

ẢNH HƯỞNG CỦA pH, NỒNG ĐỘ CHẤT KHÔ BAN ĐẦU VÀ THỜI GIAN BẢO QUẢN ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC SIM - THANH LONG LÊN MEN

● PHAN THỊ NGỌC HẠNH - NGUYỄN THỊ THU HỒNG - NGUYỄN TẤN HÙNG

TÓM TẮT:

Nghiên cứu được thực hiện bằng việc phối trộn tỷ lệ dịch thanh long ruột đỏ/sim là 6,5/3,5; các giá trị pH và hàm lượng chất khô được điều chỉnh trong phạm vi 3,4-4,2 và 18-24, tương ứng. Tiến hành lên men hỗn hợp với *Saccharomyces cerevisiae* đến khi đạt độ cồn khoảng 5%Vol. Sản phẩm sau lên men được xử lý và bảo quản ở nhiệt độ 12-15°C. Kết quả cho thấy, dịch thanh long và sim sau khi phối trộn được điều chỉnh về giá trị pH ban đầu là 3,8 và 22°Brix cho sản phẩm có chất lượng cảm quan tốt sau khi lên men chính 3 ngày. Mặt khác, chất lượng sản phẩm được duy trì tốt sau thời gian bảo quản 4 tháng trong điều kiện thí nghiệm.

Từ khóa: bảo quản, lên men, trái sim, thanh long ruột đỏ.

1. Đặt vấn đề

Thanh long ruột đỏ (*Hylocereus costaricensis*) là cây ăn quả đặc sản được trồng chuyên canh tại Long An, Tiền Giang và một số địa phương ở miền Tây Nam Bộ.... Bên cạnh những quả đủ tiêu chuẩn để xuất khẩu thì vẫn còn một lượng lớn trái thứ phẩm có giá trị kinh tế thấp và không tiêu thụ hết trong nước, điều này gây lãng phí rất lớn. Trong trái thanh long ruột đỏ có chứa các betacyanin, betaxanthin và là nguồn chất xơ hữu ích, khoáng chất và phytoalbumin được đánh giá cao về tính chất chống oxy hóa, làm giảm nguy cơ mắc các bệnh mãn tính (Najafi et al., 2014). Tại Việt Nam, cây sim (*Rhodomyrtus tomentosa*) ngoài việc được tìm thấy tại Phú Quốc, Kiên Giang thì loại này còn mọc trên cao nguyên và các vùng núi. Các sắc tố chính chịu trách nhiệm cho màu sắc của quả sim

là các hợp chất anthocyanin bao gồm tannin, flavon, triterpenes và steroid có khả năng ngăn ngừa các bệnh tim mạch, đột quỵ và chống sự lão hóa (Nguyễn Minh Thủy, 2010). Trước đây, trái sim rừng chỉ được hái và tiêu thụ ở dạng ăn tươi hoặc bán với giá thành thấp, số lượng tiêu thụ không quá lớn và khó bảo quản nên giá trị không cao,... Giá trị dinh dưỡng của sản phẩm lên men tăng lên do sự giải phóng acid amin và các chất dinh dưỡng khác từ nấm men trong quá trình lên men (Saranraj et al., 2017). Do đó, việc tiến hành nghiên cứu một yếu tố ảnh hưởng đến quy trình chế biến nước uống lên men và khả năng bảo quản trên cơ sở kết hợp giữa thanh long ruột đỏ và quả sim vừa giúp tận dụng nguồn nguyên liệu sẵn có ở từng địa phương, đồng thời hứa hẹn mang đến một dạng nước uống lên men mới về hương vị và có màu sắc

đẹp, góp phần đa dạng hóa sản phẩm nước lên men từ hai loại trái cây này.

2. Nguyên vật liệu và phương pháp

2.1. Nguyên vật liệu chính

Thanh long ruột đỏ loại thứ phẩm được mua tại Chợ Gạo, Tiền Giang (chín đồng đều, quả không bị giập). Sim được mua ở Đắk Lắk, chọn những quả còn tươi, có độ chín đồng đều, có màu tím, loại bỏ những quả sim bị dập nát, hư hỏng.

