

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ CÔNG NGHỆ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH TÁCH CHIẾT NƯỚC CHUỐI TRONG TỪ CHUỐI TIÊU HỒNG

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

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là thực nghiệm ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ gồm độ chín, nhiệt độ tiền xử lý bằng lạnh đông, nồng độ, nhiệt độ và thời gian xử lý bằng enzyme pectinase Utral SP - L, công suất và thời gian xử lý bằng siêu âm đến hiệu suất tách chiết nước chuối nguyên chất và nước chuối trích ly (%), độ trong (%T) và hàm lượng chất rắn hòa tan (^oBx). Kết quả thực nghiệm từ nguyên liệu chuối tiêu hồng ở độ chín 6,5 tương ứng thời điểm sau 12 giờ so với độ chín 6 (thang màu PCI). Chuối chưa bóc vỏ được tiền xử lý nhiệt ở 86,4°C trong 3,1 phút, xay nghiền đồng thời điều chỉnh pH 4,3 bằng axit citric có bổ sung axit ascorbic 0,06% trong môi trường MA (N₂). Puree được xử lý lạnh đông ở -30°C trong 24 giờ, rã đông và xử lý bằng enzyme pectinase Utral SP - L tỷ lệ 0,03% ở nhiệt độ 50°C trong 180 phút và đình hoạt enzyme ở 90°C trong 5 phút. Tiếp theo xử lý bằng siêu âm với mức công suất 2 W/g trong 6 phút trước khi ly tâm tách nước chuối nguyên chất. Bã puree được tách chiết với 40% nước/bã thu được nước chuối trích ly. Các chỉ tiêu đạt được với hiệu suất nước chuối nguyên chất 53,87%, độ trong 98,52%T, hàm lượng TSS là 28,9^oBx và hiệu suất nước chuối trích ly đạt 44,15%, TSS 18,6^oBx, tương ứng hiệu suất nước chuối quy đổi về 12^oBx đạt tổng 203%, với thời gian đánh giá phân tích mẫu nước chuối không quá 24 giờ.

Từ khóa: Chuối tiêu hồng, độ chín, tách chiết nước chuối trong, enzyme pectinase Utral SP - L.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây chuối (*Musa cavendish*) có giá trị dinh dưỡng cao là nguồn cung cấp năng lượng, vitamin A, vitamin C và khoáng chất (kali, canxi, natri và magiê) đối với sức khỏe con người. Đặc tính chuối là loại quả chín sau thu hoạch và nhanh bị hư hỏng trong quá trình chín. Phần thịt quả dễ bị nâu hóa do enzyme polyphenol oxydaza (PPO) và oxy hóa nhanh khi tiếp xúc với không khí. Mặt khác cấu trúc mô tế bào có liên kết với nước rất bền vững và khó tách ép nước chuối so với các loại trái cây phổ biến khác và phụ thuộc nhiều vào độ chín, chủng giống chuối. Nghiên cứu của Mathias và cs (2021) [1] đã chỉ ra rằng hiệu suất nước chuối cao nhất ở độ chín 5 với chuối YKM5 (AAA) và chuối Mlonga (AAA-EA) trong khi với chuối Pisang Awak (ABB)

thì ở độ chín 6. Sau độ chín 6 chuối YKM5 và Mlonga không tách chiết được nước chuối, điều này là do quá trình tách chiết bằng cơ học đã tạo ra hỗn hợp thể nhuyển có độ nhớt cao. Trong quá trình chín dẫn đến những thay đổi trong cấu trúc do sự phân hủy pectin bởi các enzym phân giải thành tế bào và làm mềm thịt quả [2]. Trần Thị Thu Hoài và cs (2022) [3] đã nghiên cứu và quan sát bằng kính hiển vi quang học cho thấy, các tế bào chuối tiêu hồng không còn xếp chặt chẽ và bị phân tách từ độ chín 6 đến độ chín 7. Nadulski và cs (2020) [4] cho rằng quá trình lạnh đông được sử dụng như một biện pháp tiền xử lý để phá vỡ cấu trúc nguyên liệu thực vật do đó dịch tế bào được giải phóng dễ dàng hơn. Hiện chưa có nghiên cứu công bố đầy đủ về giải pháp tiền xử lý bằng lạnh đông sử dụng trong tách chiết nước chuối, tuy vậy với quá trình tách chiết nước cà rốt Finezja có áp dụng giải pháp tiền lạnh đông ở -

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

* Email: thuhoai@iaep@gmail.com

20°C, sản lượng nước cà rốt tăng (4,2%) so với mẫu không lạnh đông [5]. Trong khi xử lý tiền lạnh đông ở nhiệt độ -24°C trong 24 giờ để tách ép nước táo, sản lượng nước táo tăng trung bình 14% [6]. Sharma và cs (2014) [7] đã công bố mức độ phân hủy mô tế bào cao hơn khi tiền xử lý bằng lạnh đông và rã đông kết hợp với việc xử lý bằng enzyme pectinase đối với tách chiết nước trái cây. Mặt khác xử lý bằng enzyme pectinase đã được công bố về hiệu quả nâng cao hiệu suất tách chiết, cải thiện độ trong của nước chuối [8], [9], [10], [11]. Trong khi nghiên cứu sử dụng kết hợp enzyme pectinase và siêu âm thì hiệu quả tách chiết cao hơn so với các giải pháp sử dụng độc lập [12]. Trong phạm vi nghiên cứu này đã tiến hành thực nghiệm khảo sát nguyên liệu chuối tiêu hồng từ độ chín 6 - 7, các yếu tố ảnh hưởng của quá trình tiền lạnh đông, xử lý enzyme Pectinex® Ultra SP-L kết hợp siêu âm đến hiệu suất tách chiết nước chuối nguyên chất và nước chuối trích ly (%), độ trong (%T) và hàm lượng chất khô hòa tan TSS (°Bx).

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Chuối tiêu hồng được 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 9 - 11/2022. 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 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 6; 6,5; 7, trong đó, độ chín 6 và 7 xác định theo thang màu PCI [13] và độ chín 6,5 được xác định bằng thực nghiệm khảo sát tại thời điểm giữa 2 độ chín 6 và 7 khoảng 12 giờ sau độ chín 6.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp chuẩn bị mẫu thí nghiệm

Chuẩn bị mẫu thực nghiệm để tách chiết nước chuối ở dạng puree chuối [14]. Cụ thể quy trình chuẩn bị mẫu puree chuối được tiến hành xử lý

nhịet chuối nguyên quả chưa bóc vỏ bằng hơi nước bão hòa đến khi nhiệt độ tâm quả đạt $86,4^\circ\text{C}$ được duy trì trong thời gian 3,1 phút. Tiếp theo chuối được bóc vỏ, bổ sung axit ascorbic 0,06% và xay nhuyễn bằng máy xay (Philips HR2221) trong thời gian 1 phút ở điều kiện khí điều biến MA (N_2) và chuẩn độ pH 4,3 bằng axit citric, tương ứng hàm lượng vitamin C đạt 12,256 mg/100g, hoạt độ PPO còn lại 0,612%, điểm cảm quan đạt 19,15 điểm. Mẫu puree chuối được định lượng đóng bao hút chân không (100 g/mẫu).

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

2.2.2.1. Thực nghiệm 1: Ảnh hưởng của độ chín và xử lý lạnh đông đến khả năng tách chiết nước chuối

Tiến hành 2 thí nghiệm, với 3 mẫu puree cho mỗi thí nghiệm tương ứng 3 mức độ chín (6; 6,5; 7). Thí nghiệm 1 với 3 mẫu xử lý lạnh đông ở nhiệt độ -20°C trong 24 giờ và thí nghiệm 2 với 3 mẫu đối chứng không lạnh đông (ĐC). Các mẫu lạnh đông sau khi rã đông ở nhiệt độ môi trường với 100 g puree/mẫu được chia đều cho 4 ống đựng mẫu 25 g/ống trước khi ly tâm tách nước chuối bằng máy Rotofix 32A (Đức) với tốc độ 4.000 vòng/phút trong 25 phút. Đánh giá khả năng tách nước chuối bằng quan sát hình ảnh mẫu và hiệu suất nước chuối nguyên chất (%).

2.2.2.2. Thực nghiệm 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ lạnh đông đến năng suất tách chiết nước chuối.

Tiến hành 4 thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ lạnh đông với 4 mức (-20°C, -25°C, -30°C, -35°C) ở cùng độ chín thích hợp (từ kết quả của thực nghiệm 1), các mẫu thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Các mẫu được rã đông trước khi ly tâm tách nước chuối nguyên chất ở cùng điều kiện như thực nghiệm 1. Phần bã puree sau ly tâm được bổ sung 40 g nước/4 ống mẫu tương ứng 10 g nước/ống mẫu và được khuấy đều bằng thìa thủy tinh trong thời gian 1 phút trước khi ly tâm tách nước chuối lần 2. Đánh giá khả năng tách nước chuối bằng quan sát hình ảnh mẫu, hiệu suất nước chuối nguyên chất (%), nước chuối trích ly (%) trên 100 g mẫu puree ban đầu tương ứng hàm lượng TSS (°Bx) và quy đổi hiệu suất nước chuối về TSS 12°Bx (%).

2.2.2.3. Thực nghiệm 3: Ảnh hưởng của xử lý bằng enzyme pectinase Utral SP-L đến năng suất và độ trong của nước chuối

Tiến hành 3 nhóm thí nghiệm: (i) Ảnh hưởng của nồng độ xử lý enzyme với 4 mức tỷ lệ enzyme trên khối lượng mẫu puree (0,02%, 0,025%, 0,03%, 0,035%) ở cùng nhiệt độ 45°C trong thời gian 120 phút; (ii) Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý với 4 mức (40°C, 45°C, 50°C, 55°C) ở cùng nồng độ enzyme thích hợp (từ kết quả của thí nghiệm i) trong thời gian 120 phút; (iii) Ảnh hưởng của thời gian xử lý với 4 mức (120, 150, 180, 210 phút) ở cùng điều kiện nồng độ và nhiệt độ thích hợp (từ kết quả của thí nghiệm i, ii), 3 nhóm thí nghiệm được 3 lần lặp lại. Các mẫu thí nghiệm được tiến hành với cùng điều kiện độ chín (kết quả thực nghiệm 1) và nhiệt độ xử lý lạnh đông (kết quả thực nghiệm 2), mẫu lạnh đông được rã đông trước khi thí nghiệm xử lý enzyme và được tiến hành trên thiết bị cô quay có bể ổn nhiệt và điều biến khí MA (N₂) với tốc độ 20 vòng/phút. Kết thúc quá trình xử lý enzyme được xử lý nhiệt để đình diệt enzyme ở 90°C trong 5 phút. Quy trình tách chiết nước chuối nguyên chất, trích ly nước chuối từ bã puree tương ứng ⁰B_x và quy đổi hiệu suất nước chuối ở 12⁰Bx được thực hiện như thực nghiệm 2. Chất lượng nước chuối nguyên chất được xác định bằng độ trong (%T) và hàm lượng TSS (⁰Bx), thời gian đánh giá phân tích mẫu nước chuối không quá 24 giờ.

2.2.2.4. Thực nghiệm 4: Ảnh hưởng của quá trình siêu âm đến năng suất và độ trong của nước chuối

Tiến hành 2 nhóm thí nghiệm: (i) Ảnh hưởng của công suất siêu âm với 4 mức (100 W, 150 W, 200 W, 250 W) cùng thời gian siêu âm 2 phút ở nhiệt độ môi trường; (ii) Ảnh hưởng của thời gian siêu âm với 4 mức (2 phút, 4 phút, 6 phút, 8 phút) ở cùng công suất thích hợp (từ kết quả của thực nghiệm i). Các mẫu thí nghiệm ở cùng điều kiện tiền xử lý bằng lạnh đông và enzyme (kết quả thực nghiệm 2 và 3) và được tiến hành trên thiết bị siêu âm dạng thanh Misonix (Hoa Kỳ) với tần số cố định là 20 kHz. Quy

trình và phương pháp đánh giá hiệu suất, chất lượng nước chuối được thực hiện như thực nghiệm 3.

2.2.3. Phương pháp xác định hiệu suất tách chiết nước chuối nguyên chất

Được tính theo công thức:

$$H (\%) = \frac{m_2}{m_1} \times 100\%$$

Trong đó: m₁ là khối lượng mẫu puree chuối ban đầu (g); m₂ là khối lượng nước chuối nguyên chất sau ly tâm (g).

