

SỰ THAY ĐỔI TÍNH CHẤT HÓA LÝ CỦA HẠT SEN THEO ĐỘ TUỔI THU HOẠCH

Nguyễn Văn Mười¹, Trịnh Đạt Tân² và Trần Thanh Trúc¹

ABSTRACT

A study was carried out on lotus seeds of different maturities grown at Thoai Son district, An Giang province for their physico-chemical composition. From this study, the relation of physical properties of lotus seed of ripening stages can be determined by regression equation. While the changes of apparent density of lotus seeds can be described using polynomial regression, their hardness and moisture content were estimated using simple regression. In addition, moisture changes were inversely proportional to hardness of lotus seed of different maturities. The growth of lotus seed can be divided into 3 stages: development (younger than 17 days), maturity (17 ÷ 23 days) and overmature (older than 23 days).

Keywords: lotus seed, ripening stages, density, moisture content, hardness

Title: Study on the physical properties changes of lotus seeds (*Nelumbo nucifera*) in harvest ripeness

TÓM TẮT

*Sự biến đổi tính chất vật lý của hạt sen (*Nelumbo nucifera*) sau thu hoạch ở các độ tuổi khác nhau được tiến hành trên sen có nguồn gốc Đài Loan trồng tại huyện Thoại Sơn, tỉnh An Giang. Kết quả khảo sát cho thấy có sự tăng lên của đường kính gương, khối lượng gương, khối lượng hạt, chiều dài hạt, tỉ trọng hạt, tỉ lệ nhân hạt và cấu trúc hạt, đồng thời là sự giảm của độ ẩm hạt khi độ tuổi tăng. Sự thay đổi về độ ẩm và độ cứng của hạt sen theo độ tuổi tuân theo phương trình bậc 1 và có mối quan hệ tỷ lệ nghịch. Trong khi sự thay đổi về tỉ trọng biểu kiến của hạt sen tuân theo phương trình bậc 2.*

Từ khóa: hạt sen, độ tuổi thu hoạch, tỉ trọng, độ ẩm, độ cứng

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Sen là một loại cây được trồng phổ biến ở Việt Nam, đặc biệt là ở vùng đồng bằng sông Cửu Long như các tỉnh Đồng Tháp, Vĩnh Long, An Giang, Tiền Giang,... Sen cho giá trị dinh dưỡng cao và là loại nguyên liệu có đặc tính dược lý. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, do lợi nhuận thu được từ sen rất lớn (cao gấp 1,5 ÷ 2 lần so với trồng lúa), nên sen được trồng với sản lượng cao trong khi nguồn thu mua và chế biến sản phẩm từ sen chưa đủ để tiêu thụ hết nguồn nguyên liệu này (số liệu của phòng Nông nghiệp huyện Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp).

Rau quả nói chung cũng như sen nói riêng thường được thu hoạch dựa vào kinh nghiệm của người trồng, hậu quả của việc này là nguyên liệu không đồng nhất hoặc không phù hợp với mục đích sử dụng cho quá trình chế biến, vì thế làm giảm hiệu quả kinh tế cũng như chất lượng sản phẩm. Chính vì lý do này, việc tìm ra

¹ Bộ môn Công nghệ Thực phẩm – Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng

² Sinh viên lớp Công nghệ thực phẩm K28 – Đại học Cần Thơ

phương pháp xác định nhanh thời điểm thu hoạch nguyên liệu là một công việc quan trọng và có tính cần thiết.

Thông thường, việc xác định chất lượng nguyên liệu dựa trên phân tích hóa học có độ chính xác cao. Tuy nhiên, quá trình này cần các phương pháp và phương tiện khá phức tạp cũng như đòi hỏi thời gian. Trong khi đó, các biến đổi tính chất vật lý cũng thay đổi rất nhanh theo độ tuổi và có thể nhận biết dễ dàng bằng các giác quan. Vì vậy, việc nghiên cứu các biến đổi vật lý của hạt sen theo thời gian tăng trưởng có một ý nghĩa to lớn trong việc xác định thời điểm thu hoạch phù hợp với mục đích sử dụng và phù hợp với quá trình chế biến.

