

## THÀNH PHẦN HÓA SINH HỌC CỦA CÂY XƯƠNG RỒNG GAI Ở BÌNH THUẬN

**Đinh Hữu Đông**

*Trường Đại học Công nghiệp thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh*

### TÓM TẮT

Xương rồng gai là một loài cây có giá trị sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau... Trong nghiên cứu này giới thiệu một số kết quả nghiên cứu về thành phần hóa sinh của loại cây này. Ở xương rồng gai, hàm lượng chất khô chiếm 6,81 ÷ 7,21%, hàm lượng nước tự do chiếm 51,84 ÷ 60,07%; hàm lượng nước liên kết 32,10 ÷ 39,29%; và pH đạt từ 4,3 ÷ 5,0; hàm lượng khoáng tổng số thay đổi trong khoảng 20,01 ÷ 21,88%, hàm lượng nitrogen tổng số chiếm 0,321 ÷ 0,654 mg% cao nhất trong giai đoạn trưởng thành, hàm lượng lipid 1,03 ÷ 2,03% và đạt cao nhất ở thân non; hàm lượng protein dao động trong khoảng 0,415 ÷ 0,867mg%; hàm lượng cellulose chiếm 14,1 ÷ 17,46%, hàm lượng caroten đạt từ 18,15 ÷ 20,06g/100g mẫu và không chênh lệch nhiều giữa các giai đoạn sinh trưởng. Hàm lượng vitamin C đạt 121,3 ÷ 195,7mg/100g mẫu gấp 4 lần nha đam và chứa đầy đủ lượng amino axit cần thiết cho cơ thể cùng 5% chất chống oxy hóa flavonoid. Đặc biệt hàm lượng chất xơ chiếm khoảng 48.5% chứa trong rễ, cành, hoa, quả và gai của cây. Trong cây rất giàu chất chống oxy hóa, nó giúp cân bằng cholesterol và đường trong máu. Đây là bước đầu tìm hiểu về giá trị dinh dưỡng của một loại cây có giá trị, cần được nghiên cứu sâu hơn.

Từ khóa: Xương rồng, phân tích, thành phần, saponin, flavonoid, antioxidants.

### BIOCHEMICAL COMPOSITION OF CACTUS THORN IN BINH THUAN PROVINCE

#### ABSTRACT

*Cactus thorn* is a valueble plant in various fields. This study present some results of biochemical composition of this plant, which are shown with these figures: dry weigh about 6,81 ÷ 7,21%, free water content 51,84 ÷ 60,07%, and structural water 32,10 - 39,29%, pH from 4,3 to 5,0. The total mineral content in this plant varies between 20,01 ÷ 21,88%. The total nitrogen content is 0,321 ÷ 0,654mg% wich is the highest in the mature period. The lipid content is 1,03 ÷ 2,03% and protein approximetly 0,415 ÷ 0,867mg%. Cellulose contibutes to percentage 14,1 ÷ 17,46%, caroten from 18,15 to 20,06g/100g, which does not much varies omong the growing periods. This plant has the vitamine C content of 121,3 ÷ 195,7mg per 100gram by 4 times sample containing alove vera and containing all of amino acid necessary fof the body with 5% flavonoid antioxidants. Thus, it is rich in antioxidants, helps normalize cholesterol and blood sugar. It may be assumed that *cactus thorn* is a plant of considerably great value and should be hard studied.

Keywords: *Cactus*, analyse, composition, saponin, flavonoid, antioxidants

#### 1. Giới thiệu

Trong tiếng Anh, từ *cactus* (xương rồng) bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp cổ *Κακτος kaktos*, dùng để chỉ những loài cây kè có gai, đặc biệt là cây kè a-ti-sô, và sau đó được dùng để gọi chung cho loài có gai này (do Carolus Linnaeus khám phá năm 1753, nay thuộc họ Mammillaria). Đây là một loài xương rồng có giá trị kinh tế không kém các loài rau củ quả khác. Nhiều nghiên cứu cho thấy xương rồng gai (*cactus thorn*) còn được ứng dụng trong các lĩnh vực khác như dược phẩm, mỹ phẩm, y học... Ngoài ra xương rồng gai còn được dùng làm thức ăn cho người như một loại rau tươi thay thế hay thức ăn khô, đồ hộp, thức ăn gia súc, phân bón... Loài cây này rất thích hợp và sinh trưởng nhanh trên vùng đất khô hạn, vì vậy chúng còn được trồng để cải tạo và che phủ đất [16, 18, 20].