2.2. Phương pháp công nghệ

2.2.1. Xử lý thu hồi dịch thanh long và sim

Nguyên liệu sim và thanh long được rửa, xử lý (bỏ vỏ, cắt miếng đối với thanh long) sau đó tiến hành bảo quản trong tủ đông -20°C . Sau khi nghiền ép, dịch thanh long ruột đỏ và trái sim được tiến hành bổ sung enzyme pectinase với nồng độ 0,03% và ủ ở nhiệt độ 40°C trong 1 giờ cho thanh long (Nguyễn Chí Dũng và cs, 2016) và 0,8% trong 5 giờ đối với sim (Nguyễn Minh Thủy, 2010).

2.2.2. Quy trình chế biến: Phối chế

Dịch thanh long + dịch sim (6,5 : 3,5) → Điều chỉnh pH, °Brix → Thanh trùng (NaHSO_3 : 122 mg/lít, 2 giờ) → Cấy nấm men (20 triệu tế bào/ml) → Lên men (3 ngày) → Lên men phụ (10 ngày) → Lọc, vô chai, thanh trùng ($70^{\circ}\text{C}/5$ phút) → Thành phẩm → Bảo quản.

2.2.3. Phương pháp thực nghiệm

- Ảnh hưởng của giá trị pH (3,4-4,2) và nồng độ chất khô hòa tan ban đầu (18-24 độ Brix) đến quá trình lên men.

- Khảo sát sự thay đổi chất lượng của sản phẩm theo thời gian bảo quản mát ($12-15^{\circ}\text{C}$) trong bao bì PET.

2.3. Phương pháp phân tích hóa lý và cảm quan

Hàm lượng ethanol (TCVN 5562-2009), mật độ tế bào nấm men (Đếm trực tiếp trên buồng đếm hồng cầu), độ hấp thụ (đo độ hấp thụ A tại bước sóng 545 nm), hàm lượng anthocyanin (phương pháp pH vi sai), chỉ tiêu vi sinh vật (TCVN 5042:1994), hàm lượng NaHSO_3 - tính theo SO_2 (QCVN 4-12:2010/BYT), Polyphenol tổng (Phương pháp Folin-Ciocalteu với đường chuẩn acid gallic).

2.4. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên

với 3 lần lặp lại. Số liệu thu thập được xử lý, phân tích ANOVA với kiểm định LSD và so sánh các mức độ của từng nhân tố bằng chương trình Stagraphics centurion XV.I.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của giá trị pH và nồng độ chất khô hòa tan đến chất lượng sản phẩm

Trong quá trình lên men rượu, pH và hàm lượng chất khô ban đầu (°Brix) là một trong các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lên men bên cạnh sulfur dioxide, nhiệt độ, thành phần của nước trái cây, các loại nấm men và tương tác của vi sinh vật Satav and Pethe (2016). Kết quả đánh giá ảnh hưởng của nồng độ chất khô hòa tan ban đầu và giá trị pH đến các thông số cuối của quá trình lên men được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1 cho thấy, việc thay đổi các thông số chất lượng ban đầu (°Brix và pH) của hỗn hợp tác động có ý nghĩa ($p < 0,05$) đến các thông số chất lượng cuối của hỗn hợp sau lên men như pH, độ Brix và điểm cảm quan khi độ cồn đạt 5%Vol. Với nồng độ chất khô hòa tan, đều giảm ở tất cả các mẫu trong quá trình lên men. Với cùng một giá trị pH, khi độ Brix ban đầu cao thì lượng đường sót trong sản phẩm cuối cũng cao tương ứng và có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các mẫu. Ở pH 3,4, nồng độ chất khô hòa tan trong sản phẩm cuối dao động trong khoảng 12,6-13,8. Sự dao động này ứng với khoảng 11,9-15,4 ở pH 3,8 và 11,7-16,0 ở pH 4,2. Với cùng một giá trị nồng độ chất khô ban đầu, các mẫu có giá trị pH ban đầu cao thì nồng độ chất khô hòa tan trong sản phẩm cuối cao và có sự khác biệt ý nghĩa giữa các mẫu. Nguyên nhân là do mẫu có hàm lượng đường ban đầu cao (24°Brix) làm ức chế hoạt động sống của nấm men, tốc độ tiêu hao cơ chất chậm nên tốc độ lên men chậm dẫn đến hàm lượng chất khô còn lại cao. Kết quả này tương đồng với công bố của Choo et al. (2018) khi tỷ lệ đường cao sẽ có ảnh hưởng xấu đến hoạt động của vi sinh vật do áp suất thẩm thấu cao làm ức chế sự trao đổi chất của vi sinh vật và có thể làm giảm số lượng tế bào sống. Đối với mẫu có pH thấp, hàm lượng chất khô cao là môi trường không thuận lợi cho nấm men nên thời gian lên men kéo dài, làm cho hiệu suất thu hồi thấp, chất lượng sản phẩm kém, tạo ra mùi vị không tốt cho

