

PHÂN TÍCH CÁC LOCUS TÍNH TRẠNG SỐ LƯỢNG (QTLs) MỘT SỐ TÍNH TRẠNG NÔNG HỌC Ở LÚA (*Oryza sativa* L.) TRỒNG TẠI VIỆT NAM

Nguyễn Thị Thúy Hạnh^{1*}, Nguyễn Trung Anh¹, Nguyễn Quốc Trung¹, Phạm Văn Cường²

¹Khoa Công nghệ sinh học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: ntthanh.sh@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 10.06.2020

Ngày chấp nhận đăng: 10.08.2020

TÓM TẮT

Để chọn tạo được các giống lúa có năng suất cao, chất lượng tốt nhằm đảm bảo an ninh lương thực trong bối cảnh diện tích trồng lúa ngày càng giảm do quá trình đô thị hóa và sự chuyển đổi cơ cấu nông nghiệp hiện nay tại Việt Nam, các thông tin di truyền ở mức độ phân tử là rất cần thiết. Phân tích các locus tính trạng số lượng (QTLs) một số tính trạng nông học với các giống lúa đang được trồng tại Việt Nam đã được thực hiện thông qua việc phân tích số liệu chiều cao cây (CC), số nhánh (SN) và khối lượng chất khô tổng số (CK) sử dụng phần mềm QTL Cartographer version 2,5. Kết quả đã xác định được 12 QTLs cho các tính trạng chiều cao cây, số nhánh và khối lượng chất khô tổng số nằm trên các nhiễm sắc thể số 1, 2, 4, 7, 9 và 10. QTL tính trạng chiều cao cây nằm trên nhiễm sắc thể số 2 là QTL mạnh có giá trị LOD và phần trăm biến động kiểu hình do ảnh hưởng của QTL này ở mức cao (5,23 và 39,81%) và cũng đã được công bố trong một số nghiên cứu độc lập khác. Các kết quả này sẽ cung cấp thông tin hữu ích cho các nhà chọn tạo giống lúa và sẽ là cơ sở quan trọng cho các nghiên cứu tiếp theo nhằm xác định gen quy định tính trạng chiều cao cây với các giống lúa được trồng tại Việt Nam.

Từ khóa: Quần thể F₂, QTL, lúa (*Oryza Sativa* L.).

QTL Mapping for Agronomical Traits of Vietnamese Rice Landraces (*Oryza sativa* L.)

ABSTRACT

In attempts to generate high-yield and good-quality rice varieties to ensure food security in the context of reducing rice-growing areas due to the urbanization process and the current agricultural restructuring in Vietnam, the genetic information of rice landraces at the molecular level is essential. In this study, QTLs were identified with some agronomic traits in rice varieties being grown in Vietnam by analysing data of plant height, number of tillers and total dry weight and QTL Cartographer version 2,5 soft ware. The result showed 12 QTLs for plant height, number of tillers and total dry weight on the chromosomes 1, 2, 4, 7, 9 and 10. The QTL for plant height on chromosome 2 was the QTL with a high LOD value and a high percentage of phenotypic variation explained by 5.23 and 39.81%, respectively. This QTL has been identified in several other independent researches. These results might provide useful information for rice breeders and will be an important basis for further research to identify genes that regulate plant height traits in rice varieties grown in Vietnam.

Keywords: F₂ population, QTL, Rice (*Oryza Sativa* L.)

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lúa (*Oryza sativa* L.) là cây trồng ngũ cốc quan trọng nhất về kinh tế trên thế giới, cung cấp lương thực cho hơn 50% dân số thế giới, với khoảng hơn một tỷ người phụ thuộc vào canh tác lúa để kiếm sống. Người ta nhận ra rằng sản xuất lúa gạo sẽ cần tăng 30% vào năm 2025 để

nuôi sống dân số ngày càng tăng trên thế giới (IRRI). Ngoài ra, nông nghiệp phải đáp ứng ở cấp độ toàn cầu nhu cầu gia tăng đối với các mặt hàng dựa trên sinh học như thực phẩm, thức ăn, chất xơ và nhiên liệu.

Trong những năm gần đây, diện tích đất trồng lúa ở Việt Nam có xu hướng giảm do sự phát triển của quá trình đô thị hóa cũng như sự

thay đổi trong chính sách nông nghiệp của Chính phủ. Tuy nhiên việc trồng và sản xuất lúa gạo vẫn phải giữ ở mức đảm bảo an ninh lương thực trong nước và phục vụ xuất khẩu. Đây chính là nhiệm vụ cho các nhà chọn tạo giống trong việc nghiên cứu và chọn tạo ra các giống lúa có năng suất cao và chất lượng tốt.