Bình Thuận là vùng khí hậu khô cằn, hơn 50% diện tích là đồi cát khô. Vì vậy loài thực vật này là giống xương rồng thuần chủng đặc trưng của Bình Thuận. Có sức sống mạnh mẽ, chịu đựng được thời tiết khắc nghiệt dưới -20°C khác với các loại xương rồng khác không chịu đựng được. Sinh trưởng trên những vùng đất ngoài tự nhiên, sức kháng sâu bệnh tốt nên hoàn toàn không sử dụng các loại phân bón hóa học, thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ, là thực vật

sống lâu năm trong thiên nhiên. Trong quá trình sinh trưởng trên đất lầy cát và đất hoang thổ với khí hậu khắc nghiệt đã tích lũy được nhiều thành phần hiệu quả đối với sức khỏe con người.



**Hình 1. Cây xương rồng gai**

Hiện nay ở Việt Nam có rất ít những nghiên cứu về giống cây này và những nghiên cứu đó mới chỉ dừng lại ở mức đơn giản. Trong khi đó xương rồng gai là một loài cây có phổ biến ở Bình Thuận mà chưa được nghiên cứu và khai thác. Phân tích định lượng “Một số thành phần hóa sinh trong xương rồng gai ở Bình Thuận” là nghiên cứu tạo tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo như “trích ly các chất có hoạt tính sinh học trong xương rồng gai ở Bình Thuận ứng dụng trong thực phẩm”. Vì vậy nghiên cứu này là hết sức cần thiết.

## **2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu**

### **2.1. Đối tượng nghiên cứu**

Theo tổ chức quốc tế nghiên cứu về thực vật mọng nước hay ICSG, họ xương rồng bao gồm 125 đến 130 chi, 1400 đến 1500 loài, thuộc 4 phân họ và 9 tông. Cây xương rồng gai ở Bình Thuận thuộc họ *Cactacace*, Bộ *Carryophyllales*, Lớp *Magrnostiopsida* và Ngành *Magrnostiophyta* [2, 3, 24]

Đối tượng nghiên cứu là: cây xương rồng gai ở Bình Thuận (*Cactus thorn* ở Bình Thuận). Chúng được thu nhận tại 3 vùng khác nhau với 3 độ tuổi khác nhau là non, trưởng thành và già tại Bình Thuận.

Bộ phận dùng để phân tích nghiên cứu là thân xương rồng ở các giai đoạn non, trưởng thành và già. Sau khi rửa sạch tạp chất, phân loại và tiến hành phân định thành từng loại. Chúng tôi tiến hành xay nhỏ, ghi nhãn, ngày lấy mẫu... từng lô riêng biệt và bảo quản. Mỗi mẫu thí nghiệm được lấy là 100ml, được định danh khoa học như sau:

Mẫu xương rồng non:  $XRN_1, XRN_2, XRN_3...$

Mẫu xương rồng trưởng thành:  $XRT_1, XRT_2, XRT_3...$

Mẫu xương rồng già:  $XRG_1, XRG_2, XRG_3...$

### **2.2 Phương pháp nghiên cứu**[12, 13; 14]

- Xác định hàm lượng Protein theo phương pháp Lawry
- Xác định hàm lượng Lipid theo phương pháp Soxhlet

- Xác định hàm lượng N tổng số theo phương pháp Kejdahl
- Xác định hàm lượng P theo phương pháp so màu Xeruleo-Molipdic
- Xác định hàm lượng đường khử theo phương pháp Bertrand
- Xác định hàm lượng Cellulose theo phương pháp thủy phân bằng acid mạnh
- Xác định hàm lượng Vitamin C theo phương pháp chuẩn độ với Iode
- Xác định hàm lượng nước tự do và nước liên kết theo phương pháp trọng lượng
- Xác định hàm lượng tro, chất xơ và Nitơ tổng được xác định theo các phương pháp tiêu chuẩn AOAC (1990)
- Xác định hàm lượng Caroten theo phương pháp sắc ký lỏng cao áp (HPLC).