Bảng 1. Thông số chất lượng của sản phẩm sau lên men ở các giá trị pH và hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu

Thông số ban đầu		Thông số cuối sau lên men				Điểm cảm quan		
pH	Brix	°Brix	pH	Độ cồn (% Vol)	Ngày lên men	Mùi	Vị	Độ trong và màu sắc
3,4	18	12,6 ^{bc}	3,26 ^b	5,13 ^a	3	3,73 ^a	2,89 ^{ab}	3,89 ^a
	20	13,07 ^c	3,27 ^b	5,13 ^a	4	3,72 ^a	3,17 ^{bc}	4,0 ^{ab}
	22	13,1 ^{cd}	3,18 ^a	5,39 ^a	5	3,84 ^a	3,73 ^d	4,17 ^{bcd}
	24	13,8 ^d	3,16 ^a	5,58 ^a	5	3,62 ^a	2,78 ^a	4,06 ^{abc}
3,8	18	11,9 ^{ab}	3,73 ^e	5,11 ^a	2	3,77 ^a	3,39 ^{cd}	4,28 ^{de}
	20	13,1 ^{cd}	3,68 ^{de}	5,21 ^a	3	4,11 ^b	4,11 ^e	4,39 ^{ef}
	22	15,2 ^e	3,65 ^{cd}	5,13 ^a	3	4,56 ^c	4,5 ^f	4,5 ^f
	24	15,4 ^e	3,61 ^c	5,47 ^a	4	4,17 ^b	4,28 ^{ef}	4,39 ^{ef}
4,2	18	11,7 ^a	4,06 ^h	5,21 ^a	2	3,73 ^a	3,46 ^{cd}	4,22 ^{cde}
	20	13,6 ^d	3,97 ^g	5,62 ^a	3	4,22 ^b	4,22 ^{ef}	4,28 ^{de}
	22	15,2 ^e	3,89 ^f	5,58 ^a	3	4,31 ^b	4,33 ^{ef}	4,28 ^{de}
	24	16,0 ^e	3,83 ^f	5,27 ^a	4	4,17 ^b	4,28 ^{ef}	4,39 ^{ef}

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái thường (a,b,c,d,...) khác nhau thì thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

sản phẩm. Theo Satav and Pethe (2016), độ pH ưa thích của rượu vang là khoảng 3,6 và độ pH tốt hơn cho nấm men và vi khuẩn lactic là khoảng 4,5. Tuy nhiên, vi khuẩn gây hư hỏng cũng có thể phát triển tốt ở pH 4,5 và không phát triển tốt dưới pH 3,66. Nấm men và một số vi khuẩn lactic vẫn có thể chuyển hóa trong phạm vi pH từ 3,3-3,6. Do đó, độ pH thấp có thể kéo dài quá trình lên men do sự phát triển chậm của vi sinh vật liên quan.

Về giá trị pH ở sản phẩm cuối, sau quá trình lên men chính, pH của tất cả các mẫu đều giảm so với pH ban đầu do CO₂ và acid hữu cơ tạo thành trong quá trình lên men. Giá trị pH thấp (pH 3,4) sẽ giúp ức chế các vi sinh vật tạp nhiễm nhưng cũng làm ức chế hoạt động sống của nấm men làm cho thời gian lên men chính kéo dài. Theo Zamora (2009), sản phẩm trái cây lên men thay đổi đáng kể về độ pH, với các giá trị dưới 3,1 được cảm nhận là chua trong khi các giá trị trên 3,7 có

vị “bằng phẳng”, mang lại cho sản phẩm hương vị tươi mới, giảm hóa nâu và ổn định các ester. Như vậy, pH thích hợp cho lên men nước quả khoảng 3,8. Giá trị pH này có thể ổn định độ rượu, ức chế sự phát triển của vi khuẩn và tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình lên men. Theo Dimero and Tepora (2018), ở mức đường ban đầu thấp, nấm men giả định điều kiện tối ưu cho hoạt động của chúng mà không bị ức chế do tốc độ chuyển hóa đường thành rượu rất nhanh. Do đó, rượu thu được nên chứa cồn cao và lượng đường dư không đáng kể. Tăng lượng đường ban đầu của quá trình lên men dẫn đến lượng đường còn lại rất cao và nồng độ cồn thấp. Theo Huan et al. (2020), nấm men *Saccharomyces cerevisiae* có thể chuyển hóa đường trong nước trái cây thành rượu và acid hữu cơ, sau đó phản ứng để tạo thành aldehyde, ester và các hợp chất hóa học khác. Các hợp chất giúp cải thiện các đặc tính chất lượng của sản phẩm nước trái cây lên men.

