

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN TIỀN XỬ LÝ ĐẾN CHẤT LƯỢNG KHÓM SẤY (CÀ ĐÚC-HẬU GIANG)

Nguyễn Minh Thủy¹, Nguyễn Thị Tô Như², Nhan Minh Trí¹, Đinh Công Dinh³,
Nguyễn Phú Cường¹, Hồ Thanh Hương¹ và Nguyễn Thị Mỹ Tuyên¹

¹ Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

² Học viên Cao học Công nghệ Thực phẩm Khóa 17

³ Học viên Cao học Công nghệ Sau thu hoạch Khóa 19

Thông tin chung:

Ngày nhận: 20/05/2013

Ngày chấp nhận: 23/12/2013

Title:

Effect of Pretreatments on
Quality Attributes of
Dehydrated Pineapple
Slices

Từ khóa:

Lát khóm sấy, tiền xử lý,
thuộc tính, tách nước thẩm
thấu, sấy bằng không khí

Keywords:

Pineapple slices,
pretreatments, attributes,
osmotic dehydration, air-
dehydrated

ABSTRACT

Queen pineapple from Cau Duc, Hau giang province was used for the study. The effect of pre-treatment methods on drying process and quality attributes of dehydrated pineapple slices was investigated. These included maturity stage of pineapple; osmotic solution concentrations (30÷45°Brix); pectin coating levels (1 to 2.5%). Finally, the sample was dried at temperatures from 60 to 70°C until obtaining targeted moisture content of product (20 to 25% dry basis). The physico-chemical qualities of the fresh pineapple fruit were determined after peeling and slicing to spherical slices of 6 cm radius/1.5 cm thickness. The slices were air-dried in a cabinet drier; the quality of dried pineapple was monitored during drying and the physical and chemical qualities of the dried products were analysed at the end of the process. The data obtained were statistically analysed using the Statistical Analysis System. The results revealed that there was a significant effect ($p < 0.05$) of the pre-treatments on quality of the product. Dried pineapple slices ranked the best by the pre-treatment with osmotic concentration of 35°Brix (ratio of sucrose to glucose was 90:10), pectin film coating of 1.5% and drying temperature of 65°C, while the control sample was ranked the last for all evaluated sensory attributes.

TÓM TẮT

Hiệu quả của phương pháp tiền xử lý cho quá trình sấy và các thuộc tính chất lượng của khóm sấy (giống khóm Queen Cau Đúc, Hậu Giang) được nghiên cứu. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình chế biến sản phẩm bao gồm độ chín của trái, nồng độ dung dịch thẩm thấu (30÷45°Brix) và áo màng pectin (1÷2,5%) được khảo sát. Lát khóm được sấy ở nhiệt độ thay đổi từ 60-70°C đến khi độ ẩm cuối sản phẩm đạt 20-25% (căn bản khô). Các tính chất lý hóa của khóm tươi được xác định sau khi gọt vỏ và cắt thành lát tròn bán kính 6 cm/độ dày 1,5 cm. Các lát khóm được sấy bằng không khí nóng. Chất lượng sản phẩm được theo dõi trong quá trình sấy và các đặc tính lý hóa của sản phẩm được phân tích ở cuối tiến trình. Các dữ liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm phân tích thống kê. Kết quả cho thấy ảnh hưởng đáng kể ($p < 0,05$) của các biện pháp tiền xử lý đến chất lượng của sản phẩm. Lát khóm sấy được đánh giá cảm quan cao khi tiền xử lý thẩm thấu trong dung dịch 35°Brix (tỷ lệ sucrose và glucose là 90:10), bao màng pectin 1,5% và sấy ở nhiệt độ 65°C, trong khi mẫu đối chứng cho kết quả đánh giá thấp nhất ở tất cả các thuộc tính cảm quan.

