

CHẾ BIẾN GẠO-CITRIC TỪ GẠO TRẮNG VÀ ACID CITRIC

Nguyễn Thị Quỳnh, Nguyễn Thị Hồng Hạnh*,
Đoàn Thanh Hiếu, Phạm Thị Duyên, Nông Phúc Thắng
Trường Đại học Y Dược - ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Tạo tinh bột tiêu hóa chậm hoặc tinh bột kháng từ thực phẩm giàu tinh bột để sử dụng như một loại thực phẩm ăn kiêng là hướng nghiên cứu triển vọng. Trong nghiên cứu này, chúng tôi xây dựng quy trình chế biến gạo-citric từ gạo trắng và acid citric thông qua việc khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất của sản phẩm. Quy trình sử dụng kỹ thuật ngâm và sấy khô. Lần lượt khảo sát ảnh hưởng của nồng độ acid citric (1% – 8%), thời gian ngâm (15-60 phút), nhiệt độ sấy (40-60°C) tới tính chất của gạo-citric ngay sau khi sấy khô và sau khi nấu thành cơm theo phương pháp truyền thống. Các yếu tố đã khảo sát có ảnh hưởng khác nhau đến tính chất của sản phẩm. Gạo-citric có độ trương nở và độ hòa tan giảm đáng kể so với gạo trắng. Quy trình chế biến gạo-citric từ gạo trắng và acid citric được lựa chọn có tính ổn định, đơn giản và kinh tế, cho sản phẩm gạo-citric ổn định trong điều kiện bảo quản và có thể dùng làm thực phẩm thay gạo trắng.

Từ khóa: *Gạo trắng; acid citric; ngâm, sấy; cơm.*

Ngày nhận bài: 26/12/2019; Ngày hoàn thiện: 17/01/2020; Ngày đăng: 31/01/2020

PRODUCING CITRIC-RICE FROM MOLLED-RICE ORYZA SATIVA L. AND CITRIC ACID

Nguyen Thi Quynh, Nguyen Thi Hong Hanh*,
Doan Thanh Hieu, Pham Thi Duyen, Nong Phuc Thang
TNU - University of Medicine and Pharmacy

ABSTRACT

For functional food application, a number of studies on improvement of slowly digestible starch and resistant starch in granular starches from various starch sources have been reported. In this study, a one-level factorial design was used to evaluate the significant producing parameters in achieving citric-rice, which can be cooked and used as a new dietary food, from molled rice *Oryza sativa L.* and citric acid. Soaking and heat-drying technique were employed using distilled water. The independent parameters were citric acid concentration (1%–8%), soaking time (15-60 minutes), and drying temperatures (40-60°C). The decreasing of the solubility and the swelling power of starch in the citric-rice compared to the native rice could be clearly noted. Also, the cooked-rice made from the citric-rice was more glutinous and softer than that made from the native rice, using traditional cooking method. The characteristics of the citric-rice produced from molled rice *Oryza sativa L.* and citric acid were significantly affected by acid concentration, soaking time and drying temperature, both in uncooked or cooked form.

Keywords: *Oryza sativa L., citric acid, soaking, heat-drying, cooked-rice*

Received: 26/12/2019; Revised: 17/01/2020; Published: 31/01/2020

* Corresponding author. Email: hanhnguyen1388@gmail.com

1. Giới thiệu

Trong khoảng 10 năm trở lại đây, tỉ lệ người thừa cân béo phì ở nước ta gia tăng đáng kể, đặc biệt béo phì tăng gấp 4 lần.

Năm 2005, kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ thừa cân béo phì ở người trưởng thành ở nước ta từ 25 đến 64 tuổi theo phân loại của WHO với mức BMI lớn hơn hoặc bằng 25 là 6,6%, tỷ lệ ở dạng tiền béo phì với $25 < \text{BMI} < 30$ là 6,2%, béo phì độ I là 0,4% và không có béo phì độ 2. Tuy nhiên, 10 năm sau đến năm 2015 nghiên cứu lại thì tỷ lệ này thay đổi đến chóng mặt.

