minolta CR-300 (Konica Minolta Inc., Nhật Bản); nồi hấp tiệt trùng DG-S280C (Dengguan, Trung Quốc) loại 24 lít; nhiệt kế điện tử Hanna HI147-00.

2.6.2. Hóa chất

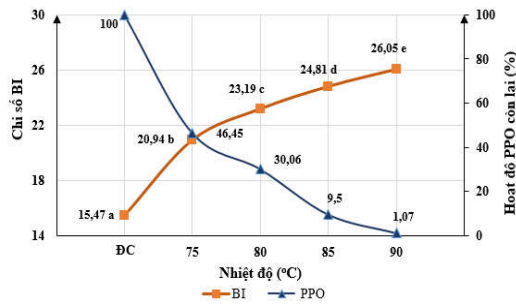
Cồn ethanol 90°, axit citric (Trung Quốc), axit ascorbic (Merck), HCl (Trung Quốc), dung dịch natri 2,6 – diclofenolindofenol (Sigma Aldrich, Mỹ), nước cất 2 lần.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

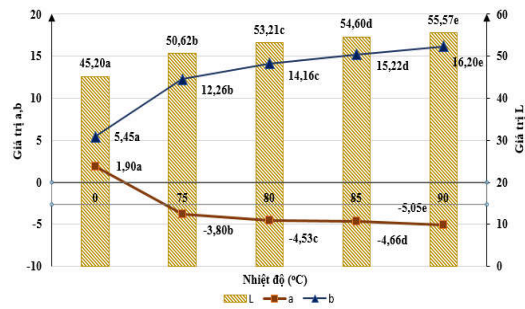
3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian xử lý đến hoạt độ PPO và chất lượng puree chuối

3.1.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý đến hoạt độ PPO và chất lượng của puree chuối

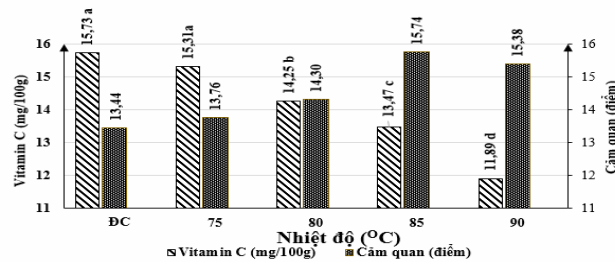
Kết quả thực nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ đến hoạt độ PPO và chất lượng puree chuối được thể hiện ở hình 1, 2 và 3. Trong đó, giá trị hoạt độ PPO và chỉ số BI được thể hiện ở hình 1; màu sắc được thể hiện thông qua các chỉ số L, a, b ở hình 2; hàm lượng vitamin C và chất lượng cảm quan ở hình 3.



Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý đến hoạt độ PPO và màu sắc puree chuối



Hình 2. Giá trị L, a và b ở các nhiệt độ xử lý khác nhau



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng vitamin C và chất lượng cảm quan của puree chuối

Hoạt độ PPO: Hình 1 cho thấy, nhiệt độ là yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến hoạt độ PPO trong puree chuối ($p < 0,05$) theo xu hướng nhiệt độ xử lý tăng. Cụ thể với 4 mức nhiệt độ xử lý ở 75, 80, 85 và 90°C thì giá trị hoạt độ PPO còn lại tương ứng là 46,45, 30,06, 9,5 và 1,07%. Qua đó cho thấy trong khoảng nhiệt độ 75 – 80°C hoạt độ PPO còn khá cao (30,06 - 46,45%), trong khi ở mức nhiệt độ cao 85 - 90°C thì hoạt độ PPO giảm từ 9,5 - 1,07%. Điều này có thể do enzyme PPO bị biến tính nhiệt dẫn đến phá vỡ cấu trúc của phân tử enzyme [8]. Tuy vậy, theo Cano và cs (1997) [4] khi xử lý chuối giống AAA đã bóc vỏ bằng hơi nước trong 5 phút với hoạt độ PPO còn lại 4% thì có thể duy trì màu sắc của các lát chuối lạnh đông trong 12 tháng ở nhiệt độ bảo quản -24°C, điều này cho thấy, hoạt độ PPO còn lại phụ thuộc vào điều kiện xử lý và các giống chuối khác nhau.