Mặt khác, việc điều chỉnh pH và nồng độ chất khô ($^{\circ}$ Brix) ban đầu của hỗn hợp lên men tác động có ý nghĩa ($p < 0,05$) đến các tính chất cảm quan như mùi, vị và màu sắc, độ trong của sản phẩm. Cụ thể, khi hỗn hợp được lên men với giá trị pH thấp (pH 3,4) và hàm lượng chất khô thấp thì sản phẩm có mùi cồn nhiều, vị chua, hậu vị kém, không hài hòa và kém đặc trưng. Ở giá trị pH 3,8 và 4,2 điểm đánh giá cảm quan về mùi, độ trong và màu sắc không có sự khác biệt so với mẫu pH 3,4. Tuy nhiên, ở $^{\circ}$ Brix ban đầu là 18, sản phẩm có điểm cảm quan về vị thấp, hơi chua, không đậm đà, hậu vị yếu. Trong khi đó, các mẫu 22 và 24 $^{\circ}$ Brix ban đầu không có sự khác biệt về vị. Trong đó, mẫu có chỉ số ban đầu là 22 $^{\circ}$ Brix và giá trị pH 3,8 có chất lượng cảm quan được đánh giá cao nhất, mùi thơm dịu, hài hòa, hậu vị tốt, màu đỏ tím đẹp hoàn toàn đặc trưng cho sản phẩm. Như vậy, dịch sim và thanh long điều chỉnh với nồng độ chất khô ban đầu là 22 $^{\circ}$ Brix với pH 3,8 với thời gian lên men 3 ngày giúp sản phẩm có giá trị cảm quan tốt với độ cồn đạt $\sim 5\%$ Vol.

3.2. Các biến đổi chất lượng của sản phẩm trong quá trình bảo quản

Bảng 2 cho thấy, có sự thay đổi theo chiều hướng giảm các thành phần polyphenol tổng và anthocyanin trong suốt thời gian bảo quản. Sau quá trình bảo quản (5 tháng) thì hàm lượng polyphenol trong sản phẩm giảm hơn 50% so với thời điểm bắt đầu bảo quản (3,535 mgGAE/100 ml còn lại 1,292 mgGAE/100 ml). Sự giảm TPC trong quá trình bảo quản có thể là do có thể sản sinh ra một số polyphenol oxidase trong quá trình

phát triển của vi sinh vật trong sản phẩm đã phân huỷ các thành phần như flavonoid và sự polyme hóa nhiều anthocyanin trong quá trình bảo quản (Kwaw et al. 2018). Đây là một dấu hiệu cho thấy tính ổn định tương đối của TPC trong quá trình bảo quản. Mặt khác, theo Lê Ngọc Tú và cộng sự (2003), do bản chất của anthocyanin là những hợp chất phenol nên rất dễ bị oxy hóa trong các điều kiện khác nhau và cũng chính điều này là nguyên nhân của sự sụt giảm màu sắc và độ hấp thu. Các anthocyanin bị suy thoái tạo thành sắc tố nâu và có sự hình thành các aglycol không bền làm giảm màu sắc của sản phẩm.

Bảng 3 cho thấy, có sự dao động nhẹ đối với các thông số pH, $^{\circ}$ Brix và chỉ số acid tổng sau 5 tháng bảo quản sản phẩm. Trong đó, sự thay đổi về độ pH ít rõ ràng hơn so với $^{\circ}$ Brix. Điều này có thể là do sự hiện diện của các hợp chất như acid amin, acid hữu cơ,... là môi trường đệm tự nhiên trong nước trái cây (Kwaw et al. 2018). Sự gia tăng giá trị pH có thể là kết quả của việc sử dụng các acid thông qua quá trình chuyển hóa hoặc sản xuất các enzyme phân giải các acid hữu cơ thành các hợp chất không có tính acid do đó làm tăng độ pH. Kết quả này phù hợp với những kết quả đã báo cáo trước đây về các loại nước trái cây khác trong quá trình bảo quản.