1 GIỚI THIỆU

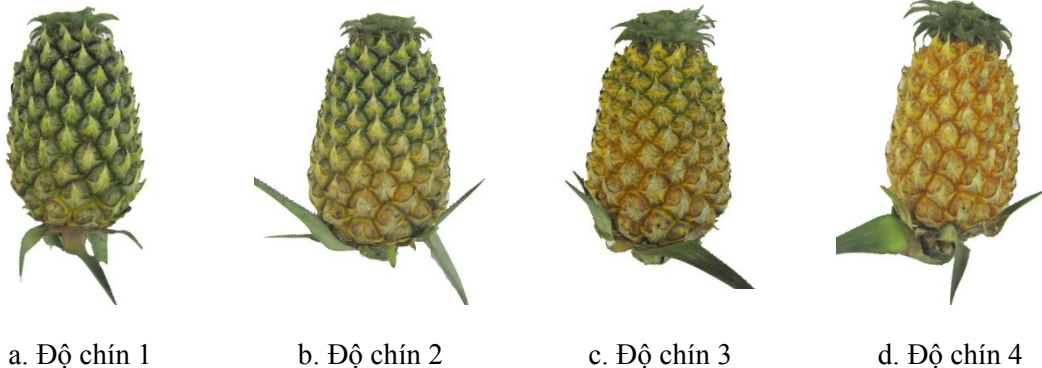
Khóm Cầu Đúc được xem là một trong ba mặt hàng đặc sản của tỉnh Hậu Giang, và được Cục Sở hữu trí tuệ công nhận nhãn hiệu hàng hóa “khóm Cầu Đúc Hậu Giang” năm 2006. Khóm ở khu vực này có vị ngọt thanh, có mùi thơm mạnh, chứa nhiều loại vitamin cần thiết như vitamin A, B, C. Trong sản xuất, sấy là một trong những phương pháp để nâng cao giá trị và thời gian bảo quản của sản phẩm nông nghiệp nói chung và khóm nói riêng. Tuy nhiên, màu sắc và giá trị dinh dưỡng của khóm dễ bị biến đổi trong quá trình sấy. Sấy thẩm thấu cũng được sử dụng thành công trong việc làm giảm độ hoạt động của nước trong rau quả đến khoảng 0,9 và duy trì được chất lượng sản phẩm như ban đầu. Đây cũng được xem là công cụ có giá trị trong chế biến thực phẩm giảm thiểu, tách một phần nước từ mô thực vật bằng cách ngâm sản phẩm trong một dung dịch ưu trương. Động lực làm khuếch tán nước từ mô vào trong dung dịch là sự chênh lệch áp suất thẩm thấu của dung dịch và tế bào. Sự khuếch tán nước luôn xảy ra cùng với sự khuếch tán chất tan từ dung dịch thẩm thấu vào mô (Rastogi *et al.*, 2002). Tách

nước thẩm thấu được sử dụng như bước tiền xử lý trong nhiều quá trình để cải thiện giá trị dinh dưỡng, cảm quan và chức năng của thực phẩm mà không làm thay đổi tính nguyên vẹn của chúng (Rastogi *et al.*, 2002). Nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của tách nước thẩm thấu trước quá trình sấy đã được thực hiện (Singh *et al.*, 2006). Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu được thực hiện với kết hợp của các biện pháp xử lý đối với quá trình sấy các loại quả nhiệt đới như khóm. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá kết quả ảnh hưởng của quá trình tiền xử lý bằng biện pháp kết hợp các yếu tố đến sự thay đổi các thuộc tính chất lượng của sản phẩm khóm sấy.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Độ chín nguyên liệu

Nguyên liệu khóm được thu hoạch hoặc chọn lựa với bốn độ chín khác nhau: độ chín 1 (màu vỏ 25% chuyển sang màu vàng), độ chín 2 (màu vỏ 50% màu vàng tươi), độ chín 3 (màu vỏ 75% màu vàng tươi) và độ chín 4 (màu vỏ 100% màu vàng sẫm) (Hình 1).



Hình 1: Các mức độ chín của khóm sử dụng cho thí nghiệm

Khóm được xử lý sơ bộ, rửa sạch, tía mắt, cắt khoanh, bỏ lõi. Natri metabisulphite 0,1% được hòa tan vào nước và ngâm khóm với tỷ lệ khóm:nước là 1:3 trong 10 phút. Tiếp theo xử lý thẩm thấu với dung dịch đường 35°Brix trong 120 phút. Sau đó, khóm được vớt ra để ráo và sấy ở nhiệt độ 65°C đến độ ẩm 20÷25%.

2.2 Tách nước thẩm thấu

Sau khi chọn độ chín thích hợp cho sản phẩm khóm sấy, thí nghiệm được thực hiện tiếp theo với sự thay đổi nồng độ dung dịch thẩm thấu. Các bước xử lý nguyên liệu tương tự thí nghiệm ban đầu, nguyên liệu được ngâm trong dung dịch 30-45°Brix (tỷ lệ đường sucrose: glucose là 100:0,

90:10, 80:20), tỷ lệ quả và dịch thẩm thấu là 1:3 trong 120 phút. Sau khi đủ thời gian xử lý, lát khóm được vớt ra để ráo và sấy ở nhiệt độ 65°C trong thời gian khoảng 13–15 giờ đến độ ẩm cuối của sản phẩm là 20÷25%.

2.3 Kỹ thuật bao màng

Kỹ thuật bao màng được thực hiện nhằm cải thiện cấu trúc của sản phẩm sấy. Khóm được xử lý tương tự như các thí nghiệm trước (với các thông số tối ưu). Dung dịch pectin được chuẩn bị bằng cách hòa tan pectin và đường (tỷ lệ pectin:đường là 1:1) vào nước với nồng độ pectin 1,0 đến 2,5%. Khóm được làm ráo sau khi thẩm thấu và bao màng bằng dung dịch pectin đã chuẩn bị như trên.

2.4 Sấy khóm

Các lát khóm sau khi xử lý được làm ráo, sắp xếp trên các khay có lỗ (bằng thép không rỉ) và sấy trong tủ sấy không khí nóng với nhiệt độ được điều chỉnh từ 60÷70°C đến độ ẩm khoảng 20-25% (db). Sau khi sấy, các lát khóm được cân, phân tích các chỉ tiêu lý hóa học và đánh giá cảm quan.

