

Độ hữu thụ hạt phấn ở một số thời điểm nở hoa trong ngày khác nhau và ảnh hưởng đến khả năng kết hạt của một số giống khổ qua (*Momordica charantia* L.) trồng tại TP Hồ Chí Minh

Phan Đặng Thái Phương^{1*}, Nguyễn Thùy Dương¹, Vũ Văn Ba²

¹Khoa Khoa học Sinh học, Trường Đại học Nông Lâm TP Hồ Chí Minh, khu phố 6, phường Linh Trung, TP Thủ Đức, TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Viện Nghiên cứu Công nghệ Sinh học và Môi trường, Trường Đại học Nông Lâm TP Hồ Chí Minh, khu phố 6, phường Linh Trung, TP Thủ Đức, TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nhận bài 30/5/2022; ngày chuyển phân biện 2/6/2022; ngày nhận phân biện 27/6/2022; ngày chấp nhận đăng 30/6/2022

Tóm tắt:

Trong quá trình lai giống, hạt phấn là vật liệu trực tiếp tham gia vào quá trình lai thông qua hoạt động thụ phấn hoa. Chất lượng hạt phấn quyết định đến khả năng đậu trái và sự hình thành hạt. Trong nghiên cứu này, hạt phấn của giống khổ qua địa phương (BD2) và giống thương mại (F1) được đánh giá độ hữu thụ ở 8 thời điểm nở hoa (từ 8-11 giờ 30 phút) trong vụ đông xuân 2020 tại TP Hồ Chí Minh. Tự thụ phấn cho 2 giống khổ qua trong khoảng thời gian 8-9 giờ để đánh giá khả năng kết hạt của chúng. Kết quả cho thấy, giống khổ qua địa phương (BD2) có độ hữu thụ hạt phấn cao nhất (61,26%) tại thời điểm thu hoa là 8 giờ 30 phút sáng và thấp nhất (46,22%) tại thời điểm 9 giờ sáng. Trong khi đó, giống thương mại F1 có độ hữu thụ cao nhất ở thời điểm 11 giờ (94,05%) và thấp nhất ở thời điểm 8 giờ (79,58%). Độ hữu thụ của giống BD2 là 60,21%, số hạt/quả trung bình là 33,50 và tỷ lệ hạt mẩy/quả trung bình là 71,72%. Tương tự, độ hữu thụ của giống thương mại F1 là 85,55%, số hạt/quả trung bình là 11,25 và tỷ lệ hạt mẩy/quả trung bình là 84,90%. Đây là thông tin tham khảo có giá trị, ứng dụng trong quá trình lai tạo giống khổ qua.

Từ khóa: độ hữu thụ hạt phấn, *Momordica charantia* L., thời gian nở hoa, tự phối.

Chỉ số phân loại: 4.1

1. Đặt vấn đề

Lai tạo giống cây trồng là một trong những phương pháp hiệu quả tạo ra những dòng/giống mới có các đặc tính nông học mong muốn như sinh trưởng tốt, năng suất và chất lượng cao, thời gian sinh trưởng và thu hoạch ngắn, có khả năng chống chịu tốt với sâu bệnh cũng như điều kiện bất lợi của môi trường... Trong quá trình lai tạo, hạt phấn là vật liệu trực tiếp tham gia vào quá trình lai thông qua hoạt động thụ phấn hoa. Chất lượng hạt phấn quyết định đến khả năng đậu trái và sự hình thành hạt. Hạt phấn chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như nhiệt độ, ẩm độ, thời điểm nở hoa và đặc tính giống...

Thời điểm nở hoa trong ngày ảnh hưởng tới sức sống hạt phấn chủ yếu gây bởi điều kiện ngoại cảnh môi trường. Trong đó, yếu tố nhiệt độ ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng hạt phấn dẫn đến năng suất cây trồng bị ảnh hưởng đã được ghi nhận trên nhiều loại cây như lúa, đậu tây, mướp *Momordica* [1-4]. Ngoài ra, đặc tính di truyền của từng dòng/giống cũng quyết định đến chất lượng và sức sống của hạt phấn. Tại Việt Nam, một số tác giả trước đây cũng đã tiến hành đánh giá độ hữu thụ hạt phấn ở cây khổ qua [5], cây cóc [6], cây dưa hấu [7]. Các kết quả chỉ ra rằng, các loài khác nhau có độ hữu thụ hạt phấn khác nhau.