Trong quá trình sinh trưởng của rau quả cũng như hạt sen, bên cạnh sự thay đổi thành phần hóa học là sự thay đổi rõ rệt về mặt vật lý như sự gia tăng kích thước, sự thay đổi màu sắc, khối lượng,... Màu sắc là biến đổi đầu tiên có thể nhận thấy bằng giác quan, đặc biệt đối với những loại rau quả có sự hiện diện của chlorophyll. Sự thay đổi màu sắc của rau quả thường theo xu hướng từ màu hơi vàng khi mới hình thành đến màu xanh lá khi rau quả trưởng thành và cuối cùng là sự mất màu của chlorophyll khi rau quả về già (Eskin *et al.*, 1971; Hoàng Kim Anh, 2005). Trong rất nhiều trường hợp, thời điểm thu hoạch được xác định thông qua sự thay đổi màu sắc của rau quả (Camelo, 2002).

Cùng với sự thay đổi màu sắc trong quá trình tăng trưởng là sự thay đổi về kích thước. Đối với phần lớn các loại rau quả thì kích thước có sự thay đổi rất nhanh từ khi mới hình thành cho đến khi trưởng thành, giai đoạn này kích thước tăng lên rất nhanh, nhưng giai đoạn từ lúc trưởng thành đến khi trái chín thì kích thước tăng lên không đáng kể. Đối với các loại rau củ như: khoai tây, hành tây, đậu Hà Lan,... việc xác định thời điểm thu hoạch phụ thuộc nhiều vào kích thước.

Trong nhiều trường hợp, việc xác định kích thước gặp nhiều khó khăn do sự thay đổi kích thước hạt hầu như ổn định ở giai đoạn thuần thực, khối lượng là một thông số dễ dàng được xác định và có mối tương quan rõ nét đến độ tuổi của rau quả (Sahin and Sumnu, 2006; Eskin *et al.*, 1971).

Các đặc tính tương quan về khối lượng – thể tích – diện tích là một trong 5 nhóm đặc tính cơ học quan trọng nhất của thực phẩm (Rahman, 2005). Sự thay đổi về khối lượng riêng hay tỉ trọng là thông số quan trọng, biểu thị cả sự tương quan đồng thời của khối lượng, thể tích và diện tích mẫu. Đây chính là thành phần quan trọng nhất được sử dụng trong việc đánh giá và xác định chất lượng rau quả (Rahman, 2005). Kết quả nghiên cứu của Bùi Thị Cẩm Hương và Nguyễn Bảo Vệ (2005) cho thấy, sự thay đổi về khối lượng riêng là một trong những thông số quan trọng trong việc xác định độ tuổi của hầu hết các loại xoài.

Tuy nhiên, những đặc tính vật lý bên ngoài chưa đủ để đánh giá chính xác chất lượng rau quả cũng như hạt sen. Trong nhiều trường hợp, chẳng hạn như đối với các loại rau củ như cà rốt và khoai tây, kích thước, màu sắc hay các thông số vật lý cơ bản khác không đủ để có thể ước lượng được mức độ thuần thực của rau củ. Ngược lại, cấu trúc là một thuộc tính chất lượng chủ yếu của thực phẩm nguồn gốc thực vật, biến đổi theo quá trình chín của quả (Waldron *et al.*, 1997). Phần lớn rau quả lúc nhỏ có cấu trúc mềm, sau đó cấu trúc có sự tăng lên theo ngày tuổi, đến khi rau quả đạt cấu trúc cao nhất ở giai đoạn trưởng thành thì độ cứng không còn tăng

nữa. Càng về già thì độ cứng của các loại rau quả có xu hướng giảm làm cho rau quả trở nên mềm nhũn do sự biến đổi của thành tế bào dưới tác động của enzyme (Van Puren, 1979; Jackman and Stanley, 1995; Waldron *et al.*, 1997).