2.5 Các chỉ tiêu theo dõi

Xác định thời gian cần thiết của quá trình sấy sản phẩm khóm đến độ ẩm yêu cầu;

Các chỉ tiêu hóa học: °Brix, hàm lượng acid (%), độ ẩm (%), vitamin C (mg%) (Phạm Văn Sô và Bùi Thị Nhu Thuận, 1991).

Các chỉ tiêu vật lý:

Cấu trúc: sản phẩm khóm sấy được cắt miếng hình rẽ quạt (bằng 1/8 khoanh khóm sấy). Sử dụng Texture Analyser TA-TX2i với đầu đo dạng lưỡi dao (tiết diện: 2x2x0,5mm; tốc độ đi xuống của lưỡi dao: 2mm/s). Chạy chương trình đo lực nén với độ cao 10 mm và khoảng cách bằng 50% độ dày của miếng khóm. Kết quả thu được là trung bình cộng của ba lần đo đặc cho mỗi mẫu.

Màu sắc: màu của sản phẩm dựa vào giá trị L: biểu thị độ sáng-tối. Sử dụng phần mềm Artwaever 1.0 để lấy giá trị R,G, B từ ảnh kỹ thuật số. Sử dụng phần mềm hiệu chỉnh và chuyển đổi giá trị R, G, B sang giá trị ΔL (ΔL là sai khác giữa mẫu đo và mẫu chuẩn màu trắng).

Đánh giá cảm quan: sản phẩm khóm sấy (màu sắc, mùi, vị, cấu trúc) theo phương pháp phân tích mô tả định lượng QDA (Quantitative Descriptive Analysis) với điểm cho từ 0 đến 5 (từ kém đến tốt).

3 KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của độ chín nguyên liệu đến chất lượng sản phẩm khóm sấy

3.1.1 Tính chất lý hóa học của khóm tươi (Cầu Đúc, Hậu Giang)

Khóm Cầu Đúc chứa các chất dinh dưỡng quan trọng với hàm lượng tương đối cao (Bảng 1). Hàm lượng acid ascorbic khoảng 29 mg/100g trọng lượng tươi với hàm ẩm khoảng 80%. Vị khóm ngọt thanh với hàm lượng chất khô hòa tan cao (trong đó chủ yếu là các loại đường), chiếm khoảng 14,75°Brix và hàm lượng acid (tính theo acid citric) dao động trong khoảng 0,55% (trọng lượng tươi).

Bảng 1: Các tính chất hóa học của khóm tươi (Cầu Đúc, Hậu Giang)

Các chỉ tiêu chất lượng	Giá trị
pH (xác định trên dịch quả)	3,80 ± 0,02
Acid (tính theo acid citric) (% trong thịt quả)	0,55 ± 0,01
Tổng chất khô hòa tan (°Brix) (xác định trên dịch quả)	14,75 ± 0,08
Độ ẩm (% trong thịt quả)	80,05 ± 0,07
Acid ascorbic (mg/100 g thịt quả)	29,05 ± 0,80

3.1.2 Các tính chất lý hóa học của khóm sấy (Cầu Đúc, Hậu Giang) theo độ chín

Hàm lượng acid ascorbic và acid citric của sản phẩm giảm khi độ chín nguyên liệu tăng (Bảng 2), trong đó hàm lượng cao nhất được thể hiện đối với khóm có độ chín 1. Khi trái chín thêm, các biến đổi sinh hóa làm thay đổi cấu trúc (Rosnah *et al.*, 2009), protopectin chuyển hóa thành pectin hòa tan và chất này tiếp tục bị thủy phân tạo thành các đường đơn dưới tác dụng của hệ thống enzyme nội tại (protopectinase, pectinase và glucosidase) (Trần Minh Tâm, 2000).

Bảng 2: Các chỉ tiêu hóa học của sản phẩm khóm sấy ở các độ chín khác nhau

Độ chín	Chỉ tiêu hóa học		Các đặc tính lý học	
	Acid ascorbic (mg%)	Acid (tính theo acid citric) (%)	ΔL	Độ cứng (g lực)
1	19,83 ^c	1,15 ^c	17,81 ^a	452,90 ^c
2	14,94 ^b	1,01 ^b	28,40 ^b	407,14 ^b
3	13,90 ^b	0,93 ^b	41,00 ^c	360,26 ^a
4	10,31 ^a	0,78 ^a	41,25 ^c	328,84 ^a

Ghi chú: Các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. ΔL: sai khác giữa mẫu đo và mẫu chuẩn màu trắng

Bên cạnh đó hemicellulose và cellulose cũng bị thủy phân thành glucose... làm cho thành tế bào không còn khả năng kháng lại áp suất thẩm thấu bên trong không bào, các liên kết giữa màng bên ngoài và bên trong tế bào thay đổi. Không khí càng dễ thâm nhập vào bên trong của trái, sự oxy hóa acid ascorbic diễn ra liên tục cũng làm giảm một lượng lớn chất này khi độ chín tăng. Ngoài ra khi sấy, các tế bào ở bề mặt bị tổn thương, enzyme phenolase và cơ chất của nó được giải phóng, tiếp xúc với khí O₂, tạo điều kiện phản ứng hóa nâu do enzyme xảy ra. Acid ascorbic là chất khử mạnh có tác dụng khử oxy và chuyển các hợp chất quinone

thành o-diphenol, ở đó acid ascorbic trở thành chất bị oxy hóa và sự hóa nâu sản phẩm không diễn ra (Ponting và Joslyn, 1948). Như vậy, hàm lượng acid ascorbic cao ở khóm có độ chín thấp cũng góp phần duy trì màu sắc cho sản phẩm khóm sấy.