Cây khổ qua là cây giao phấn có thời gian nở hoa và giao phấn dài. Do vậy, hạt phấn khổ qua cũng chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố. Việc đánh giá chất lượng hạt phấn là rất cần thiết để sản xuất khổ qua và sản xuất hạt giống đạt kết quả cao. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành đánh giá độ hữu thụ hạt phấn của 2 giống khổ qua ở các thời điểm nở hoa trong ngày và đánh giá ảnh hưởng của chúng đến sự hình thành hạt khổ qua làm cơ sở phục vụ quá trình lai tạo và sản xuất hạt giống.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu, địa điểm và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 7/2020 đến tháng 12/2020 trong nhà lưới tại Viện Nghiên cứu Công nghệ Sinh học và Môi trường, Trường Đại học Nông Lâm TP Hồ Chí Minh.

Vật liệu nghiên cứu: 2 giống khổ qua (*Momordica* L.) gồm 1 giống địa phương (BD2) được thu thập tại An Bình, Phú Giáo, Bình Dương có đặc tính chống chịu sâu, bệnh hại tốt và 1 giống thương mại F1 đang được trồng phổ biến tại vùng Đông Nam Bộ làm đối chứng.

Dụng cụ: Dụng cụ nghiên cứu mẫu, kim mũi mác, đĩa petri, bút lông, lam kính, lamén, bình nước, kính hiển vi quang học.

Hoá chất: Aceto-carmin 5%, nước cất, cồn 70°.

*Tác giả liên hệ: Email: thaiphuong@hcmuaf.edu.vn

Pollen fertility at different flowering times and its effect on seed setting of some bitter gourd (*Momordica charantia* L.) varieties in Ho Chi Minh city

Dang Thai Phuong Phan^{1*}, Thuy Duong Nguyen¹, Van Ba Vu²

¹Faculty of Biological Sciences, Nong Lam University - Ho Chi Minh City, Quarter 6, Linh Trung Ward, Thu Duc City, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Research Institute for Biotechnology and Environment, Nong Lam University - Ho Chi Minh City, Quarter 6, Linh Trung Ward, Thu Duc City, Ho Chi Minh City, Vietnam

Received 30 May 2022; revised 27 June 2022; accepted 30 June 2022

Abstract:

In the hybridisation process, pollen grains directly participate in the process through flower pollination. Pollen grain quality determines fruit formation and seed setting. In this study, the pollen grains of the local bitter gourd variety (BD2) and F1 commercial variety were collected at 8 different flowering times (8-11h30) for fertility evaluation in the 2020 Spring-Winter crop season in Ho Chi Minh city. Self-pollinate the 2 varieties over 8-9 hours to evaluate their ability to set seeds. The obtained results indicated that the local variety (BD2) had the highest fertility pollen (61.26%) at 08:30 am and the lowest (46.22%) at 9:00 am. Meanwhile, the F1 commercial variety showed the highest fertility pollen (94.05%) at 11:30 am and the lowest (79.58%) at 8:00 am. The fertility of variety BD2 is 60.21%, resulting in an average of 33.50 seeds per fruit in which the percentage of mature seed is 71.72%. Similarly, the commercial variety found the pollen fertility is 85.55%, resulting in an average of 11.25 seeds per fruit in which the percentage of mature seeds is 84.90%. This information is useful for bitter gourd hybridisation.

Keywords: flowering time, *Momordica charantia* L., pollen fertility, self-pollination.

