

Khảo sát khả năng nảy mầm của lúa cỏ và các giống/dòng lúa triển vọng trong điều kiện yếm khí

Trần Thanh Tuyền¹, Nguyễn Ngọc Thiên¹, Huỳnh Kỳ¹,
Phạm Thị Bé Tư¹, Võ Thị Trà My², Châu Thanh Nhã^{1*}

¹Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

²Công ty TNHH Faeger Vietnam

Assessment of genetic diversity in weedy and promising rice varieties/lines germinated under anaerobic conditions

Tran Thanh Tuyen¹, Nguyen Ngoc Thien¹, Huynh Ky¹,
Pham Thi Be Tu¹, Vo Thi Tra My², Chau Thanh Nha^{1*}

¹College of Agriculture, Can Tho University

²Faeger Vietnam Co., Ltd.

*Corresponding author: ctnha@ctu.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.15.6.2026.023-032>

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 23/02/2026

Ngày phản biện: 27/03/2026

Ngày quyết định đăng: 29/04/2026

Từ khóa:

Lúa chịu ngập, MGIDI,
nảy mầm yếm khí (AG),
ngập úng, tính trạng nông học.

Keywords:

Agronomic traits, anaerobic
germination (AG), flooding, MGIDI,
submergence tolerant rice.

TÓM TẮT

Ngập úng là một trong những yếu tố bất lợi phi sinh học ảnh hưởng nghiêm trọng đến sinh trưởng, năng suất của cây lúa ở các vùng đất trũng. Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá khả năng nảy mầm trong điều kiện yếm khí và các tính trạng nông học của 36 giống/dòng lúa triển vọng, sử dụng chỉ số chọn lọc đa tính trạng (multi-trait genotype-ideotype distance index, MGIDI) để tính toán khoảng cách kiểu gen - kiểu hình từ đó chọn lọc được các giống/dòng lúa có tiềm năng năng suất cao. Kết quả cho thấy, có sự khác biệt di truyền ở tất cả các tính trạng khảo sát. Hệ số di truyền theo nghĩa rộng ở các tính trạng biến thiên từ 65% đến 98%. Phân tích PCA cho thấy hai thành phần chính đầu tiên giải thích 65,6% tổng phương sai, trong đó PC1 đóng góp 48,3% và PC2 đóng góp 17,3%. Tổng số hạt/bông tương quan thuận với số hạt chắc/bông và chiều cao cây ở mức ý nghĩa ($p < 0,001$). Trọng lượng khô của thân tương quan thuận và có ý nghĩa với tỷ lệ sống sót và trọng lượng khô của rễ. Hai giống/dòng tiềm năng được chọn dựa trên chỉ số MGIDI bao gồm: Khẩu Tấu và TNN39. Các giống/dòng này có thể được sử dụng làm nguồn vật liệu cho các chương trình chọn tạo giống lúa chịu ngập trong tương lai.

ABSTRACT

Flooding is one of the major adverse factors that seriously affects the growth and yield of rice in lowland areas. This study was conducted to evaluate anaerobic germination ability and agronomic traits of 36 promising rice varieties/lines, using the multi-trait genotype-ideotype distance index (multi-trait genotype-ideotype distance index, MGIDI) to estimate genotype-phenotype distances and thereby select genotypes with high yield potential. The results showed significant genetic variation among all evaluated traits. Broad-sense heritability of the traits ranged from 65% to 98%. Principal component analysis (PCA) indicated that the first two principal components explained 65.6% of the total variation, in which PC1 accounted for 48.3% and PC2 accounted for 17.3%. Total spikelets per panicle was positively correlated with filled grains per panicle and plant height at a significant level ($p < 0.001$). Shoot dry weight was positively and significantly correlated with survival rate and root dry weight. Two elite varieties/lines selected based on the MGIDI index were Khau Tau and TNN39. These varieties/lines can be used as genetic resources for future submergence tolerant rice breeding programs.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lúa (*Oryza sativa* L.) là loại cây lương thực thiết yếu của hơn một nửa dân số thế giới và

giữ vai trò quan trọng trong đảm bảo an ninh lương thực toàn cầu [1]. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, biến đổi khí hậu như lũ lụt,