Trong quá trình sấy, phản ứng hóa nâu do enzyme và không do enzyme (giữa carbohydrate và acid amin) xảy ra ở nhiệt độ tăng dần (Kotwaliwale *et al.*, 2007) làm cho giá trị ΔL của khóm sấy cũng giảm khi độ chín nguyên liệu tăng (thể hiện đồng thời ở Bảng 2). Hàm lượng đường của trái tăng theo độ chín do hoạt động của các enzyme (glucose-6-phosphate và fructose-6-phosphate) cùng với sự phân hủy hemicellulose thành cellulose và đường 5C, sự phân hủy cellulose thành đường glucose cũng góp phần làm đường trong trái tăng lên khi chín. Hàm lượng đường tăng theo độ chín cùng với độ ẩm giảm từ quá trình sấy là điều kiện cho phản ứng Maillard và làm cho màu sản phẩm sậm dần.

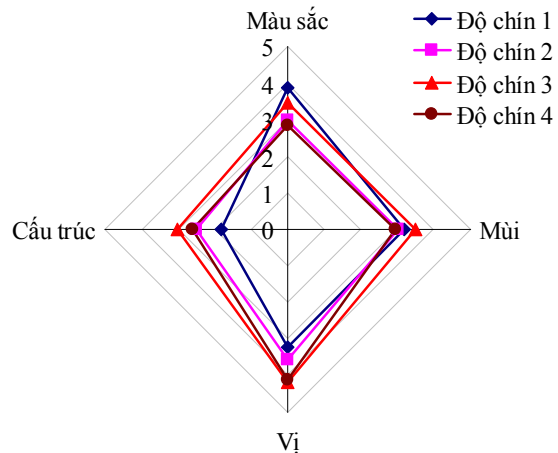
Khóm có độ chín 1 cho sản phẩm có độ cứng lớn nhất (Bảng 2). Cấu trúc của sản phẩm khóm sấy bị ảnh hưởng bởi thành phần cấu tạo vách tế bào của khóm nguyên liệu. Thành phần cấu tạo vách tế bào thực vật là phân tử cellulose có dạng sợi được kết dính với nhau bằng chất nền gồm có

các đường đa và protein. Giữa hai vách sơ cấp của các tế bào liền kề nhau là phiến giữa (middle lamella), và một lớp mỏng giàu chất polysaccharide gọi là pectin, thường hiện diện dưới dạng calcium pectate. Pectin giữ vai trò quan trọng trong cấu trúc của rau quả. Các pectin định vị trong thành tế bào có thể liên kết với các polysaccharide và protein để tạo thành các protopectin không tan tạo cấu trúc cứng chắc cho rau quả. Theo Adisak (2006), độ cứng của trái giảm do sự thay đổi cấu trúc pectin trong quá trình chín của thành tế bào.

3.1.3 Ảnh hưởng của độ chín nguyên liệu đến giá trị cảm quan của khóm sấy

Chất lượng của khóm sấy ở các độ chín khác nhau còn được đánh giá theo phương pháp QDA (thông qua các chỉ tiêu cấu trúc, hương vị, màu sắc) (Hình 2). Kết quả cho thấy sản phẩm khóm sấy được chế biến từ nguyên liệu có độ chín 1 có màu sắc sáng nhất và khác biệt đáng kể so với các độ chín còn lại. Tuy nhiên, đánh giá tổng thể cho thấy khóm sấy được chế biến từ khóm có độ chín 3 cho giá trị cảm quan cao ở tất cả các chỉ tiêu còn lại. Ở độ chín này, sản phẩm có màu sắc đẹp (Hình 3), cấu trúc mềm mại và mùi vị thơm ngon (như đã giải thích ở trên).

Hình 2: Biểu đồ mạng nhện đánh giá cảm quan sản phẩm khóm sấy ở 4 độ chín



Độ chín 1



Độ chín 2



Độ chín 3



Độ chín 4

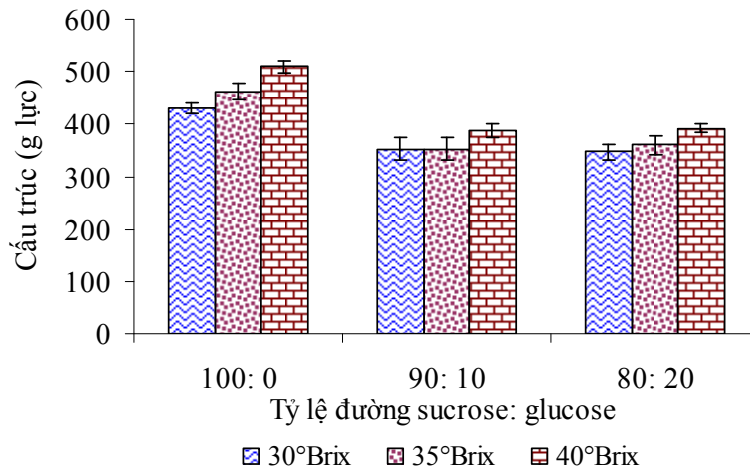
Hình 3: Sản phẩm khóm sấy ở độ chín khác nhau