### 2.3. Bố trí thí nghiệm và xử lý số liệu

Thí nghiệm được thực hiện tại Trung tâm thí nghiệm thực hành, trường Đại học Nha Trang

Các thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên và được lặp lại ít nhất 3 lần. Độ sai số không quá 5%. Sau đó các kết quả thu được là trung bình cộng giữa các lần thí nghiệm.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Hàm lượng protein, vitamin C và đường khử trong xương rồng gai

Cây xương rồng gai nói chung, thân (mà người ta thường gọi là lá) là bộ phận được sử dụng chủ yếu của cây. Kết quả phân tích được thể hiện trong bảng 1 cho thấy như sau: hàm lượng protein trong xương rồng gai dao động trong khoảng 0,046 đến 0,867g/100g mẫu. Trong thân, hàm lượng này nhiều hơn trong quả và cao nhất là ở thân giai đoạn non(0,046g/100g mẫu) và thấp nhất ở thân giai đoạn già(2,202 ÷ 0,415g/100g mẫu). Ở gai hàm lượng protein chỉ chiếm 0,046g/100g mẫu.

Trong cùng một giai đoạn sinh trưởng, hàm lượng protein ở phần vỏ thân cao hơn ở phần thịt (Riêng cành non chưa phân chia thành thân, nên phải phân tích cả thân).

So với hàm lượng protein trong cây nha đam, một loài cây cùng nhóm thực vật CAM (Crassuarance Acid Metabolism) với xương rồng (0,190 ÷ 0,285g/100g mẫu) thì thành phần này trong xương rồng cao hơn từ 3 đến 4 lần.

**Bảng 1. Hàm lượng protein, vitamin C và đường khử trong các bộ phận khác nhau của xương rồng gai**

Mẫu thí nghiệm	Bộ phận	Protein hòa tan (g/100g mẫu tươi)	Vitamin C (mg/100g mẫu tươi)	Đường khử (g/100g mẫu tươi)
Thân non	Cả thân	0,867 ± 0,015	195,7 ± 15,3	0,248 ± 0,003
Thân trưởng thành	Vỏ	0,623 ± 0,018	127,8 ± 8,6	0,588 ± 0,012
	Thịt	0,478 ± 0,006	184,4 ± 5,7	0,991 ± 0,014
Thân già	Vỏ	0,415 ± 0,013	135,4 ± 4,5	0,365 ± 0,007
	Thịt	0,202 ± 0,009	121,3 ± 2,3	0,311 ± 0,015
Gai	Cả gai	0,046 ± 0,014	31,6 ± 2,2	0,102 ± 0,036

Hàm lượng vitamin C trong xương rồng gai biến động trong khoảng 121,3 đến 195,7mg% tùy theo giai đoạn phát triển của cây. Thành phần này cao nhất ở thân non

(195,7mg%) và thấp nhất trong thân già (121,3mg%). Ở gai hàm lượng vitamin C là thấp hơn hẳn, chỉ có 31,6mg%.

Thành phần thứ ba phải kể đến trong xương rồng gai là hàm lượng đường khử chiếm từ  $0,248 \div 0,991$ g/100g mẫu. Hàm lượng này cao nhất ở thân trưởng thành ( $0,588 \div 0,991$ g/100g mẫu), trong đó phần thịt có hàm lượng đường khử cao hơn phần vỏ. Còn hàm lượng này trong thân già, thân non cũng như ở thịt, vỏ và các thành phần khác của chúng sai khác nhau không đáng kể.

### 3.2. Hàm lượng lipid, nitrogen(N) và phospho(P) tổng số trong xương rồng gai

Kết quả phân tích thu được trong bảng 2 cho thấy: hàm lượng lipid của xương rồng gai cao nhất là ở phần non (2,03%). Ở các phần thân còn lại, hàm lượng lipid chiếm 1,33 đến 1,72% và không khác nhau đáng kể. Theo các nghiên cứu về *cactus* ở Châu Mỹ, hàm lượng lipid trong thân chiếm khoảng  $1 \div 4$ g/100g khô, tương tự thành phần này có trong xương rồng gai ở Bình Thuận [6, 8].

**Bảng 2. Hàm lượng lipid, N, P và khoáng tổng trong xương rồng gai**

Mẫu thí nghiệm	Lipid (%)	N tổng (g%)	P tổng (mg%)	Khoáng tổng (%)
Thân non	$2,03 \pm 0,70$	$0,321 \pm 0,005$	$12,53 \pm 0,34$	$20,01 \pm 0,70$
Thân trưởng thành	$1,33 \pm 0,75$	$0,654 \pm 0,013$	$8,98 \pm 0,52$	$21,25 \pm 0,52$
Thân già	$1,72 \pm 0,38$	$0,483 \pm 0,014$	$6,30 \pm 0,20$	$21,88 \pm 0,83$

Hàm lượng nitrogen chiếm  $0,321 \div 0,654$ % trọng lượng khô và cao nhất trong giai đoạn trưởng thành.