thay đổi chế độ mưa, hiện tượng xâm nhập mặn và hạn hán xảy ra thường xuyên hơn đã tạo ra những thách thức to lớn đối với canh tác lúa [2]. Lũ lụt là một trong những nguyên nhân chính gây ra mối đe dọa đối với việc trồng lúa ở các vùng đất thấp, ảnh hưởng đáng kể đến sự nảy mầm, tăng trưởng và năng suất của cây trồng [3]. Lúa là cây bán thủy sinh, thích nghi với nhiều loại thủy văn khác nhau nhưng đa số các giống lúa đều rất nhạy cảm với tình trạng ngập lụt trong quá trình nảy mầm và mạ non [4]. Để sống sót trong môi trường thiếu oxy, cây lúa đã hình thành nên các cơ chế thích nghi bao gồm khả năng kéo dài thân mầm để nhô lên khỏi mặt nước lấy oxy [5] và khả năng biến dưỡng carbohydrate trong hạt nảy mầm thông qua quá trình lên men bằng enzyme để duy trì nguồn cung cấp năng lượng giúp cây thoát khỏi áp lực ngập úng [6]. Các giống lúa khác nhau sẽ phản ứng khác nhau với điều kiện ngập úng, chỉ những giống mang gen chống chịu mới có thể sống sót và duy trì được năng suất. Do đó, việc chọn tạo các giống lúa có khả năng nảy mầm yếm khí (anaerobic germination - AG) được xem là một giải pháp hiệu quả trong canh tác lúa ở những vùng dễ bị ngập úng [7].

Trong bối cảnh canh tác nông nghiệp hiện đại, áp lực về sự thiếu hụt nhân công lao động và nhu cầu cắt giảm chi phí đầu vào đã thúc đẩy một cuộc chuyển dịch mạnh mẽ trong phương thức canh tác: từ cấy truyền thống sang gieo sạ trực tiếp. Phương pháp sạ trực tiếp mang lại lợi thế vượt trội về việc rút ngắn thời gian sinh trưởng và cơ giới hóa các khâu gieo trồng, góp phần giảm khí phát thải nhà kính, giúp người nông dân tiết kiệm đáng kể chi phí sản xuất. Tuy nhiên, sự phổ biến của kỹ thuật sạ trực tiếp cũng kéo theo một số ảnh hưởng không mong muốn, đó là sự bùng nổ và xâm lấn của lúa cỏ (*Oryza sativa f. spontanea*). Do có đặc điểm hình thái và sinh lý rất tương đồng với lúa thuần ở giai đoạn cây con, lúa cỏ dễ dàng lẫn tránh các biện pháp làm cỏ thông thường. Chúng cạnh tranh gay gắt với lúa trồng về dinh dưỡng, ánh sáng và không gian sống, đồng thời làm

giảm nghiêm trọng phẩm chất gạo thương phẩm do hiện tượng lẫn tạp [8].

Về di truyền, phần lớn các tính trạng trên cây lúa được kiểm soát bởi đa gen và chịu ảnh hưởng mạnh bởi yếu tố môi trường. Do đó, chọn lọc di truyền đóng vai trò then chốt trong công tác chọn tạo giống, và việc chỉ dựa vào một tính trạng duy nhất không còn là chiến lược tối ưu trong xu thế ngày nay. Các nhà chọn giống thường nỗ lực tích hợp nhiều gen hay tính trạng mong muốn vào trong một giống/dòng mới. Hiện nay, nhiều chỉ số chọn lọc tuyến tính đang được áp dụng để tuyển chọn các kiểu gen ưu việt, hỗ trợ đắc lực cho các nhà chọn giống trong quá trình này [9] như: chỉ số phân tích nhân tố và thiết kế kiểu hình lý tưởng thông qua dự đoán tuyến tính không chệch tốt nhất (FAI-BLUP), chỉ số khoảng cách đa tính trạng kiểu gen - kiểu hình lý tưởng (MGIDI), và chỉ số ổn định đa tính trạng (MTSI) [10]. Trong đó, MGIDI là chỉ số đặc biệt quan tâm; Olivoto và Nardino [11] đã đưa ra MGIDI như một chỉ số mới dựa trên phân tích nhân tố, được thiết kế để chọn lọc các kiểu gen ưu việt thông qua việc xem xét nhiều tính trạng trên một hoặc nhiều môi trường khác nhau.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng nảy mầm yếm khí thông qua đánh giá các tính trạng nông học phản ứng với điều kiện yếm khí trên các giống lúa cỏ và các giống/dòng ở giai đoạn nảy mầm đến sinh thực. Kết quả nghiên cứu giúp tuyển chọn những giống/dòng lúa tiềm năng phục vụ cho canh tác gieo sạ trực tiếp và phục vụ cho các chương trình chọn giống lúa thích ứng với biến đổi khí hậu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Thí nghiệm 1: Sử dụng bộ 34 giống/dòng lúa và 2 giống đối chứng (WR3-đối chứng kháng và IR64-đối chứng nhiễm) từ Ngân hàng gen, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ. Trong số 34 giống/dòng lúa bao gồm 20 giống/dòng lúa cao sản, 10 giống/dòng lúa rẫy, 3 dòng lúa cỏ (WR) và 1 dòng lúa hoang (*Oryza officinalis*) (Bảng 1).