3.2 Ảnh hưởng của nồng độ và tỷ lệ đường sucrose: glucose đến chất lượng của sản phẩm khóm sấy

3.2.1 Cấu trúc

Quá trình thẩm thấu có tác dụng cải thiện màu sắc, cấu trúc và duy trì hương vị của sản phẩm sau

quá trình chế biến (Ponting *et al.*, 1996). Khi tăng nồng độ dung dịch thẩm thấu thì độ cứng của sản phẩm tăng (Hình 4). Trong cùng một tỷ lệ sucrose:glucose, nguyên liệu ngâm trong dung dịch có nồng độ 40°Brix cho sản phẩm cứng nhất. Cấu trúc của sản phẩm được cải thiện hơn khi giảm tỷ lệ sucrose:glucose 90:10 và 80:20.

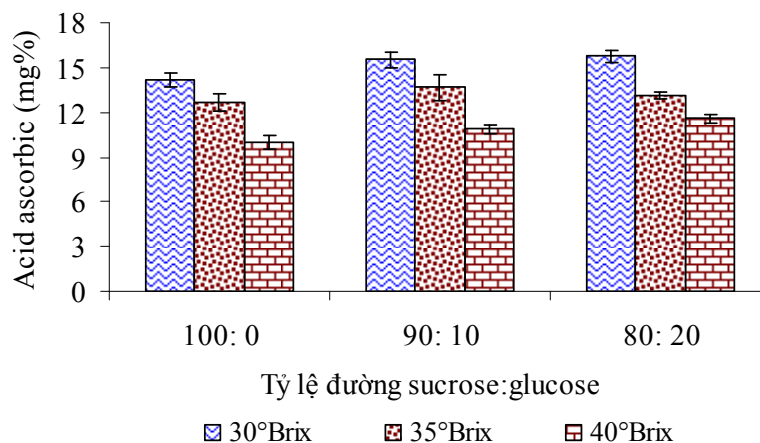


Hình 4: Cấu trúc của sản phẩm khóm sấy xử lý thẩm thấu với các nồng độ và tỷ lệ đường sucrose: glucose khác nhau

3.2.2 Hàm lượng acid ascorbic

Hàm lượng acid ascorbic của khóm sấy thể hiện sự khác biệt đáng kể giữa các mẫu xử lý thẩm

thấu (Hình 5). Hàm lượng vitamin C cao nhất ở mẫu xử lý thẩm thấu trong dung dịch 30°Brix và thấp nhất ở mẫu xử lý trong dung dịch 40°Brix.



Hình 5: Hàm lượng acid ascorbic của sản phẩm khóm sấy xử lý thẩm thấu với các nồng độ và tỷ lệ đường sucrose: glucose khác nhau

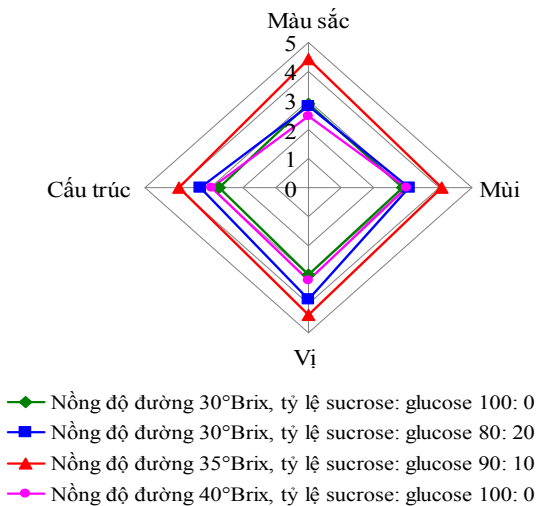
Khi ngâm nguyên liệu trong dung dịch hoàn toàn đường sucrose thì sản phẩm có hàm lượng acid ascorbic thấp nhất, kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Hussain *et al.* (2004). Không có sự khác biệt rõ về hàm lượng acid

ascorbic trong sản phẩm khi ngâm nguyên liệu trong dung dịch có tỷ lệ sucrose:glucose 90:10 và 80:20. Hiện tượng giảm vitamin C khi tăng nồng độ dung dịch thẩm thấu chính là do màng tế bào không có tính chọn lọc hoàn hảo trong sự vận

chuyển thẩm thấu nên các chất tan (khoáng chất, vitamin, acid, đường) hiện diện trong mẫu hòa tan vào dung dịch thẩm thấu (Taiwo *et al.*, 2002). Ngoài ra, nồng độ dung dịch thẩm thấu càng cao thì sự chênh lệch áp suất thẩm thấu của dung dịch và tế bào càng lớn dẫn đến quá trình khuếch tán chất tan trong nguyên liệu ra ngoài, trong đó có vitamin C (Rastogi *et al.*, 2002). Ngoài ra, tỷ lệ sucrose:glucose ảnh hưởng đến sự biến đổi hàm lượng vitamin C của sản phẩm, khi tăng lượng glucose trong dung dịch thẩm thấu thì hàm lượng vitamin C trong sản phẩm tăng (Hussain *et al.*, 2004).