Hàm lượng phospho thấp nhất ở thân già (6,3mg%) và cao nhất trong thân non chiếm 12,53mg%.

Thành phần khoáng trong xương rồng gai ở các giai đoạn non, già, trưởng thành là khác nhau không đáng kể, chiếm từ  $20,01 \div 21,88$ % trọng lượng khô. Tài liệu tổng hợp cho thấy hàm lượng khoáng trong xương rồng gai theo nghiên cứu của nhiều tác giả thay đổi từ  $19,0 \div 23,5$ % [2, 24]. So với nhiều thực vật khác, sự có mặt hàm lượng khoáng cao trong xương rồng gai là một điều đáng quan tâm.

### 3.3. Hàm lượng chất khô, cellulose và caroten trong xương rồng gai ở những giai đoạn phát triển khác nhau

Dù sống trong điều kiện khô cạn khắc nghiệt, xương rồng gai vẫn thuộc nhóm thực vật mọng nước nên thành phần cellulose của nhóm thực vật này tương đối thấp so với các loài khác. Tuy nhiên hàm lượng cellulose thể hiện trong bảng 3 ( $14,10 \div 17,46$ % trọng lượng khô) cao hơn so với nha đam ( $7 \div 11$ % trọng lượng khô) và thấp hơn dứa dại (19,8% trọng lượng khô) [1, 3, 6].

**Bảng 3. Hàm lượng chất khô, cellulose và caroten trong xương rồng gai**

Mẫu thí nghiệm	Thân non	Thân trưởng thành	Thân già
Chất khô(%)	$6,81 \pm 0,10$	$6,93 \pm 0,13$	$7,21 \pm 0,12$
Cellulose(%)	$14,10 \pm 0,12$	$15,12 \pm 0,11$	$17,46 \pm 0,15$
Caroten(g/100mẫu)	$18,15 \pm 0,13$	$19,12 \pm 0,14$	$20,06 \pm 0,17$

Cùng với khả năng sinh trưởng và phát triển trên các vùng đất xấu và khô hạn, sự có mặt của các thành phần hóa sinh ở trong thân xương rồng gai có thể giải thích lý do ở nhiều nước Châu Phi nói chung và Miền Trung Việt Nam (đặc biệt là Bình Thuận) nói riêng, xương rồng gai được xem là một đối tượng dùng che phủ và cải tạo đất có giá trị.

Hàm lượng chất khô của xương rồng gai dao động từ 6,81 đến 7,21% và không chênh lệch đáng kể giữa các giai đoạn phát triển của thân.

Hàm lượng caroten trong xương rồng gai chiếm từ 18,15 ÷ 20,06g/100g mẫu là điều đặc biệt quan tâm trong những nghiên cứu tiếp theo.

### 3.4. Hàm lượng nước tự do, nước liên kết và pH trong xương rồng gai

Kết quả ở bảng 4 cho thấy hàm lượng nước trong thân xương rồng gai chiếm tỉ lệ lớn (91,13 ÷ 92,17%) ở cả mẫu non, trưởng thành và già, tuy không có sự chênh lệch đáng kể giữa các giai đoạn. Trong khi đó hàm lượng nước tự do trong thân xương rồng gai lại giảm dần từ thân non (60,07%) đến thân già (51,84%), còn hàm lượng nước liên kết thì biến động theo xu hướng ngược lại.

**Bảng 4. Hàm lượng nước tự do, nước liên kết và pH ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau của xương rồng gai (% trọng lượng tươi)**

Mẫu thí nghiệm	Nước tổng số (% trọng lượng tươi)	Nước tự do (%)	Nước liên kết (%)	pH
Thân non	92,17 ± 4,00	60,07 ± 1,49	32,10 ± 1,43	5,0
Thân trưởng thành	91,82 ± 3,90	56,71 ± 2,35	35,11 ± 3,46	4,5
Thân già	91,13 ± 3,50	51,84 ± 0,75	39,29 ± 0,28	4,3

Độ pH trong xương rồng gai giảm dần theo sự phát triển của cây từ thân non (5,0) đến khi già còn là (4,3).

Do xương rồng gai thuộc nhóm thực vật mọng nước nên hàm lượng nước tổng số chiếm tỉ lệ lớn (hơn 90%) là hợp lý. Tỉ lệ nước tự do so với nước liên kết ở giai đoạn non là 1,87%, giai đoạn trưởng thành là 1,62%, và ở giai đoạn già là 1,32%; thấp hơn nhiều so với một số đối tượng đã nghiên cứu. Hàm lượng nước liên kết trong cây có liên quan chặt chẽ tới khả năng chống chịu, nhất là khả năng chịu hạn và chịu nóng của xương rồng nói chung và xương rồng gai ở Bình Thuận nói riêng [6,8,17].