Màu sắc: Hình 2 cho thấy, nhiệt độ có ảnh hưởng đáng kể đến màu sắc của puree chuối ($p < 0,05$). Khi tăng nhiệt độ tương ứng với 4 mức 75, 80, 85, 90°C, cho thấy giá trị L và b có xu hướng tăng, trong khi giá trị a có xu hướng giảm tương

ứng với màu nâu giảm dần, độ sáng và màu vàng tăng trong puree chuối. Cụ thể, giá trị a giảm (-3,80; -4,53; -4,66; -5,05) theo chiều tăng của nhiệt độ và tương ứng với hoạt độ PPO còn lại (%) trong puree chuối, mặt khác L và b tăng lần lượt là: 50,62; 53,21; 54,60; 55,57 và 12,26; 14,16; 15,22; 16,20. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Koffi và cs (1991) [9] độ sáng (L) của puree chuối tăng dần theo chiều tăng của nhiệt độ xử lý. Điều này cho thấy, độ sáng của puree chuối tăng là do các hoạt động của enzyme PPO đã bị ức chế bởi nhiệt và màu vàng (b) tăng do khi tế bào thịt quả chịu tác động bởi nhiệt, sắc lạp chứa carotenoids bị phá hủy, carotenoids được giải phóng và làm cho hàm lượng β -carotene có khuynh hướng cao hơn [10].

Chỉ số nâu hóa BI là kết quả của sự thay đổi về màu sắc và sự hình thành sắc tố của các hợp chất trên sản phẩm bao gồm cả nâu hóa do enzyme và nâu hóa không do enzyme và được tính bằng công thức (1). Quan sát hình 1 ở 4 mức nhiệt: 75, 80, 85, 90°C giá trị BI tăng đáng kể ($p < 0,05$) tương ứng: 20,94; 23,19; 24,81, 26,05. Điều này cho thấy, màu nâu trong puree chuối giảm.

Hàm lượng vitamin C: Hình 3 cho thấy, nhiệt độ có ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng vitamin C của puree chuối ($p < 0,05$). Khi nhiệt độ tăng trong khoảng 75, 80, 85, 90°C thì hàm lượng vitamin C có xu hướng giảm 15,31; 14,25; 13,47; 11,89 mg/100 g tương ứng với lượng vitamin C bị tổn thất là 2,68, 9,39, 14,36, 24,38%. Điều này là phù hợp do vitamin C dễ bị biến đổi nhiệt đồng thời với quá trình oxi hóa ở nhiệt độ cao [11].

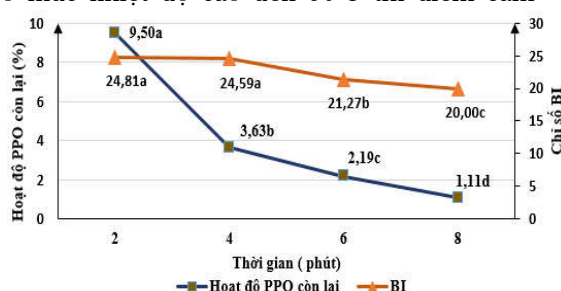
Chất lượng cảm quan: Hình 3 cho thấy, quá trình xử lý nhiệt trong khoảng nhiệt độ: 75, 80, 85, 90°C chất lượng cảm quan có xu hướng tăng theo chiều tăng nhiệt độ. Cụ thể, từ 75 - 80°C điểm cảm quan tăng chậm từ 13,76 - 14,30 điểm. Trong khi từ 80 - 85°C thì điểm cảm quan tăng nhanh hơn và đạt 15,74 điểm ở 85°C, tuy vậy tiếp tục tăng nhiệt độ lên 90°C thì điểm cảm quan có xu hướng giảm xuống 15,38 điểm. Điều này chứng tỏ rằng trong khoảng nhiệt độ từ 85 - 90°C có thể hạn chế sự nâu hóa do khả năng ức chế hoạt độ PPO, tuy vậy ở mức nhiệt độ cao đến 90°C thì điểm cảm

quan giảm, điều này có thể do quá trình nâu hóa không do enzyme.

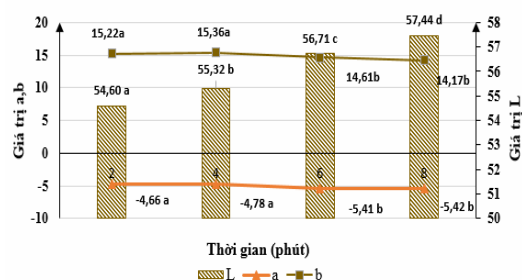
Từ kết quả thí nghiệm trên cho thấy, ở mức nhiệt độ xử lý trong khoảng 85 - 90°C là có hiệu quả ức chế hoạt độ PPO, điểm cảm quan ở mức khá và duy trì được hàm lượng vitamin C của puree chuối, tuy vậy thời gian xử lý nhiệt ngắn trong 2 phút.