Tỷ lệ người trưởng thành thừa cân béo phì là 15,6% cao gấp 2,5 lần so với năm 2005 tỷ lệ người béo phì tăng gấp 4 lần so với năm 2005 và xu hướng thừa cân béo phì ở nữ cao hơn ở nam [1]. Một trong những nguyên nhân quan trọng được chỉ ra là do chúng ta đã tiêu thụ quá nhiều tinh bột trong bữa ăn hàng ngày.

Trên thế giới đã có một số công trình nghiên cứu làm giảm sự thủy phân tinh bột thành glucose nhờ các chất có nhóm khóa hoạt động ứng dụng làm chất mang trong công nghiệp sản xuất giấy. Theo những nghiên cứu này, nhóm hydroxyl $-\text{OH}$ của phân tử tinh bột sẽ tham gia liên kết với các phân tử có nhóm carboxyl $-\text{C}=\text{O}$ như acid citric, acid tạo thành chức ester làm biến đổi các tinh bột dễ thủy phân trong gạo thành tinh bột thủy phân chậm hoặc tinh bột kháng [1], [2], [3], [4], [5].

Tại Việt Nam, sử dụng gạo trắng ngâm với nước chanh trước khi nấu thành cơm theo phương pháp truyền thống là một biện pháp dân gian truyền miệng để giảm cân. Tuy nhiên, chưa có công trình nghiên cứu về việc chế biến và sử dụng gạo giảm cân từ gạo trắng và acid citric nào được công bố.

Với mong muốn tạo ra dạng tinh bột khó thủy phân, từ đó giảm lượng glucose hấp thu vào cơ thể làm giảm cân, chúng tôi đã nghiên cứu xây dựng qui trình chế biến gạo-citric giảm cân từ gạo trắng và acid citric.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố nồng độ acid citric, thời gian ngâm, nhiệt độ sấy tới hàm lượng tinh bột và độ ổn định của gạo-citric, từ đó

lựa chọn được qui trình chế biến gạo - citric tối ưu.

Nghiên cứu được thực hiện tại Khoa Dược, Trường Đại học Y Dược- Đại học Thái Nguyên.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Chuẩn bị nguyên liệu

Gạo bao thai Định Hóa Thaifood, đạt tiêu chuẩn TCVN 11888:2017 về gạo trắng và ISO 9001:2006; acid citric đạt tiêu chuẩn dùng cho thực phẩm, được bảo quản trong túi nilon, hàn kín, để ở nhiệt độ phòng.

2.2. Chế biến gạo-citric

Ngâm gạo trắng trong dung dịch acid citric (các nồng độ 1, 2, 4, và 8%) ở nhiệt độ phòng (25°C) trong các khoảng thời gian 15 phút, 30 phút, 60 phút. Rửa gạo 3 lần bằng nước cất, để ráo nước. Sấy gạo ở các nhiệt độ 40°C , 50°C và 60°C đến độ ẩm $< 5\%$. Để nguội, đóng vào túi nilon hàn kín, để ở nhiệt độ phòng.

2.3. Đánh giá chất lượng và độ ổn định của gạo - citric

Đánh giá chất lượng và độ ổn định của các mẫu gạo-citric ở các thời điểm ngay sau khi sấy khô, sau khi nấu thành cơm theo phương pháp truyền thống, sau khi bảo quản gạo ở nhiệt độ phòng trong 1 tháng, 2 tháng, 3 tháng, theo các tiêu chí:

Tính chất: thể chất, màu sắc, mùi vị; đánh giá bằng cảm quan, so sánh với gạo trắng.

Độ ẩm: Xác định bằng cân hàm ẩm Sartorius.

Độ hòa tan và khả năng trương nở của tinh bột trong nước theo phương pháp của V. H. Pham (2015) [1], so sánh với gạo trắng.