### 3.5 So sánh thành phần một số chất có trong xương rồng giữa Việt Nam và Châu Phi [1,3,9,19]

**Bảng 5. Bảng so sánh thành phần nước, protein, lipid, khoáng**

Thành phần	Nước tổng số (% trọng lượng tươi)	Protein (%)	Lipid (%)	Khoáng tổng (%)
Xương rồng Châu Phi	91,5 - 92,0	5,2 - 5,8	1,2 - 1,7	17,3 - 19,6
Xương rồng Việt Nam	91,12 - 92,17	6,3 - 12,5	1,33 - 2,03	20,01 - 21,88

Nhìn bảng 5 ta thấy hàm lượng nước tổng trong xương rồng giữa Việt Nam và Châu Phi tương đối như nhau. Nhưng thành phần protein, lipid và khoáng tổng trong xương rồng gai ở Bình Thuận lại cao hơn hẳn so với xương rồng Châu Phi.

**Bảng 6: Bảng so sánh thành phần đường tổng, vitamin C, caroten và tro**

Thành phần	Đường tổng (g/100g)	Vitamin C ( $\mu$ g)	Caroten ( $\mu$ g/100g)	Tro (%)
Xương rồng Châu Phi	1,48 $\pm$ 0,1	111 - 115	24,7 - 36,4	14,3 - 17,0
Xương rồng Việt Nam	0,33 - 0,99	121,3 - 195,7	18,5 - 20,06	6,81 - 7,21

#### 4. Kết luận

Kết quả thu được của nghiên cứu này đã xác định được hàm lượng các chất hóa sinh cơ bản trong cây xương rồng gai ở Bình Thuận để làm cơ sở khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo như sau: Hàm lượng protein dao động trong khoảng từ 2,202  $\div$  0,415g/100g mẫu, hàm lượng đường khử đạt từ 0,248  $\div$  0,991g/100g mẫu. Ở phần vỏ hàm lượng đường khử và protein cao hơn phần thịt. Hàm lượng lipid từ 1,03  $\div$  2,03% và đạt cao nhất ở thân non. Hàm lượng vitamin C dao động từ 121,3  $\div$  195,7mg/100g mẫu. Thành phần khoáng trong xương rồng gai ở cả 3 giai đoạn khác nhau không đáng kể, chiếm 20,01  $\div$  21,88% trọng lượng khô. Hàm lượng nitrogen tổng chạy trong khoảng 0,321  $\div$  0,654 mg%, cao nhất ở trong giai đoạn trưởng thành và thấp nhất trong giai đoạn còn non. Hàm lượng phospho tổng dao động trong khoảng 6,30  $\div$  12,53 mg/100g mẫu, cao nhất trong giai đoạn non và thấp nhất trong giai đoạn già. Hàm lượng chất khô trong xương rồng gai chiếm 6,81  $\div$  7,21%. Hàm lượng cellulose đạt từ 14,1  $\div$  17,46%. Hàm lượng caroten đạt từ 18,15  $\div$  20,06g/100g mẫu. Tất cả các hàm lượng chất khô, cellulose và caroten đều tăng theo tuổi trưởng thành của cây, nhưng không có sự chênh lệch nhiều giữa các giai đoạn sinh trưởng. Hàm lượng nước tự do ở xương rồng gai có từ 51,84  $\div$  60,07%; hàm lượng nước liên kết đạt từ 32,10  $\div$  39,29%; và pH là từ 4,3 đến 5,0.