Các thành tựu trong lĩnh vực sinh học phân tử, nghiên cứu hệ gen và chỉ thị phân tử ADN đã mở ra nhiều phương pháp tiếp cận và hướng nghiên cứu mới bên cạnh các phương pháp truyền thống trong chọn tạo giống cây trồng nói chung và lúa nói riêng. Phân tích QTL sử dụng các chỉ thị phân tử ADN là phương pháp nhằm xác định vị trí của các nhân tố di truyền liên quan đến các tính trạng số lượng nghiên cứu (Vinod, 2006). Trong phân tích QTL có thể sử dụng một số quần thể khác nhau để theo dõi các tính trạng nghiên cứu và xác định QTL: F_2 , DH (Doubled Haploid), RIL (Recombinant Inbred Lines) hoặc BC (Back Cross) và mỗi quần thể đều có ưu nhược điểm riêng của chúng. Phương pháp này đã và đang cải thiện đáng kể sự hiểu biết của chúng ta về cơ sở di truyền học của các tính trạng số lượng. Phương pháp này đã được các nhà khoa học sử dụng trong việc xác định vị trí của các nhân tố di truyền liên quan đến các tính trạng số lượng ở lúa. Fang & Wu (2001) đã tìm ra 8 QTLs liên quan đến chiều cao cây lúa trong điều kiện thủy canh và 13 QTLs với thí nghiệm bố trí trong chậu sử dụng quần thể DH được tạo ra từ phép lai giữa IR64 và Azucena. Lian & cs. (2005) đã công bố 12 QTLs liên quan đến tính trạng khối lượng rễ, 14 QTLs với khối lượng thân và 12 QTLs với khối lượng chất khô tổng số trong điều kiện thủy canh ở quần thể 239 RILs được tạo ra từ phép lai giữa Zhenshan97 và Minghui63. Feng & cs. (2010) đã xác định được 7 QTLs cho một số tính trạng khối lượng chất khô, chiều cao cây ở giai đoạn đẻ nhánh trong điều kiện thủy canh của quần thể RIL bao gồm 238 cá thể được tạo ra từ phép lai giữa 2 giống lúa XQZB và R3908. Wei & cs. (2011) đã công bố 4 và 6 QTLs được phân tích từ 2 thí nghiệm được tiến hành năm 2006 và 2007 khi sử dụng 127 cá thể của quần thể RIL được tạo ra từ 2 bố mẹ Zhenshan97 và Minghui63. Hanh & cs. (2016) đã tìm ra 14 QTL liên quan

đến hiệu suất sử dụng đạm và 63 QTL liên quan đến 12 tính trạng nông học và sinh lý khi sử dụng quần thể RIL được tạo ra từ phép lai giữa IR64 và Azucena, thí nghiệm được bố trí trong điều kiện thủy canh.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu xác định các QTL liên quan đến các tính trạng nông sinh học chưa nhiều, chưa đáp ứng được sự quan tâm của các nhà chọn tạo giống lúa. Nguyễn Thị Lang & cs. (2009) đã phân tích QTL tính trạng chống chịu khô hạn trên cây lúa *Oryza sativa* L. và xác định được vị trí các QTL liên quan đến tính chống chịu trong thời kỳ trổ, chiều dài của rễ và khối lượng khô của rễ nằm trên các nhiễm sắc thể (NST) 2, 3, 4, 8, 9, 10 và 12. Nguyen Thi Thuy Hanh & cs. (2013) đã xác 44 QTL liên quan đến 15 tính trạng nông sinh học ở lúa khi sử dụng quần thể RIL được tạo ra từ phép lai giữa IR64 và Azucena. Đặng Minh Tâm & cs. (2016) đã xác định được QTL liên quan đến tính kháng rầy nâu ở lúa nằm trên NST số 4 sử dụng quần thể F_2 từ tổ hợp lai giữa IR64 và AC1613.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng quần thể F_2 (được tạo ra từ phép lai giữa Chiêm Tây và P6 Đột Biến) và bản đồ chỉ thị phân tử với 127 chỉ thị phân bố trên 12 NST (kết quả nghiên cứu trước đây của nhóm thực hiện đề tài) để nghiên cứu và phân tích các QTL liên quan đến một số tính trạng nông sinh học ở lúa trồng tại Việt Nam. Các kết quả đạt được của nghiên cứu này sẽ cung cấp nguồn thông tin hữu ích cho các nhà chọn tạo giống nhằm hướng tới việc chọn tạo các giống lúa có năng suất cao, chất lượng tốt một cách bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Quần thể F_2 bao gồm 130 cá thể được tạo ra từ phép lai giữa 2 giống lúa P6 đột biến (P6ĐB) và Chiêm Tây (CT) năm 2017 trong khuôn khổ Dự án của nhóm nghiên cứu. Căn cứ vào kết quả nghiên cứu khi đánh giá hiệu suất sử dụng đạm của một số giống lúa nhóm nghiên cứu đã chọn ra hai giống P6ĐB và CT có hiệu suất sử dụng đạm cao nhất và thấp nhất kết hợp với sự tương phản của một số tính trạng nông sinh học

khác (chiều cao cây, số nhánh, khối lượng chất khô tổng số, thời gian trổ,...).

Bản đồ chỉ thị phân tử bao gồm 127 chỉ thị phân tử (107 chỉ thị SSR - Simple Sequence Repeats và 20 chỉ thị STS-Sequence-Tagged Sites) phân bố trên 12 NST được dùng trong phân tích QTL một số tính trạng nông học trong nghiên cứu này là kết quả sàng lọc và xác định của nhóm nghiên cứu (Nguyễn Thị Thúy Hạnh & cs, 2018).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm trong nhà lưới

Thí nghiệm được bố trí trong nhà lưới từ tháng 6 đến tháng 12/2018 bao gồm 150 chậu, trong đó 130 chậu trồng các cây F_2 ; 10 chậu trồng CT và 10 chậu trồng P6ĐB. Thóc được ngâm ở 30°C trong 1 ngày sau đó ủ ở 35°C trong 2 ngày. Hạt nảy mầm được trồng vào khay, sau 25 ngày, mỗi cây mạ sẽ được cấy chuyển vào chậu có chiều cao 20cm, đường kính 23cm. Mỗi chậu có chứa 5kg đất phù sa sông Hồng đã được phơi và sàng sạch. Mỗi cây trong mỗi chậu sẽ được trồng cho đến khi thu hoạch. Phân bón NPK được bón với liều lượng tương ứng là 60, 90, 90 kg/ha. Nước được tưới 2 lần/ngày để duy trì mặt nước cách bề mặt đất trong chậu 4cm. Cây lúa được theo dõi sự sinh trưởng và phát triển hàng ngày, các biện pháp phòng trừ sâu bệnh hại được thực hiện theo tiêu chuẩn áp dụng với các thí nghiệm trong nhà lưới.