Classification number: 4.1

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bố trí thí nghiệm: 2 giống khô qua, gồm 1 giống địa phương và 1 giống thương mại F1 được trồng trong điều kiện nhà lưới từ tháng 7/2020 đến tháng 12/2020. Mỗi giống khô qua được bố trí và trồng trên 3 luống riêng biệt, mỗi luống 9 cây. Cây cách cây 80 cm, hàng cách hàng 80 cm. Thí nghiệm được bố trí tuần tự ngẫu nhiên, không lặp lại. Diện tích ô thí nghiệm là 96 m² (12x8 m).

Thu và đánh giá hạt phấn:

- Ngoài đồng ruộng: Tại thời điểm hoa nở rộ (khoảng 60 ngày sau trồng), tiến hành thu mẫu hoa đực (ngày 7/9/2020) tại các thời điểm: 8 giờ, 8 giờ 30 phút, 9 giờ, 9 giờ 30 phút, 10 giờ, 10 giờ 30 phút, 11 giờ, 11 giờ 30 phút. Tại mỗi thời điểm thu 20 hoa/giống, hoa thu được đựng trong hộp có dán nhãn, đặt trong thùng đựng đá để giữ mát. Chọn 5 hoa tại mỗi thời điểm tiến hành tự thụ. Số hoa còn lại đem về phòng thí nghiệm tiến hành kiểm tra sự hữu thụ.

- Trong phòng thí nghiệm: Ngay sau khi thu hoa từ ngoài ruộng, các bao phấn được lấy từ hoa đực và đặt trên mặt lam kính, dùng đầu kim mũi mác đã khử trùng bằng cồn gát lấy các hạt phấn bám trên bao phấn cho vào lam kính.

Quan sát hình thái và xác định độ hữu thụ của hạt phấn: Tiến hành theo phương pháp của R.R. Rigamoto và cs (2002) [4]. Mẫu hạt phấn được nhuộm với acetocarmine 5% trong khoảng thời gian 10-15 phút. Đặt lamén và quan sát mẫu dưới kính hiển vi lần lượt với vật kính 10X và 40X.

Đánh giá độ hữu thụ của hạt phấn: Quan sát hình dạng, kích thước định tính của các loại hạt phấn ở vật kính 40X. Đếm số hạt phấn hữu thụ và các dạng hạt phấn khác (hạt phấn bất thụ) trên từng vi trường ở vật kính 10X. Các hạt phấn bắt màu đậm là hạt phấn hữu thụ, các hạt phấn không bắt màu hoặc bắt màu nhạt, hình dạng méo mó được quy về dạng hạt phấn bất thụ. Độ hữu thụ của hạt phấn là tỷ lệ phần trăm số hạt phấn hữu thụ trên tổng số hạt phấn đếm được trong vi trường. Kết quả mỗi mẫu tiêu bản là giá trị trung bình của 5 vi trường được chọn để quan sát.

Phương pháp tự thụ bắt buộc: Ngay sau khi thu hoa đực tại các thời điểm 8-8 giờ 30 phút và 9-9 giờ 30 phút (ngày 7/9/2020), lấy 5 hoa ở mỗi thời điểm để tự thụ bắt buộc cho 5 hoa cái. Tiến hành bỏ bao cách ly và nhẹ nhàng gỡ bao hoa cái ra tránh làm đứt, gãy, tổn thương nhụy hoa. Quét nhẹ bao phấn đã nở của hoa đực lên đầu nhụy của hoa cái cần được thụ sao cho phấn hoa bám được nhiều nhất trên nhụy, sau đó nhanh chóng bao cách ly hoa cái đã được thụ phấn bằng ống nhựa mỏng.

Đánh giá khả năng kết hạt: Quả khô qua (5 quả) từ kết quả tự thụ bắt buộc được thu ở giai đoạn chín sinh lý (vỏ quả bắt đầu chuyển vàng), tiến hành tách vỏ quả và đếm số hạt/quả (tất cả hạt chắc và lép), số hạt mảy/quả từ đó quy ra số hạt trung bình/quả và tỷ lệ hạt mảy/quả (%).