Nghiên nhỏ gạo trắng hoặc gạo-citric, rây lấy hạt có kích thước dưới 0,5 mm, được bột gạo. Làm song song 3 mẫu gạo-citric và 3 mẫu gạo trắng cho mỗi thử nghiệm.

Độ hòa tan: Thêm 30 ml nước cất vào 0,5 g bột gạo, khuấy đều, đun cách thủy 30 phút. Làm lạnh nhanh đến nhiệt độ phòng. Ly tâm ở tốc độ 1500 vòng/phút trong 30 phút. Gạn lấy phần dịch. Sấy phần dịch ở 120°C trong 4 giờ. Cân phần cặn. Tính độ hòa tan HT (%) theo công thức (1).

Khả năng trương nở: Thêm 5 ml nước cất vào 0,16 g bột gạo, lắc đều, đun cách thủy 30

phút, thỉnh thoảng lắc. Làm lạnh nhanh đến nhiệt độ phòng. Ly tâm ở tốc độ 3000 vòng/phút trong 15 phút. Gạn bỏ phần dịch. Cân phần khối đặc. Tính khả năng trương nở TN theo công thức (2).

$$HT = \frac{m_c}{m_g} \cdot 100(\%) \quad (1)$$

$$TN = \frac{m_c}{m_g} \quad (2)$$

Trong đó:

m_c : Khối lượng cấn sau khi sấy (g).

m_d : Khối lượng khối đặc (g).

m_g : Khối lượng bột gạo (g).

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ acid citric đến tính chất cảm quan của gạo- citric

Gạo trắng được ngâm trong dung dịch acid citric ở các nồng độ 1%, 2%, 4% và 8% trong 60 phút, sau đó được sấy ở 50°C trong khoảng 24 giờ đến độ ẩm < 5% và đánh giá bằng cảm quan. Kết quả khảo sát được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của nồng độ acid citric đến tính chất cảm quan của gạo- citric

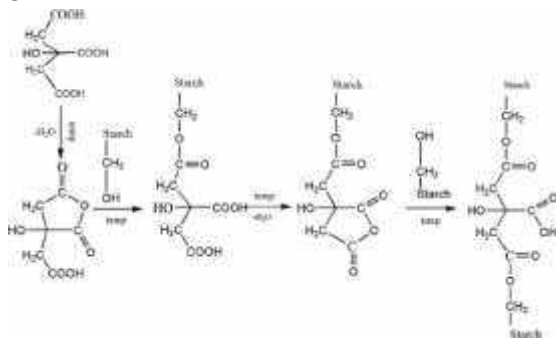
Mẫu gạo	Nồng độ acid citric (%)	Tính chất cảm quan	
		Sau khi sấy	Sau khi nấu thành cơm theo phương pháp truyền thống
1) Gạo - citric	1%	Màu trắng, hạt gạo khô, to, một số hạt bị gãy, vị ngọt, mùi thơm của gạo trắng, hơi có mùi chua và vị chua	Màu trắng, hơi dẻo, hơi nát, mùi thơm, vị ngọt, nhai lâu hơi có vị chua
2) Gạo - citric	2%	Màu trắng, hạt gạo khô, to, một số hạt bị gãy, vị chua nhẹ, có mùi đặc trưng của citric	Màu trắng, dẻo hơn mẫu 1, hơi nát, mùi thơm, vị ngọt, nhai lâu hơi có vị chua
3) Gạo - citric	4%	Màu trắng, hạt gạo khô, to, một số hạt bị gãy, vị chua, có mùi đặc trưng của citric	Màu trắng, dẻo hơn mẫu 2, hơi nát, có mùi đặc trưng của citric, vị ngọt, có vị chua
4) Gạo - citric	8%	Màu trắng, hạt gạo khô, to, một số hạt bị gãy, vị rất chua, có mùi đặc trưng của citric	Màu trắng, dẻo hơn mẫu 3, hơi nát, có mùi đặc trưng của citric, vị rất chua
5) Gạo trắng	-	Màu trắng, hạt gạo khô, to, hạt gạo lành lặn, vị ngọt, có mùi thơm đặc trưng của gạo tẻ	Màu trắng, hơi dẻo, khô, to, có mùi thơm, vị ngọt đặc trưng