3.2.3 Đánh giá cảm quan

Nguyên liệu khóm xử lý thẩm thấu ở nồng độ đường 35°Brix cho vị ngọt vừa, trong đó phối hợp sucrose và glucose với tỷ lệ 90:10 (%) cho sản phẩm có giá trị cảm quan cao nhất về màu sắc, mùi, vị và cấu trúc (Hình 6). Khóm thẩm thấu trong dung dịch đường 30°Brix, không bổ sung đường glucose (tỷ lệ sucrose: glucose là 100:0) cho sản phẩm có giá trị cảm quan thấp nhất. Sự khuếch tán của nước đồng thời với sự thất thoát các chất tự nhiên như acid, vitamin, khoáng chất, chất màu và sucrose vào dung dịch thẩm thấu (Lombard *et al.*, 2008).



a. Giản đồ mạng nhện



b. Sản phẩm khóm sấy xử lý thẩm thấu 35°Brix, tỷ lệ sucrose:glucose 90:10

Hình 6: Đánh giá cảm quan sản phẩm khóm sấy xử lý thẩm thấu với nồng độ và tỷ lệ đường sucrose và glucose

3.3 Ảnh hưởng của kỹ thuật bao màng đến chất lượng của sản phẩm khóm sấy

Áo ngoài sản phẩm bằng pectin có tác dụng làm giảm sự phá vỡ cấu trúc. Kết quả đánh giá bằng phương pháp QDA cho thấy sản phẩm khóm sấy được áo pectin với nồng độ 1,5% được đánh giá tốt nhất ở tất cả các chỉ tiêu, đặc biệt là cấu trúc (Hình 7). Trong khi đó khóm sấy áo pectin với nồng độ 2,5% có điểm cảm quan thấp nhất, có lẽ sự hiện diện của pectin với nồng độ cao làm bề mặt của sản phẩm nhớt hơn, cấu trúc sản phẩm lại quá mềm.

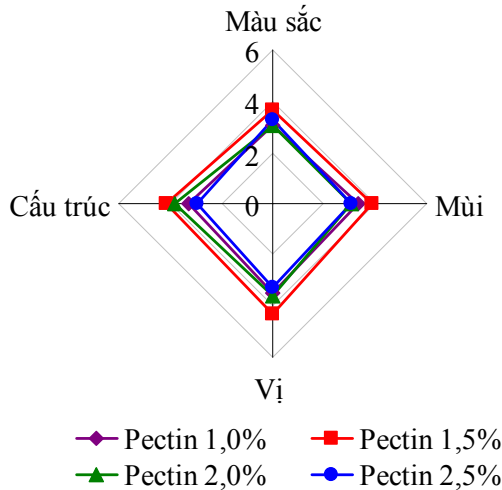
Sản phẩm khóm sấy áo màng pectin nồng độ

1,5% có cấu trúc mềm mại nhất (Bảng 3). Nồng độ thấp hơn sản phẩm vẫn duy trì độ cứng, khô, trong khi nồng độ quá cao làm cho sản phẩm bị mềm. Pectin sử dụng có thể tạo độ sáng bóng bề mặt sản phẩm, màng pectin hạn chế tổn thất ẩm và các chất thơm bay hơi hiện diện trên bề mặt sản phẩm trong quá trình vận chuyển và tồn trữ. Đồng thời sự xâm nhiễm vi sinh vật bề mặt sản phẩm có thể kiểm soát bởi màng pectin. Màng này được sử dụng nhiều cho các loại quả sấy khô và một số loại kẹo. Ngoài ra màng áo bên ngoài còn có tác dụng làm giảm phản ứng màu nâu, mất độ ẩm và duy trì hương vị của lát táo (Salvatori *et al.*, 1998; Swenson *et al.*, 1953).