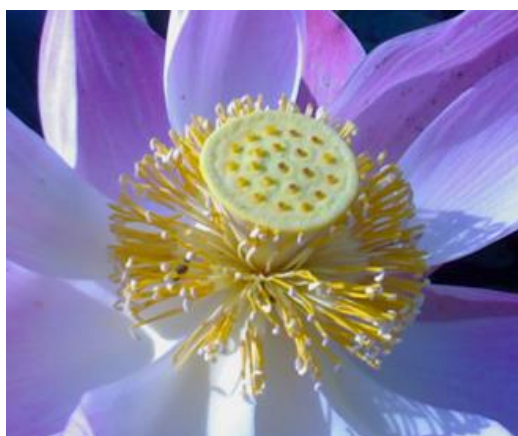
Cùng với các loại rau quả khác, sen hiện nay cũng đang là một mặt hàng xuất khẩu có giá trị. Chính vì thế, việc nghiên cứu về cây sen cần được tiến hành từ tổng quát đến chi tiết. Đặc biệt, trong giai đoạn mà sự nghiên cứu về hạt sen hầu như rất ít ỏi, phần nhiều chỉ quan tâm về mặt dược lý và ít nhiều theo tập quán, truyền thống. Trong đó, sự thay đổi về tính chất vật lý của sen là một trong những vấn đề quan trọng nhằm giúp việc chọn lựa nguyên liệu sen cho các mục đích sử dụng được thuận lợi. Đây cũng chính là mục tiêu chủ yếu của đề tài.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

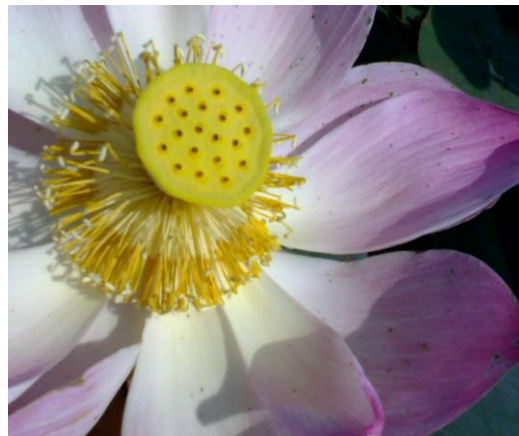
2.1 Chuẩn bị mẫu

Thí nghiệm được tiến hành tại Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ.

- Nguyên liệu sen được lấy thu mẫu trực tiếp từ cùng một ruộng sen ở xã Phú Hòa, huyện Thoại Sơn, tỉnh An Giang.
- Đánh dấu mẫu: chọn những gương sen có khoảng từ 5 ÷ 10 chấm đen trên bề mặt của nhụy (hình 1), dùng băng keo dán vào cuống.



(a) Hoa sen đạt yêu cầu đánh dấu mẫu



(b) Hoa sen vượt quá độ tuổi đánh dấu mẫu

Hình 1: Phương pháp chọn lựa hoa sen và đánh dấu mẫu

- Lấy mẫu: sau khi gương sen đạt độ tuổi thu hoạch (từ 10 ngày tuổi) thì tiến hành lấy mẫu.
- Chọn mẫu phân tích: gương sen được lựa chọn cho khảo sát cần đảm bảo yêu cầu của gương loại 1 (theo tiêu chuẩn thu mua gương sen đang được áp dụng tại các nhà máy): không bị khuyết tật, không bị sâu bệnh, không bị tổn thương cơ học và có chất lượng đồng đều, số hạt ăn được trong một gương từ 15 hạt.
- Hạt sen được thu hoạch với 8 độ tuổi (8 giai đoạn thu hoạch), từ 10 ngày, đến 13, 15, 17, 19, 21, 23 và 25 ngày tuổi. Mẫu sau khi thu hoạch sẽ được trữ lạnh ngay bằng nước đá trong thùng cách nhiệt ở nhiệt độ 4 ÷ 6°C và mang về phòng thí nghiệm phân tích.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Sen sau khi thu hoạch ở độ tuổi đã chọn được tiến hành đo đạt các chỉ tiêu hóa lý.

- Cấu trúc: đo bằng máy đo cấu trúc Rheotex (Nhật Bản)
- Màu sắc: đo bằng máy đo màu Colorimeter (Minolta, Nhật Bản)
- Kích thước: đo bằng thước có chia vạch, thước kẹp
- Khối lượng: xác định bằng cân điện tử
- Độ ẩm: đo bằng máy đo độ ẩm Moisture Anylyzer AND (Nhật Bản)
- Ti trọng: tiến hành đo thể tích và khối lượng, từ đó xác định ti trọng hạt.