3.1.2. Ảnh hưởng của thời gian xử lý nhiệt đến hoạt độ PPO và chất lượng của puree chuối

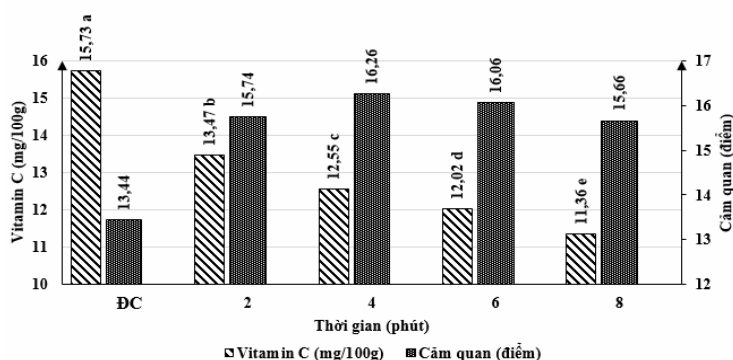
Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của thời gian xử lý ở nhiệt độ 85°C đến hoạt độ PPO và chất lượng puree chuối được thể hiện ở hình 4, 5 và 6. Trong đó, giá trị hoạt độ PPO được thể hiện tại hình 5; màu sắc được thể hiện thông qua các chỉ số L, a, b ở hình 6 và chỉ số nâu hóa BI ở hình 5; hàm lượng vitamin C và chất lượng cảm quan ở hình 6.



Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian xử lý nhiệt đến hoạt độ PPO và màu sắc của puree chuối



Hình 5. Giá trị L, a và b ở các thời gian xử lý nhiệt khác nhau



Hình 6. Ảnh hưởng của thời gian xử lý nhiệt đến hàm lượng vitamin C và chất lượng cảm quan của puree chuối

Hoạt độ PPO: Hình 4 cho thấy, thời gian xử lý nhiệt là yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến hoạt độ PPO của puree chuối ($p < 0,05$). Ở mức nhiệt độ 85°C, khi tăng thời gian xử lý với 4 mức: 2, 4, 6, 8 phút tương ứng hoạt độ PPO có xu hướng giảm 9,50, 3,63, 2,19, 1,11%. Trong khi với nghiên cứu của Palou và cs (1999) [7] xử lý nhiệt với chuối Sapientum (ABB) bằng hơi nước bão hòa với 4 mức thời gian 1, 3, 5 và 7 phút tương ứng mức hoạt độ PPO còn lại 93,8, 65,4, 33,9, 15,1%. Điều này là có sự khác biệt do phương pháp xử lý nhiệt và chủng loại chuối khác nhau.

Màu sắc: Hình 5 cho thấy, thời gian xử lý nhiệt có ảnh hưởng đáng kể đến màu sắc của puree chuối ($p < 0,05$). Khi tăng thời gian xử lý nhiệt với 4 mức: 2, 4, 6, 8 phút thì puree chuối có màu vàng sáng. Cụ thể, giá trị a giảm liên tục - 4,66; - 4,78; - 5,41; - 5,42, tương ứng giá trị L tăng 54,60; 55,32; 56,71; 57,44. Trong khi, giá trị b có xu hướng tăng 15,22 - 15,36 trong khoảng 2 - 4 phút và có xu hướng giảm 14,61 và 14,17 trong khoảng 6 - 8 phút nhưng sự biến đổi này không có sự khác biệt về mặt thống kê. Xu hướng giảm màu vàng (b) có thể là trong quá trình xử lý nhiệt, sự phân hủy phân tử carotenoit xảy ra do quá trình đồng phân hóa và oxy hóa nhiệt [12].

Hình 4 cho thấy, những thay đổi về chỉ số BI của puree chuối ở 4 mức thời gian xử lý nhiệt: 2, 4, 6, 8 phút. Giá trị BI có xu hướng tăng cao hơn 24,81; 24,59 khi thời gian xử lý trong khoảng 2 - 4 phút và có xu hướng giảm 21,27; 20,00 trong khoảng 6 - 8 phút. Điều này cho thấy, thời gian xử lý nhiệt dài khả năng nâu hóa (a) thấp, tăng độ sáng (L) của puree chuối nhưng màu vàng (b) giảm. Kết quả này có phần tương đồng với nghiên cứu của Palou và cs (1999) khi tăng thời gian xử lý nhiệt (≥ 3 phút) làm giảm độ nâu hóa của puree chuối [7].

Hàm lượng vitamin C: Quan sát hình 6 cho thấy ở mức nhiệt độ 85°C, khi tăng thời gian xử lý

với 4 mức: 2, 4, 6, 8 phút thì hàm lượng vitamin C có xu hướng giảm 13,47; 12,55; 12,02; 11,36 mg/100 g tương ứng với mức vitamin C bị tổn thất 14,37, 20,24, 22,58, 27,79%. Trong khi với nghiên cứu của Kumarasiri và cs (2018) [13] xử lý nhiệt với chuối Basrai (AAA) bóc vỏ trong nước sôi 8 phút thì hàm lượng vitamin C giảm còn 11,50 mg/100 g (tổn thất 25,08%). Điều này cho thấy, vitamin C dễ bị biến đổi khi xử lý nhiệt, tùy theo phương pháp xử lý mà lượng vitamin C biến đổi khác nhau, thời gian xử lý càng dài thì tổn thất vitamin C càng nhiều [11].