2.2.2. Thu mẫu và đo các chỉ tiêu theo dõi

Các tính trạng theo dõi trong thí nghiệm bao gồm: chiều cao cây (CC), số nhánh (SN) và khối lượng chất khô tổng số (CK). Các tính trạng này sẽ được theo dõi, thu mẫu và đo/cân tại 3 giai đoạn sinh trưởng phát triển của lúa: giai đoạn đẻ nhánh (ĐN), giai đoạn trổ bông (TR) và giai đoạn chín (CH).

Việc thu mẫu ở mỗi giai đoạn được thực hiện như sau: các cây sẽ được thu độc lập để đo chiều cao, đếm số nhánh, sau đó chia mỗi cây theo các bộ phận: rễ, thân, lá, bông/hạt (với giai đoạn trổ bông và chín). Chiều cao cây được tính từ phần phía trên mặt đất đến chóp lá cao nhất hoặc đến hết bông dài nhất của cây. Khối lượng chất khô sẽ được cân sau khi các bộ phận của

cây đã được sấy khô đến khối lượng không đổi ở 60°C. Khối lượng chất khô tổng số là tổng khối lượng chất khô của các bộ phận: rễ, thân, lá, bông/hạt (với giai đoạn trổ bông và chín).

Mỗi giai đoạn thu mẫu sẽ theo dõi độc lập ở 3 cây P6ĐB, 3 cây CT, 40 cây F_2 (giai đoạn đẻ nhánh và trổ) và 50 cây F_2 (giai đoạn chín).

2.2.3. Phân tích thống kê số liệu

Số liệu của các tính trạng theo dõi được xử lý thống kê để xác định phân phối chuẩn với từng bộ số liệu của từng tính trạng theo dõi.

2.2.4. Phân tích QTL

Sử dụng phần mềm QTL Cartographer version 2,5 (<http://statgen.ncsu.edu/qtlcart/WQTLCart.htm>) để phân tích và xác định các QTL cho các tính trạng trong nghiên cứu. Khoảng cách được lựa chọn trong phân tích QTL là 2 cM (Zeng, 1994) và sử dụng chức năng phân tích CIM (Composite Interval Mapping). Ngưỡng giá trị LOD (likelihood odds ratio) để xác định QTL được xác định bằng cách thực hiện 1000 lặp lại của phép thử hoán vị (permutation test) (Dufey & cs., 2009; Hạnh Thị Thúy Nguyễn & cs., 2016). QTL trên NST được xác định tại điểm có giá trị LOD cao nhất. Để thể hiện vị trí của mỗi QTL trên NST thì độ dài của mỗi QTL được tính bằng cách lấy giá trị cao nhất của LOD - 1 (Hirel & cs., 2001; Dufey & cs., 2009; Hạnh Thị Thúy Nguyễn & cs., 2016).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chiều cao cây, số nhánh và khối lượng chất khô tổng số

3.1.1. Giai đoạn đẻ nhánh

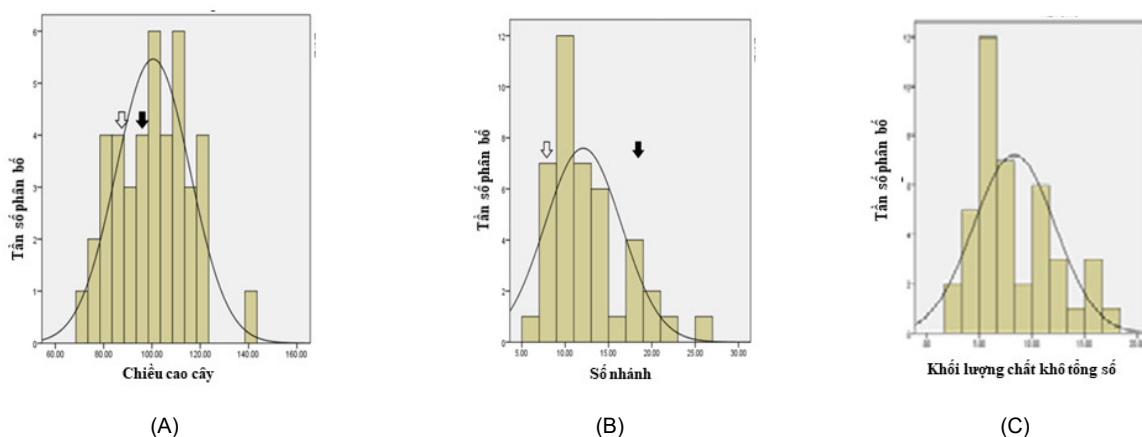
Chiều cao của các cây F_2 dao động từ 71-140cm, chiều cao trung bình là 100,8cm trong khi chiều cao trung bình của P6ĐB và CT lần lượt là 99 và 88cm. Số nhánh của các cây F_2 ở giai đoạn đẻ nhánh dao động khá lớn từ 6-25 nhánh, số nhánh trung bình của các cá thể F_2 là 12. Số nhánh của hai giống bố mẹ lần lượt là 8 và 18 nhánh. Khối lượng chất khô tổng số dao động từ 12,88-66,93g, khối lượng chất khô

trung bình của các cá thể F₂ là 27,48g. Khối lượng chất khô của P6ĐB và CT tương ứng là 22,9g và 32,64g (Bảng 1). Sự phân bố tần số giá trị tính trạng chiều cao cây, số nhánh và khối

lượng chất khô tổng số ở giai đoạn đẻ nhánh đều theo quy luật phân phối chuẩn. Đây là cơ sở cho việc phân tích, xác định QTL sử dụng phần mềm QTL Catographer (Hình 1).