Dựa vào số liệu thu được, xác định tương quan giữa độ tuổi và một số chỉ tiêu hóa lý quan trọng.

2.3 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được tính toán thống kê theo chương trình Statgraphics 4.0, phân tích ANOVA với phép thử LSD để so sánh trung bình các nghiệm thức.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Sự thay đổi kích thước, khối lượng của hạt sen theo ngày tuổi

Các tính chất vật lý như khối lượng hay kích thước gương, hạt là các thông số cơ bản, biểu thị sự tăng trưởng và phát triển của hạt sen cũng như các loại rau quả khác. Kết quả khảo sát sự thay đổi các thông số cơ bản của hạt sen theo ngày tuổi thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1: Sự thay đổi các thông số vật lý cơ bản của hạt sen theo độ tuổi

Ngày tuổi	10	13	15	17	19	21	23	25
Đường kính gương, mm	67,57 ^a	72,06 ^b	85,59 ^c	86,92 ^c	87,96 ^{cd}	91,2 ^{de}	93,12 ^e	101,77 ^f
Đường kính hạt, mm	11,60 ^a	13,25 ^b	16,05 ^{cd}	16,3 ^d	16,4 ^d	16,19 ^d	16,06 ^{cd}	15,75 ^c
Chiều dài hạt, mm	19,64 ^a	20,75 ^b	22,2 ^{cd}	22,64 ^{cd}	23,10 ^e	22,81 ^{cd}	22,24 ^{cd}	21,99 ^c
Khối lượng gương, g	38,74 ^a	52,59 ^b	77,70 ^c	81,51 ^{cd}	88,36 ^e	87,02 ^{de}	86,79 ^{de}	85,29 ^{de}
Khối lượng trung bình hạt còn vỏ, g	1,17 ^a	1,79 ^b	2,76 ^d	2,77 ^d	2,95 ^e	3,05 ^f	2,74 ^d	2,57 ^c
Khối lượng trung bình hạt bóc vỏ, g	0,38 ^a	0,89 ^b	1,47 ^d	1,53 ^{ef}	1,69 ^f	1,76 ^g	1,49 ^{de}	1,409 ^c

Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ở độ tin cậy 95%

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, hầu hết các thông số đều có sự thay đổi rất lớn khi sen tăng trưởng từ 10 ngày tuổi đến 25 ngày tuổi. Sen từ 10 đến 15 ngày tuổi, có sự gia tăng rất nhanh và khác biệt có ý nghĩa về kích thước và khối lượng gương, hạt. Sau thời gian này, sự tăng trưởng chậm dần. Điều này có lẽ là do gương sen ở độ tuổi này bắt đầu phát triển ổn định nên không có sự gia tăng vượt trội. Các thông số vật lý của hạt sen như đường kính hạt, khối lượng trung bình của hạt còn vỏ hay đã bóc vỏ có khuynh hướng giảm dần khi độ tuổi của hạt sen lớn hơn 21 ngày. Sự gia tăng nhanh về khối lượng gương hay hạt ở giai đoạn đầu có lẽ là kết quả của quá trình tăng cường tổng hợp các chất cấu tạo nên thành phần của hạt như: đường, tinh bột, béo,... (Eskin *et al.*, 1971). Ngoài ra, sự gia tăng của đường kính và chiều dài hạt cũng là nguyên nhân làm cho khối lượng hạt tăng lên đáng kể. Khi khối

lượng hạt đạt giá trị cực đại ở 21 ngày tuổi thì khối lượng bắt đầu giảm, nguyên nhân chính của sự giảm khối lượng hạt ở giai đoạn này là quá trình mất ẩm, sự mọc hoá của lớp biểu bì bên ngoài hạt cũng làm cho khối lượng hạt giảm nhanh (Eskin *et al.*, 1971; Camelo, 2002).

Như vậy, tương tự các loại nguyên liệu khác như khóm, khoai, đậu, sự thay đổi về tính chất vật lý của hạt cũng có thể được xem là một trong những yếu tố quan trọng trong việc xác định độ tuổi hạt.