Bảng 1. Danh sách các giống/dòng lúa được sử dụng trong thí nghiệm

TT	Giống/dòng	Nguồn	TT	Giống/dòng	Nguồn
1	WR3 (ĐC Kháng)	Ô Môn, Cần Thơ	19	TNN39	CoA
2	IR64 (ĐC Nhiễm)	CoA	20	TNN41	CoA
3	WR1	Thốt Nốt, Cần Thơ	21	TNN42	CoA
4	WR2	Rạch Giá, An Giang	22	TNN43	CoA
5	WR4	Phong Điền, Cần Thơ	23	TNN44	CoA
6	Lúa hoang	Phong Điền, Cần Thơ	24	TNN61	CoA
7	Pokali	CoA	25	TNN62	CoA
8	Ba Liên	Quảng Ngãi	26	TNN64	CoA
9	ST 25	CoA	27	Khẩu Quan	Quảng Ngãi
10	IR64-Sub1	IRRI	28	Khẩu Tấu	Quảng Ngãi
11	IR24	IRRI	29	Lánh Lầu	Quảng Ngãi
12	Akita homachi	CoA	30	Nương Mộc Châu	Quảng Ngãi
13	TNN2	CoA	31	Pet Lanh	Quảng Ngãi
14	TNN13	CoA	32	Pley Cho La	Quảng Ngãi
15	TNN21	CoA	33	Tẻ Vằn	Quảng Ngãi
16	TNN22	CoA	34	Babok 1	Quảng Ngãi
17	TNN23	CoA	35	Babok 2	Quảng Ngãi
18	TNN24	CoA	36	Babreng	Quảng Ngãi

Ghi chú: IRRI: Viện Nghiên cứu Lúa Quốc tế; CoA: Trường Nông nghiệp – Đại học Cần thơ; WR: lúa cỏ (*Oryza sativa f. spontanea*). Lúa hoang: *Oryza officinalis*

Thí nghiệm 2: Sau khi thanh lọc chọn ra được các giống/dòng có tỷ lệ sống sót trên 70% để tiến hành trồng và đánh giá đặc tính nông học, và thành phần năng suất.

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Thanh lọc các giống/dòng lúa trong điều kiện yếm khí được thực hiện theo phương pháp của IRRI (2021) [12], thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Chuẩn bị khay gieo hạt, sử dụng đất phù sa

được sàng mịn để làm giá thể. Gieo hạt của 36 giống lúa vào ô với mật độ 10 hạt/ô, phủ lên trên một lớp đất mỏng khoảng 0,5 cm. Đặt khay gieo hạt ngập trong nước với độ sâu 10 cm trong thời gian 21 ngày. Các chỉ tiêu giai đoạn mạ gồm có:

Tỷ lệ sống sót (TLSS) (%): Được ghi nhận vào ngày thứ 21 sau gieo. Cây con được xem là sống sót khi có khả năng vươn lên khỏi mặt nước. Tỷ lệ sống sót được tính theo công thức:

$$\text{Tỷ lệ sống sót (\%)} = (\text{Số cây con sống sót} / \text{Số hạt gieo}) \times 100$$

Chiều dài thân (CDT) (cm): Được đo từ gốc thân (nơi tiếp giáp giữa thân với rễ) đến chóp lá cao nhất.

Chiều dài rễ (CDR) (cm): Được đo từ gốc rễ (nơi tiếp giáp giữa rễ với thân) đến chóp rễ dài nhất.

Chiều dài lá (CDL) (cm): Được đo từ gốc lá đến chóp lá cao nhất.

Đường kính lóng thân (mm): Đo đường kính lóng thân theo chiều rộng (RLT) và chiều dài (DLT).

Trọng lượng khô của thân (TLKT) và rễ (TLKR) (mg): Thu hết các cây đã sống sót của từng giống và sấy ở nhiệt độ 60°C đến khi khối lượng không đổi, cân và ghi nhận số liệu.

Thí nghiệm 2 (kế thừa kết quả chọn lọc từ Thí nghiệm 1): Bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 2 lần lặp lại và được thực hiện trong nhà lưới. Một giống trồng 2 chậu, mỗi chậu trồng 4 cây. Đánh giá đặc tính nông học và thành phần năng suất được thực hiện theo tiêu chuẩn của IRRI (2013) [13] như sau:

Chiều cao cây (CCC) (cm): Được đo từ mặt đất đến đỉnh của bông lúa cao nhất, không kể râu hạt.