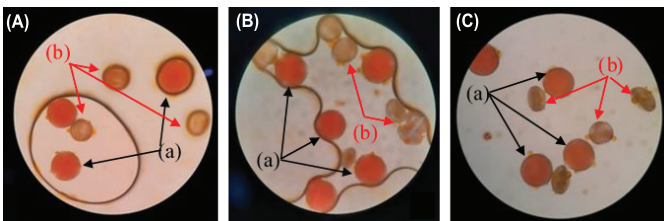
2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được thu thập và xử lý thống kê bằng phần mềm Excel và Minitab 16.

3. Kết quả

3.1. Chất lượng hạt phấn ở các thời điểm nở hoa của cây khổ qua

Kết quả quan sát cho thấy, đặc điểm hình thái của các dạng hạt phấn giữa 2 giống khổ qua không có nhiều sự khác biệt. Hạt phấn hữu thụ bắt màu thuốc nhuộm tốt, hạt phấn to, tròn đều so với các hạt phấn khác trong vi trường. Hạt phấn bất thụ không bắt màu hoặc bắt màu rất nhạt, hạt nhỏ và méo mó. Từ hình ảnh chụp hạt phấn cho thấy phương pháp nhuộm hạt phấn khổ qua theo R.R. Rigamoto và cs (2002) [4] có thể được áp dụng để đánh giá chất lượng hạt phấn khổ qua (hình 1).



Hình 1. Hình thái hạt phấn của cây khổ qua sau khi nhuộm acetocarmine 5%. (A) Vi trường 1; (B) Vi trường 2; (C) Vi trường 3; a) Hạt phấn hữu thụ; b) Hạt phấn bất thụ.

Để đánh giá độ hữu thụ của hạt phấn ở các thời điểm nở hoa trong ngày, chúng tôi tiến hành thu hoa khổ qua của 2 giống và kiểm tra chất lượng của hạt phấn từ 8 giờ sáng đến 11 giờ 30 phút. Kết quả được trình bày ở bảng 1 cho thấy, hoa cây khổ qua bắt đầu nở và tung phấn từ 8 giờ sáng. Hoa nở kéo dài đến 11 giờ 30 phút. Một số ít hoa nở sớm hơn và muộn hơn thời gian này. Kết quả ở bảng 1 cũng cho thấy độ hữu thụ trung bình của hạt phấn không sai khác ở các thời điểm nở hoa từ 8 giờ tới 11 giờ 30 phút. Đây là khoảng thời gian rất thích hợp để tiến hành lai tạo cho hoa khổ qua. Trong đó, độ hữu thụ của hạt phấn ở giống BD2 cao nhất là 61,26% ở thời điểm 8 giờ 30 phút sáng và ở giống thương mại là 94,05 ở thời điểm 11 giờ. Kết quả này là thông tin quan trọng để tiến hành bước tiếp theo trong quá trình lai tạo hạt giống khổ qua.

Bảng 1. Đánh giá độ hữu thụ của hạt phấn ở các thời điểm nở hoa của cây khổ qua trong nhà lưới tại TP Thủ Đức, TP Hồ Chí Minh, vụ đông xuân 2020.

Thứ tự	Thời điểm (am)	Độ hữu thụ (%)	
		Giống địa phương (BD2) (n=5)	Giống thương mại (F1) (n=5)
1	8:00	59,16±14,27	79,58±17,17
2	8:30	61,26±13,29	85,53±19,85
3	9:00	46,22 ^b ±9,02	85,57±18,27
4	9:30	55,51 ^{ab} ±12,45	89,93±18,77
5	10:00	54,39 ^{ab} ±13,70	88,52±18,50
6	10:30	52,62 ^{ab} ±11,82	81,59±20,00
7	11:00	50,91 ^{ab} ±7,24	94,05±13,39
8	11:30	55,38 ^{ab} ±7,73	80,76±20,99
Prob		0,002	0,187

Các ký tự a, b có ý nghĩa là phân hạng khác biệt khi xử lý thống kê.