Các khảo sát về sự biến đổi chất lượng hạt sen ở các đề mục trên đã cho thấy, khối lượng và kích thước hạt có thể được sử dụng như thông số biểu thị sự tăng trưởng của hạt. Tuy nhiên, việc xác định từng yếu tố riêng lẻ thường gặp nhiều khó khăn để có thể dự đoán được chính xác độ tuổi hạt sen. Các nghiên cứu trên xoài (Bùi Thị Cẩm Hương và Nguyễn Bảo Vệ, 2005) cũng đã chứng minh, tỉ trọng là thông số biểu thị tương đối chính xác độ tuổi của xoài. Tỉ trọng cũng biểu thị được cả tác động của sự thay đổi kích thước và khối lượng hạt theo độ tuổi.

3.2 Sự thay đổi tỉ trọng của hạt sen theo ngày tuổi

Kết quả xác định tỉ trọng của hạt sen ở cả hai dạng, còn nguyên vỏ và tách bỏ vỏ được tổng hợp ở bảng 2.

Bảng 2: Thay đổi tỉ trọng của hạt sen theo ngày tuổi

Ngày tuổi	10	13	15	17	19	21	23	25
Tỉ trọng hạt còn vỏ	0,909 ^a	0,905 ^a	0,905 ^a	0,915 ^a	0,927 ^b	0,958 ^c	0,967 ^c	1,002 ^d
Tỉ trọng hạt bỏ vỏ	0,954 ^b	0,926 ^a	0,934 ^{ab}	0,944 ^{ab}	0,992 ^c	0,997 ^c	1,014 ^c	1,050 ^d

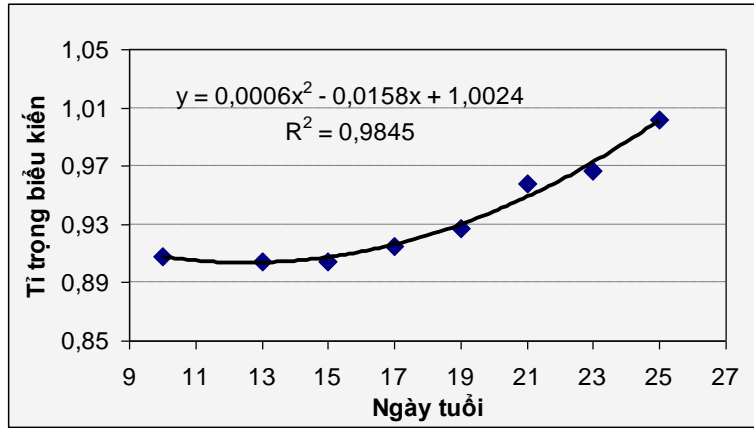
Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ở độ tin cậy 95%

Tỉ trọng của hạt biến đổi rất nhiều theo ngày tuổi. Đối với hạt sen bóc vỏ, tỉ trọng hạt cũng có xu hướng tăng dần theo ngày tuổi, đặc biệt, tỉ trọng của nhân hạt sen có giá trị lớn hơn khi hạt còn vỏ. Điều này có lẽ là do hạt còn vỏ, tỉ trọng được đánh giá bao gồm cả không khí giữa các hạt – còn được gọi là tỉ trọng biểu kiến (Fellows, 2002).

Sự thay đổi tỉ trọng của sen nguyên hạt (chưa tách vỏ) khá ổn định khi so sánh với sen đã tách vỏ. Điều này có thể là do hạt sen ở độ tuổi nhỏ còn rất non, khi loại vỏ dễ bị dập vỡ, đồng thời hạt sen có kích thước rất nhỏ, do đó việc xác định thể tích hạt sen rất khó có độ chính xác cao.

Tiến hành xây dựng phương trình hồi quy giữa độ tuổi và sự thay đổi tỉ trọng biểu kiến của hạt sen (tỉ trọng hạt còn vỏ) theo độ tuổi cho thấy, sự thay đổi này được phân ra thành 2 giai đoạn: giai đoạn phát triển nhanh và sau đó ổn định, sự thay đổi chậm dần. Điều này cho phép ước đoán, sự tương quan giữa độ tuổi và các thông số trên sẽ tuân theo phương trình tuyến tính bậc 2: $y = ax^2 + bx + c$ (hình 2).