Bảng 1. Chiều cao cây, số nhánh và khối lượng chất khô tổng số ở giai đoạn đẻ nhánh của các cá thể quần thể F₂, P6 đột biến và Chiêm Tây

Cây	Chiều cao cây (cm)	Số nhánh	Khối lượng chất khô tổng số (g)	Cây	Chiều cao cây (cm)	Số nhánh	Khối lượng chất khô tổng số (g)
P6ĐB	99 ± 1,33	8,33 ± 1,11	22,9 ± 1,4	F ₂ -20	76	12	17,34
CT	88,67 ± 2,89	18,33 ± 2,44	32,64 ± 10,53	F ₂ -21	112	25	19,59
F ₂ -1	102	12	27,14	F ₂ -22	84	9	18,52
F ₂ -2	89	13	31,32	F ₂ -23	122	7	22,88
F ₂ -3	85	18	41,78	F ₂ -24	80	13	24,23
F ₂ -4	71	10	12,88	F ₂ -25	118	11	24,77
F ₂ -5	102	10	23,70	F ₂ -26	105	9	19,63
F ₂ -6	88	10	16,27	F ₂ -27	120	10	26,49
F ₂ -7	98	7	17,30	F ₂ -28	80	11	21,27
F ₂ -8	110	7	18,29	F ₂ -29	106	16	35,26
F ₂ -9	92	10	25,92	F ₂ -30	116	22	66,93
F ₂ -10	78	13	22,98	F ₂ -31	82	18	28,25
F ₂ -11	102	10	29,99	F ₂ -32	99	7	50,61
F ₂ -12	97	9	29,02	F ₂ -33	116	11	17,92
F ₂ -13	87	20	45,70	F ₂ -34	140	13	37,66
F ₂ -14	110	10	25,83	F ₂ -35	122	17	47,69
F ₂ -15	100	14	32,04	F ₂ -36	110	19	37,24
F ₂ -16	108	8	22,14	F ₂ -37	95	14	31,65
F ₂ -17	98	8	21,13	F ₂ -38	110	10	24,22
F ₂ -18	81	12	17,30	F ₂ -39	120	6	21,08
F ₂ -19	113	9	23,29	F ₂ -40	108	11	21,95



Ghi chú: A - Chiều cao cây, B - Số nhánh, C - Khối lượng chất khô tổng số.

Hình 1. Phân bố tần số của các giá trị tính trạng ở F₂ và bố mẹ giai đoạn đẻ nhánh

3.1.2. Giai đoạn trổ bông

Ở giai đoạn trổ bông, chiều cao của các cây F₂ dao động từ 83-158cm, chiều cao trung bình là 124,03cm. Chiều cao trung bình của 2 giống bố mẹ P6ĐB và CT lần lượt là 102 và 131cm. Số nhánh của các cây F₂ dao động từ 6-22 nhánh, số nhánh trung bình của các cá thể F₂ là 11,38. Số nhánh của hai giống P6ĐB và CT lần lượt là 9,33 và 12,67 nhánh. Khối lượng chất khô tổng số dao động từ 16,38-78,87g, khối lượng chất khô trung bình của các cá thể F₂ là 38,69g. Khối lượng chất khô của P6ĐB và CT tương ứng là 31,08 g và 46,87g (Bảng 2). Sự phân bố tần số giá trị tính trạng chiều cao cây, số nhánh và khối lượng chất khô tổng số ở giai đoạn trổ bông đều phân bố theo phân phối chuẩn (Hình 2).

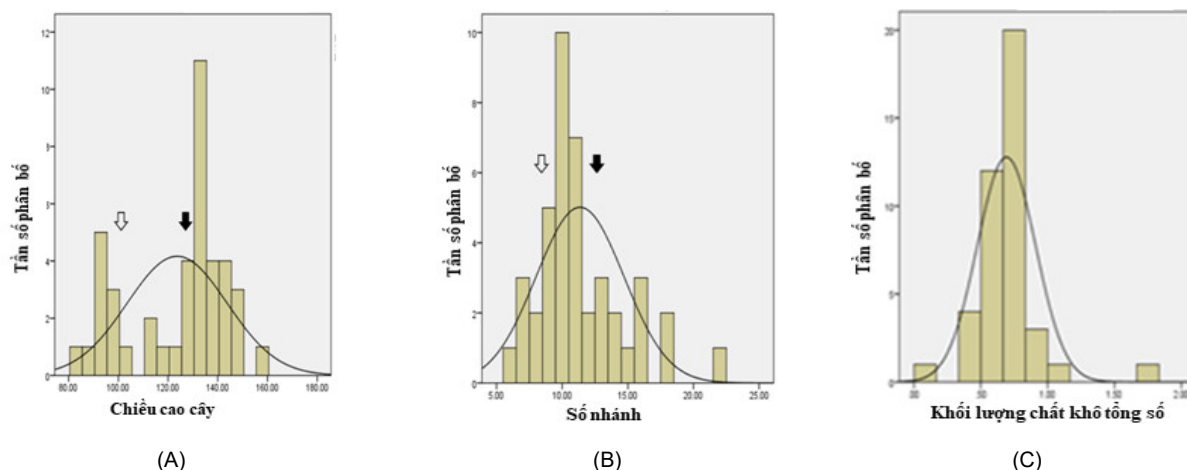
3.1.3. Giai đoạn chín

Ở giai đoạn chín, chiều cao của các cây F₂ dao động từ 88-155cm, chiều cao trung bình là 128,44cm. Chiều cao trung bình của 2 giống bố mẹ P6ĐB và CT lần lượt là 96,5 và 132,25cm. Số nhánh của các cây F₂ dao động từ 4-20 nhánh, số nhánh trung bình của các cá thể F₂ là 9,54. Số nhánh của hai giống P6ĐB và CT lần lượt là 8,5 và 14,25 nhánh. Khối lượng chất khô tổng số dao động từ 24,95-116,28g, khối lượng chất khô trung bình của các cá thể F₂ là 53,38g. Khối lượng chất khô của P6ĐB và CT tương ứng là 37,79g và 60,83g (Bảng 3). Sự phân bố tần số tính trạng chiều cao cây, số nhánh và khối lượng chất khô tổng số ở giai đoạn chín đều tuân theo quy luật phân phối chuẩn (Hình 3).