2.2.4. Phương pháp quy đổi nước chuối từ độ ⁰Bx cao xuống ⁰Bx thấp

Để quy đổi nước chuối từ nồng độ cao về nồng độ thấp được sử dụng quy tắc đường chéo [15]. Trong đó: m_A gam dung dịch A nồng độ A% với m_B gam dung dịch B nồng độ B% cùng chất tan, thu được dung dịch mới có nồng độ C% (A% < C% < B%) trong đó tỉ lệ khối lượng của 2 dung dịch ban đầu là:

$$\begin{array}{ccc} A\% & \searrow & B\% - C\% \\ & C\% & \\ B\% & \nearrow & C\% - A\% \end{array} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{B\% - C\%}{C\% - A\%}$$

2.2.5. Phương pháp xác định độ trong

Độ trong của nước chuối xác định theo phương pháp của Tapre và Jain (2014) [9]. Nước chuối sau khi tách chiết ly tâm ở tốc độ 4.000 vòng/phút trong 25 phút. Độ trong của nước chuối xác định bằng cách đo độ truyền qua ở bước sóng 660 nm sử dụng máy quang phổ Shimadzu UV-VIS (Mỹ). Nước cất được sử dụng làm đối chứng.

2.2.6. Phương pháp phân tích hóa lý

Xác định pH theo TCVN 7806: 2007 phạm vi đo pH (0,0 - 14,0); xác định hàm lượng chất khô hòa tan tổng số (TSS) theo TCVN 4417 - 87.

2.2.7. Phương pháp phân tích cấu trúc

Xác định cấu trúc tế bào và sự phân bố của các hạt tinh bột và tanin bằng kính hiển vi quang học (Axio Lab.A1, ZEISS – Đức). Quả chuối cắt đôi theo chiều dọc quả, bóc vỏ, cắt lát mỏng từ phần giữa quả. Các lát chuối được nhuộm màu tế bào

bằng Toluidine Blue O với nồng độ 0,05% (w/v) trong 5 phút, gắn vào các slide phủ poly-L-lysine. Mẫu được quan sát và chụp ảnh với độ phóng đại 5x. Tất cả quá trình nhuộm được thực hiện ở nhiệt độ phòng.

2.2.8. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu thực nghiệm

Số liệu được xử lý bằng phần mềm Excel và SPSS 18.

2.3. Hóa chất và thiết bị sử dụng

2.3.1. Thiết bị và dụng cụ

Thiết bị tạo khí ethylen từ cồn ethanol 90⁰ (VIAEP); cân kỹ thuật và cân phân tích điện tử cấp chính xác 0,01; máy đo pH Hanna HI98107; nồi hấp tiệt trùng DG-S280C (Dengguan, Trung Quốc) loại 24 lít làm nguồn cấp nhiệt bằng hơi bão hòa cho thiết bị tiền xử lý nguyên liệu. Thiết bị tiền xử lý được thiết kế bằng nồi áp suất 5 lít gắn đồng hồ áp suất và kết nối với nhiệt kế điện tử Hanna HI147-00 (Rumani) thông qua đầu sensor. Máy xay thịt chuối sử dụng loại Philips HR2221 (Trung Quốc) được cải tiến bổ sung bộ phận cấp khí N₂ trong quá trình xay. Thiết bị cô quay chân không RE100-Pro (Trung Quốc) với bể gia nhiệt 5 l, tốc độ quay 20 - 280 rpm; máy siêu âm Misonix (Hoa Kỳ); tủ đông So-Low (USA) nhiệt độ từ 0 - 40⁰C; máy ly tâm Rotofix 32A (Đức) với 4 ống ly tâm 50 ml, tốc độ 4.000 vòng/phút; máy quang phổ Shimadzu UV-VIS (Mỹ).

2.3.2. Hóa chất

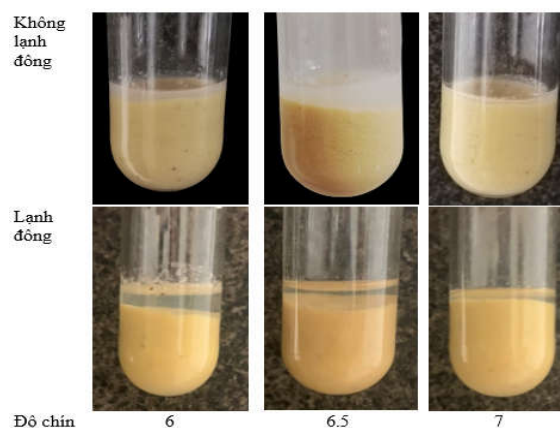
Cồn ethanol 90⁰; axit citric, axit ascorbic, nước cất 2 lần, chế phẩm enzyme Pectinex® Ultra SP-L (Novozymes, Đan Mạch): được sản xuất từ nấm *Aspergillus aculeatus* với hoạt tính 26,000 PG/ml (PG-polygalacturonase). Enzyme hoạt động ở pH 3,5 - 5,5, nhiệt độ 25 - 55⁰C.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của độ chín và xử lý lạnh đông đến khả năng tách chiết nước chuối

Hình 1 cho thấy, đối với các mẫu không lạnh đông lượng nước chuối được tách ra rất thấp, trong đó ở các độ chín 6 và 6,5 lượng nước chuối nhiều hơn so với độ chín 7 nhưng nước chuối đục và

không có sự phân ly rõ ràng giữa pha lỏng và pha rắn. Trong khi đối với các mẫu lạnh đông có sự khác biệt về khả năng tách nước chuối, với cả 3 mẫu độ chín đều có sự phân ly rõ rệt giữa pha lỏng và pha rắn, nước chuối có độ trong, trong đó các mẫu độ chín 6 và 6,5 lượng nước chuối được tách ra nhiều hơn so với độ chín 7.



Hình 1. Các mẫu thí nghiệm ảnh hưởng của độ chín và xử lý lạnh đông

Kết quả ảnh hưởng của độ chín đến khả năng tách chiết nước chuối được tổng hợp tại bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của độ chín đến khả năng tách chiết nước chuối

TT	Độ chín	Hiệu suất (%)	
		Không lạnh đông	Lạnh đông
1	6	5,15b ± 0,04	10,09b ± 0,02
2	6,5	8,47a ± 0,07	16,12a ± 0,08
3	7	2,23c ± 0,06	7,12c ± 0,04

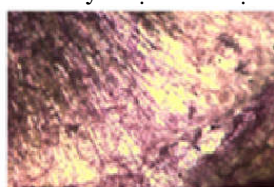
Ghi chú: Các giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một cột là khác nhau có ý nghĩa (p<0,05).

Bảng 1 cho thấy, độ chín có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng tách chiết nước chuối (p < 0,05) ở các điều kiện không xử lý lạnh đông và lạnh đông. Cụ thể mẫu không xử lý lạnh đông ở các độ chín 6 - 6,5 hiệu suất nước chuối tăng từ 5,15 - 8,47% sau đó giảm còn 2,2% ở độ chín 7. Trong khi đối với các mẫu xử lý lạnh đông (-20⁰C) hiệu suất nước chuối được cải thiện rõ rệt đối với cả 3 độ chín. Cụ

thể, hiệu suất nước chuối tăng từ độ chín 6 - 6,5 và giảm xuống ở độ chín 7, tương ứng (10,09%, 16,12%, 7,12%).

Từ kết quả và đánh giá trên cho thấy, ở độ chín 6,5 thì khả năng tách chiết nước chuối là cao nhất. Điều này được thể hiện khi quan sát cấu trúc

mô tế bào có sự khác biệt giữa 3 độ chín (6; 6,5; 7). Cụ thể cấu trúc mô tế bào thịt quả chuối bắt đầu có sự phân tách từ độ chín 6 đến độ chín 6,5 và đến độ chín 7 có hiện tượng mô tế bào bị phá vỡ, cụ thể được mô tả tại hình 2.



Độ chín 6

Các mô tế bào được phân bố theo cụm có mật độ sắp xếp dày



Độ chín 6,5

Các mô tế bào có xu hướng phân tách rõ ràng hơn



Độ chín 7

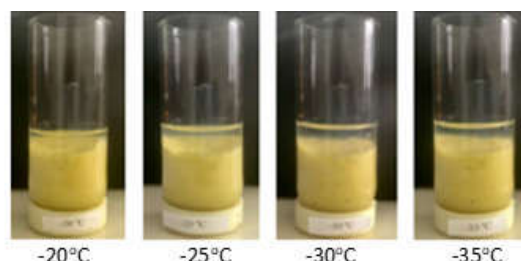
Sự phân tách mô tế bào tăng, có xuất hiện các khu vực màu sẫm tối

Hình 2. Cấu trúc mô tế bào ở 3 độ chín bằng kính hiển vi cấu trúc tế bào chuối (5x)

Hình 2 cho thấy, sự phân tách mô tế bào từ độ chín 6 đến độ chín 7, tuy vậy đến độ chín 7 xuất hiện các khu vực màu sẫm tối điều này có thể do các mô tế bào bị phá vỡ và giải phóng ra dịch bào kết hợp với sự hòa tan của pectin tạo nên thể dịch có độ nhớt cao. Đây cũng là nguyên nhân có thể dẫn đến khó tách được nước chuối ở độ chín 7 như kết quả khảo sát tại bảng 1.

3.2. Kết quả thực nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ lạnh đông đến hiệu suất tách nước chuối

Hình 3 cho thấy, có sự phân ly rõ ràng giữa pha lỏng và pha rắn của các mẫu lạnh đông và độ trong tăng dần khi nhiệt độ lạnh đông giảm từ -20°C đến -35°C.



Hình 3. Các mẫu thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ lạnh đông

Kết quả thực nghiệm xác định hiệu suất nước chuối nguyên chất (%), nước chuối trích ly (%) và nước chuối quy đổi về 12⁰Bx (%) được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ lạnh đông đến khả năng tách chiết nước chuối

Nhiệt độ (°C)	Nước chuối nguyên chất tách lần 1		Nước chuối trích ly tách lần 2 (40 g nước bổ sung)		Hiệu suất nước chuối quy đổi về 12 ⁰ Bx (%)
	Hiệu suất (%)	TSS (°Bx)	Hiệu suất (%)	TSS (°Bx)	
	16,12a± 0,02	23,1a± 0,04	40,53a± 0,03	14,1a± 0,03	136,5a± 0,09
-25	19,95b± 0,07	24,8b± 0,06	41,23b± 0,02	14,6b± 0,04	138,8b± 0,47
-30	24,28c± 0,03	25,1c± 0,01	41,91c± 0,01	16,1c± 0,03	147,1c± 0,09
-35	24,36c± 0,02	25,1c± 0,01	42,12d± 0,04	16,2c± 0,00	147,6c± 0,12

Ghi chú: Các giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một cột là khác nhau có ý nghĩa (p<0,05).

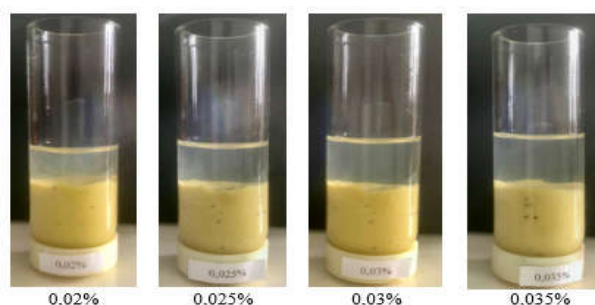
Bảng 2 cho thấy, nhiệt độ lạnh đông có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất tách chiết nước chuối và hàm lượng chất khô hòa tan (p < 0,05). Khi nhiệt độ lạnh đông giảm từ -20°C đến -30°C

hiệu suất nước chuối nguyên chất tăng từ 16,12 - 24,28% tương ứng hàm lượng TSS tăng từ 23,1 - 25,1⁰Bx. Trong khi nhiệt độ giảm từ -30°C đến -35°C hiệu suất nước chuối nguyên chất và hàm

lượng TSS tăng nhưng không có sự khác biệt nhiều. Hiệu quả của quá trình tách chiết nước chuối quy đổi về 12^oBx đạt mức cao 147,1% ở nhiệt độ -30°C trong khi giảm nhiệt độ xuống -35°C thì hiệu suất tăng không đáng kể (147,6%). Từ kết quả thực nghiệm cho thấy, xử lý lạnh đông có thể làm biến tính cấu trúc mô tế bào dẫn đến sau khi lạnh đông dễ bị phá vỡ. Điều này đã được Zhu và cs (2021) [16] minh chứng quá trình lạnh đông làm cho các phần tử trong thịt quả bị xé nát, các tế bào bị vỡ, cấu trúc bị thay đổi trong quá trình rã đông và do đó dịch tế bào tách ra nhiều hơn. Từ kết quả thực nghiệm này đã lựa chọn nhiệt độ lạnh đông -30°C để tiến hành cho các thực nghiệm tiếp theo.

3.3. Kết quả thực nghiệm ảnh hưởng của quá trình xử lý bằng enzyme pectinase Utral SP - L đến hiệu suất, độ trong và hàm lượng chất khô hòa tan (TSS) của nước chuối

3.3.1. Ảnh hưởng của nồng độ enzyme đến hiệu suất, độ trong và TSS của nước chuối



Hình 4. Các mẫu thí nghiệm ảnh hưởng của nồng độ enzyme

Hình 4 cho thấy, đối với 4 mức nồng độ enzyme (0,02%, 0,025%, 0,03%, 0,035%) đều có sự phân ly rõ ràng giữa pha lỏng và pha rắn, độ trong tăng dần khi nồng độ enzyme tăng. Điều đó có thể lý giải khi tăng nồng độ enzyme làm tăng độ trong của nước chuối vì pectinase phân hủy pectin, làm lộ ra một phần protein tích điện dương bên dưới, do đó làm giảm lực đẩy tĩnh điện giữa các hạt bé lơ lửng để kết tụ lại thành các hạt lớn hơn nên dễ được phân ly trong quá trình ly tâm [10].

Bảng 3. Ảnh hưởng của nồng độ enzyme đến năng suất, độ trong và TSS của nước chuối

Nồng độ enzyme (%)	Nước chuối nguyên chất tách lần 1			Nước chuối trích ly tách lần 2 (40 g nước bổ sung)		Hiệu suất nước chuối quy đổi về 12 ^o Bx (%)
	Hiệu suất (%)	Độ trong (%T)	TSS (^o Bx)	Hiệu suất (%)	TSS (^o Bx)	
0,02	32,28a±0,05	64,40a±0,17	25,9a±0,03	41,95a±0,01	16,8a±0,02	164,07a±0,2
0,025	36,92b±0,04	76,70b±0,02	26,1b±0,02	42,36b±0,01	17,2b±0,03	174,92b±0,3
0,03	37,01b±0,15	77,00c±0,05	26,2c±0,01	42,62c±0,01	17,3c±0,03	174,60b±0,5
0,035	37,12b±0,05	77,31d±0,01	26,3d±0,01	42,98d±0,02	17,3c±0,02	174,97b±0,09

Ghi chú: Các giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một cột là khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$)

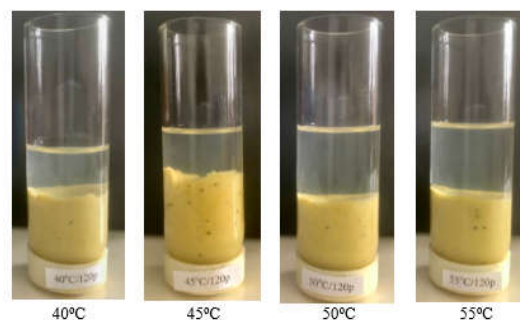
Bảng 3 cho thấy, nồng độ enzyme có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất tách chiết nước chuối nguyên chất, độ trong và TSS của nước chuối ($p < 0,05$). Với khoảng nồng độ enzyme tăng từ 0,02 - 0,03% tương ứng hiệu suất nước chuối nguyên chất tăng từ 32,28 - 37,01%, độ trong tăng từ 64,4 - 77,0% T, TSS tăng từ 25,9 - 26,2^oBx. Trong khi tiếp tục tăng nồng độ enzyme đến

0,035% cho thấy, cả 3 chỉ số hiệu suất nước chuối nguyên chất, độ trong và TSS tăng không đáng kể tương ứng (37,12%; 77,2%T; 26,3%). Điều này là do khi tăng nồng độ enzyme thì số phân tử enzyme trên một đơn vị diện tích tăng, dẫn đến tăng khả năng phân cắt được nhiều liên kết glycoside hơn, tuy vậy do giới hạn nhất định của nồng độ enzyme

có thể xâm nhập để phân cắt các liên kết glycoside nên hiệu quả giảm dần khi lượng enzyme dư.

3.3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý enzyme đến hiệu suất, độ trong và TSS của nước chuối

Hình 5 cho thấy, ở 4 mức nhiệt độ xử lý enzyme (40°C, 45°C, 50°C, 55°C) trong 120 phút, có sự phân ly rõ ràng giữa pha lỏng, pha rắn và độ trong tăng khi nhiệt độ tăng điều này có thể lý giải là do nhiệt độ tăng làm tăng tốc độ phản ứng của enzyme.



Hình 5. Các mẫu thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý enzyme

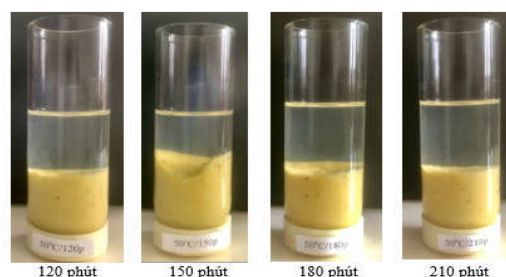
Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý enzyme đến hiệu suất, độ trong và TSS của nước chuối

Nhiệt độ (°C)	Nước chuối nguyên chất tách lần 1			Nước chuối trích ly tách lần 2 (40 g nước bổ sung)		Hiệu suất nước chuối quy đổi về 12°Bx (%)
	Hiệu suất (%)	Độ trong (%T)	TSS (°Bx)	Hiệu suất (%)	TSS (°Bx)	
40	37,01a±0,15	77,01a±0,05	26,2a±0,01	42,61a±0,01	17,3a±0,03	174,6a±0,3
45	42,95b±0,05	89,51b±0,01	26,7b±0,03	42,64b±0,01	17,4b±0,03	188,2b±0,3
50	46,67c±0,04	95,14c±0,07	27,1c±0,03	42,75c±0,01	17,5c±0,01	194,9c±0,1
55	46,05d±0,05	95,20c±0,05	27,0d±0,03	42,78d±0,01	17,6d±0,01	194,2d±0,01

Ghi chú: Các giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một cột là khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$)

Bảng 4 cho thấy, nhiệt độ có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng tách chiết nước chuối nguyên chất, độ trong và TSS ($p < 0,05$). Ở nhiệt độ 40 - 50°C lượng nước chuối nguyên chất, độ trong và TSS tăng mạnh. Tại mức nhiệt độ 50°C, hiệu suất nước chuối nguyên chất đạt cao nhất là 46,67% tương ứng với độ trong là 95,14%T và TSS là 27,1°Bx. Tuy nhiên, khi nhiệt độ tăng từ 50 - 55°C thì hiệu suất, độ trong và TSS có xu hướng giảm. Hiệu quả của quá trình tách chiết nước chuối quy đổi về 12°Bx đạt mức cao khoảng 194,9% ở nhiệt độ 50°C trong khi nhiệt độ tăng lên 55°C thì hiệu suất giảm không đáng kể (194,2%). Điều này cho thấy, nhiệt độ làm tăng tốc độ phản ứng enzym, pectin bị thủy phân dẫn đến giảm khả năng giữ nước và nước tự do được giải phóng, tuy nhiên, khi nhiệt độ tăng cao thì enzyme bị biến tính [9], [17].

3.3.3. Ảnh hưởng của thời gian xử lý enzyme đến hiệu suất, độ trong và TSS của nước chuối



Hình 6. Ảnh hưởng của thời gian xử lý enzyme đến năng suất tách chiết nước chuối

Hình 6 cho thấy, ở nhiệt độ 50°C với 4 mức thời gian xử lý enzyme (120 phút, 150 phút, 180 phút, 210 phút) có khả năng phân ly rõ ràng giữa pha lỏng và pha rắn và độ trong tăng khi thời gian xử lý enzyme tăng.

Bảng 5. Ảnh hưởng của thời gian xử lý enzyme đến hiệu suất, độ trong và TSS của nước chuối

Thời gian (phút)	Nước chuối nguyên chất tách lần 1			Nước chuối trích ly tách lần 2 (40 g nước bổ sung)		Hiệu suất nước chuối quy đổi về 12 ^o Bx (%)
	Hiệu suất (%)	Độ trong (%T)	TSS (^o Bx)	Hiệu suất (%)	TSS (^o Bx)	
120	46,67a±0,04	95,14a ±0,07	27,1a±0,03	42,74a±0,01	17,6a±0,01	194,9a±0,17
150	47,63b±0,03	95,95b±0,01	27,5b±0,03	42,99b±0,01	17,9b±0,03	195,0a±0,35
180	48,63c±0,03	96,89c±0,02	27,9c±0,03	43,13c±0,01	18,1c±0,01	195,1a±0,09
210	48,67c±0,08	96,91c±0,01	27,8c±0,06	43,27d±0,09	18,2d±0,01	195,2a±0,35

Ghi chú: Các giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một cột là khác nhau có ý nghĩa (p<0,05).

Bảng 5 cho thấy, thời gian có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng tách chiết nước chuối nguyên chất, độ trong và TSS ($p < 0,05$). Trong khoảng thời gian từ 120 - 180 phút hiệu quả thủy phân của enzyme tăng mạnh tương ứng hiệu suất nước chuối nguyên chất tăng (46,67 - 48,63%), độ trong tăng (95,14 - 96,89%T) và TSS tăng (27,1 - 27,9^oBx). Trong khi tiếp tục tăng thời gian đến 210 phút thì hiệu suất nước chuối nguyên chất, độ trong tăng nhưng không đáng kể tương ứng (48,67%; 96,91%T) trong khi TSS có xu hướng giảm (27,8%). Hiệu quả của quá trình tách chiết nước chuối quy đổi về 12^oBx đạt mức cao dao động từ 194,6 - 195,0% khi thời gian xử lý tăng từ 120 - 180 phút. Điều này cho thấy, hiệu suất nước chuối tăng khi thời gian xử lý tăng đến một mức giới hạn nhất định [8]. Hàm lượng TSS cao trong nước chuối

tách chiết bằng enzyme là do sự phân hủy của pectin, cellulose và hemicellulose của thành tế bào, giải phóng một số loại đường trung tính dẫn đến tăng ^oBx khoảng 10% [7].

Từ kết quả thực nghiệm ảnh hưởng của quá trình xử lý bằng enzyme pectinase Utral SP - L đã xác định được chế độ công nghệ xử lý phù hợp ở nồng độ enzyme 0,03%, nhiệt độ 50^oC và thời gian 180 phút, tương ứng hiệu suất nước chuối nguyên chất 48,63%, độ trong 96,89%T, TSS 27,9^oBx và hiệu suất nước chuối quy đổi 12^oBx là 195%.

3.4. Kết quả thực nghiệm ảnh hưởng của quá trình siêu âm đến hiệu suất, độ trong và TSS của nước chuối

3.4.1. Ảnh hưởng của công suất siêu âm đến hiệu suất, độ trong và TSS của nước chuối

Bảng 6. Ảnh hưởng của công suất siêu âm đến hiệu suất, độ trong và TSS của nước chuối

Công suất siêu âm (W)	Nước chuối nguyên chất tách lần 1			Nước chuối trích ly tách lần 2 (40 g nước bổ sung)		Hiệu suất nước chuối quy đổi về 12 ^o Bx (%)
	Hiệu suất (%)	Độ trong (%T)	TSS (^o Bx)	Hiệu suất (%)	TSS (^o Bx)	
100	49,17a±0,13	97,11a±0,01	28,2a±0,03	43,55a±0,02	18,1a±0,04	195,3a±0,23
150	50,12b±0,34	97,90b±0,01	28,3b±0,03	43,75b±0,02	18,3b±0,03	196,6a±0,88
200	51,81c±0,01	98,17c±0,01	28,4b±0,04	43,95c±0,02	18,4b±0,03	200,4b±0,03
250	52,15c±0,04	98,35d±0,02	28,6c±0,03	44,03d±0,01	18,5c±0,00	200,5b±0,17

Ghi chú: Các giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một cột là khác nhau có ý nghĩa (p<0,05).