Đồ thị biến thiên cho thấy, sự thay đổi này cũng tuân theo phương trình bậc hai với $R^2 = 0,9845 > 0,95$. Đồng thời hệ số a trong đồ thị có giá trị dương (+), điều này chứng tỏ sự thay đổi tỉ trọng của hạt trong giai đoạn đầu chậm nhưng sau đó tăng dần do ở giai đoạn ban đầu, sự phát triển về thể tích nhanh hơn sự thay đổi về khối lượng. Kết quả nghiên cứu tương quan của tỉ trọng của hạt theo độ tuổi thu hoạch cho trường hợp này cũng trùng với khảo sát của Kosiyaichinda *et al.* (1984), Bùi Thị Cẩm Hương và Nguyễn Bảo Vệ (2005) trên xoài.



Hình 2: Sự thay đổi tỉ trọng biểu kiến (tỉ trọng của hạt sen có vỏ) theo độ tuổi

Bên cạnh các thông số vật lý cơ bản như kích thước, khối lượng hay tỉ trọng thì việc ước lượng sự phát triển cũng như mức độ thuần thực dựa trên màu sắc thường được quan tâm ở rất nhiều loại rau củ (Camelo, 2002). Chính vì thế, sự thay đổi màu sắc của hạt sen trong quá trình tăng trưởng cũng cần được quan tâm.

3.3 Sự thay đổi của màu sắc của hạt sen theo độ tuổi thu hoạch

Màu sắc vỏ hạt sen được biểu thị bên ngoài là sự biến đổi từ vàng sang xanh lá cây với mức độ sậm hay sáng màu tùy thuộc vào độ tuổi nguyên liệu. Chính vì thế, giá trị L (biểu thị độ sáng) và giá trị a (biểu thị sự thay đổi màu từ xanh lá cây sang đỏ) được sử dụng để đánh giá màu của vỏ hạt. Ngược lại, sau khi tách vỏ bên ngoài và lớp vỏ lụa, nhân hạt sen biểu thị màu trắng ngà. Trong trường hợp này, bên cạnh độ sáng màu L, giá trị b (biểu thị sự thay đổi màu từ xanh dương sang vàng) được sử dụng để đánh giá màu sắc nhân hạt. Kết quả sau khi thu thập và xử lý thống kê được tổng hợp ở bảng 3.

Bảng 3: Sự thay đổi màu sắc của hạt sen theo ngày tuổi

Ngày tuổi	10	13	15	17	19	21	23	25
Màu vỏ hạt								
Giá trị L	72,36 ^d	68,90 ^c	67,99 ^{bc}	67,52 ^{bc}	67,28 ^{bc}	67,52 ^{bc}	66,39 ^b	58,92 ^a
Giá trị a	-16,36 ^b	-21,83 ^a	-20,37 ^a	-21,67 ^a	-20,82 ^a	-20,04 ^a	-20,54 ^a	-19,08 ^{ab}
Màu nhân hạt								
Giá trị L'	83,48 ^a	89,76 ^{de}	89,65 ^{de}	90,22 ^e	89,77 ^{de}	88,68 ^c	89,17 ^{cd}	86,39 ^b
Giá trị b'	27,00 ^d	23,07 ^a	23,49 ^{ab}	23,42 ^{ab}	23,95 ^b	24,85 ^c	25,07 ^c	29,15 ^e

Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ở độ tin cậy 95%

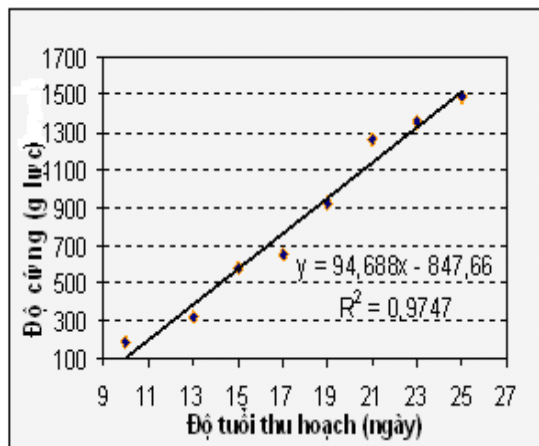
Kết quả nhận được ở bảng 3 cho thấy, theo ngày tuổi tăng dần thì độ sáng L của vỏ hạt giảm dần. Điều này chứng tỏ, hạt sen càng về già càng sậm màu. Ở hạt sen có độ tuổi từ 13 đến 21 ngày, độ sáng L của vỏ hạt không đổi, thể hiện qua sự khác biệt không ý nghĩa về mặt thống kê. Sen ở ngày thứ 23 có cường độ sáng thấp hơn so với sen còn rất non (từ 13 ngày tuổi trở xuống) nhưng không khác biệt với sen ở độ tuổi 15 đến 21 ngày. Theo bảng 3 thì giá trị a thể hiện cho độ xanh của hạt giảm từ -16,36 ở 10 ngày xuống -21,37 ở 17 ngày, sau đó lại tăng lên -19,08 ở 25 ngày. Kết quả trên cho thấy màu xanh của hạt sen tăng lên từ 10 ngày đến 17 ngày và sau đó màu xanh giảm dần cho đến khi hạt chín hoàn toàn.