Đối với chỉ số màu cho độ sáng (L^*), có sự sụt giảm nhẹ sau thời gian 5 tháng bảo quản. Trong giai đoạn đầu (3 tháng) của quá trình bảo quản hầu như không có sự khác biệt nào về màu sắc của sản phẩm so với ban đầu. Sau giai đoạn này (4-5 tháng), sản phẩm từ màu đỏ tím đặc trưng bắt

Bảng 2. Sự thay đổi hàm lượng TPC, anthocyanin và độ hấp thu (Abs) của sản phẩm

Thời gian bảo quản (tháng)	TPC (mgGAE/100ml)	Anthocyanin (mg/l)	Độ hấp thu (Abs)
Ban đầu	3,535* \pm 0,04**	7,037 \pm 0,09	0,618 \pm 0,01
1	2,790 \pm 0,06	6,205 \pm 0,12	0,484 \pm 0,02
2	2,088 \pm 0,02	5,517 \pm 0,16	0,358 \pm 0,01
3	1,865 \pm 0,02	3,183 \pm 0,11	0,318 \pm 0,01
4	1,771 \pm 0,03	1,486 \pm 0,14	0,301 \pm 0,01
5	1,292 \pm 0,07	0,127 \pm 0,08	0,215 \pm 0,01

Ghi chú: * Giá trị trung bình của 3 lần lặp lại; ** Độ lệch chuẩn của giá trị trung bình

Bảng 3. Sự thay đổi hàm lượng acid tổng, pH và °Brix, độ đậm nhạt (L*), chỉ số C* và góc màu (H°) của sản phẩm

Thời gian (tháng)	pH	°Brix	Acid tổng (%)	Chroma (C*)	Góc màu (Hue, độ)	L*
Ban đầu	3,65*±0,12**	15,24±0,34	0,58±0,01	2,30±0,11	14,07±0,23	25,34±0,11
1	3,68±0,22	15,22±0,24	0,57±0,01	2,26±0,12	27,02±0,23	24,90±0,12
2	3,69±0,13	15,21±0,33	0,57±0,01	2,09±0,11	26,87±0,34	24,89±0,11
3	3,72±0,14	14,58±0,23	0,57±0,01	2,23±0,10	27,26±0,14	24,77±0,10
4	3,74±0,14	14,56±0,24	0,57±0,01	2,68±0,09	29,57±0,21	24,27±0,12
5	3,81±0,12	14,25±0,22	0,56±0,01	3,07±0,12	30,58±0,31	23,65±0,10

Ghi chú: * Giá trị trung bình của 3 lần lặp lại; ** Độ lệch chuẩn của giá trị trung bình

đầu có dấu hiệu ngả sang màu tím nhạt, hơi nâu. Nguyên nhân của hiện tượng này có thể do quá trình phân hủy betanin và anthocyanin diễn ra trong suốt quá trình bảo quản (Woo et al. 2011). Theo Choo et al. (2018), hàm lượng betanin trong nước thanh long ruột đỏ lên men được bảo quản ở 4°C tương đối ổn định trong thời gian 8 tuần bảo quản (mức giảm khoảng 20%). Betanin là thành phần không bền nhiệt và do đó quá trình phân hủy được tăng tốc khi sản phẩm được bảo quản ở nhiệt độ 25°C. Để cải thiện độ ổn định của betanin, cần giảm giá trị hoạt độ nước xuống dưới 0,63. Điều này được trình bày trong một nghiên cứu được thực hiện bởi Siow and Wong (2017), trong đó thanh long ruột đỏ cô đặc với hoạt độ nước thấp hơn (0,832) giữ lại betacyanins tốt hơn so với sản phẩm có hoạt độ nước cao hơn (0,983). Bên cạnh đó, góc màu (Hue) của sản phẩm thay đổi đáng kể trước và sau khi bảo quản. Màu sắc trực quan của sản phẩm thay đổi chậm, điều này cho thấy sản phẩm có độ bền màu tốt sau 3-4 tháng bảo quản.

3.3. Thành phần hóa học của sản phẩm (Bảng 4, 5)

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy sản phẩm đạt các yêu cầu về vi sinh theo tiêu chuẩn TCVN 5042:1994 về sản phẩm đồ uống có độ cồn thấp sau 4 tháng bảo quản.

Bảng 4. Chỉ tiêu hóa học của sản phẩm nước thanh long và sim lên men

STT	Chỉ tiêu	Giá trị
1	Hàm lượng ethanol (độ rượu)	5,12
2	Nồng độ chất khô hòa tan (°Bx)	14,2
3	pH	3,65
4	Đường tổng (g/100 ml)	10,83
5	Đường khử (g/100 ml)	10,12
6	Acid tổng (%)	0,58
7	Hàm lượng metanol (mg/l ethanol)	5,777
8	Hàm lượng NaHSO ₃ (tính theo hàm lượng SO ₂) (mg/l)	237,15

Bảng 5. Kết quả kiểm tra vi sinh của sản phẩm nước thanh long và sim lên men sau 4 tháng bảo quản ở nhiệt độ 12-15°C

Chỉ tiêu	Giới hạn	Kết quả
1. Tổng số vi sinh vật hiếu khí	103	93
2. E.coli, CFU/1 ml	0	0
3. Coliforms, CFU/1 ml	0	0
4. Cl. perfringens, CFU/1 ml	0	0
5. Tổng số nấm men - nấm mốc, CFU/ml	102	0

4. Kết luận

Như vậy, hàm lượng chất khô hòa tan ban đầu trong dịch lên men có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình lên men. Dịch thanh long và sim sau khi phối trộn được điều chỉnh về giá trị pH ban

đầu là 3,8 và 22°Brix cho sản phẩm có chất lượng cảm quan tốt sau khi lên men chính 3 ngày. Mặt khác, chất lượng sản phẩm được duy trì tốt sau thời gian bảo quản khoảng 4 tháng trong điều kiện thí nghiệm ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Choo, K. Y., Kho, C., Ong, Y. Y., Thoo, Y. Y., Lim, L. H., Tan, C. P., & Ho, C. W. (2018). Fermentation of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) for betalains concentration. *International Food Research Journal*, 25(6), 2539-2546.
2. Choo, Kah Yee, Kho, C., Ong, Y. Y., Thoo, Y. Y., Lim, R. L. H., Tan, C. P., & Ho, C. W. (2018). Studies on the storage stability of fermented red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) drink. *Food Science and Biotechnology*, 27(5), 1411-1417.
3. Dimerio, F. N., & Tepora, T. F. (2018). Processing and Development of Dragon Fruit Wine. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(5), 1943-1947.
4. Dũng, N. C., Dương, V. M., & Mỹ, N. H. (2016). *Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ lên men chính và nhiệt độ bảo quản đến chất lượng sản phẩm rượu vang thanh long ruột đỏ (Hylocereus Polyrhizus) (pp. 60-68)*. pp. 60-68.
5. Haj Najafi, A., Yusof, Y. A., Rahman, R. A., Ganjloo, A., & Ling, C. N. (2014). Effect of osmotic dehydration process using sucrose solution at mild temperature on mass transfer and quality attributes of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). *International Food Research Journal*, 21(2), 625-630.
6. Huan, P. T., Hien, N. M., & Anh, N. H. T. (2020). Optimization of alcoholic fermentation of dragon fruit juice using response surface methodology. *Food Research*, 4(5), 1529-1536.
7. Kwaw, E., Tchabo, W., Ma, Y., Apaliya, M. T., Sackey, A. S., Mintah, B. K.,... Ma, S. (2018). Effect of storage on quality attributes of lactic-acid-fermented mulberry juice subjected to combined pulsed light and ultrasonic pasteurization treatment. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(3), 1763-1771.
8. Saranraj, P., Sivasakthivelan, P., & Naveen, M. (2017). Fermentation of fruit wine and its quality analysis: A review. *Australian Journal of Science and Technology*, 1(2), 85-97.
9. Siow, L. F., & Wong, Y. M. (2017). Effect of juice concentration on storage stability, betacyanin degradation kinetics, and sensory acceptance of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice. *International Journal of Food Properties*, 20(3), 623-632.
10. Nguyễn Minh Thủy (2010). Bước đầu nghiên cứu thử nghiệm sản xuất si-rô từ trái sim rừng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 2010:14,294-303.
11. Woo, K. K., Ngou, F. H., Ngo, L. S., Soong, W. K., & Tang, P. Y. (2011). Stability of betalain pigment from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *American Journal of Food Technology*, 6(2), 140-148.

Ngày nhận bài: 6/2/2021

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 6/3/2021

Ngày chấp nhận đăng bài: 8/3/2021