Bảng 6 cho thấy, công suất siêu âm có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất nước chuối nguyên chất, độ trong và TSS. Khi công suất siêu âm tăng từ 100 - 200 W, hiệu suất nước chuối nguyên chất tăng từ 49,17 - 51,81%, độ trong từ 97,11 - 98,17%T

và TSS từ 28,2 - 28,4^oBx. Tuy nhiên, tiếp tục tăng công suất đến 250 W thì hiệu suất nước chuối nguyên chất, độ trong và TSS tăng không đáng kể tương ứng (52,15%, 98,35%T, 28,6%). Hiệu quả của quá trình tách chiết nước chuối quy đổi về 12^oBx

đạt mức cao khoảng 200,4% ở công suất 200 W trong khi công suất tăng lên 250 W thì hiệu suất tăng không đáng kể (200,5%).

3.4.2. Ảnh hưởng của thời gian siêu âm đến năng suất, độ trong và TSS của nước chuối

Bảng 7. Ảnh hưởng của thời gian siêu âm đến năng suất, độ trong và TSS của nước chuối

Thời gian siêu âm (phút)	Nước chuối nguyên chất tách lần 1			Nước chuối trích ly tách lần 2 (40 g nước bổ sung)		Hiệu suất nước chuối quy đổi về 12 ⁰ Bx (%)
	Hiệu suất (%)	Độ trong (%T)	TSS (⁰ Bx)	Hiệu suất (%)	TSS (⁰ Bx)	
2	51,81a±0,01	98,17a±0,01	28,4a±0,03	43,95a±0,02	18,3a±0,04	200,4a±0,03
4	52,91b±0,07	98,36b±0,02	28,6b±0,00	44,04b±0,01	18,5c±0,03	201,7b±0,26
6	53,87c±0,08	98,52c±0,00	28,9c±0,03	44,15c±0,02	18,6c±0,03	203,0c±0,25
8	53,89c±0,10	98,56c±0,01	28,9c±0,03	44,34d±0,01	18,6c±0,04	203,0c±0,52

Ghi chú: Các giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một cột là khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$)

Bảng 7 cho thấy, thời gian siêu âm có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất nước chuối nguyên chất, độ trong và hàm lượng TSS ($p < 0,05$). Khi tăng thời gian siêu âm từ 2 - 6 phút thì hiệu suất nước chuối nguyên chất tăng cao nhất 53,87%, độ trong và TSS cũng cao nhất tương ứng 98,52%T và 28,9⁰Bx. Tiếp tục tăng thời gian siêu âm từ 6 - 8 phút, hiệu suất tách chiết nước chuối, độ trong tăng không đáng kể và TSS không có sự khác biệt. Hiệu quả của quá trình tách chiết nước chuối quy đổi về 12⁰Bx đạt mức cao khoảng 203,0% ở thời gian siêu âm 6 phút, trong khi thời gian siêu âm tăng lên 8 phút thì hiệu suất không tăng (203,0%).

Tổng hợp các kết quả thực nghiệm ảnh hưởng của độ chín, tiền xử lý bằng lạnh đông, tiếp theo các công đoạn xử lý enzyme pectinase Utral SP - L kết hợp xử lý bằng siêu âm đã xác định được chế độ công nghệ tách chiết nước chuối trong từ nguyên liệu chuối tiêu hồng ở độ chín 6,5, nhiệt độ lạnh đông puree ở -30⁰C, xử lý enzyme nồng độ 0,03% ở nhiệt độ 50⁰C trong thời gian 180 phút, kết thúc quá trình enzyme được đình hoạt ở 90⁰C trong 5 phút. Tiếp theo xử lý bằng siêu âm với mức công suất 2 W/g (200 W/100g) trong thời gian 6 phút, kết quả đạt được hiệu suất nước chuối nguyên chất 53,87%, độ trong độ trong 98,52%T và TSS là 28,9⁰Bx, tương ứng hiệu suất nước chuối quy đổi 12⁰Bx là 203%.

Từ kết quả nghiên cứu này so với các nghiên cứu đã công bố của Trần Thị Hồng Hạnh và Lê Văn Việt Mẫn (2015) [18]; Bora và cs (2017) [12] cho thấy, hiệu suất tách chiết và độ trong nước chuối có nhiều khác biệt phụ thuộc vào chủng loại giống chuối, độ chín, phương pháp tiền xử lý và kỹ thuật tách chiết. Cụ thể nghiên cứu có xử lý bằng enzyme kết hợp siêu âm cho hiệu quả tách chiết nước chuối và độ trong nước chuối cao [12] so với phương pháp trích ly bằng siêu âm sử dụng nước làm dung môi [18]. Trong khi nghiên cứu này đã xác định được độ chín và giải pháp tiền xử lý nguyên liệu từ puree chuối bằng phương pháp lạnh đông đã nâng cao hiệu quả tách chiết và chất lượng của nước chuối.

4. KẾT LUẬN

Công nghệ tách chiết nước chuối trong từ nguyên liệu chuối tiêu hồng ở độ chín 6,5 tương ứng thời điểm sau 12 giờ so với độ chín 6 theo thang màu PCI. Nguyên liệu chuối chưa bóc vỏ được tiền xử lý nhiệt ở 86,4⁰C trong 3,1 phút, xay nghiền đồng thời điều chỉnh pH 4,3 bằng axit citric có bổ sung axit ascorbic 0,06% trong môi trường biến đổi khí MA (N₂). Puree được xử lý lạnh đông ở -30⁰C trong 24 giờ, rã đông và xử lý bằng enzyme pectinase Utral SP - L tỷ lệ 0,03% ở nhiệt độ 50⁰C trong thời gian 180 phút, kết thúc quá trình enzyme được đình hoạt ở 90⁰C trong 5 phút. Tiếp

theo xử lý bằng siêu âm với mức công suất 2 W/g trong 6 phút trước khi ly tâm tách nước chuối nguyên chất. Bã puree được tách chiết với 40% nước/bã thu được nước chuối trích ly. Các chỉ tiêu đạt được với hiệu suất nước chuối nguyên chất 53,87%, độ trong 98,52%T, hàm lượng TSS là 28,9°Bx và hiệu suất nước chuối trích ly đạt 44,15%, TSS 18,6°Bx, tương ứng hiệu suất nước chuối quy đổi 12°Bx đạt tổng 203% với thời gian đánh giá phân tích mẫu nước chuối không quá 24 giờ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Mathias, M. G., Kaale, L. D., & Kibazohi, O. (2021). Physico - chemical Properties of Mechanically Extracted Banana Juice at Different Ripening Stages. *Tanzania Journal of Science*, 47 (5), 1596 - 1605.
2. Kibazohi, O., & Matabura, V. V. (2021). Effects of Ripeness and Blending Speed on the Extraction Yield and Physical Chemical Properties of Low Viscosity Banana Juice. *Tanzania Journal of Science*, 47 (5), 1637 - 1646.
3. Trần Thị Thu Hoài, Phạm Anh Tuấn, Lê Hà Hải (2022). Nghiên cứu sự biến đổi một số chỉ tiêu lý hóa và cấu trúc của thịt quả chuối tiêu hồng trong quá trình chín bằng xử lý khí ethylene. *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, (24), 80 - 85.
4. Nadulski, R., Kobus, Z., & Guz, T. (2020). The influence of freezing and thawing on the yield and energy consumption of the celeriac juice pressing process. *Processes*, 8 (3), 378.
5. Nadulski, R., Grochowicz, J., Sobczak, P., Kobus, Z., Panasiewicz, M., Zawislak, K., ... & Żukiewicz-Sobczak, W. (2015). Application of freezing and thawing to carrot (*Daucus carota* L.) juice extraction. *Food and bioprocess technology*, 8, 218 - 227.
6. Nadulski, R., Kobus, Z., Wilczyński, K., Zawislak, K., Grochowicz, J., & Guz, T. (2016). Application of freezing and thawing in apple (*Malus domestica*) juice extraction. *Journal of Food Science*, 81 (11), E2718-E2725.
7. Sharma, H. P., Patel, H., & Sharma, S. (2014). Enzymatic extraction and clarification of juice from various fruits - a review. *Trends Post Harvest Technol*, 2 (1), 1 - 14.
8. Kyamuhangire, W., Myhre, H., Sørensen, H. T., & Pehrson, R. (2002). Yield, characteristics and composition of banana juice extracted by the enzymatic and mechanical methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82 (4), 478 - 482.
9. Tapre, A. R., & Jain, R. K. (2014). Effect of enzymatic treatment on juice yield, viscosity and clarity of banana juice. *Asian Journal of Dairying & Foods Research*, 33 (1), 25 - 31.
10. Tadakittisarn, S., Haruthaithanasan, V., Chompreeda, P., & Suwonsichon, T. (2007). Optimization of pectinase enzyme liquefaction of banana 'Gros Michel' for banana syrup production. *Agriculture and Natural Resources*, 41 (4), 740 - 750.
11. Sagu, S. T., Nso, E. J., Karmakar, S., & De, S. (2014). Optimisation of low temperature extraction of banana juice using commercial pectinase. *Food Chemistry*, 151, 182 - 190.
12. Bora, S. J., Handique, J., & Sit, N. (2017). Effect of ultrasound and enzymatic pre-treatment on yield and properties of banana juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 37, 445 - 451.
13. Junlakan, W. (2014). Effect drying kinetics on the quality of vacuum - dried banana, pineapple and apple slices. Doctoral dissertation, Prince of Songkla University.
14. Trần Thị Thu Hoài, Phạm Anh Tuấn, Lê Hà Hải (2023). Tối ưu hóa một số thông số công nghệ của quá trình chế biến puree chuối chất lượng cao. *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, (9), 63 - 72.
15. Lê Phạm Thành (2007). Giải nhanh bài toán hóa học bằng phương pháp sơ đồ đường chéo. *Tạp chí Hóa học và Ứng dụng*, số 7 (67), 1 - 3.

16. Zhu, L., Liang, X., Lu, Y., Tian, S., Chen, J., Lin, F., & Fang, S. (2021). Effect of freeze - thaw cycles on juice properties, volatile compounds and hot - air drying kinetics of blueberry. *Foods*, 10 (10), 2362.
17. Lee, W. C., Yusof, S. A. L. M. A. H., Hamid, N. S. A., & Baharin, B. S. (2006). Optimizing conditions for enzymatic clarification of banana juice using response surface methodology (RSM). *Journal of food Engineering*, 73 (1), 55 - 63.
18. Trần Thị Hồng Hạnh, Lê Văn Việt Mẫn (2015). Ảnh hưởng của một số thông số công nghệ trong quá trình xử lý siêu âm đến hiệu suất thu hồi và chất lượng dịch quả chuối (*Musa paradisiaca* L.). *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, 18 (3), 68 – 74.

RESEARCH ON SOME TECHNOLOGICAL FACTORS AFFECTING THE EXTRACTION OF CLEAR JUICE FROM CAVENDISH BANANA

Tran Thi Thu Hoai¹, Pham Anh Tuan¹, Le Ha Hai¹

¹*Vietnam Institute of agricultural engineering and Post harvest technology*

Summary

The purpose of this study was to investigate the influence of some technological factors, including ripening, pre-treatment temperature, concentration, temperature, and treatment time with pectinase enzyme Utral SP-L, as well as the efficiency and duration of ultrasonic treatment efficiency and time, on the extraction yield of pure banana juice and extracted banana juice (%), clarity (%T), and dissolved solids content (°Bx). The investigated raw materials of banana at a ripeness of 6.5, corresponding to the time after 12 hours compared to the ripeness of 6 (PCI color scale). Unpeeled bananas were treated at 86.4°C for 3.1 minutes and then ground, adjusted to pH 4.3 with citric acid supplemented with 0.06% ascorbic acid in MA (N₂) medium. The puree then was frozen at -30°C for 24 hours, thawed, and treated with 0.03% pectinase enzyme Utral SP-L at 50°C for 180 minutes and inactivated at 90°C for 5 minutes. The experiment was followed by ultrasonic treatment with a power level of 2 W/g for 6 minutes before centrifugation to separate pure banana juice. The puree residue was extracted with 40% water to obtain banana juice extracted. The targets were achieved with a pure banana juice yield of 53.87%, clarity of 98.52%T, TSS 28.9°Bx and a yield of extracted banana juice of 44.15%, TSS of 18.6°Bx, respectively. The banana juice efficiency converted to 12°Bx reached a total of 203%, with the analysis time of banana juice samples not exceeding 24 hours.

Keywords: *Cavendish banana, ripeness, pure banana juice extraction, pectinase enzyme Utral SP-L, ultrasound.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thị Minh Tú

Ngày nhận bài: 19/4/2023

Ngày thông qua phản biện: 20/5/2023

Ngày duyệt đăng: 12/6/2023