Chiều dài bông (CDB) (cm): Được đo từ cổ bông đến đỉnh của bông cao nhất, không kể râu hạt.

Chiều dài lá cờ (CDL) (cm): Được đo từ gốc lá cờ đến đỉnh lá.

Số bông/bụi (SB) (bông): Tổng số bông có được trên 1 bụi.

Tổng số hạt/bông (TSH): Tổng số hạt đếm được trên 1 bông.

Số hạt chắc trên bông (SHC) (hạt): Tổng số hạt chắc đếm được trên 1 bông.

Khối lượng 100 hạt (KL100) (gram): Đếm 100 hạt chắc, cân khối lượng và đo ẩm độ của hạt, sau đó quy về khối lượng ở ẩm độ 14%.

Khối lượng bụi (KLB) (gram): Hạt sau khi thu hoạch được phơi khô, cân khối lượng bụi/chậu và đo ẩm độ, sau đó quy về khối lượng ở ẩm độ 14%.

Chiều dài hạt (CDH) (mm): Đo khoảng cách giữa 2 đỉnh của hạt. Mỗi lần lặp lại đo 10 hạt lấy ngẫu nhiên và mỗi giống đo lặp lại 2 lần.

Chiều rộng hạt (CRH) (mm): Lấy ngẫu nhiên 10 hạt và đo khoảng giữa (vùng rộng nhất) của hạt. Mỗi giống đo lặp lại 2 lần.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Phân tích phương sai (ANOVA) một nhân tố cho 18 tính trạng trong thí nghiệm bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên được mô tả theo công thức:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \omega_{ij}$$

Trong đó:

Y_{ij} : quan sát thứ j ở giống/dòng thứ i;

j: số lần quan sát;

i: số giống/dòng;

β_i : ảnh hưởng của nghiệm thứ i;

ω_{ij} : lỗi ngẫu nhiên xuất hiện trong quan sát thứ j ở giống/dòng thứ i.

Các thông số di truyền GCV, PCV, H^2_{bs} , GAM của 10 tính trạng nông học được ước tính dựa trên công thức sau:

Hệ số biến thiên kiểu hình (PCV) và hệ số biến thiên kiểu gen (GCV)

$$PCV = (\sqrt{\sigma_p^2} / \bar{X}) * 100; GCV = (\sqrt{\sigma_g^2} / \bar{X}) * 100$$

Hệ số di truyền theo nghĩa rộng (H^2_{bs})

$$H^2_{bs} = (\sigma_g^2 / \sigma_p^2) * 100$$

Hiệu quả chọn lọc trung bình (GAM)

$$GAM = ((k * H^2_{bs} * \sqrt{\sigma_p^2}) / \bar{X}) * 100\%$$

Trong đó:

σ_g^2 : phương sai kiểu gen;

σ_p^2 : phương sai kiểu hình;

$\bar{X}$: trung bình chung;

k: giá trị chuẩn của cường độ chọn lọc 5% ($k = 2,06$).

Phân tích hệ số tương quan được thực hiện để xác định mối quan hệ tuyến tính giữa 10 tính

trạng nông học. Hệ số tương quan Pearson được tính toán bằng hàm `rcorr()` thông qua gói thuật toán *Hmisc* [14]. Phương pháp này cho phép ước lượng đồng thời hệ số tương quan (r) và giá trị (p-value) cho từng biến số. Mức ý nghĩa thống kê được phân loại ở các ngưỡng $p < 0,05$; $p < 0,01$ và $p < 0,001$. Kết quả phân tích được trực quan hóa bằng ma trận tương quan dạng biểu đồ nhiệt (heatmap) để làm rõ cường độ và chiều hướng tương quan giữa các tính trạng khảo sát. Phân tích thành phần chính (Principal component analysis - PCA) được thực hiện để xác định các đặc điểm chính góp phần tạo nên sự biến đổi giữa các kiểu gen và mối quan hệ tương hỗ giữa 10 tính trạng nông học [15]. Các gói thuật toán *FactoMineR* [16] và *factoextra* [17] được sử dụng nhằm giảm chiều dữ liệu và xác định các cấu trúc biến thiên chính từ tập dữ liệu đa biến. Dữ liệu được biến đổi logarit, loại bỏ giá trị thiếu và chuẩn hóa trước khi phân tích. Hai thành phần chính đầu tiên (PCA1 và PCA2) được sử dụng để mô tả sự phân nhóm giữa các giống/dòng lúa.