Hướng tiếp theo, chúng tôi sẽ nghiên cứu tách chiết các chất có hoạt tính sinh học vào thử nghiệm sản xuất các sản phẩm thực phẩm chức năng nhằm đa dạng hóa các sản phẩm thực phẩm chức năng trên thị trường, đồng thời tận dụng nguồn nguyên liệu thực phẩm chức năng từ thiên nhiên ưu đãi có trong cây xương rồng gai ở Bình Thuận.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Acevedo E, Badilla I, Nobel PS(1983), *Water relations, diurnal acidity changes and productivity of a cultivated cactus*, O.ficus- indica, Plant Physiol 72: pp775-780
- [2] Anon (1981), *El Nopal. Publicacion Especial No. 34*. Mexico City: Comision Nacional de Zonas Aridas e Instituto Nacional de Investigacion Forestal, 86pages
- [3] Anderson E.F(2001), *The Cactus Family*. Timber Press, Portland/OR, 120pages
- [4] AOAC (1984), *Official Methods of Analysis*, 14th ed. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists, 1141 pages
- [5] Barrientos-Perez F (1965), *El nopal y su utilizacion en Mexico*. Rev Soc Mex Historia Natural 26: pp87- 94
- [6] Bravo-Hollis H (1978), *Las Cactaceas de Mexico*. Mexico City: UNAM, pp 62-83
- [7] Bicalho UO, Penteadó M de VC(1981), *Estudo do fruto e do articulo da Opuntia ficus-indica (L.)Miler cultivada em Valinhos SP I. Caracteristicas bromatologicas*. Rev Farm Bioquim Univ S Paulo 17(1): pp93-101

- [8] Bobich E.G. & P.S. Nobel(2001), *Vegetative Reproduction as Related to Biomechanics, Morphology and Anatomy of Four Cholla Cactus Species in the Sonoran Desert*. Ann Bot 87, pp 485-493
- [9] Camarillo B. Grajeda JE (1979), *Estudio comparativo de cinco selecciones de nopal para consumo humano*. Proc Trap Reg Amer Soc Hort Sci 23:pp 236 - 238
- [10] Lê Doãn Diên (1993), *Hóa sinh thực vật*, NXB Nông nghiệp Hà Nội, pp 56- 78
- [11] Phạm Hoàng Hộ(1999), *Cây cỏ Việt Nam*, quyển 1, Montreal, Canada, pp 27-39
- [12] Nguyễn Văn Mùi(2000), *Thực hành hóa sinh*, NXB khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, pp
- [13] Đỗ Minh Phụng, Đặng Văn Hợp (1997), *Phân tích kiểm nghiệm sản phẩm thủy sản*, ĐHTS Nha Trang, pp 89-153.
- [14] Phạm văn Sỏ, Bùi Thị Như Thuận(1975), *Kiểm nghiệm lượng thực thực phẩm*, NXB khoa học và kỹ thuật Hà Nội, pp 77-124
- [15]Saag K.M.L.,G. Sanderson, P. Moyna & G. Ramos(1975), *Cactaceae mucilage composition*. J Sci Food Agric 26, 993–1000
- [16] RG Costa, AN Medeiros, PEN Givisiez(2009), *Effects of increasing levels of cactus pear (opuntia ficus-indica l. miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water*, Elsevier
- [17] Rojas -Aréchiga M. & C. Vázquez –Yanes(2002), *Cactus seed germination: a review*. J Arid Environ 44, pp85-104
- [18] FC Stintzing, A Schieber, R Carle(2001), *Phytochemical and nutritional significance of cactus pear*, European Food Research
- [19] Feitosa-Teles FF, Stull JW, Brown WH, Whiting FM (1984), *Amino and organic acids of the prickly pear cactus (Opuntiaficus-indica L)*. 1 Sci Fd Agric 35:pp 421-425
- [20] Lazcano C.A., F.T. Davies Jr., A.A. Estrada-Luna, S.A. Duray, & V. Olalde-Portugal(1999), *Effect of auxin and wounding on adventitious root formation of prickly -pear cactus cladodes*. HortTechnol 9, pp99–102
- [21] Mohamed Fawzy (2007), *Oil cactus pear*, Institute of Food Chemistry, Technical University of Berlin, TIB 4/3-1, Gustav-Meyer-Allee 25, D-13355 Berlin, Germany
- [22] MA Anaya-Pérez (2001), *History of the use of Opuntia as forage in Mexico*. In: *Cactus (Opuntia spp.) as Storage*. Eds: Mondragón-Jacobo C, Pérez -González S, FAO, Rome, Italy, pp5–12
- [23] Goettsch B.&H.M. Hernández (2005), *Beta diversity and similarity among cactus sassemlages in the Chihuahuan Desert*.J Arid Environ, In Press
- [24] Weiss J., L. Scheinvar & Y. Mizrahi(1995), *Selenicereus megalanthus (the yellow pitaya), a climbing cactus from Colombia and Peru*. Cactus and Succulent J 67, pp280–283.

**Phản biện khoa học:** PGS.TS. Phạm Thành Quân

**Đơn vị công tác:** Trường ĐH Bách Khoa TP.HCM

**SĐT:** 0908.151.898 - **Email:** ptquan1964@gmail.com