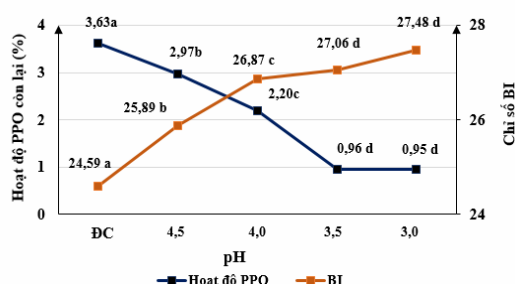
Chất lượng cảm quan: Hình 6 cho thấy, trong khoảng thời gian xử lý từ 2 - 4 phút thì điểm cảm quan tăng (15,74; 16,26 điểm), ngược lại tiếp tục tăng thời gian từ 4, 6 đến 8 phút thì điểm cảm quan giảm tương ứng (16,26; 16,06; 15,66 điểm). Điều này chứng tỏ thời gian xử lý nhiệt có ảnh hưởng đáng kể đến điểm cảm quan, qua đó cho thấy ở mức nhiệt độ 85°C thì thời gian xử lý không vượt quá 4 phút.

Từ kết quả thí nghiệm trên cho thấy, ở nhiệt độ xử lý 85°C trong thời gian 4 phút là có khả năng giữ được màu sắc, điểm cảm quan và hàm lượng vitamin C của puree chuối ở mức cao.

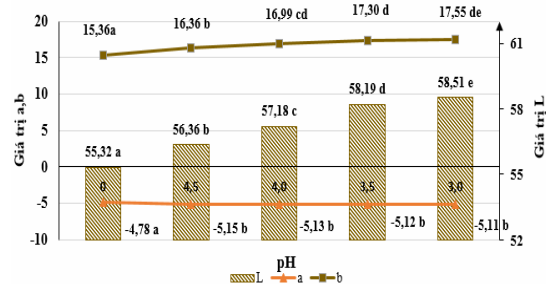
3.2. Ảnh hưởng của xử lý nhiệt kết hợp với điều chỉnh pH thấp và bổ sung axit ascorbic đến hoạt độ PPO và chất lượng của puree chuối

3.2.1. Ảnh hưởng xử lý nhiệt kết hợp với điều chỉnh pH thấp đến hoạt độ PPO và chất lượng puree chuối

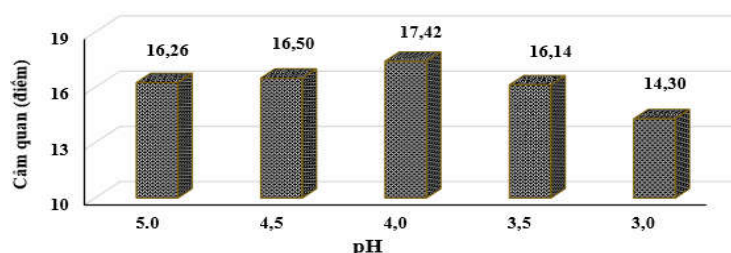
Kết quả thí nghiệm xử lý nhiệt (85°C trong thời gian 4 phút) có điều chỉnh pH thấp ảnh hưởng đến hoạt độ PPO và chất lượng puree chuối được thể hiện ở hình 7, 8 và 9. Trong đó, giá trị hoạt độ PPO được thể hiện ở hình 7, màu sắc được thể hiện thông qua các chỉ số L, a, b ở hình 8 và chỉ số BI ở hình 7 và chất lượng cảm quan ở hình 9.



Hình 7. Ảnh hưởng của pH đến hoạt độ PPO và màu sắc puree chuối



Hình 8. Giá trị L, a và b ở các pH khác nhau



Hình 9. Ảnh hưởng của pH đến chất lượng cảm quan của puree chuối

Hoạt độ PPO: Hình 7 cho thấy, khi giảm pH thì hoạt độ PPO có xu hướng giảm. Cụ thể với 4 mức pH 4,5; 4,0; 3,5; 3,0 tương ứng hoạt độ PPO 2,97; 2,20; 0,96; 0,95%. Trong khi với nghiên cứu của Palou và cs (1999) [7] để đình hoạt PPO trong puree chuối bằng xử lý hơi nước bão hòa với chuối Sapientum (ABB) đã lựa chọn mức pH 3,4. Nghiên cứu của Arpita và cs (2010) [6] với chuối paradisiaca (AAB) cho thấy, trong khoảng pH 3,5 - 4,0 thì hoạt độ PPO giảm mạnh so với pH 4,5. Điều này là do trong môi pH thấp quá trình ion hóa của các nhóm prototropic tại vị trí hoạt động của enzyme bị thay đổi và gây ra sự biến tính không thể đảo ngược của protein [14].

Màu sắc: Hình 8 cho thấy, môi trường pH thấp có ảnh hưởng đáng kể đến màu sắc của puree chuối. Với pH giảm trong khoảng 4,5; 4,0; 3,5; 3,0 thì puree chuối có xu hướng chuyển dần sang màu vàng sáng. Cụ thể, giá trị a giảm -5,15; -5,13; -5,12; -5,11 tương ứng các giá trị L và b tăng lần lượt là: 56,36; 57,18; 58,19; 58,51 và 16,36; 16,99; 17,30;

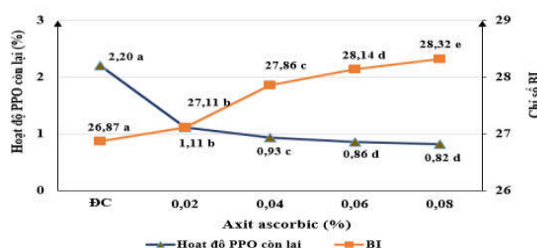
17,55. Điều này cho thấy, trong môi trường pH thấp có khả năng cải thiện màu sắc puree chuối.

Hình 7 cho thấy, khi pH giảm thì chỉ số BI tăng theo xu thế nâu hóa giảm, tăng độ sáng và màu vàng của puree chuối. Cụ thể, pH giảm trong khoảng 4,5; 4,0; 3,5; 3,0 tương ứng BI tăng 25,89; 26,87; 27,06; 27,48. Theo Sarpong và cs (2018) [15] sung axit citric hoặc ascorbic cho thấy, BI có tương quan cao ($r = 0,68$ hoặc $0,72$) với sự nâu hóa do enzyme. Điều này cho thấy, pH giảm thì giá trị BI tăng tương ứng với hoạt độ PPO còn lại (%) giảm.

Chất lượng cảm quan: Hình 9 cho thấy, trong khoảng pH giảm từ 4,5 đến pH 4,0 thì điểm cảm quan ở mức khá tương ứng 16,50; 17,42 điểm, khi tiếp tục giảm pH trong khoảng 3,5 - 3,0 thì điểm cảm quan giảm đáng kể từ mức khá xuống mức trung bình tương ứng 16,14; 14,30 điểm, trong khi puree chuối vẫn có màu vàng sáng nhưng mất vị đặc trưng và xuất hiện mùi chua nồng. Qua đó cho thấy, ở mức pH 4,0 - 4,5 có thể duy trì được chất lượng cảm quan của puree chuối tốt hơn.

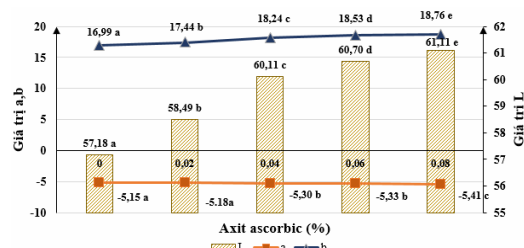
3.2.2. Ảnh hưởng của axit ascorbic đến hoạt độ PPO và chất lượng của puree chuối trong quá trình xử lý nhiệt ở điều kiện pH thích hợp

Các thí nghiệm ảnh hưởng của axit ascorbic đến hoạt độ PPO và chất lượng của puree chuối trong quá trình xử lý nhiệt với các yếu tố thí nghiệm thích hợp đã xác định (ở mục 3.1 và 3.2.1)

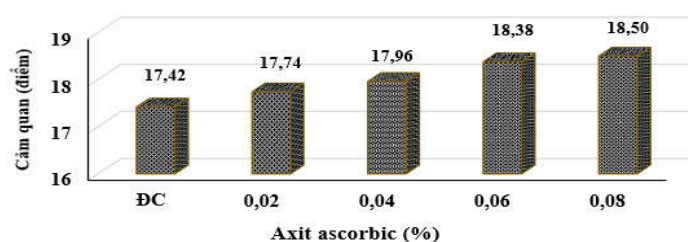


Hình 10. Ảnh hưởng của axit ascorbic đến hoạt độ PPO và màu sắc puree chuối

nhệt độ 85°C, thời gian 4 phút và pH 4,0. Kết quả được thể hiện ở hình 10, 11 và 12. Trong đó, giá trị hoạt độ PPO được thể hiện ở hình 10; màu sắc được thể hiện thông qua các chỉ số L, a, b ở hình 11 và chỉ số BI ở hình 10 và chất lượng cảm quan ở hình 12.



Hình 11. Giá trị L, a và b ở các nồng độ axit ascorbic



Hình 12. Ảnh hưởng của axit ascorbic đến chất lượng cảm quan của puree chuối

Hoạt độ PPO: Hình 10 cho thấy, hoạt độ PPO có xu hướng giảm tương ứng 1,11, 0,93, 0,86, 0,82%. Mức giảm trong khoảng nồng độ 0,06, 0,08% là không có sự khác biệt thống kê. Một nghiên cứu khác của Arpita và cs (2010) [6] với chuối Kanthali (AAB) có bổ sung 0,1% axit ascorbic ở pH 4,0 thì khả năng ức chế PPO tối đa. Trong khi, nghiên cứu của Palou và cs (1999) [7] quan sát thấy, với mức hoạt độ PPO < 5% là đủ để bắt đầu xuất hiện tượng nâu hóa trong puree chuối và có thể nhận thấy sau 6 ngày ở 25°C. Điều này cho thấy, axit ascorbic có khả năng ức chế hoạt động của PPO là do tạo chelate với Cu^{2+} trên vị trí hoạt động của enzyme [16].