Bảng 3: Cấu trúc của sản phẩm khóm sấy theo nồng độ dung dịch pectin áo ngoài

Nồng độ pectin (%)	Cấu trúc (g lực)
1,0	341,57 ± 11,27*
1,5	272,63 ± 12,98
2,0	298,53 ± 16,58
2,5	290,48 ± 17,78

*Độ lệch chuẩn của giá trị trung bình

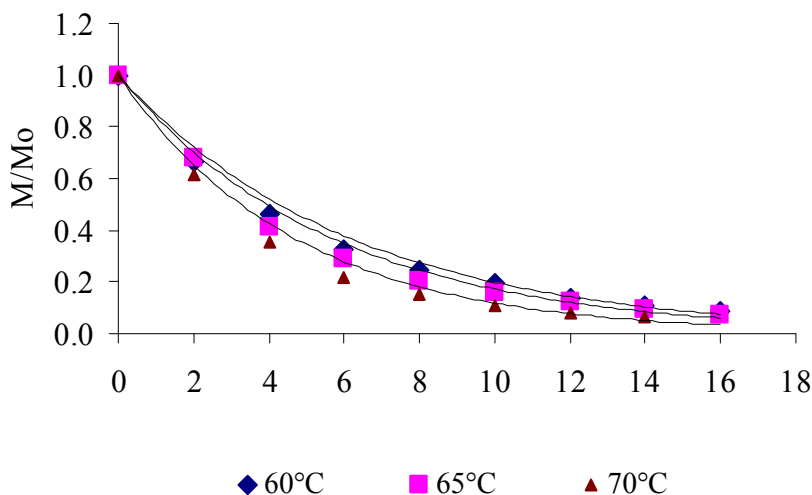


Hình 7: Giảm độ mạng nhện đánh giá cảm quan khóm sấy theo nồng độ dung dịch pectin sử dụng

3.4 Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy

3.4.1 Xây dựng đường cong sấy

Đường cong sấy được thực hiện sẽ dự đoán được thời điểm kết thúc quá trình sấy khi hàm ẩm



Hình 8: Mức độ tương thích của các đường cong sấy thực nghiệm và mô hình ở các nhiệt độ sấy khác nhau (60, 65 và 70°C)

đạt yêu cầu với chất lượng sản phẩm cao. Hình 8 biểu diễn sự thay đổi tỷ lệ độ ẩm là hàm của thời gian sấy ở cả 3 nhiệt độ sấy thực hiện. Mô hình exponent được cho ở **công thức 1** tương thích với dữ liệu thực nghiệm.

$$\frac{M}{M_o} = \exp(-kt) \tag{1}$$

Trong đó, M (%), (căn bản ướt) là hàm ẩm của sản phẩm ở thời gian t; M_o là hàm ẩm ban đầu của nguyên liệu sấy (% căn bản ướt); k là hằng số quá trình sấy và t là thời gian sấy (giờ). Mô hình exponent thể hiện sự tương thích với dữ liệu thực nghiệm (p>0,01) cho kết quả ở các **công thức 2, 3 và 4**.

Cho quá trình sấy ở 60°C,

$$\frac{M}{M_o} = e^{-0,162t} \quad R^2 = 0,98 \tag{2}$$

Cho quá trình sấy ở 65°C,

$$\frac{M}{M_o} = e^{-0,176t} \quad R^2 = 0,98 \tag{3}$$

Cho quá trình sấy ở 70°C,

$$\frac{M}{M_o} = e^{-0,213t} \quad R^2 = 0,97 \tag{4}$$

Kết quả cho thấy mô hình có thể áp dụng tốt để dự đoán độ ẩm ở các thời gian sấy khác nhau với giá trị R² cao được tìm thấy.

3.4.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến chất lượng sản phẩm

Hàm lượng vitamin C (acid ascorbic)

Sản phẩm khóm sấy ở nhiệt độ 70°C có hàm lượng vitamin C thấp nhất và khác biệt ý nghĩa so với các nhiệt độ còn lại (Bảng 4). Nhiệt độ sấy tăng thường làm giảm hàm lượng vitamin C (Ramallo, 2012; Idah *et al.*, 2010). Dữ liệu thực nghiệm cho thấy không có sự khác biệt ở nhiệt độ sấy 60 và 65°C.

Bảng 4: Các chỉ tiêu lý hóa học của sản phẩm khóm sấy ở các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ sấy (°C)	Hàm lượng vitamin C (mg%)	Hàm lượng acid tổng số (%)	Cấu trúc (g lực)
60	15,58 ^b	1,11 ^c	284,75 ^a
65	14,95 ^b	0,95 ^b	323,64 ^b
70	12,77 ^a	0,89 ^a	363,05 ^c

Ghi chú: Các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%

Hàm lượng acid tổng số

Hàm lượng acid tổng số của sản phẩm khóm sấy giảm khi độ sấy tăng. Khi sấy ở nhiệt độ 60°C cho sản phẩm có hàm lượng acid tổng số cao nhất và khác biệt ý nghĩa so với các nhiệt độ còn lại (có thể do sự bay hơi). Không có sự khác biệt lớn về hàm lượng này ở nhiệt độ sấy 65 và 70°C (thể hiện đồng thời ở Bảng 4).

Cấu trúc

Sản phẩm sấy dưới tác dụng của nhiệt độ thường biến đổi hình dạng và tính chất cơ học. Nguyên nhân chủ yếu là do sự mất ẩm trong quá trình sấy dẫn đến vỡ cấu trúc tế bào (Panagiotou *et al.*, 1998), các tế bào co rút và biến dạng và làm cấu trúc của sản phẩm cứng hơn (Bảng 4). Hiện tượng này được khắc phục khi thực hiện biện pháp thấm thấu và áo ngoài sản phẩm, khi đó độ hoạt động của nước trong sản phẩm sẽ thấp và cấu trúc của sản phẩm cũng mềm mại hơn.