Màu sắc hạt sen bóc vỏ thay đổi theo ngày tuổi, giá trị L tăng từ 10 ngày (83,48) đến 17 ngày (90,22) và sau đó bắt đầu giảm cho đến khi hạt chín hoàn toàn. Giá trị b có sự biến đổi từ 27 ở 10 ngày tuổi xuống 23,07 ở 13 ngày tuổi thể hiện ở sự khác biệt có ý nghĩa ở mức độ 5%, sau đó bắt đầu tăng chậm ở các độ tuổi từ 13 đến 17 ngày tuổi qua sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê. Giá trị b đạt 29,15 - giá trị cực đại ở 25 ngày tuổi.

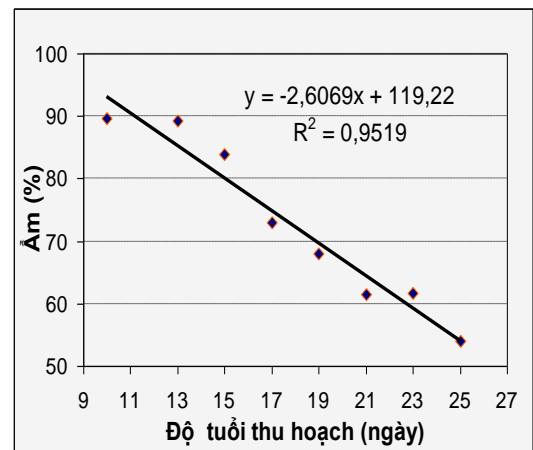
Như vậy, cùng với sự thay đổi kích thước, khối lượng hay tỉ trọng, màu sắc cũng là một thông số hữu ích cho việc ước lượng mức độ tăng trưởng của hạt. Tuy nhiên, việc lựa chọn mức độ thu hoạch phù hợp cho việc chế biến sản phẩm khác nhau phụ thuộc vào phẩm chất của nguyên liệu. Về đặc tính vật lý, độ ẩm và cấu trúc có thể được xem là thông số giúp đánh giá nhanh chất lượng cảm quan và khả năng sử dụng của sản phẩm. Chính vì thế, việc khảo sát sự thay đổi các đặc tính này theo độ tuổi cần được quan tâm.

3.4 Sự thay đổi một số đặc tính phẩm chất hạt sen theo độ tuổi

Khi tiến hành xây dựng mối tương quan giữa độ tuổi và các đặc tính phẩm chất của hạt sen, điển hình là độ ẩm và cấu trúc (biểu thị bằng độ cứng của hạt, g lực/mm²), kết quả cho thấy, sự biến đổi này tuân theo phương trình bậc một tuyến tính $y = ax + b$ (hình 3 và 4).



Hình 3: Sự thay đổi độ cứng (g lực) của hạt sen theo độ tuổi



Hình 4: Sự thay đổi độ ẩm của nhân hạt sen theo độ tuổi

Kết quả này có khác biệt so với nghiên cứu trên các loại quả như xoài của Bùi Thị Cẩm Hường và Nguyễn Bảo Vệ (2005), khi đó sự thay đổi độ cứng của xoài tuân theo phương trình tuyến tính bậc hai với độ cứng ở giai đoạn đầu và cuối thấp. Sự khác biệt này chủ yếu là do sự khác biệt về đặc tính của từng loại nguyên liệu. Đối với hầu hết các loại quả, ở giai đoạn đầu đều có cấu trúc mềm do thành phần chủ yếu là đường, vitamin và khoáng chất, đồng thời hàm ẩm trong nguyên liệu cao. Quá trình tăng trưởng và phát triển của quả là sự tổng hợp tinh bột và một số thành phần khác làm tăng độ cứng của vách tế bào, đồng thời độ ẩm giảm. Tuy nhiên, quá giai đoạn thuận thực, tinh bột sẽ biến đổi thành đường (chẳng hạn như trường hợp của xoài), cấu trúc quả trở nên mềm. Tuy nhiên, do đặc tính của hạt sen không có pectin, sự thay đổi cấu trúc phụ thuộc vào hai thành phần chính là cellulose (hemicellulose, lignin) và hàm lượng tinh bột. Ở hạt sen hầu như không xảy ra sự phân hủy tinh bột thành đường, đồng thời khi đó hạt bị mất ẩm và xảy sự mọc hoá

của lớp biểu bì bên ngoài hạt (Eskin *et al.*, 1971; Zubay, 1998) . Chính vì thế, khi độ tuổi càng tăng, cấu trúc hạt sen càng cứng chắc và ẩm giảm tỷ lệ nghịch theo ngày tuổi.

4 KẾT LUẬN

Tóm lại, từ các đồ thị tương quan giữa các thành phần hóa lý của hạt sen theo độ tuổi thu hoạch cho thấy, có thể dự đoán được độ tuổi của hạt sen khi dựa vào một số thông số tỉ trọng hay sự thay đổi độ cứng và hàm ẩm của nhân hạt.

Từ các kết quả thu được cũng cho thấy, sự thay đổi tính chất hạt sen trong quá trình sinh trưởng và phát triển có thể chia thành 3 giai đoạn chủ yếu:

- Giai đoạn tăng trưởng: Từ khi hoa rụng cánh phát triển thành gương đến khoảng 15 hay 17 ngày tuổi
- Giai đoạn thuần thực: Từ 17 hay 19 ngày tuổi đến 23 ngày tuổi
- Giai đoạn già cỗi: Hạt sen ở độ tuổi lớn hơn 23 ngày.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bùi Thị Cẩm Hương, Nguyễn Bảo Vệ, (2005). Khảo sát sự thay đổi một số đặc tính trái xoài Châu Hạng Võ ở giai đoạn tiền thu hoạch, Trong: Hội thảo quốc gia “Cây có múi, xoài và khóm”, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Hoàng Kim Anh, (2005). Hóa học thực phẩm, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.
- Camelo A.F.L., (2002). Manual for the preparation and sale of fruits and vegetables: From field to market. FAO Agricultural Services Bulletin 151.
- Eskin N.A.M., H.M. Hendersen, R.J. Townsend, (1971). Biochemistry of food, Academic Press, NewYork and London.
- Fellows P., (2002). Food processing technology: Principles and Practicle (second edition), CRC Press, Woodhead Publishing Limited.
- Jackman R.L., and D.W. Stanley, (1995). Perspectives in the textural evaluation of plant foods, Trends in Food Science & Technology, 6, 20 - 39.
- Kosiyachinda S., S. Lee, and K. Poernomo, (1984). Maturity Indices for Harvesting Mango, In: Mango fruit development, Postharvest Physiology and Marketing in Asean, 33 – 38 pp.
- Rahman M.S., (2005). Mass – Volume – Area – Related properties of Food, 2003. In: Engineering Properties of Food (Edited by Rao M.A, S.S.H. Rizvi and A.K. Datta). Taylor and Francis Group, LLC.
- Sahin S., and S.G. Sumnu, (2006). Physical properties of foods. Springer Science Business Media.
- Van Buren J. P., (1979). The chemistry of texture in fruits and vegetables. Journal of Texture Studies, 10, 1-23.
- Waldron K. W., A. C. Smith, A. J. Parr, Ng A., and M. L. Parker, (1997). New approaches to understanding and controlling cell separation in relation to fruit and vegetable texture. Trends in Food Science & Technology, 8, 213-221.
- Zubay G.L., (1998). Biochemistry, McGraw – Hill companies.