Bảng 2. Chiều cao cây, số nhánh và khối lượng chất khô tổng số ở giai đoạn trổ bông của các cá thể quần thể F₂, P6 Đột Biến và Chiêm Tây

Cây	Chiều cao cây (cm)	Số nhánh	Khối lượng chất khô tổng số (g)	Cây	Chiều cao cây (cm)	Số nhánh	Khối lượng chất khô tổng số (g)
P6ĐB	102 ± 0,67	9,33 ± 1,11	31,08 ± 1,68	F ₂ -82	132	10	65,09
CT	131 ± 0,67	12,67 ± 1,56	46,87±11,74	F ₂ -84	145	9	28,75
F ₂ -41	132	11	43,06	F ₂ -88	127	11	40,40
F ₂ -46	139	10	34,49	F ₂ -93	135	14	42,41
F ₂ -47	112	13	35,20	F ₂ -99	97	11	31,53
F ₂ -51	95	9	22,88	F ₂ -102	132	11	59,22
F ₂ -53	124	11	21,65	F ₂ -105	144	16	36,33
F ₂ -54	149	14	50,35	F ₂ -108	138	6	67,77
F ₂ -56	134	7	24,00	F ₂ -109	133	11	35,62
F ₂ -57	126	9	27,77	F ₂ -110	126	7	26,08
F ₂ -58	93	10	26,33	F ₂ -112	132	10	41,35
F ₂ -61	132	12	39,15	F ₂ -113	90	10	22,68
F ₂ -62	92	11	24,08	F ₂ -114	112	10	19,92
F ₂ -65	149	15	46,80	F ₂ -115	132	8	20,96
F ₂ -66	137	16	59,08	F ₂ -116	95	10	24,46
F ₂ -67	129	9	24,84	F ₂ -117	131	10	28,43
F ₂ -70	142	22	78,87	F ₂ -118	158	8	27,56
F ₂ -71	93	18	71,18	F ₂ -120	83	7	16,38
F ₂ -72	148	16	52,72	F ₂ -121	96	13	74,34
F ₂ -73	143	12	42,14	F ₂ -128	137	10	35,56
F ₂ -74	97	10	23,35	F ₂ -130	120	18	54,96

Phân tích các locus tính trạng số lượng (QTLs) một số tính trạng nông học ở lúa (*Oryza sativa* L.) trồng tại Việt Nam

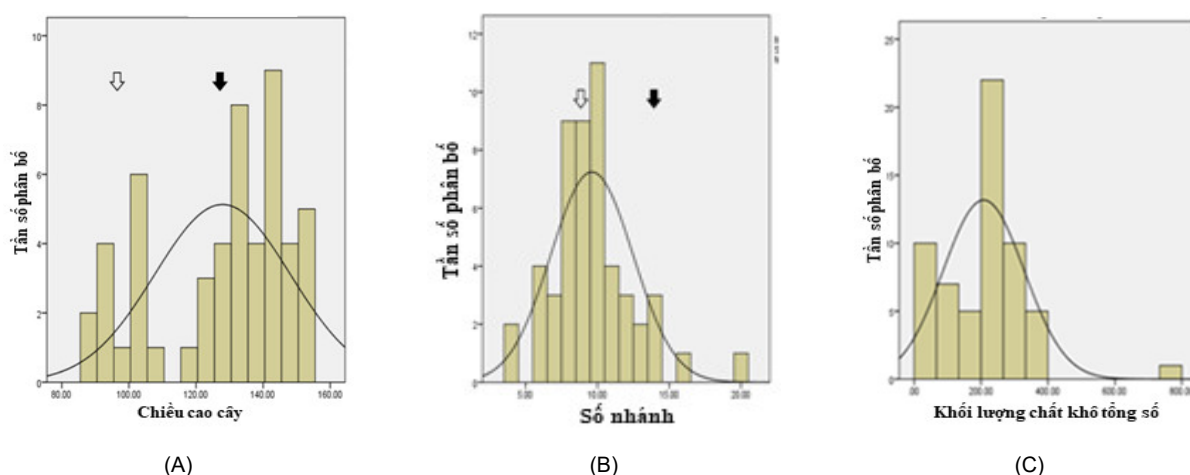


Ghi chú: A - Chiều cao cây, B - Số nhánh, C - Khối lượng chất khô tổng số.

Hình 2. Phân bố tần số giá trị của các tính trạng ở F₂ và bố mẹ giai đoạn trổ bông

Bảng 3. Chiều cao cây, số nhánh và khối lượng chất khô tổng số ở giai đoạn chín của các cá thể quần thể F₂, P6 đột biến và Chiêm Tây

Cây	Chiều cao cây (cm)	Số nhánh	Khối lượng chất khô tổng số (g)	Cây	Chiều cao cây (cm)	Số nhánh	Khối lượng chất khô tổng số (g)
P6DB	96,5 ± 2	8,5 ± 1,25	37,79 ± 05,38	F ₂ -92	142	9	61,02
CT	132,25 ± 6,38	14,25 ± 2,88	60,83 ± 10,77	F ₂ -94	131	10	45,43
F ₂ -42	142	11	74,89	F ₂ -95	147	4	28,29
F ₂ -43	141	8	52,59	F ₂ -96	124	7	43,62
F ₂ -44	93	14	58,90	F ₂ -97	154	7	33,12
F ₂ -45	88	12	44,73	F ₂ -98	135	9	52,71
F ₂ -48	155	20	101,88	F ₂ -100	89	10	35,53
F ₂ -49	141	10	58,57	F ₂ -101	125	12	57,48
F ₂ -50	118	9	52,39	F ₂ -103	139	11	83,82
F ₂ -52	126	8	56,06	F ₂ -104	130	9	41,59
F ₂ -55	144	8	38,54	F ₂ -105	145	13	71,11
F ₂ -59	105	8	33,70	F ₂ -106	103	8	44,81
F ₂ -60	148	10	44,56	F ₂ -107	133	6	38,46
F ₂ -63	105	11	51,16	F ₂ -109	133	9	48,44
F ₂ -64	144	10	53,76	F ₂ -111	129	10	66,25
F ₂ -68	101	14	48,51	F ₂ -112	134	8	51,22
F ₂ -69	145	6	29,27	F ₂ -116	95	8	63,06
F ₂ -75	132	12	58,34	F ₂ -117	136	10	50,02
F ₂ -76	150	4	40,26	F ₂ -119	153	6	42,18
F ₂ -78	103	10	54,34	F ₂ -121	101	8	42,82
F ₂ -79	154	9	66,23	F ₂ -122	137	8	71,42
F ₂ -81	139	16	116,28	F ₂ -124	145	7	46,21
F ₂ -85	148	6	40,66	F ₂ -125	109	10	73,74
F ₂ -87	95	10	51,07	F ₂ -126	129	10	50,53
F ₂ -90	155	11	60,43	F ₂ -127	125	13	60,33
F ₂ -91	92	9	24,95	F ₂ -129	135	9	53,92



Ghi chú: A - Chiều cao cây, B - Số nhánh, C - Khối lượng chất khô tổng số.

Hình 3. Phân bố tần số của các tính trạng ở F₂ và bố mẹ giai đoạn chín

3.2. Phân tích QTL

Sử dụng phần mềm QTL Cartographer version 2,5, sử dụng chức năng phân tích CIM trong phần mềm, sau khi thực hiện 1.000 lần lặp lại của phép thử hoán vị, giá trị LOD để xác định có QTL là 2,5. Quần thể phân tích F₂ với ưu điểm vượt trội so với các quần thể khác là thời gian tạo ra quần thể nhanh, tiết kiệm chi phí nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác cao.

Giai đoạn đẻ nhánh đã xác định được 4 QTLs bao gồm 2 QTL với tính trạng khối lượng chất khô tổng số nằm trên NST số 1 và 9; 1 QTL với tính trạng chiều cao cây và 1 QTL với tính trạng số nhánh đều nằm trên NST số 4. Các QTL này có giá trị LOD dao động từ 2,68 đến 5,27 và tỉ lệ phần trăm biến động kiểu hình do ảnh hưởng của QTL dao động từ 30,01-42,66% (Bảng 4, Hình 4).

Giai đoạn trổ bông đã xác định được 7 QTLs bao gồm 2 QTL với tính trạng khối lượng chất khô tổng số nằm trên NST 1 và 7; 2 QTL với tính trạng chiều cao cây nằm trên NST số 2, 7 và 3 QTL với tính trạng số nhánh đều nằm trên NST số 1. Các QTL này có giá trị LOD dao động từ 2,76 đến 5,37 và tỉ lệ phần trăm biến động kiểu hình do ảnh hưởng của QTL dao động từ 23,21-42,86% (Bảng 4, Hình 4).

Giai đoạn chín đã xác định được 1 QTL với tính trạng khối lượng chất khô tổng số nằm trên

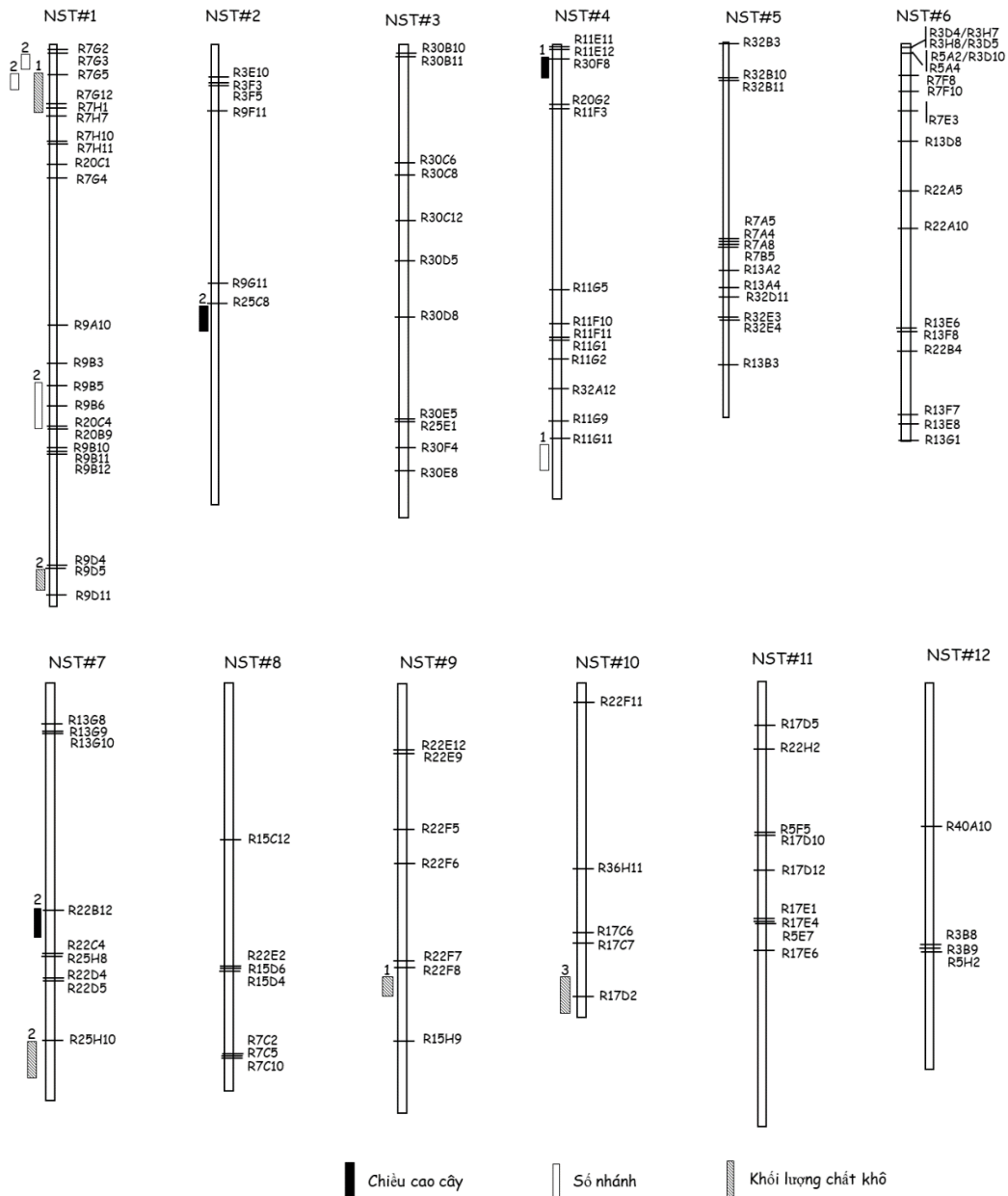
NST số 10. QTL này có giá trị LOD là 3,02 và tỉ lệ phần trăm biến động kiểu hình do ảnh hưởng của QTL là 33,34% (Bảng 4, Hình 4).

Tương ứng hoặc rất gần với vị trí xác định QTL liên quan đến tính trạng chiều cao cây ở giai đoạn trổ bông trong nghiên cứu này là vị trí cũng đã được xác định có QTL cho tính trạng chiều cao cây trong một số nghiên cứu: Huang & cs. (1996) phân tích QTL sử dụng quần thể RIL được tạo ra từ phép lai CO39 và Moroberekan; Liang & cs. (2011) xác định QTL sử dụng quần thể RIL được tạo ra từ 2 giống lúa Xieqingzao B và Zhonghui 9308; Hanh Thi Thuy Nguyen & cs.(2016) phân tích QTL sử dụng quần thể RIL được tạo ra từ 2 bố mẹ IR64 và Azucena. Hơn thế nữa, tương ứng với vị trí này Saito & cs.(1991) khi sử dụng chỉ thị RFLP-Npb243 đã xác định chỉ thị này liên kết với gen *d-30* quy định tính trạng chiều cao cây ở quần thể F₂ từ phép lai giữa lúa *Indica* và *Japonica*. Trong nghiên cứu này, QTL liên quan đến tính trạng chiều cao cây nằm trên NST số 2 có giá trị LOD cao (5,23) so với ngưỡng giá trị LOD xác định QTL (2,5) và phần trăm biến động kiểu hình do ảnh hưởng của QTL này ở mức cao (39,81%). Chứng tỏ QTL này là QTL mạnh và đây là cơ sở quan trọng cho các nghiên cứu tiếp theo nhằm xác định gen quy định tính trạng chiều cao cây với các giống lúa được trồng tại Việt Nam.

4. KẾT LUẬN

Sử dụng quần thể F_2 được tạo ra từ tổ hợp lai giữa hai giống lúa P6 đột biến/Chiêm Tây và phần mềm QTL Cartographer version 2.5 với bản đồ chỉ thị phân tử bao gồm 127 chỉ thị ADN đã xác định được 12 QTLs cho các tính trạng chiều cao cây, số nhánh và khối lượng chất khô tổng số nân trên các NST số 1, 2, 4, 7, 9 và 10. QTL liên quan đến tính trạng chiều cao

cây nằm trên NST số 2 là QTL mạnh do có giá trị LOD và phần trăm biến động kiểu hình do ảnh hưởng của QTL này ở mức cao (5,23; 39,81%) và vùng QTL này cũng đã được xác định ở một số nghiên cứu độc lập khác, sử dụng các quần thể khác. Kết quả đạt được của nghiên cứu này sẽ cung cấp nguồn thông tin rất hữu ích cho các nhà chọn tạo giống lúa của Việt Nam.



Hình 4. Bản đồ vị trí các QTL trên nhiễm sắc thể của các tính trạng chiều cao cây (CC), số nhánh (SN) và khối lượng chất khô tổng số (CK) ở 3 giai đoạn đẻ nhánh (1), trổ bông (2) và chín (3) phân tích ở quần thể F_2 được tạo ra từ phép lai P6 đột biến và Chiêm Tây

Bảng 4. QTL của các tính trạng chiều cao cây (CC), số nhánh (SN) và khối lượng chất khô tổng số (CK) ở 3 giai đoạn đẻ nhánh, trỗ bông và chín phân tích ở quần thể F₂ được tạo ra từ phép lai P6 đột biến và Chiêm Tây

Giai đoạn ^a	Tính trạng ^b	NST ^c	Chỉ thị ^d	Vị trí ^e (Kb)	LOD ^f	Độ dài QTL ^g	%QTL ^h
Đẻ nhánh	CK	1	R7G5	4,03	2,68	1,7-5,8	30,01
		9	R22F8	18,01	5,15	17,5-18,5	42,66
	CC	4	R30F8	1,17	4,05	1,0-2,4	34,04
	SN	4	R11G11	35,82	5,27	34,0-36,1	36,42
Trỗ bông	CK	1	R9D5	42,82	2,95	42,2-43,7	29,19
		7	R25H10	29,90	3,13	28,5-30	30,18
	CC	2	R25C8	24,01	5,23	22,8-24,3	39,81
		7	R22B12	17,01	5,74	16,5-18,2	42,86
	SN	1	R7G3	1,71	2,76	1,3-2,0	23,98
		1	R7G5	3,02	2,84	2,2-3,5	28,45
Chín	CK	1	R9B5	28,38	2,92	27,9-32,2	23,21
		10	R17D2	22,20	3,02	20,9-22,7	33,34

Ghi chú: ^a Giai đoạn thu mẫu; ^b Tính trạng nghiên cứu: chiều cao cây (CC), số nhánh (SN), khối lượng chất khô tổng số (CK); ^c Nhiễm sắc thể được xác định có QTL; ^d Chỉ thị mà tại đó/gần đó LOD có giá trị lớn nhất; ^e Vị trí của QTL (Kb); ^f Likelihood odd ratio; ^g Vị trí thể hiện độ dài của QTL; ^h Phân biến động kiểu hình được giải thích bởi QTL (%).

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin cảm ơn Dự án Việt Bỉ ARES-CDD đã tài trợ kinh phí cho đề tài nghiên cứu. Chúng tôi xin cảm ơn Trung tâm Nghiên cứu Cây trồng Việt Nam và Nhật Bản (CIPR) đã cho phép sử dụng một số trang thiết bị trong quá trình nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Dufey I., Hakizimana P., Drayer X., Lutts S. & Bertin P. (2009). QTL mapping for biomass and physiological traits linked to resistance mechanisms to ferrous iron toxicity in rice. *Euphytica*. 167: 143-160.
- Đặng Minh Tâm, Cabunagan R.C., Coloquio E., Jonson G., Hernandez J.E., Lalusin A.G., Laude R.P. & Choi R. (2016). Lập bản đồ tính trạng số lượng cho gen kháng rầy nâu (*Nilaparvata lugens*) trên nhiễm sắc thể số 4 ở cây lúa. Hội thảo Quốc gia về khoa học cây trồng lần thứ 2.
- Fang P. & Wu P. (2001). QTL × N-level interaction for plant height in rice (*Oriza Sativa* L.). *Plant soil*. 236: 237-242.
- Feng Y., Cao L.Y., Wu W.M., Shen X.H., Zhan X.D., Zhai R.R., Wang R.C., Chen D.B. & Cheng S.H. (2010). Mapping QTLs for nitrogen- deficiency tolerance at seedling stage in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Breeding*. 129: 652-656.
- Hanh Thi Thuy Nguyen, Duong Thuy Dang, Cuong Van Pham & Pierre Bertin (2016). QTL mapping for nitrogen use efficiency and related physiological and agronomical traits during the vegetative phase in rice under hydroponics. *Euphytica*. 212: 473-500.
- Hirel B., Tetu T., Lea P.J. & Dubois F. (2011). Improving nitrogen use efficiency in crops for sustainable agriculture. *Sustainability*. 3: 1452-1485.
- Huang N., Courtois B., Khush G.S., Lin H., Wang G., Wu P. & Zheng K. (1996). Association of quantitative trait loci for plant height with major dwarfing genes in rice. *Heredity*. 77: 130-137.
- Lian X., Xing Y., Yan H., Xu C., Li X. & Zhang Q. (2005). QTLs for low nitrogen tolerance at seedling stage identified using a recombinant inbred line population derived from an elite rice hybrid. *Theor Appl Genet*. 112: 85-96.
- Liang Y., Gao Z., Shen X., Zhan X., Zhang Y., Wu W., Cao L., & Cheng S. (2011). Mapping and Comparative Analysis of QTL for Rice Plant Height Based on Different Sample Sizes within a Single Line in a RIL Population. *Rice science*. 18: 265-272.

- Nguyễn Thị Lang, Trịnh Thị Lũy, Bùi Thị Dương Khuyền, Nguyễn Hoàng Hân & Bùi Chí Bửu, (2009). Phân tích QTL tính trạng chống chịu khô hạn trên cây lúa *Oryza sativa* L. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 1: 3-8.
- Nguyen Thi Thuy Hanh, Pham Van Cuong & Bertin Pierre (2013). Rice nitrogen use efficiency: Genetic dissection. J Sci & Devel. 11(6): 814-825.
- Nguyen Thi Thuy Hanh, Dinh Mai Thuy Linh, Nguyen Quoc Trung & Pham Van Cuong (2018). Nitrogen-use efficiency evaluation and genome survey of Vietnamese rice landraces (*Oryza sativa* L.). Vietnam J. Agri. Sci. 1(2): 142-155.
- Saito A., Yano M., Kishimoto N., Nakagahra M., Yoshimura A., Saito K., Kuhara S., Ukai Y., Kawase M., Nagamine T., Yoshimura S., Ideta O., Ohsawa R., Hayano Y., Iwata N. & Sigiura M. (1991). Linkage map of restriction fragment length polymorphism loci in rice. Jap J. Breeding. 41: 665-670.
- Vinod K.K. (2006). Mapping of quantitative trait loci (QTL). In: Proceedings of the training programme on “Innovative quantitative traits - Approaches and applications in plant breeding”. Tamil Nadu Agricultural University. Coimbatore. India. pp. 224-242.
- Wei D., Cui K.H., Pan J.F., Ye G.Y., Xiang J., Nie L.X. & Huang J.L. (2011). Genetic dissection of grain nitrogen use efficiency and grain yield and their relationship in rice. Field Crops Res. 124: 340-346.
- Zeng Z.B. (1994). Precision mapping of quantitative trait loci. Genetics. 136: 1457-1468.