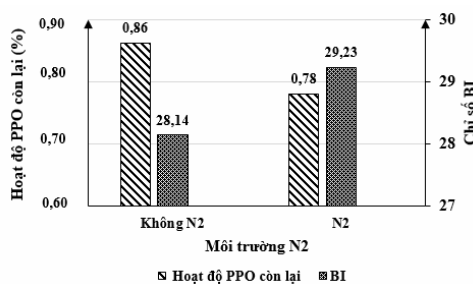
Màu sắc: Hình 11 cho thấy, axit ascorbic có ảnh hưởng đáng kể đến màu sắc của puree chuối. Cụ thể với 4 mức nồng độ: 0,02, 0,04, 0,06, 0,08% thì a giảm: -5,18, -5,30, -5,33, -5,41 và giá trị L và b

tăng tương ứng là: 58,49, 60,11, 60,70, 61,11 và 17,44, 18,24, 18,53, 18,76. Điều này là do axit ascorbic ức chế sự hình thành sắc tố màu nâu (a) bằng cách khử o-quinone thành diphenol và sự kết hợp của axit ascorbic trong môi trường pH thấp làm tăng tính ổn định của axit ascorbic do đó tăng khả năng ngăn chặn quá trình nâu hóa [14].

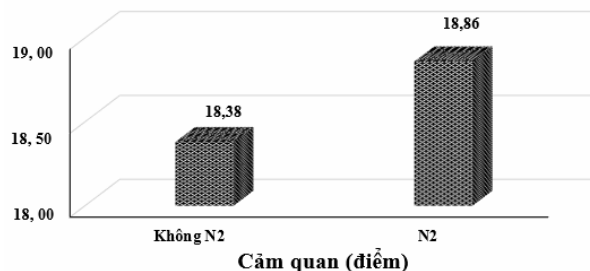
Hình 10 cho thấy, nồng độ axit ascorbic tăng thì chỉ số BI tăng, theo xu hướng giảm màu nâu trong puree chuối. Cụ thể, với 4 mức nồng độ 0,02, 0,04, 0,06, 0,08% tương ứng chỉ số BI tăng 27,11, 27,86, 28,14, 28,32 và liên qua đến hoạt độ PPO còn lại trong puree chuối. Điều này cho thấy, nồng độ axit ascorbic tăng thì mức độ nâu hóa (a) giảm và hạn chế khả năng oxy hóa.

Cảm quan: Hình 12 cho thấy, điểm cảm quan có xu hướng tăng khi tăng nồng độ axit ascorbic. Cụ thể trong khoảng nồng độ từ 0,02, 0,04, 0,06,

0,08% thì điểm cảm quan tăng nhẹ tương ứng 17,74; 17,96; 18,38; 18,50 điểm. Điều này cho thấy nồng độ axit ascorbic tăng thì puree chuối có màu vàng tươi, mùi thơm đặc trưng, trong khoảng nồng độ axit ascorbic bổ sung 0,06 - 0,08% cho điểm cảm quan đạt mức tốt (18,38 - 18,50 điểm). Cụ thể ở nhiệt độ xử lý 85°C trong thời gian 4 phút, bổ sung axit ascorbic 0,06% ở pH 4,0 có khả năng giữ được màu sắc, điểm cảm quan của puree chuối ở mức cao.



Hình 13. Ảnh hưởng của môi trường N₂ đến hoạt độ PPO và màu sắc puree chuối



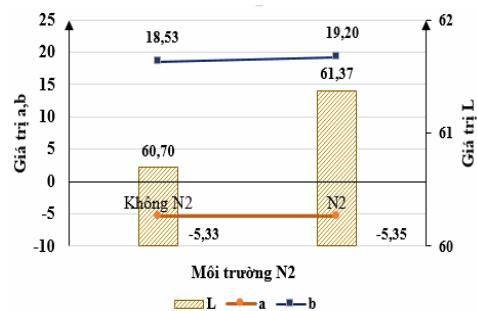
Hình 15. Ảnh hưởng của môi trường MA đến chất lượng cảm quan của puree chuối

Hoạt độ PPO: Hình 13 cho thấy, hoạt độ PPO trong puree chuối có sự giảm nhưng không khác biệt về mặt thống kê ở cả 2 phương pháp: xử lý + không N₂ và xử lý + N₂ tương ứng 0,86 và 0,78%. Trong nghiên cứu của Wang và cs (2014) [2] sử dụng 0,2% axit ascorbic + 0,2% axit xitric và 0,2% axit ascorbic + 0,2% axit xitric + N₂ thì hoạt độ PPO còn lại là tương tự nhau. Điều này chứng tỏ môi trường biến đổi khí (N₂) không có ảnh hưởng đến hoạt độ PPO [2].

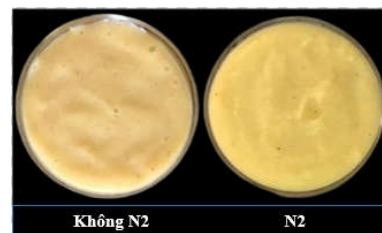
Màu sắc: Hình 14 nhận thấy, cả 2 phương pháp xử lý đều làm giảm đáng kể hiện tượng nâu hóa của puree chuối. Với xử lý + N₂ cho thấy giá trị

3.3. Ảnh hưởng của xử lý nhiệt kết hợp điều chỉnh pH thấp và bổ sung axit ascorbic trong môi trường N₂ đến chất lượng của puree chuối

Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của môi trường biến đổi khí (N₂) với quá trình xử lý nhiệt, bổ sung axit ascorbic ở pH thích hợp đã xác định ở nhóm thực nghiệm 3.1 và 3.2 đến chất lượng của puree chuối được thể hiện ở hình 13, 14 và 15. Trong đó, giá trị hoạt độ PPO được thể hiện ở hình 13; màu sắc được thể hiện thông qua các chỉ số L, a, b ở hình 14 và chỉ số BI ở hình 13 và chất lượng cảm quan ở hình 15.



Hình 14. Giá trị L, a và b trong môi trường N₂



Hình 16. Màu sắc puree chuối ở môi trường MA

L, b tăng còn giá trị a giảm (61,34; -5,50; 18,83) so với xử lý + không N₂ (60,70; -5,33; 16,53). Nghiên cứu của Wang và cs (2014) [2] cho rằng môi trường N₂ có khả năng giữ màu cao nhất.

Mức độ nâu hóa BI quan sát hình 13 cho thấy, xử lý + không N₂ và xử lý + N₂ đều làm tăng chỉ số BI, theo xu thế giảm nâu hóa, tăng màu vàng sáng của puree chuối tương ứng 28,14 và 29,23. Kết quả này là do các chất chống nâu hóa đã ức chế hoạt động của PPO và môi trường N₂ đã ngăn puree chuối tiếp xúc với O₂ trong quá trình chế biến [2].

Chất lượng cảm quan: Hình 15 cho thấy, với xử lý + không N₂ và xử lý + N₂ thì điểm cảm quan ở

mức tốt tương ứng 18,38; 18,86 điểm. Điều này cho thấy, các thuộc tính cảm quan về mùi, vị không có sự khác biệt rõ rệt nhưng puree chuối có màu sắc tốt hơn trong môi trường khí N₂.

4. KẾT LUẬN

Nhiệt độ, thời gian và pH có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng ức chế hoạt động của enzyme PPO, hàm lượng vitamin C, màu sắc và chất lượng cảm quan, trong khi bổ sung axit ascorbic và môi trường biến đổi khí MA chỉ có ảnh hưởng chính đến màu sắc và chất lượng cảm quan. Trong khoảng nhiệt độ 80 - 90°C, thời gian 3 - 4 phút, pH 4 - 4,5 trong môi trường MA là có hiệu ứng tích cực đến các chỉ tiêu chất lượng của puree chuối. Cụ thể ở nhiệt độ 85°C, thời gian 4 phút, pH 4,0 tương ứng hàm lượng axit ascorbic 0,06%, hàm lượng axit citric 0,28% trong môi trường MA (sử dụng khí N₂) thì hoạt độ PPO còn lại 0,78%, chỉ số nâu hóa BI đạt 29,23, hàm lượng vitamin C 12,55 mg/100 g (mức tổn thất 20,24%) và điểm cảm quan của puree chuối đạt mức tốt 18,86 điểm.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin cảm ơn Chương trình Phát triển nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao (Bộ Nông nghiệp và PTNT), Công ty Cổ phần thực phẩm xuất khẩu Đồng Giao, Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch và Chủ nhiệm dự án đã tạo điều kiện cho NCS Trần Thị Thu Hoài được tham gia và thực hiện các nội dung có liên quan đến luận án thuộc Dự án “Hoàn thiện công nghệ và dây chuyền thiết bị sản xuất puree chuối, quy mô 50 tấn nguyên liệu/ngày”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tapre, A. R., & Jain, R. K. (2016). Study of inhibition of browning of clarified banana juice. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35 (2), 155-159.

2. Wang, S., Lin, T., Man, G., Li, H., Zhao, L., Wu, J., & Liao, X. (2014). Effects of anti-browning combinations of ascorbic acid, citric acid, nitrogen and carbon dioxide on the quality of banana

smoothies. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 161-173.