Kết quả khảo sát cho thấy các mẫu gạo – citric sau khi sấy đều có màu trắng, hạt gạo khô, to. Tuy nhiên, cả 4 mẫu gạo – citric đều có hạt gạo bị gãy vụn hơn so với gạo trắng, đồng thời có mùi và vị chua đặc trưng của acid citric. Khi nấu những mẫu gạo này thành cơm, các mẫu đều có màu trắng, cơm dẻo và nát hơn, có vị nhạt hơn so với cơm nấu từ gạo trắng. Các mẫu cơm nấu từ gạo – citric với nồng độ acid citric 4% và 8% có mùi và vị chua khó ăn. Riêng các mẫu cơm nấu từ gạo – citric (acid citric 1%, 2%) vẫn còn vị ngọt thơm đặc trưng của cơm nấu từ gạo trắng, chỉ khi nhai lâu mới thấy vị chua nhẹ ở đầu lưỡi. Sự biến đổi về tính chất cảm quan của gạo -

citric so với gạo trắng như độ gãy vụn của gạo sau khi sấy, độ dẻo và nát của cơm, mùi và vị chua của acid citric tăng lên theo của nồng độ acid citric, trong đó mẫu gạo – citric dùng acid citric 2% vẫn giữ được nhiều nhất tính chất của gạo trắng, cả ở thời điểm sau khi sấy khô và sau khi nấu thành cơm theo phương pháp truyền thống.

Theo nhiều nghiên cứu đã công bố, nhóm hydroxyl -OH của phân tử tinh bột sẽ tham gia liên kết với các phân tử có nhóm carboxyl -C=O như acid citric, acid tạo thành chức ester làm biến đổi các tinh bột dễ thủy phân trong gạo thành tinh bột thủy phân chậm hoặc tinh bột kháng [3], [4]. Cấu trúc kiểu polyme

này (Hình 1) cũng giúp cho cơm nấu từ gạo-citric có thể chất dẻo dính và nát hơn so với cơm nấu từ gạo trắng, do cấu trúc đặc biệt này làm tăng độ nhớt, làm giảm khả năng trương nở và làm giảm độ hòa tan của tinh bột biến đổi so với tinh bột chưa biến đổi có trong gạo[1], [2], [3], [4].



Hình 1. Phản ứng tạo tinh bột kháng từ tinh bột và acid citric.

Acid citric là nguyên liệu rẻ tiền, dễ kiếm, ít độc hại, được dùng nhiều trong công nghiệp thực phẩm, có khả năng tạo ra tinh bột kháng khi phản ứng với các tinh bột trong gạo trắng. Nồng độ acid citric 2% giúp tạo ra gạo – citric có tính chất phù hợp với ứng dụng làm thực phẩm cho bữa ăn hàng ngày so với các nồng độ khác được lựa chọn cho những nghiên cứu tiếp theo.

Bảng 2. Ảnh hưởng của thời gian ngâm đến tính chất cảm quan của gạo- citric

Mẫu gạo	Thời gian ngâm (phút)	Tính chất cảm quan	
		Sau khi sấy	Sau khi nấu thành cơm theo phương pháp truyền thống
1) Gạo - citric	15	Màu trắng, hạt gạo khô, to, một số hạt bị gãy, vị chua nhẹ, có mùi đặc trưng của citric	Màu trắng, dẻo hơn mẫu 4, hơi nát, mùi thơm, vị ngọt, nhai lâu hơi có vị chua
2) Gạo - citric	30	Màu trắng, hạt gạo khô, to, nhiều hạt bị gãy, vị chua nhẹ, có mùi đặc trưng của citric	Màu trắng, dẻo và nát hơn mẫu 1, mùi thơm, vị ngọt, nhai lâu hơi có vị chua
3) Gạo - citric	60	Màu trắng, hạt gạo khô, to, nhiều hạt bị gãy, vị chua nhẹ, có mùi đặc trưng của citric	Màu trắng, dẻo và nát hơn mẫu 2, mùi thơm, vị ngọt, nhai lâu hơi có vị chua
4) Gạo trắng	-	Màu trắng, hạt gạo khô, to, hạt gạo lảnh lảnh, vị ngọt, có mùi thơm đặc trưng của gạo tẻ	Màu trắng, hơi dẻo, khô, to, có mùi thơm, vị ngọt đặc trưng