3.2. Ảnh hưởng độ hữu thụ tới khả năng kết hạt

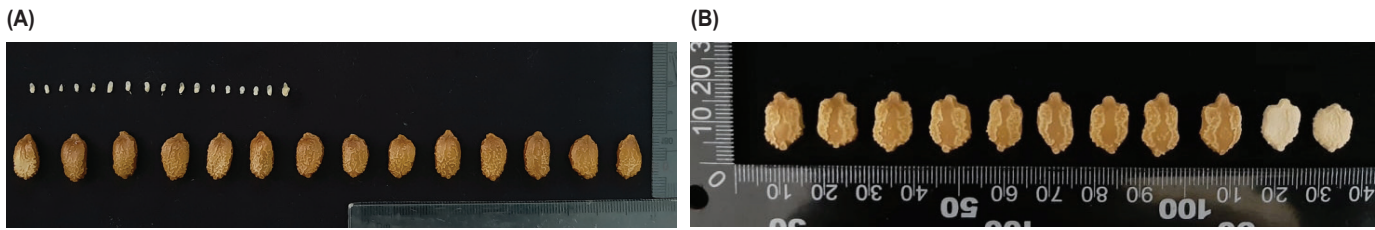
Để đánh giá độ hữu thụ của hạt phấn ảnh hưởng tới khả năng kết hạt, chúng tôi thu quả từ các phép lai tự thụ bắt buộc (5 quả/thời điểm), đếm tổng số lượng hạt được hình thành/quả và số lượng hạt mảy/quả. Kết quả thu được được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng độ hữu thụ hạt phấn đến khả năng kết hạt.

Thứ tự	Giống	Thời gian thụ phấn	Độ hữu thụ trung bình (%)	Số hạt/quả (TB)	Tỷ lệ hạt mảy/quả trung bình (%)
1	Địa phương (BD2)	8:00-8:30	60,21	33,50	71,72
		8:30-9:00	53,74	31,75	38,43
2	Thương mại F1	8:00-8:30	82,56	8,50	84,90
		8:30-9:00	85,55	11,25	84,90

Từ bảng 2 ta thấy, độ hữu thụ của hạt phấn tỷ lệ thuận với số lượng hạt thu được/quả và số hạt mảy ở cả 2 khoảng thời gian tiến hành. Độ hữu thụ hạt phấn của giống thương mại F1 là 82,56 và 85,55% khi tiến hành lai thu được số hạt trung bình/quả là 8,50 và 11,25, tỷ lệ hạt mảy/quả trung bình là 84,90%. Tương tự như vậy, độ hữu thụ của giống BD2 là 60,21 và 53,74% khi tiến hành tự thụ thu được số hạt lai trung bình/quả là 33,5 và 31,75, tỷ lệ hạt mảy/quả trung bình là 71,72 và 38,43%. Như vậy, kết quả này cho chúng ta thấy để thu được kết quả lai tốt nên có thông tin về thời điểm lai tạo thích hợp cho sự thụ phấn và chọn các dòng/giống có độ hữu thụ cao để tiến hành lai.

Với giống khổ qua BD2, thời gian khảo sát từ 8 giờ đến 8 giờ 30 phút cho giá trị độ hữu thụ trung bình cao hơn và kết quả lai tạo tốt hơn so với khoảng thời gian từ 8 giờ 30



Hình 2. Số hạt/quả và hình thái hạt của 2 giống khổ qua. (A) Giống khổ qua địa phương (BD2); (B) Giống khổ qua thương mại F1.

phút đến 9 giờ. Trong khi đó, độ hữu thụ giống thương mại tại thời điểm từ 8 giờ 30 phút đến 9 giờ cao hơn khoảng 10% so với giống địa phương từ 8 giờ đến 8 giờ 30 phút và kết quả của phép lai thu được cũng tốt hơn.

4. Bàn luận

Trong quá trình sản xuất hạt giống, một trong những mục tiêu quan trọng là sản xuất ra số lượng hạt lai nhiều và có chất lượng tốt. Quá trình lai tạo giống cây trồng, ngoài các yếu tố ngoại cảnh như nhiệt độ, độ ẩm, gió và côn trùng ảnh hưởng đến quá trình thụ phấn, thụ tinh, hình thành quả và hạt. Đặc tính di truyền trong đó độ hữu thụ của hạt phấn cũng là yếu tố rất quan trọng ảnh hưởng đến quá trình này [8, 9]. Hạt phấn là nơi mang các giao tử đực, bao gồm 3 phần khác biệt nhau về thành phần hoá học, cấu trúc hình thái, sinh học và sinh lý [10]. 3 phần này gồm lớp màng ngoài, màng trong và phần trung tâm chứa tế bào chất và nhân. Nhân hạt phấn là nơi chứa nhiều chất nhiễm sắc và bắt màu khi nhuộm bằng thuốc nhuộm [11-13]. Theo A. Tyagi và cs (1995, 1998) [14, 15], độ hữu thụ của hạt phấn có thể xác định theo sức sống hạt phấn. Các tác giả đã tiến hành thí nghiệm với 2 phương pháp. Trong đó, các tác giả đã thu hạt phấn của 3 loài cây ngập mặn ở Fiji tại thời điểm hoa nở và chia ra làm 2 phần. Một phần tiến hành phương pháp nhuộm hạt phấn bằng acetocamine 5%, phần còn lại tiến hành đánh giá sức sống hạt phấn bằng cách kiểm tra tỷ lệ nảy mầm của hạt phấn trên môi trường dinh dưỡng nhân tạo. Kết quả chỉ ra rằng, 2 phương pháp cho kết quả tương ứng nhau. Tuy nhiên, phương pháp nhuộm hạt phấn bằng acetocamine 5% đơn giản và dễ thực hiện. Vì vậy, nhiều nghiên cứu sau này đã sử dụng phương pháp nhuộm acetocamine để đánh giá độ hữu thụ của hạt phấn [4, 5-7, 16]. T.Q. Dung và cs (2011) [6] đánh giá độ hữu thụ hạt phấn của các quần thể mướp đắng (*M. charantia* L.) tại huyện Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế cho thấy, độ hữu thụ của quần thể mướp đắng trồng ở các địa điểm khác nhau trong huyện là không sai khác nhau (tại Hương Xuân là 80,66% và tại Hương Chử là 81,68%). Tuy nhiên, khi các tác giả so sánh với độ hữu thụ hạt phấn của các loài cây khác như dưa hấu và cóc cho thấy độ hữu thụ của mướp đắng cao hơn.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng phương pháp nhuộm acetocamine 5% để đánh giá độ hữu thụ của hạt phấn 2 giống khổ qua ở các thời điểm nở hoa khác nhau trong ngày. Kết quả thu được cho thấy, các dòng/giống khác nhau có độ hữu thụ hạt phấn khác nhau và độ hữu thụ hạt phấn cũng khác nhau ở từng thời điểm nở hoa khác nhau trong ngày. Đồng thời, kết quả đánh giá cho thấy độ hữu thụ của hạt phấn tỷ lệ thuận với số hạt thu được/quả và tỷ lệ hạt nảy.

5. Kết luận

- Giống khổ qua địa phương (BD2) có độ hữu thụ hạt phấn đạt cao nhất (61,26%) tại thời điểm thu hoa là 8 giờ 30 phút sáng và thấp nhất (46,22%) tại thời điểm 9 giờ sáng. Giống thương mại F1 có độ hữu thụ cao nhất ở thời điểm 11 giờ là 94,05% và thấp nhất ở thời điểm 8 giờ là 79,58%.

- Độ hữu thụ hạt phấn trên cây khổ qua tiến hành đánh giá tỷ lệ thuận với số hạt thu được và số hạt nảy. Độ hữu thụ của giống BD2 là 60,21%, số hạt/quả trung bình là 33,50 và tỷ lệ hạt nảy/quả trung bình là 71,72%.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Sở Khoa học và Công nghệ TP Hồ Chí Minh thông qua đề tài mã số 19/2019/HĐ-QPTKHCN. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] V. Rathod, T.K. Behera, A.D. Munshi, et al. (2018), "Pollen viability and in vitro pollen germination studies in *Momordica* species and their intra and interspecific hybrids", *International Journal of Chemical Studies*, **6(6)**, pp.32-40.
- [2] N. Ledesma, N. Sugiyama (2005), "Pollen quality and performance in strawberry plants exposed to high-temperature stress", *Journal of The American Society for Horticultural Science*, **130**, pp.341-347, DOI: 10.21273/JASHS.130.3.341.
- [3] T. Matsui, O. Kenji, T. Horie (2000), "High temperature at flowering inhibits swelling of pollen grains, a driving force for thecae dehiscence in rice (*Oryza sativa* L.)", *Plant Production Science*, **3(4)**, pp.430-434, DOI: 10.1626/pp.3.430.

- [4] R.R. Rigamoto, A.P. Tyagi (2002), “Pollen fertility status in coastal plant species of Rotuma island”, *South Pacific Journal Nature Science*, **20**, pp.30-33.
- [5] T.Q. Dung, N.K. Lan (2009), *Determination of Size and Fertility of Pollen Grains of Lumnitzera Racemosa Wild. 1803*, Scientific Report on Ecology and Biological Resources, The 3rd National Science Conference, pp.1272-1274 (in Vietnamese).
- [6] T.Q. Dung, P. Nguyen (2011), *Pollen Fertility of Bitter Gourd (Momordica Charantia L.) Populations in Huong Tra District, Thua Thien Hue Province*, Scientific Report on Ecology and Biological Resources, The Fourth National Scientific Conference, pp.1090-1094 (in Vietnamese).
- [7] T.Q. Dung, P.T.H. Trang, L.Q. Nam (2015), *Pollen Fertility of Watermelon (Citrullus lanatus (Thumb.) Matsum. & Nakai) in Vinh My Commune, Phu Loc District, Thua Thien Hue Province*, Scientific Report on Ecology and Biological Resources, 6th National Scientific Conference, pp.1305-1309 (in Vietnamese).
- [8] C. Wilcock, R. Neiland (2002), “Pollination failure in plants: Why it happens and when it matters - Review”, *Trends in Plant Science*, **7(6)**, pp.270-276, DOI: 10.1016/S1360-1385(02)02258-6.
- [9] M. Kjøl, A. Nielsen, N.C. Stenseth (2011), *Potential Effects of Climate Change on Crop Pollination*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 38pp.
- [10] R.B. Knox (1984), “Cellular interaction”, *Plant Physiology*, **17**, pp.508-520.
- [11] M. Marutani, R.D. Sheffer, H. Kameto (1993), “Cytological analysis of *Arthuriium andraenum* (Araceae), its related taxa and their hybrids”, *American Journal of Botany*, **80**, pp.93-103, DOI: 10.1002/j.1537-2197.1993.tb13772.x.
- [12] M.A. McKeller, K.H. Quesenberry (1992), “Chromosome pairing and pollen viability in *Desmodium ovalifolium* Wall x *Desmodium heterocarpon* (L.) DC hybrids”, *Australian Journal of Botany*, **40(2)**, pp.243-247, DOI: 10.1071/BT9920243.
- [13] R. Weirman, S. Gubatx (1992), *Pollen Wall and Sporopollenium, In International Review of Cytology-Sexual Reproduction in Plants*, Harcourt Brace Jovanovich Publishers, pp.508-608, DOI: 10.1016/S0074-7696(08)61093-1.
- [14] A. Tyagi, C. Dass, S. Nathan, et al. (1995), “Pollen fertility status in some flowering plant species of Fiji”, *South Pacific Journal of Natural Science*, **14**, pp.211-222.
- [15] A. Tyagi, V. Singh (1998), “Pollen fertility and intraspecific and interspecific compatibility in mangroves of Fiji”, *Sexual Plant Reproduction*, **11**, pp.60-63, DOI: 10.1007/s004970050121.
- [16] S.J. Qureshi, M.A. Khan, M. Arshad, et al. (2009), “Pollen fertility (viability) status in *Asteraceae* species of Pakistan”, *Trakia Journal of Sciences*, **7(1)**, pp.12-16.