3. Yang, C. P., Fujita, S., Ashrafuzzaman, M. D., Nakamura, N., & Hayashi, N. (2000). Purification and characterization of polyphenol oxidase from banana (*Musa sapientum* L.) pulp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(7), 2732-2735.

4. Cano, M. P., de Ancos, B., Lobo, M. G., & Santos, M. (1997). Improvement of frozen banana (*Musa cavendishii*, cv. Enana) colour by blanching: relationship between browning, phenols and polyphenol oxidase and peroxidase activities. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 204, 60-65.

5. Thaiphanit, S., & Anprung, P. (2010). Physicochemical and flavor changes of fragrant banana (*Musa acuminata* AAA group “Gross Michel”) during ripening. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(3), 366-382.

6. Arpita, S., Subroto, D., Pinaki, B., & Bidyut, B. (2010). Inhibition of polyphenol oxidase in banana, apple and mushroom by using different anti-browning agents under different conditions. *Int. J. Chem. Sci*, 8, S550-S558.

7. Palou, E., López-Malo, A., Barbosa-Cánovas, G. V., Welti-Chanes, J., & Swanson, B. G. (1999). Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of food science*, 64(1), 42-45.

8. McEvily, A. J., Iyengar, R., & Otwell, W. S. (1992). Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 32(3), 253-273.

9. Koffi, E. K., Sims, C. A., & Bates, R. P. (1991). Viscosity reduction and prevention of browning in the preparation of clarified banana juice 1. *Journal of Food Quality*, 14(3), 209-218.

10. Nguyễn Minh Thủy, Lê Thị Mỹ Nhân, Đặng Hoàng Toàn (2018). Ảnh hưởng của điều

kiện chần (cà rốt) và tối ưu hóa thành phần nguyên liệu (cà rốt-táo-đưa leo) cho quá trình chế biến nước ép hỗn hợp. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 54 (Chuyên đề Nông nghiệp), 56-64.

11. Emese, J., P. F. Nagymate (2008). The Stability of vitamin C in Different Beverages. *British Food Journal*. Vol 110, Issue 3, pp 296-309.

12. Jirasatid, S., Chaikham, P., & Nopharatana, M. (2018). Thermal degradation kinetics of total carotenoids and antioxidant activity in banana-pumpkin puree using Arrhenius, Eyring-Polanyi and Ball models. *International Food Research Journal*, Vol. 25 Issue 5, p1912-1919. 8p.

13. Kumarasiri, U. W. L. M., & Khurdiya, D. S. (2018). Effects of microwave blanching on the nutritional qualities of banana puree. Effects of microwave blanching on the nutritional qualities of

banana puree, 12(1), 8-18.

14. Yoruk, R., & Marshall, M. R. (2003). Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: a review 1. *Journal of food biochemistry*, 27(5), 361-422.

15. Sarpong, F., Yu, X., Zhou, C., Hongpeng, Y., Uzoejinwa, B. B., Bai, J., ... & Ma, H. (2018). Influence of anti-browning agent pretreatment on drying kinetics, enzymes inactivation and other qualities of dried banana (*Musa ssp.*) under relative humidity-convective air dryer. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 1229-1241.

16. Tortoe, C., Orchard, J., & Beezer, A. (2007). Prevention of enzymatic browning of apple cylinders using different solutions. *International Journal of Food Science & Technology*, 42(12), 1475-1481.

RESEARCH ON SOME FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF BANANA PUREE IN THE PROCESSING

Tran Thi Thu Hoai, Pham Anh Tuan, Le Ha Hai

Summary

The aim of this study was to experiment with the effect of temperature, time of heat pretreatment with saturated steam, pH antioxidant content supplemented acid) with ascorbic acid, Modified polyphenoloxidase (PPO) and enzyme Atmosphere (MA) gaseous medium on activity, color values of L, (measured by a, b and browning index BI), vitamin C content and sensory quality of puree from paradisica banana (AAB). Experimental results show that temperature, heat pre-treatment time and pH (adjusted with citric acid) have significant effects on the ability to inhibit PPO enzyme activity, vitamin C content, color and organoleptic quality, while the addition of ascorbic acid and the modified atmosphere MA only have main effects on color and sensory quality. In the range of temperature (80-90°C), time (3-4 minutes), and pH (4-4.5) in MA medium, there was a positive effect on the quality parameters of banana puree. Specifically, at a temperature of 85°C, a time of 4 minutes, a pH of 4.0, corresponding to 0.06% ascorbic acid content, 0.28% citric acid content in MA medium (using N₂ gas), the remaining PPO was 0.78%, the browning index BI was 29.23, the vitamin C content was 12.55 mg/100 g (a low loss level of 20.24%), and the sensory score of the banana puree reached a good level of 18.86 points.

Keywords: *Banana puree, paradisica banana, antioxidant agent, organoleptic quality.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thị Hoài Trâm

Ngày nhận bài: 18/3/2023

Ngày thông qua phản biện: 29/3/2023

Ngày duyệt đăng: 31/3/2023