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến tính chất cảm quan của gạo- citric

Gạo trắng được ngâm trong dung dịch acid citric 2% trong 15 phút, sau đó được sấy ở các nhiệt độ 40°C, 50°C và 60°C trong khoảng 24 giờ đến độ ẩm < 5% và đánh giá bằng cảm quan. Kết quả khảo sát được trình bày trong Bảng 3.

3.2. Ảnh hưởng của thời gian ngâm đến tính chất cảm quan của gạo- citric

Gạo trắng được ngâm trong dung dịch acid citric 2% trong các khoảng thời gian 15 phút, 30 phút và 60 phút, sau đó được sấy ở 50°C trong khoảng 24 giờ đến độ ẩm < 5% và đánh giá bằng cảm quan. Kết quả khảo sát được trình bày trong Bảng 2.

Kết quả khảo sát cho thấy các mẫu gạo – citric sau khi sấy đều có màu trắng, hạt gạo khô, to. Tuy nhiên, cả 3 mẫu gạo – citric đều có hạt gạo bị gãy vụn hơn so với gạo trắng, đồng thời có mùi và vị chua đặc trưng của acid citric. Khi nấu những mẫu gạo này thành cơm, các mẫu đều có màu trắng, cơm dẻo và nát hơn, có vị nhạt hơn so với cơm nấu từ gạo trắng. Việc tăng thời gian ngâm gạo trong dung dịch acid citric làm tăng độ gãy vụn của gạo-citric sau khi sấy và tăng độ dẻo dính cũng như độ nát của cơm nấu từ gạo-citric, có thể do việc kéo dài thời gian ngâm giúp tăng hiệu suất của phản ứng tạo tinh bột kháng từ tinh bột trong gạo và acid citric. Tuy nhiên, chúng tôi nhận thấy thời gian ngâm 15 phút cho sản phẩm gạo-citric có tính chất phù hợp nhất với ứng dụng làm thực phẩm, vì vậy thời gian này được chúng tôi lựa chọn cho những nghiên cứu tiếp theo.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến tính chất cảm quan của gạo- citric

Mẫu gạo	Nhiệt độ sấy (°C)	Tính chất cảm quan	
		Sau khi sấy	Sau khi nấu thành cơm theo phương pháp truyền thống
1) Gạo - citric	40	Màu trắng, hạt gạo khô, to, một số hạt bị gãy, vị chua nhẹ, có mùi đặc trưng của citric	Màu trắng, dẻo hơn mẫu 4, hơi nát, mùi thơm, vị ngọt, nhai lâu hơi có vị chua
2) Gạo - citric	50	Màu trắng, hạt gạo khô, to, nhiều hạt bị gãy, vị chua nhẹ, có mùi đặc trưng của citric	Màu trắng, dẻo và nát hơn mẫu 1, mùi thơm, vị ngọt, nhai lâu hơi có vị chua
3) Gạo - citric	60	Màu trắng hơi vàng, hạt gạo khô, to, rất nhiều hạt bị gãy, vị chua nhẹ, có mùi đặc trưng của citric	Màu trắng hơi vàng, dẻo và nát hơn mẫu 2, mùi thơm, vị ngọt, nhai lâu hơi có vị chua
4) Gạo trắng	-	Màu trắng, hạt gạo khô, to, hạt gạo lành lặn, vị ngọt, có mùi thơm đặc trưng của gạo tẻ	Màu trắng, hơi dẻo, khô, to, có mùi thơm, vị ngọt đặc trưng

Kết quả khảo sát cho thấy các mẫu gạo – citric sau khi sấy đều có màu trắng đến hơi vàng, hạt gạo khô, to. Tuy nhiên, cả 3 mẫu gạo – citric đều có hạt gạo bị gãy vụn hơn so với gạo trắng, đồng thời có mùi và vị chua đặc trưng của acid citric. Khi nấu những mẫu gạo này thành cơm, các mẫu đều có màu trắng, cơm dẻo và nát hơn, có vị nhạt hơn so với cơm nấu từ gạo trắng. Việc tăng nhiệt độ sấy giúp giảm thời gian làm khô gạo nhưng làm tăng độ gãy vụn của gạo-citric sau khi sấy, đồng thời tăng độ dẻo dính cũng như độ nát của cơm nấu từ gạo-citric, đặc biệt khi tăng đến 60°C, gạo có màu hơi vàng và tăng tỷ lệ gãy vụn. Nhiệt độ tăng góp phần đẩy nhanh tốc độ của phản ứng polyme hóa tinh bột trong gạo bằng acid citric [3], [4], nhưng làm biến đổi nhiều thể chất của gạo. Vì vậy, chúng tôi lựa chọn 40°C là nhiệt độ thích hợp cho những nghiên cứu tiếp theo.

3.4. Kết quả khảo sát qui trình chế biến tối ưu

Gạo trắng được ngâm trong dung dịch acid citric 2% trong 15 phút, sau đó được sấy ở 40°C trong 24 giờ đến độ ẩm < 5%. Chất lượng sản phẩm được đánh giá bằng cảm quan và hàm lượng tinh bột, so sánh với gạo trắng. Qui trình chế biến được lặp lại 3 lần thu được kết quả như sau:

Về tính chất, các mẫu gạo-citric sau khi sấy đều có màu trắng, thể chất khô to, độ ẩm < 5%, số hạt bị gãy vụn không đáng kể so với

gạo trắng. Gạo-citric có hơi có mùi chua của acid citric còn dư, nhưng mùi này không còn sau khi rửa sạch gạo-citric và nấu thành cơm theo phương pháp truyền thống. Cơm nấu từ gạo-citric có cảm quan tương tự cơm nấu từ gạo trắng nhưng dẻo hơn, vị nhạt hơn và có vị chua nhẹ khi nhai kỹ.

Về khả năng trương nở và độ hòa tan, ở điều kiện thử nghiệm, các mẫu gạo-citric đều có khả năng trương nở giảm và độ hòa tan trong nước giảm so với các mẫu gạo trắng. Khả năng trương nở của gạo-citric giảm đáng kể so với gạo trắng (với các giá trị TN tương ứng là 10,78 và 15,70 g/g). Đồng thời, độ hòa tan của gạo-citric cũng giảm nhiều so với gạo trắng (với các giá trị HT% tương ứng là 7,25% và 18,59%). Các kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với những công bố của Phạm Văn Hưng (2015) và nhiều báo cáo khác về khả năng trương nở và độ hòa tan của tinh bột kháng tạo thành nhờ tác động của acid và nhiệt. Theo những nghiên cứu này, tinh bột kháng có độ hòa tan giảm và độ trương nở giảm so với tinh bột chưa xử lý, mức độ thay đổi cả hai chỉ số tỷ lệ thuận với sự tăng nồng độ acid và nhiệt độ thử nghiệm, trong đó sự chênh lệch về độ tan hoặc khả năng trương nở của hai loại tinh bột quan sát được rõ nhất ở các thử nghiệm sử dụng acid citric ở nhiệt độ 90°C [1], [2], [3], [4]. Chính cấu trúc ester hóa của tinh bột đã làm giảm khả năng tạo liên kết hydro với nước, do đó

làm giảm khả năng hòa tan trong nước của tinh bột, cấu trúc này cũng làm giảm khoảng trống giữa các phân tử, do đó làm giảm khả năng trương nở của sản phẩm (Hình 1). Sự thay đổi về khả năng trương nở và khả năng của tan cũng giúp giải thích vì sao khi nấu cơm từ gạo-citric, cơm nát hơn và có thể chất dẻo, dính hơn so với gạo trắng.

3.5. Kết quả kiểm tra sơ bộ độ ổn định của gạo citric

Kết quả kiểm tra độ ẩm, độ trương nở và độ hòa tan của gạo-citric sau 90 ngày thử nghiệm được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Độ ẩm, độ trương nở và độ hòa tan của gạo-citric sau 90 ngày.

Thời điểm (ngày)	Độ ẩm (%)		Độ trương nở (g/g)		Độ hòa tan (%)	
	Gạo-citric	Gạo trắng	Gạo-citric	Gạo trắng	Gạo-citric	Gạo trắng
0	2,35	13,43	15,70	10,78	7,25	18,59
30	5,98	12,41	15,98	10,55	7,87	16,76
60	6,73	13,22	14,55	11,03	8,04	17,64
90	7,88	12,35	13,33	10,25	6,98	19,02

Có thể thấy độ ẩm của gạo-citric tăng dần trong quá trình bảo quản do hút ẩm từ không khí, tuy nhiên độ ẩm của gạo citric không vượt quá 10%, so với gạo trắng (12-13%). Độ trương nở và độ hòa tan của các mẫu gạo thay đổi không đáng kể.

Về thể chất, gạo-citric ở các thời điểm kiểm tra đều có màu trắng đục, khô toi, mùi thơm nhẹ, nhai kỹ hơi có vị chua. Sau khi nấu thành cơm các mẫu gạo-citric đều có thể chất tương tự cơm nấu từ gạo trắng nhưng cơm nát hơn, có thể chất dẻo hơn, vị nhạt hơn và hơi có vị chua khi nhai kỹ, ở tất cả các thời điểm kiểm tra.

Như vậy có thể sơ bộ kết luận gạo-citric chế biến theo qui trình đã chọn có chất lượng ổn định sau 90 ngày trong điều kiện bảo quản.

4. Kết luận

Các yếu tố khảo sát như nồng độ acid citric, thời gian ngâm và nhiệt độ sấy đều có ảnh hưởng đến tính chất của gạo-citric. Qui trình chế biến gạo-citric với các thông số được lựa chọn bao gồm acid citric 2%, thời gian ngâm 15 phút, nhiệt độ sấy 40°C dễ thực hiện, ổn định và kinh tế, cho sản phẩm là gạo-citric ổn định ở điều kiện bảo quản và có thể dùng làm

thực phẩm thay gạo trắng. Kết quả này là tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo về gạo-citric giảm cân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. V. H. Pham, L. V. Ngo, and T. L. P. Nguyen, "Resistant starch improvement of rice starches under a combination of acid and heat-moisture treatments," *Food Chemistry*, vol.191, pp. 67-73, 2016.
- [2]. N. Reddy and Y. Yang, "Citric acid cross-linking of starch films", *Food Chemistry*, vol.118, pp. 702-711, 2010.
- [3]. J. H. Dupuis, Q. Liu, and R. Y. Yada, "Methodologies for Increasing the Resistant Starch Content of Food Starches: A Review", *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 13(2014), pp.1219-1245, 2014.
- [4]. C. Menzel, E. Olsson, T. S. Plivelic, R. Andersson, C. Johansson, R. Kuktaite, L. Järnström, and K. Koch, "Molecular structure of citric acid cross-linked starch films," *Carbohydrate Polymers*, 96 (2013), pp. 270-276, 2013.
- [5]. J. Y. Kim, Y. K. Lee, and Y. H. Chang, "Structure and digestibility properties of resistant rice starch cross-linked with citric acid," *International Journal of Food Properties*, vol. 20, pp. 2166-2177, 2017.