Đánh giá cảm quan

Khóm sấy ở nhiệt độ 60÷65°C có màu sắc đẹp do sự biến màu của sản phẩm bởi tác động của enzyme hoặc phản ứng hóa học đều bị ức chế (Kaleemullah và Kailappan, 2006). Nhiệt không chỉ làm bay hơi nước trong quá trình sấy, ảnh hưởng đến màu sắc mà còn làm tổn thất thành

phần dễ bay hơi từ thực phẩm, vì vậy sản phẩm khóm sấy ở nhiệt độ 70°C thể hiện điểm đánh giá kém hơn ở tất cả các đặc tính cảm quan.

4 KẾT LUẬN

Sản phẩm khóm sấy đạt giá trị chất lượng cao khi được chế biến từ trái tươi có độ chín 3. Khóm được thực hiện quá trình tiền xử lý thấm thấu trong dung dịch đường 35°Brix (với tỷ lệ sucrose và glucose là 90:10), áo màng pectin 0,5% và sấy ở 65°C trong thời gian 14 giờ. Với các thông số kỹ thuật tối ưu được thực hiện, cấu trúc và giá trị cảm quan của sản phẩm khóm sấy được cải thiện rõ rệt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Adisak J. 2006. Impack of cropping season in Northern Thailand on the Quality of Smooth Cayenne Pineapple. II. Influence on Physico-chemical Attributes. International Journal of Agriculture and Biology.
2. Hussain I., Iqbal M., Shakir I. and Ayub N. 2004. Effect of Sucrose and Glucose Mixture on the Quality Characteristics of Osmotically Dehydrated Banana Slices. Pakistan Journal of Nutrition 3 (5): 282-284.
3. Idah P.A., Musa J.J. and Olaleye S.T. 2010. Effect of Temperature and Drying Time on Some Nutritional Quality Parameters of Dried Tomatoes. Department of Agriculture and Bio-Resource Engineering, AU J.T. 14(1): 25-32.
4. Kaleemullah S. and Kailappan R. 2006. Modelling of thin-layer drying kinetics of red chillies. Journal of Food Engineering 76: 531-537.
5. Kotwaliwale N., Bakane P., Verma A. 2007. Changes in textural and optical properties of oyster mushroom during hot air drying. Journal of Food Engineering 78: 1207-1211.
6. Lombard G.E., Oliveira J.C., Fito P. and A. Andrés, 2008. Osmotic dehydration of pineapple as a pre-treatment for further drying. Journal of Food Engineering. 85: 277-284.
7. Panagiotou N.M., Karathanos V.T. and Maroulis Z.B., 1998. Mass transfer modeling of the osmotic dehydration of some fruits. Int. J. Food Sci. Technol, 33, 267-284.

8. Phạm Văn Sổ và Bùi Thị Như Thuận. 1991. Kiểm nghiệm lương thực, thực phẩm. Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.
9. Ponting J.D. and Joslyn M.A. 1948. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. Archives of Biochemistry, 19 (1): 47-63.
10. Ponting J.D., Watters G.G., Forrey R.R., Jackson R. and Stanley W.L. 1996. Osmotic dehydration of fruits. Food Technology 20:125-128,
11. Ramallo L.A. and Mascheroni R.H. 2012. Quality evaluation of pineapple fruit during drying process. Food and Bioproducts Processing 90, 275–283.
12. Rastogi N., Raghavarao K., Niranjan and Knorr D. 2002. Recent Developments in Osmotic dehydration: Methods To Enhance Mass transfer. Trends in Food sciences and Technology. 13, 48 – 59 pp.
13. Rosnah S., Wan R.W.D., Mohd S.T. and Osman H. 2009. Physico-mechanical Properties of the Josapine Pineapple Fruits. Pertanika Journal of Science and Technology, 17 (1): 117-124.
14. Salvatori D., Andres A., Albors A., Chiralt A. and Fito P. 1998. Structural and compositional profiles in osmotically dehydrated apple. J. Food Sci., 63 (4): 606-610.
15. Singh B., Panesar P.S., Gupta A.K. và Kennedy J.F. 2006. Sorption isotherm behavior of osmoconvectively dehydrated carrot cubes. Journal of food processing and preservation, Vol. 30, 6, pp. 684–698.
16. Swenson H.A., Miers J.C., Schultz T.H. and Owens H.S. 1953. Pectinate and pectate coatings. II. Application to nuts and fruit products. Food Technol., 7 (4): 232-235.
17. Taiwo K.A., Eshtiaghi M.N., Ade-Omowaye B.I.O. and Knorr D. 2003. Osmotic dehydration of strawberry halves: influence of osmotic agents and pretreatment methods on mass transfer and product characteristics. International Journal of Food Science and Technology. 38: 693-707.
18. Trần Minh Tâm. 2000. Bảo quản và chế biến nông sản sau thu hoạch. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội.