

**Analysis of genetic diversity of 100 cashew (*Anacardium occidentale* L.) cultivars screened in Binh Phuoc based on nut yield and ISSR markers**

**Toan D. Pham<sup>1\*</sup>, Duc M. Tran<sup>2</sup>, Thu T. Nguyen<sup>1</sup>, & Tri M. Bui<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Research Institute of Biotechnology and Environment, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>2</sup>Binh Phuoc High-Tech Agriculture Research Center, Binh Phuoc, Vietnam

<sup>3</sup>Faculty of Agronomy, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Ho Chi Minh City, Vietnam

**ARTICLE INFO**

**Research Paper**

Received: December 18, 2019

Revised: February 19, 2020

Accepted: April 21, 2020

**Keywords**

Cashew variety

Conservation

Genetic diversity

ISSR

Plant breeding

**\*Corresponding author**

Pham Duc Toan

Email: phamductoan@hcmuaf.edu.vn

**ABSTRACT**

Cashew (*Anacardium occidentale* L.) is an important tropical tree, belonging to Anacardiaceae family and has high economic value growing in Vietnam. The objective of this study was to assess genetic diversity of cashew distributed in Binh Phuoc province for breeding development and conservation. A total of 100 cashew samples of over 10 years age distributed in Binh Phuoc province were divided into eight main groups based on nut yield. In contrast, the cluster analysis was divided 100 cashew samples into 12 groups based on 11 ISSR markers. The genetic diversity of 100 cashew samples ranged from 0.04 to 0.26, with a mean of 0.19. The results showed that cashew samples were high levels of polymorphism based on nut yield, as well as the ISSR markers. The results of this research would be one of the important information in the genetic evaluation of cashew trees and useful information for cashew breeding development in future.

**Cited as:** Pham, T. D., Tran, D. M., Nguyen, T. T., & Bui, T. M. (2020). Analysis of genetic diversity of 100 cashew (*Anacardium occidentale* L.) cultivars screened in Binh Phuoc based on nut yield and ISSR markers. *The Journal of Agriculture and Development* 19(2), 17-27.

**Phân tích đa dạng di truyền 100 mẫu giống điều (*Anacardium occidentale* L.) được tuyển chọn trên địa bàn tỉnh Bình Phước dựa trên năng suất hạt và chỉ thị sinh học phân tử ISSR**

**Phạm Đức Toàn<sup>1\*</sup>, Trần Minh Đức<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Thu<sup>1</sup> & Bùi Minh Trí<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Viện Nghiên Cứu Công Nghệ Sinh Học và Môi Trường, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Trung Tâm Nông Nghiệp Ứng Dụng Công Nghệ Cao Tỉnh Bình Phước, Bình Phước

<sup>3</sup>Khoa Nông Học, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

**THÔNG TIN BÀI BÁO**

**Bài báo khoa học**

Ngày nhận: 18/12/2019

Ngày chỉnh sửa: 19/02/2020

Ngày chấp nhận: 21/04/2020

**Từ khóa**

Bảo tồn

Đa dạng di truyền

Giống điều

ISSR

Nhân giống

**\*Tác giả liên hệ**

Phạm Đức Toàn

Email: phamductoan@hcmuaf.edu.vn

**TÓM TẮT**

Cây điều (*Anacardium occidentale* L.) là cây nhiệt đới quan trọng, thuộc họ Anacardiaceae và có giá trị kinh tế cao được trồng ở Việt Nam. Mục đích của nghiên cứu này nhằm đánh giá, phân nhóm đa dạng di truyền của các mẫu giống điều phân bố trên địa bàn tỉnh Bình Phước nhằm phục vụ cho công tác phát triển nhân giống và bảo tồn. Tổng số 100 mẫu giống điều trên 10 năm tuổi phân bố trên địa bàn tỉnh Bình Phước được phân chia thành 8 nhóm chính dựa trên đặc điểm hạt và năng suất hạt. Trong khi đó, khi sử dụng 11 chỉ thị ISSR thì các mẫu giống điều được chia thành 12 nhóm riêng biệt. Khoảng cách đa dạng di truyền 100 mẫu giống điều trong nghiên cứu này từ 0,04 đến 0,26, với giá trị trung bình khoảng cách đa dạng di truyền 0,19. Kết quả thể hiện các mẫu giống điều có mức đa hình tương đối cao dựa trên đặc điểm hạt và năng suất hạt, cũng như chỉ thị ISSR. Kết quả nghiên cứu này là một trong những thông tin rất quan trọng trong công tác đánh giá di truyền trên cây điều và hữu ích cho công tác chọn tạo và phát triển giống điều trong tương lai.

**1. Đặt Vấn Đề**

Cây điều (*Anacardium occidentale* L.) là cây nhiệt đới lấy hạt quan trọng, thuộc họ Anacardiaceae và có nguồn gốc tự nhiên ở các quốc gia Nam Mỹ như Bolivia, Brazil, Peru và Tây Ấn Độ (Nakasone & Paull, 1998; Samal & ctv., 2003). Trong họ Anacardiaceae bao gồm 75 chi (genera) và 700 loài (species) (Nakasone & Paull, 1998). Trong đó, cây điều (*A. occidentale*) có khả năng chịu hạn, sinh trưởng tốt trên các loại đất đồi dốc và là cây có giá trị kinh tế giúp ổn định đời sống người nghèo (Aliyu, 2012). Bình Phước là một trong những địa phương có điều kiện thổ nhưỡng thích hợp cho cây điều phát triển với diện tích và sản lượng vượt trội hơn các địa phương khác của cả nước.

Việc trồng điều mang một ý nghĩa chiến lược vì không những tận dụng được địa hình đồi dốc mà còn cải thiện đời sống cho người dân do xuất khẩu mang lại ngoại tệ cao. Tuy nhiên, hiện nay quá trình phát triển cây điều ở Việt Nam nói chung và Đông Nam Bộ nói riêng đang gặp nhiều khó khăn và chưa ổn định. Nguyên nhân chủ yếu của sự trở ngại này do giống điều trồng trong sản xuất chưa phù hợp với điều kiện tự nhiên, tiêu chuẩn hạt chưa phù hợp với yêu cầu của chế biến, chịu tác động mạnh của yếu tố khí hậu và thời tiết không thuận lợi. Mặc dù đã có nhiều đơn vị trong nước đã tiến hành tuyển chọn và cải tiến các giống điều để đưa vào sản xuất nhưng năng suất còn thấp và còn nhiều khuyết điểm khi áp dụng vào sản xuất.

Mục đích của nghiên cứu này nhằm đánh giá,

phân nhóm đa dạng di truyền của các mẫu giống điều phân bố trên địa bàn tỉnh Bình Phước dựa trên chỉ tiêu năng suất hạt, số hạt khô/kg và chỉ thị sinh học phân tử ISSR, nhằm phục vụ cho công tác phát triển nhân giống và bảo tồn.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

### 2.1. Khảo sát chỉ tiêu hạt, năng suất hạt và li trích DNA dùng cho phản ứng PCR-ISSR

Tổng số 100 mẫu giống điều trên 10 năm tuổi phân bố trên địa bàn tỉnh Bình Phước được khảo sát đánh giá các chỉ tiêu năng suất hạt và số hạt khô/kg (Bảng 1). Mẫu lá của 100 mẫu giống điều cũng được thu thập để li trích DNA phục vụ cho công tác đánh giá đa dạng di truyền bằng chỉ thị ISSR. DNA của các mẫu giống điều được li trích bằng quy trình CTAB, mẫu được li trích là mẫu lá non. Phản ứng PCR-ISSR được thực hiện trong thể tích 25  $\mu$ L bao gồm 1X MasterMix (Bioline - UK), 0,2  $\mu$ M primer ISSR, 1  $\mu$ L DNA (khoảng 50-100 ng/ $\mu$ L), và nước cất khử ion vừa đủ 25  $\mu$ L. Phản ứng PCR-ISSR được thực hiện trên máy PCR (Applied Biosystems 9700) với chu trình nhiệt như sau 1 chu kỳ của 94°C trong 5 phút; 30 chu kỳ của 94°C - 1 phút, 55°C - 2 phút, 72°C - 2 phút; 1 chu kỳ của 72°C - 5 phút và cuối cùng là giữ sản phẩm PCR-ISSR ở 4°C.

Điện di kiểm tra sản phẩm PCR-ISSR trên gel agarose với nồng độ 1,5%. Sau khi điện di, gel được chụp hình trên máy chiếu sáng bằng UV. Để ước lượng kích thước trình tự các đoạn DNA khuếch đại trong gel agarose, dùng thang chuẩn ladder 1 Kb DNA (Bioline - UK).

### 2.2. Phân nhóm di truyền

Sử dụng phần mềm MiniTab 16.0 để đánh giá và phân nhóm di truyền của 100 mẫu giống điều dựa vào chỉ tiêu năng suất hạt và số hạt/kg. Đối với chỉ thị ISSR, từ kết quả điện di của sản phẩm PCR - ISSR, tiến hành xác định mức độ đa hình của các mẫu bằng cách so sánh các phân đoạn DNA. Các phân đoạn DNA được ghi nhận: nếu xuất hiện band trong sản phẩm điện di ở cùng kích thước được kí hiệu 1, không xuất hiện thì kí hiệu 0. Các số liệu này sẽ được xử lí và phân tích bằng phần mềm NTSYSpc 2.1 (Numerical Taxonomy System) để tìm ra mối liên quan giữa các đối tượng nghiên cứu thông qua hệ số đa hình di truyền và biểu đồ hình cây phân nhóm.

## 3. Kết Quả và Thảo Luận

### 3.1. Khảo sát chỉ tiêu về hạt và năng suất hạt của các giống điều tại tỉnh Bình Phước

Trong tổng số 100 mẫu giống điều trên 10 năm tuổi đã được khảo sát chỉ tiêu năng suất hạt và số hạt khô/kg. Kết quả được ghi nhận cho thấy năng suất hạt của các mẫu giống điều dao động từ 30 – 100 kg/cây/năm, năng suất trung bình là 47 kg/cây/năm. Số hạt khô/kg của các mẫu giống điều có mức dao động từ 109 – 224 hạt/kg, trung bình 156 hạt khô/kg (Bảng 1).

### 3.2. Phân nhóm các mẫu giống điều dựa vào đặc điểm hạt và năng suất hạt

Dựa vào các đặc điểm hạt và năng suất hạt/cây/năm của các giống điều có thể thấy 100 mẫu giống điều được khảo sát, thu thập phân chia vào 8 nhóm chính (Bảng 2, Hình 1). Trong đó nhóm V là nhóm lớn nhất bao gồm 32 mẫu giống, và nhóm ít mẫu giống nhất là nhóm VII với chỉ duy nhất 1 mẫu giống. Các nhóm được thể hiện chi tiết trong Bảng 2.

### 3.3. Đánh giá sự phân nhóm di truyền của 100 mẫu giống điều dựa vào chỉ thị ISSR

Với tổng số 30 primer ISSR sử dụng để sàng lọc lựa chọn ra các primer đa hình phục vụ cho đánh giá sự đa hình của các mẫu giống điều. Trong đó sàng lọc ra 11 primer ISSR cho sản phẩm khuếch đại đa hình tốt, tỉ lệ băng đa hình cao do đó đã được lựa chọn sử dụng cho đánh giá đa hình di truyền cây điều. Tổng số sản phẩm khuếch đại từ 11 ISSR primer 113 band, đạt trung bình 10,3 band/primer, kích thước band từ 200 - 3000 bp (Bảng 3). Tổng số đoạn khuếch đại đa hình 101 band, trung bình 9,2 band/primer, tỉ lệ band đa hình 88,3%. Primer cho nhiều đoạn khuếch đại nhất là primer UBC841 (13 band) và số đoạn đa hình đạt được cũng là 13 band, đạt tỉ lệ 100% band đa hình. Primer có số band thấp nhất là UBC808 (7 band), nhưng tất cả đều là band đa hình, tỉ lệ đạt 100%. Trong 11 primer được lựa chọn, tỉ lệ đoạn khuếch đại đa hình thấp nhất là primer UBC888, với tỉ lệ đa hình chỉ 60% (6/10 band đa hình). Các primer cho đa hình tuyệt đối 100% bao gồm các primer sau UBC808, UBC841, UBC873, UBC880, UBC855 (Hình 2). Nhìn chung tất cả các primer ISSR được chọn sử dụng cho nghiên cứu cây điều có mức độ đa hình

**Bảng 1.** Kết quả khảo sát chỉ tiêu năng suất hạt và số hạt khô/kg của 100 mẫu giống điều

STT	Mã số mẫu giống	Địa điểm thu thập mẫu	Năng suất kg/cây/năm	Số hạt khô/kg
1	MD1	Ấp 8, Tiến thành, Đồng Xoài	50	121
2	MD2	Ấp 4, Tiến Hưng, Đồng Xoài	40	159
3	MD3	Ấp 4, Tiến Hưng, Đồng Xoài	50	160
4	MD4	Ấp 1, xã Đồng Tâm - Đồng Phú	30	130
5	MD5	Ấp 1, xã Đồng Tâm - Đồng Phú	35	165
6	MD6	Phú Thành - Phú Riềng - Bù Gia Mập	70	170
7	MD7	Phú Thành- Phú Riềng - Bù Gia Mập	50	133
8	MD8	Ấp Minh Tân - Tân Tiến - Đồng Phú	100	174
9	MD9	Ấp Minh Tân - Tân Tiến- Đồng Phú	70	173
10	MD10	Ấp Minh Tân - Tân Tiến - Đồng Phú	70	175
11	MD11	Ấp Thuận Phú- Thuận Phú - Đồng Phú	90	190
12	MD12	Ấp Thuận Phú - Thuận Phú - Đồng Phú	60	172
13	MD13	Thôn 7, xã Bình Minh - Bù Đăng	70	159
14	MD14	Thôn 7, xã Bình Minh - Bù Đăng	50	164
15	MD15	Thôn Đồng Tiến - Phước Tân - Bù Gia Mập	60	170
16	MD16	Thôn Đồng Tiến - Phước Tân - Bù Gia Mập	50	155
17	MD17	Thôn 10 TN, Bù Đăng	60	156
18	MD18	Thôn 10 TN, Bù Đăng	45	196
19	MD19	Thôn 10 TN, Bù Đăng	55	180
20	MD20	Thôn 10 TN, Bù Đăng	62	144
21	MD21	Thôn 10 TN, Bù Đăng	50	188
22	MD22	Thôn 3 TN, Bù Đăng	60	149
23	MD23	Đức Liễu, Bù Đăng	50	224
24	MD24	Đức Liễu, Bù Đăng	50	156
25	MD25	Đức Liễu, Bù Đăng	55	140
26	MD26	Ấp Tân Lập, xã Phú Nghĩa, Bù Gia Mập	30	196
27	MD27	Ấp Tân Lập, xã Phú Nghĩa, Bù Gia Mập	52	141
28	MD28	Ấp cây da, xã Phú Văn - Bù Gia Mập	45	124
29	MD29	Ấp Cây Da, xã Phú Văn - Bù Gia Mập	50	175
30	MD30	Ấp Cây Da, xã Phú Văn, Bù Gia Mập	45	145
31	MD31	Thôn 3 - ĐakỐ - Bù Gia Mập	50	170
32	MD32	Thôn 6 - ĐakỐ - Bù Gia Mập	55	168
33	MD33	Thôn 6 - ĐakỐ-BGM	60	186
34	MD34	Ấp 7, xã Bom Bo - Bù Gia Mập	55	221
35	MD35	Thôn 7, xã Bình Minh - Bù Đăng	60	208
36	MD36	Ấp 7, xã Bom Bo - Bù Gia Mập	55	188
37	MD37	Phước Tân - Phước Tân - Bù Gia Mập	55	116
38	MD38	Phước Tân - Phước Tân - Bù Gia Mập	45	120
39	MD39	Thôn 2- Long Bình - Bù Gia Mập	55	160
40	MD40	Thôn Đakon - Bù Gia Mập	45	145
41	MD41	Thôn Đakon, Bù Gia Mập	48	135
42	MD42	Thôn Đakon, Bù Gia Mập	50	148
43	MD43	Thôn Đakon, Bù Gia Mập	50	140
44	MD44	Tổ 3 - phường Thác Mơ, Phước Long	30	155
45	MD45	Tổ 3 - phường Thác Mơ, Phước Long	40	185

**Bảng 1.** Kết quả khảo sát chỉ tiêu năng suất hạt và số hạt khô/kg của 100 mẫu giống điều (tiếp theo trang 20)

STT	Mã số mẫu giống	Địa điểm thu thập mẫu	Năng suất kg/cây/năm	Số hạt khô/kg
46	MD46	Ấp 10, xã Long Hà - Bù Gia Mập	70	176
47	MD47	Ấp 10, xã Long Hưng - Bù Gia Mập	30	164
48	MD48	Ấp 7, xã Bình Minh - Bù Đăng	40	150
49	MD49	Ấp 7, xã Bom Bo - Bù Gia Mập	50	140
50	MD50	Thôn 2 căn - Phú Nghĩa - Bù Gia Mập	50	131
51	MD51	Thôn 2 căn - Phú Nghĩa - Bù Gia Mập	60	154
52	MD52	Thôn 2 căn - Phú Nghĩa - Bù Gia Mập	55	164
53	MD53	Tân Phước - Đồng Phú	50	145
54	MD54	Tân Phước - Đồng Phú	35	124
55	MD55	Tân Phước - Đồng Phú	40	146
56	MD56	Tân Phước - Đồng Phú	45	120
57	MD57	Tân Phước - Đồng Phú	40	140
58	MD58	Tân Phước - Đồng Phú	55	109
59	MD59	Tân Phước - Đồng Phú	40	100
60	MD60	Tân Phước - Đồng Phú	40	148
61	MD61	Tân Phước - Đồng Phú	52	144
62	MD62	Mình Lập - Chơn Thành	70	120
63	MD63	Mình Lập - Chơn Thành	60	124
64	MD64	Mình Lập - Chơn Thành	40	122
65	MD65	Ấp 1 - Tân Lập - Đồng Phú	40	170
66	MD66	Thông 10 - Long Bình - Phú Riềng	45	198
67	MD67	Thôn 8- Long Hà, Phú Riềng	70	133
68	MD68	Thôn 8- Long Hà, Phú Riềng	60	124
69	MD69	Thôn 10- Long Bình- Phú Riềng	40	173
70	MD70	Thanh Phú - Bình Long	40	150
71	MD71	Thanh Phú - Bình Long	40	150
72	MD72	Tổ 5 - Bù Anh - Thanh An	50	145
73	MD73	Tổ 5 - Bù Anh - Thanh An	40	155
74	MD74	Tổ 9 - Ấp Trung Sơn - Thanh An	50	170
75	MD75	Tổ 9 - An Sơn - Thanh An	40	175
76	MD76		30	160
77	MD77		35	140
78	MD78		30	145
79	MD79		40	160
80	MD80		30	165
81	MD81		30	155
82	MD82	Vườn bảo tồn thuộc Ban quản lý	40	170
83	MD83	khu Nông nghiệp Ứng dụng	40	140
84	MD84	Công nghệ cao tỉnh Bình Phước	35	150
85	MD85		35	165
86	MD86	Ấp 8 - Tân Thành - Đồng Xoài - Bình Phước	40	170
87	MD87		30	140
88	MD88		40	135
89	MD89		45	145
90	MD90		35	145
91	MD91		30	150
92	MD92		50	160

**Bảng 1.** Kết quả khảo sát chỉ tiêu năng suất hạt và số hạt khô/kg của 100 mẫu giống điều (tiếp theo trang 21)

STT	Mã số mẫu giống	Địa điểm thu thập mẫu	Năng suất kg/cây/năm	Số hạt khô/kg	
93	MD93	Vườn bảo tồn thuộc Ban quản lý khu Nông nghiệp Ứng dụng Công nghệ cao tỉnh Bình Phước Áp 8 - Tân Thành - Đồng Xoài - Bình Phước	50	175	
94	MD94		40	170	
95	MD95		30	140	
96	MD96		30	135	
97	MD97		35	140	
98	MD98		30	160	
99	MD99		30	160	
100	MD100		35	156	
Cao nhất			100	244	
Trung bình			30	109	
Thấp nhất			47	156	

MD: Mẫu điều.

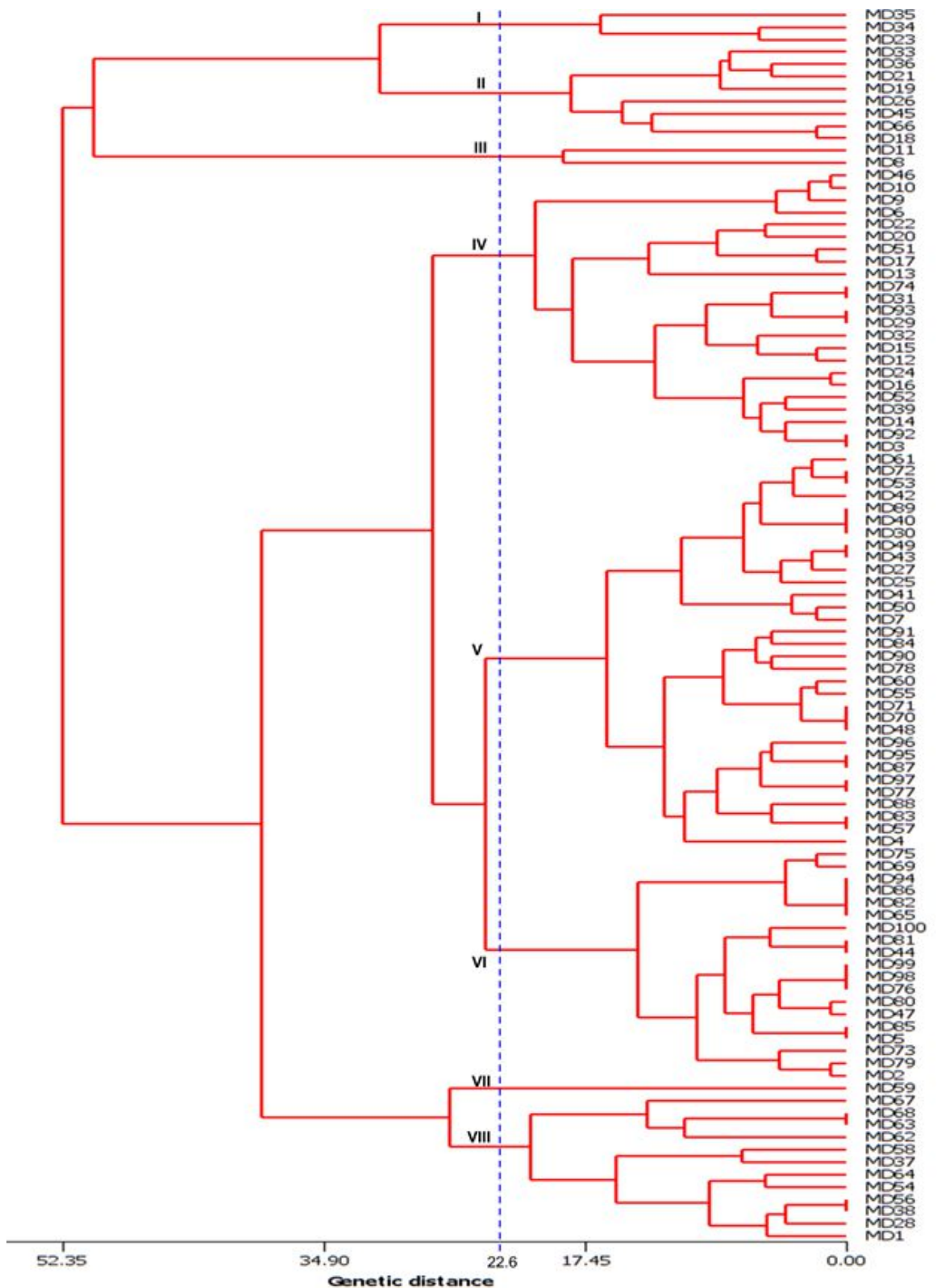
**Bảng 2.** Phân nhóm các mẫu giống điều dựa vào đặc điểm hạt và năng suất hạt

Nhóm	Tên mẫu giống (MD)	Ghi chú mẫu trội
I	35, 34,23	23
II	33, 36, 21, 19, 26, 45, 66, 18	
III	11, 8	11
IV	46, 10, 9, 6, 22, 50, 51, 17, 13, 74, 31, 93, 29, 32, 15, 12, 24, 16, 52, 39, 14, 92, 3	6, 12, 15, 24, 46
V	61, 72, 53, 42, 89, 40, 30, 49, 43, 27, 25, 41, 50, 7, 91, 84, 90, 78, 60, 55, 71, 70, 48, 96, 95, 67, 97, 77, 88, 83, 57, 4	43, 70, 71, 72
VI	76, 69, 94, 86, 62, 65, 100, 61, 44, 99, 98, 76, 80, 4, 65, 5, 73, 79, 2	62, 73
VII	59	
VIII	67, 68, 63, 58, 37, 64, 54, 56, 38, 28, 1	63, 64

MD: Mẫu điều.

**Bảng 3.** Kết quả đánh giá đa hình của 11 primer ISSR trên 100 mẫu giống điều Bình Phước

Tên primer	Trình tự primer	Tổng số band khuếch đại	Tổng số band đa hình	Tỷ lệ đa hình (%)	Kích thước đoạn khuếch đại (bp)
UBC808	(AG)8C	7	7	100	200 - 2500
UBC810	(GA)8T	9	8	89	350 - 1500
UBC811	(GA)8C	11	10	91	250 - 3000
UBC825	(AC)8T	8	5	63	250 - 1700
UBC840	(GA)8YT	11	10	91	400 - 300
UBC841	(GA)8YC	13	13	100	350 - 3000
UBC850	(GT)8YC	9	7	78	200 - 3000
UBC855	(AC)8YT	12	12	100	200 - 6000
UBC873	(GACA)4	12	12	100	200 - 3000
UBC880	(GGAGA)3	11	11	100	300 - 3000
UBC888	BDB(CA)7	10	6	60	250 - 3000
Trung bình		10,3	9,2	88,3	
Tổng số		113	101		
Biến động		7 - 13	5 - 12	63 - 100	200 - 3000

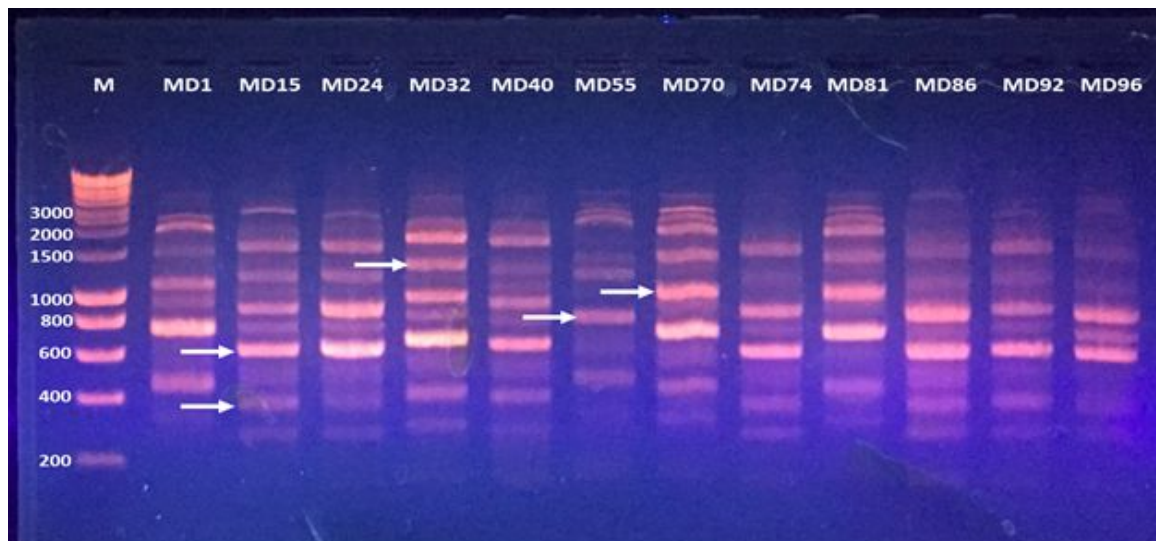


**Hình 1.** Kết quả phân nhóm 100 mẫu giống điều dựa vào chỉ tiêu hạt và năng suất hạt.

**Bảng 4.** Kết quả phân nhóm di truyền của 100 mẫu giống điều dựa trên chỉ thị ISSR

Nhóm	Tên mẫu giống MD (mẫu điều)	Ghi chú (Các mẫu giống nổi trội)
I	1, 4, <b>15</b> , <b>24</b> , 26, 27, 17, 35, 34, 7, 30, 21, <b>23</b> , <b>6</b> , 8, 10, <b>12</b> , <b>11</b> , 42, 16, 32, 38, 41, 47, 44, 45, <b>46</b> , 19, 29, 18, 20, <b>43</b> , 25, 28, 66, <b>63</b> , <b>64</b> , 66, 9, 52, 54, 37, 35, 13, 31, 33, <b>62</b> , 65, 40, 48, 49, 51	15, 24, 7, 23, 6, 12, 11, 46, 43, 63, 64, 62
II	14, 22, 61, 55, 56, 36	
III	2, <b>72</b>	72
IV	39, 50, <b>73</b>	73
V	67, <b>71</b>	71
VI	59	
VII	76, 77, 78, 79, 81, 85, 86, 82, 83, 84, 87, 88, 80, 89, 90, 92, 98, 96, 95, 93, 94, 91, 97, 99, 100	Bộ sưu tập giống, trồng tại Ban quản lý khu Nông nghiệp Ứng dụng Công nghệ cao tỉnh Bình Phước
VIII	74, 75	74, 75
IX	53	
X	57, 58	
XI	60, 69	
XII	70	70

MD: Mẫu điều; các số theo sau là ký hiệu số mẫu theo thứ tự từ 1 - 100, bắt đầu từ 1.

**Hình 2.** Sản phẩm khuếch đại của các mẫu giống điều với primer UBC855.

M: thang chuẩn 1kb DNA, các mẫu còn lại là mẫu điều theo số thứ tự (MD: Mẫu điều; các số theo sau là số thứ tự của 100 mẫu giống điều, bắt đầu từ số 1). Dấu mũi tên chỉ ra vài vị trí đại diện đa hình.

khá cao, dao động từ 60 - 100%, đáp ứng đầy đủ và tin cậy cao trong phân tích đa hình di truyền cây điều.

Kết quả nghiên cứu này cũng cho thấy các chỉ thị ISSR khá hiệu quả trong sử dụng phân tích đa dạng di truyền cây điều. Với mức độ đa hình của 11 chỉ thị ISSR trên 100 mẫu giống điều là

88,3%, kết quả này cũng khá phù hợp với báo cáo của tác giả Santhosh & ctv. (2009) trên 100 mẫu giống điều khi sử dụng 10 chỉ thị ISSR thu được 67 đoạn khuếch đại, trong đó có 58 đoạn đa hình, chiếm tỉ lệ 86,6%. Tương tự, báo cáo của Dasmohapatra & ctv. (2014) cũng đã chỉ ra rằng khi phân tích đa dạng di truyền của 25 mẫu





**Hình 3.** Cây phân nhóm di truyền của 100 mẫu giống điều dựa trên 11 chỉ thị ISSR.

giống điều được phục tráng ở Ấn Độ bằng 14 chỉ thị ISSR thu được tổng số 116 đoạn khuếch đại, trong đó có 104 đoạn đa hình, chiếm tỉ lệ 89,65%. So sánh kết quả của nghiên cứu này với các loại cây trồng khác cũng cho thấy mức độ đa hình của 11 chỉ thị ISSR trên cây điều tương đối phù hợp với nghiên cứu của Bharathi & ctv. (2012) khi dùng 12 primer ISSR khảo sát trên các loài cây trồng thuộc trong chi *Momordica* và kết quả đạt tỉ lệ band đa hình là 93,2%. Cũng trong báo cáo của Bharathi & ctv. (2012) nhưng dùng 21 primer RAPD kết quả đạt tỉ lệ band đa hình là 92,6%. Tương tự, nghiên cứu Rasul & ctv. (2007) sử dụng 44 primer RAPD trên 39 mẫu giống khổ qua hoang dại (*Momordica dioica*) và một mẫu gốc có kết quả là 95% band đa hình. Dey & ctv. (2006) sử dụng 29 primer RAPD khảo sát đa dạng di truyền của 38 mẫu giống khổ qua và kết quả số đoạn đa hình chiếm tỷ lệ 36,5%. Tỉ lệ đoạn đa hình của primer ISSR trong nghiên cứu cây điều được thể hiện cao hơn hẳn so với các nghiên cứu được công bố trên các cây trồng khác như trên cây dó bầu (Vu & ctv., 2014) dùng 12 primer ISSR và kết quả đạt 78,98% band đa hình; Anil & ctv. (2015) dùng 20 primer ISSR khảo sát 22 mẫu giống dưa gang (*Cucumis melo var. momordica*) thuộc họ Cucurbitaceae ở Ấn Độ kết quả đạt 58,38% band đa hình. Tương tự Verma & ctv. (2015) báo cáo trên cây nghệ khi dùng 13 primer ISSR chỉ có 82% band đa hình; Bharathi & ctv. (2012) dùng 12 primer ISSR khảo sát trên 11 mẫu giống khổ qua và kết quả đạt 67,5% band đa hình.

### 3.4. Kết quả phân nhóm di truyền của các mẫu giống điều dựa trên chỉ thị ISSR

Sự phân nhóm di truyền của 100 mẫu giống điều tại Bình Phước dao động từ 0,4 đến 0,26, và các mẫu giống điều được phân chia vào 12 nhóm chính, tại giá trị trung bình khoảng cách đa hình di truyền là 0,19 (số liệu từ NTSYSpc2.1 – Hình 3). Trong đó, nhóm lớn nhất là nhóm I, cũng là nhóm tập hợp nhiều mẫu giống nhất (52 mẫu giống) với các mẫu giống được đánh giá có tiềm năng về năng suất như MD15, 24, 7, 23, 6, 12, 11, 46, 43, 63, 64, 62 (Bảng 4, Hình 3). Nhóm lớn thứ nhì là nhóm VII, tập hợp gồm 25 mẫu giống, điều thú vị là tất cả 25 mẫu giống này được đánh giá là những giống giàu triển vọng, đang được thu thập và trồng lưu giữ tại Vườn sưu tập giống của Ban quản lý khu nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao tỉnh Bình Phước (Bảng 4, Hình 3. Các

nhóm còn lại chỉ bao gồm từ 1 - 6 mẫu giống, trong đó nhóm III, VI, XII chỉ duy nhất 1 mẫu giống.

## 4. Kết Luận

Dựa vào cây phân nhóm di truyền cho thấy 100 mẫu giống điều có tính đa dạng di truyền cao và được chia ra làm 8 nhóm dựa vào hai đặc điểm năng suất hạt và số hạt khô/kg. Trong khi đó, khi sử dụng 11 chỉ thị ISSR thì các mẫu giống điều được chia thành 12 nhóm riêng biệt, khoảng cách đa dạng di truyền từ 0,04 đến 0,26, với giá trị trung bình khoảng cách đa dạng di truyền là 0,19. Kết quả nghiên cứu này là nguồn thông tin rất hữu ích trong công tác đánh giá di truyền trên cây điều và phục vụ cho công tác chọn tạo và phát triển giống điều trong tương lai.

## Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả gửi lời cảm ơn chân thành đến Sở KHCN tỉnh Bình Phước đã cấp kinh phí thực hiện nghiên cứu này, và cảm ơn tới các đồng nghiệp ở các địa phương nơi thu thập mẫu, cũng như các đồng nghiệp ở Ban quản lý Khu Nông nghiệp Ứng dụng Công nghệ cao tỉnh Bình Phước, và Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ hoàn thành nghiên cứu này.

## Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Aliyu, O. M. (2012). Genetic diversity of Nigerian cashew germplasm. In Mahmut Cahskan (Ed.). *Genetic diversity in plants*. Rijeka, Croatia: In Tech.
- Anil, K. S., Sanjeev, K., Hemant, S., Ved, P. R., Brahma, D. S., & Sudhakar, P. (2015). Genetic diversity in Indian Snap melon (*Cucumis melo var. momordica*) accessions revealed by ISSR markers. *Plant Omics Journal* 8 (1), 9-16.
- Bharathi, S. K., Parida, A. D., Munshi, T. K., Behera, K. V., & Raman, T. (2012). Molecular diversity and phenetic relationship of *Momordica* spp. of Indian occurrence. *Genetic Resources Crop Evolution* 59, 937-948.
- Dasmohapatra, R., Rath, S., Pradhan, B., & Rout, G. R. (2014). Molecular and agro-morphological assessment of cashew (*Anacardium occidentale* L.) genotypes of India. *Journal of Applied Horticulture* 16(3), 215-221.
- Dey, S. S., Singh, A. K., Chandel, D., & Behera, T. K. (2006). Genetic diversity of bitter melon (*Momordica charantia* L.) genotypes revealed by RAPD markers and agronomic traits. *Scientia Horticulturae* 109, 21-28.

- Nakasone, H. Y., & Paull, R. E. (1998). *Tropical fruits*. Oxford, UK: CAB International.
- Rasul, M. G., Hiramatsu, M., & Okubo, H. (2007). Genetic relatedness (diversity) and cultivar identification by randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers in teasle gourd (*Momordica dioica* Roxb.). *Scientia Horticulturae* 111, 271-279.
- Samal, S., Rout, G. R., & Lenka, P. C. (2003). Analysis of genetic relationships between populations of cashew by using morphological characterization and RAPD markers, Orissa, India. *Plant Soil & Environment* 49(4), 176-182.
- Santhosh, W. G., Shobha, D., & Melwyn, G. S. (2009). Assessment of genetic diversity in cashew germplasm using RAPD and ISSR markers. *Scientia Horticulturae* 120(3), 411-417.
- Verma, S., Singh, S., Sharma, S., Tewari, S. K., Roy, R. K., Goel, A. K., & Rana, T. S. (2015). Assessment of genetic diversity in indigenous turmeric (*Curcuma longa*) germplasm from India using molecular markers. *Physiology and Molecular Biology of Plants* 21(2), 233-242.
- Vu, T. H., Hoang, H. D., Pham, N. B., & Chu, H. H. (2014). Genetic evaluation of *Aquilaria crassna* Pierre population in Vietnam using ISSR markers. *Journal of Technology and Sciences* 30(4), 23-30