Chỉ số khoảng cách kiểu gen-kiểu hình đa tính trạng (MGIDI) là một chỉ số lựa chọn đa biến kết hợp thông tin đặc điểm vào một giá trị duy nhất và xếp hạng kiểu gen dựa trên khoảng cách của chúng so với kiểu gen lý tưởng và được tính toán dựa trên gói thuật toán *metan* [11]. Khoảng cách đa chiều giữa các kiểu gen và kiểu hình được ước lượng qua hàm `mgidi()` với cường độ chọn lọc 10%. Các kiểu gen có giá trị MGIDI thấp, tương ứng với khoảng cách gần nhất so với kiểu hình lý tưởng [18], được xếp hạng ưu tiên để lựa chọn các dòng triển vọng.

Tất cả các gói thuật toán phân tích thống kê, mô tả, các thông số di truyền, hệ số tương quan Pearson và PCA được chạy trên phần mềm ngôn ngữ R.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá các đặc tính nông học ở giai đoạn mạ

Kết quả phân tích thống kê ANOVA cho thấy, tất cả các giống khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,01\%$) đối với 8 tính trạng khảo sát (Bảng 2). Các tính trạng được ghi nhận với mức dao động và trung bình như sau: TLSS (0 - 96,7; 57,4), CDT (0 - 38,3; 26,1), CDR (0 - 13,3; 9,36), CDL (0 -

23,9; 16,0), RLT (0 - 1,37; 1,02), DLT (0 - 3,2; 2,13), TLKT (0 - 233,6; 111,7), TLKR (0 - 179,6; 85,9). Hệ số biến động (CV) dao động từ 17,3 - 39%, thấp nhất đối với tính trạng đường kính lóng thân theo chiều rộng (RLT) và cao nhất ở tính trạng trọng lượng khô của rễ (TLKR). Đa số các tính trạng đều có mức CV <30%, ngoại trừ

TLSS (35%), TLKT (33,3%) và TLKR (39%). Qua đánh giá, trong tổng số 36 giống/dòng lúa có 12 giống có tỷ lệ sống sót trên 70% bao gồm: WR3 (đối chứng kháng), WR4, Pokali, TNN2, TNN39, TNN42, TNN43, Khẩu Quan, Khẩu Tấu, Lánh Lầu, Babok 1, Babok 2 và 2 giống không có khả năng nảy mầm yếm khí là Ba Liên, TNN24.

Bảng 2. Mô tả, CV và ANOVA của 8 tính trạng trên 34 giống/dòng lúa ở giai đoạn mạ

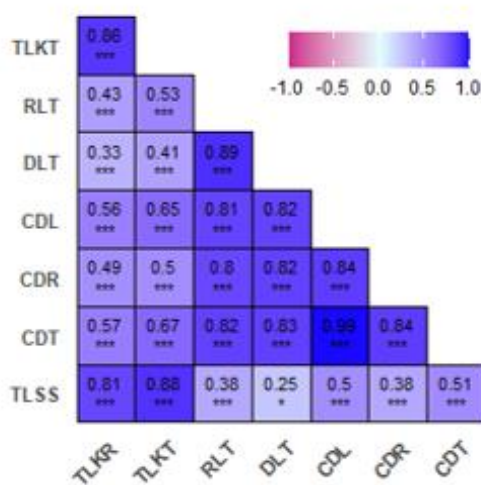
Giống/dòng	TLSS (%)	CDT (cm)	CDR (cm)	CDL (cm)	RLT (mm)	DLT (mm)	TLKT (mg)	TLKR (mg)
WR1	66,7	28,1	9,53	17,4	1,06	2,53	129,6	113,1
Lúa hoang	33,3	10,9	1,67	6,4	0,52	0,67	12,1	3,3
IR64	30,0	31,6	12,9	19,2	1,05	3,20	71,1	54,1
WR 2	63,3	27,4	9,73	16,7	0,98	2,17	101,8	74,3
WR 3	96,7	27,3	8,63	16,8	0,93	1,83	143,2	114,6
WR 4	76,7	31,2	8,60	18,6	0,86	1,90	125,6	117,7
Pokali	90,0	38,3	9,10	23,9	1,37	2,63	233,6	147,6
ST 25	43,3	27,7	10,70	17,3	1,16	2,60	100,9	75,3
IR64-Sub1	30,0	20,5	10,60	12,9	1,22	2,23	51,3	38,2
IR24	46,7	25,1	10,00	15,7	1,28	2,40	97,5	67,0
Akita	56,7	24,3	8,93	14,4	1,02	2,30	87,5	68,8
TNN2	73,3	24,5	9,20	15,2	1,04	2,13	114,6	62,7
TNN13	33,3	29,1	9,97	17,8	1,15	2,53	59,2	38,0
TNN21	50,0	29,3	10,10	17,2	1,16	2,57	108,4	87,3
TNN22	63,3	25,5	10,80	16,3	1,18	2,27	106,4	83,9
TNN23	60,0	28,2	10,70	17,1	1,17	2,43	117,9	74,2
TNN39	73,3	26,6	9,57	15,8	1,15	2,30	146,9	112,1
TNN41	66,7	25,0	10,20	15,8	1,08	2,20	121,1	104,1
TNN42	73,3	25,5	9,00	15,5	1,01	2,00	132,9	92,5
TNN43	76,7	27,8	10,40	17,3	1,18	2,43	137	115,3
TNN44	33,3	28,5	9,93	17,5	1,26	2,60	80,4	63,8
TNN61	50,0	24,5	8,97	15,8	1,11	2,07	96,5	63,5
TNN62	53,3	28,4	9,93	17,3	1,17	2,57	100,8	65,4
TNN64	50,0	26,6	10,4	15,6	1,14	2,73	94,2	70,6
Khẩu Quan	76,7	28,3	9,67	17,6	1,11	2,33	177,6	143,5
Khẩu Tấu	76,7	32,4	11,10	18,4	1,32	2,27	199,2	149,5
Lánh Lầu	76,7	30,6	10,00	18,3	1,13	2,13	175,2	131,3
Nương Mộc Châu	63,3	28,0	10,50	17,4	1,02	2,03	109	91
Pẹt Lanh	66,7	32,2	10,10	19,7	1,17	2,17	148,9	81,3
Play Cho La	50,0	23,1	6,70	14,3	0,70	1,43	105,5	58,1
Tẻ Vần	43,3	29,2	10,90	17,6	1,07	2,73	96,9	84,4
Babok 1	90,0	32,0	11,90	20,6	0,94	1,97	166	179,6
Babok 2	76,7	29,0	13,20	18,2	0,97	2,03	148,8	136,3
Babreng	56,7	32,2	13,30	20,1	1,06	2,30	125,1	130,1
Nhỏ nhất	30,0	10,9	1,67	6,43	0,52	0,67	12,1	3,30
Lớn nhất	96,7	38,3	13,3	23,9	1,37	3,20	233,6	179,6
Trung bình	57,4	26,1	9,36	16,0	1,02	2,13	111,7	85,9
Khác biệt kiểu gen	***	***	***	***	***	***	***	***
CV (%)	35,0	17,7	17,60	19,1	17,30	21,20	33,3	39,0

Ghi chú: ***: Có ý nghĩa ở mức 0,1%. Ba Liên và TNN24 không có khả năng nảy mầm dưới điều kiện yếm khí.

3.2. Phân tích hệ số tương quan Pearson giữa các tính trạng ở giai đoạn mạ

Kết quả phân tích sự tương quan giữa các tính trạng ở giai đoạn mạ của 36 giống sau thanh lọc (Hình 1) cho thấy, có mối tương quan thuận ở tất cả các chỉ tiêu khảo sát và có ý nghĩa thống kê ở mức ($p < 0,001 - 0,05$). Mối tương quan thuận và tương quan chặt nhất được ghi nhận giữa chiều dài thân (CDT) và chiều dài lá (CDL) với $r = 0,99$ ở mức ý nghĩa $p < 0,001$. Bên cạnh đó, đường kính lông thân theo chiều rộng (RLT) cũng có tương quan thuận với đường kính

lông thân theo chiều dài (DLT) với $r = 0,89$ và ở mức ý nghĩa $p < 0,001$. Trọng lượng khô của thân (TLKT) tương quan thuận với tỷ lệ sống sót (TLSS) và trọng lượng khô của rễ (TLKR) với hệ số tương quan lần lượt là $r = 0,88$ và $r = 0,86$ ở mức ý nghĩa $p < 0,001$. Kết quả này cho thấy các tính trạng sinh trưởng ở giai đoạn mạ có mối liên hệ chặt chẽ với khả năng sống sót sau thanh lọc, trong đó sinh khối và kích thước cây đóng vai trò quan trọng trong việc quyết định mức độ thích nghi của các giống.



Hình 1. Hệ số tương quan giữa các tính trạng giai đoạn mạ

3.3. Đánh giá đặc tính nông học của 13 giống/dòng lúa được chọn lọc

Kết quả phân tích cho thấy, có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 0,01% ($p < 0,001$) về đặc tính nông học của 13 giống được đánh giá (Bảng 3). Hệ số biến thiên (CV) được ghi nhận dao động từ 2,2 – 23,5%, CV thấp đối với tính trạng chiều rộng hạt (CRH) và cao đối với tính trạng số bông/bụi (SB). Tính trạng nông học của các giống/dòng lúa được ghi nhận như sau: Chiều cao cây (CCC) thấp nhất 85,3 cm (TNN43) và cao nhất 194,1 cm (Babok 2). Số bông/bụi (SB) thấp nhất 3 bông (Khẩu Tấu) và cao nhất 15 bông (TNN43). Chiều dài bông (CDB) thấp nhất 21,8 cm (WR4), cao nhất 33,3 cm (Pokali). Chiều dài lá cò (CDL) thấp nhất 29,2 cm (IR64) và cao nhất

56,4 cm (Pokali). Tổng số hạt trên bông (TSH) thấp nhất 89 hạt (IR64), cao nhất 246 hạt (Babok 2). Số hạt chắc trên bông (SHC) thấp nhất 60 hạt (IR64) và cao nhất 200 hạt (Babok 1). Khối lượng bụi (KLB) thấp nhất 16,9 g (Babok 2), cao nhất 86,8 g (TNN42). Khối lượng 100 hạt (KL100) thấp nhất 1,86 g (WR4), cao nhất 3,16g (Pokali). Chiều rộng hạt (CRH) thấp nhất 2,3 mm (TNN39 và Khẩu Quan), cao nhất 3,90 mm (Khẩu Tấu). Chiều dài hạt (CDH) thấp nhất 8,1 mm (Babok 2) và cao nhất 10,2 mm (TNN39). Nhìn chung, các giống/dòng lúa thể hiện sự khác biệt về kiểu hình ở các tính trạng nông học được khảo sát, cho thấy tiềm năng chọn lọc và khai thác trong chương trình cải tiến giống.

Bảng 3. Mô tả, CV, và ANOVA của 11 giống/dòng lúa và 2 giống đối chứng về đặc tính nông học ở giai đoạn sinh thực

Giống/dòng	CCC (cm)	SB (cm)	CDB (cm)	CDL (cm)	TSH (Hạt)	SHC (Hạt)	KLB (g)	KL100H (g)	CRH (mm)	CDH (mm)
IR64	86,4	13	25,1	29,2	89	60	42,6	2,34	2,50	10
WR3	154,5	10	25,4	43,9	133	108	54,5	2,44	2,65	9,60
WR4	134,4	15	21,8	43,1	97	73	26,0	1,86	2,70	8,15
Pokali	125,7	9	33,3	56,4	103	68	36,2	3,16	3,40	8,55
TNN2	96,7	11	26,2	33,8	105	74	44,3	2,10	2,45	9,45
TNN39	99,2	8	29,8	45,8	116	89	44,4	2,48	2,30	10,2
TNN42	92,8	14	26,4	32,7	134	110	86,8	2,26	2,60	8,60
TNN43	85,3	15	24,7	31,6	101	60	62,1	2,44	2,50	9,55
Khẩu quan	85,4	12	27,1	39,5	105	70	49,5	2,50	2,30	10,2
Khẩu tấu	145,9	3	29,5	49,0	208	161	30,5	3,08	3,90	8,65
Lánh lâu	135,5	8	24,1	39,2	111	72	26,2	2,53	3,15	8,35
Babok 1	176,3	5	31,8	42,7	229	200	82,8	2,36	2,70	9,25
Babok 2	194,1	5	30,7	34,3	246	185	16,9	2,29	3,05	8,10
Nhỏ nhất	85,3	3	21,8	29,2	89	60	16,9	1,86	2,3	8,1
Lớn nhất	194,1	15	33,3	56,4	246	200	86,8	3,16	3,9	10,2
Khác biệt kiểu gen	***	**	***	**	***	***	***	***	***	***
CV (%)	6,2	23,5	5,6	12,3	7,9	9,2	19,1	4,8	2,2	2,4

Ghi chú: **: có ý nghĩa thống kê ở mức 1%; ***: Có ý nghĩa ở mức 0,1%.

3.4. Phân tích các thông số di truyền của 10 tính trạng trên 13 giống/dòng được chọn

Kết quả cho thấy, hệ số biến thiên kiểu gen (GCV) và hệ số biến thiên kiểu hình (PCV) dao động lần lượt 8,25 - 47,3% và 8,53 - 48,3%, thấp đối với tính trạng chiều dài hạt và cao đối với tính trạng số hạt chắc. Giá trị GCV thấp (<10%) ở tính trạng chiều dài hạt, trung bình (10 -20%) ở tính trạng chiều dài bông, chiều dài lá cờ, khối lượng 100 hạt, chiều rộng hạt và cao (>20%) ở tính trạng số bông/bụi, tổng số hạt, số hạt chắc, khối lượng bụi. Giá trị PCV thấp đối với tính trạng chiều dài hạt (8,53%), trung bình đối với tính trạng chiều dài bông, chiều rộng hạt, khối lượng 100 hạt và cao đối với tính trạng số bông/bụi, chiều dài lá cờ, tổng số hạt, số hạt chắc, khối lượng bụi. Ngoài ra, PCV cao hơn GCV tương ứng ở tất cả các tính trạng khảo sát điều này cho thấy các tính trạng này bị ảnh hưởng bởi môi trường. Tuy nhiên, PCV và GCV có sự chênh lệch không cao ở tính trạng chiều

cao cây, chiều dài hạt và chiều rộng hạt từ đó cho thấy tính trạng này ít bị ảnh hưởng bởi yếu tố môi trường. Các tính trạng còn lại có PCV và GCV chênh lệch khá cao, điều này thể hiện tác động của môi trường lớn hơn đối với các tính trạng này.

Hệ số di truyền của các tính trạng khảo sát dao động từ 65% đến 98% tương ứng với tính trạng chiều dài lá cờ và chiều rộng hạt. Qua đánh giá, tất cả các tính trạng đều có hệ số di truyền thuộc nhóm cao (>60%). Hiệu quả chọn lọc trung bình (GAM) của các 13 giống/dòng dao động trong khoảng từ 16,4% đối với tính trạng chiều dài hạt đến 95,6 % đối với tính trạng số hạt chắc. Giá trị GAM của hầu hết các tính trạng đều ở mức cao (>20%). Hệ số biến động (CV) cao ở tính trạng số bông /bụi (24,4%) và thấp ở tính trạng chiều dài hạt (2,2%). Nhìn chung, đa số các tính trạng đều có mức CV thấp (Bảng 4).

Bảng 4. Mô tả, hệ số di truyền theo nghĩa rộng, các thông số di truyền của các tính trạng nông học ở 13 giống/dòng lúa được chọn lọc

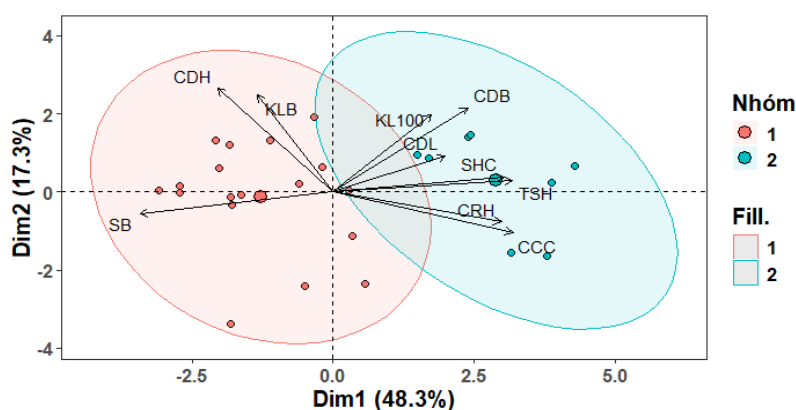
Tính trạng	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	GCV (%)	PCV (%)	H^2_{bs} (%)	GAM (%)	CV (%)
CCC	85,3	194,1	124	29,1	29,8	95,9	58,9	5,97
SB	3	15	9	36,9	44,4	69,7	63,7	24,4
CDB	21,7	33,2	27,3	11,6	13,0	80,2	21,5	5,79
CDL	29,1	56,3	40,1	17,3	21,4	65	28,7	12,7
TSH	90	245	136	39,1	40	95,8	78,8	8,17
SHC	59	200	102	47,3	48,3	96,1	95,6	9,52
KLB	16,9	86,9	46,4	43,4	47,5	83,8	82,1	19,2
KL100	1,89	3,17	2,45	13,7	14,5	89,0	26,6	5,02
CDH	8,10	10,2	9,12	8,25	8,53	93,3	16,4	2,20
CRH	2,30	3,90	2,78	16,7	16,9	98	34,2	2,41

Ghi chú: GCV: Hệ số biến thiên kiểu gen, PCV: Hệ số biến thiên kiểu hình, H^2_{bs} : Hệ số di truyền (theo nghĩa rộng), GAM: Hiệu quả chọn lọc trung bình, CV: Hệ số biến động.

3.5. Phân tích các thành phần chính (PCA) của 13 giống/dòng lúa được tuyển chọn ở giai đoạn sinh thực

Qua kết quả phân tích cho thấy, hai thành phần PC1 và PC2 chiếm 65,6% trên tổng số khác biệt di truyền (Hình 2). Trong đó PC1 đóng góp 48,3% và PC2 đóng góp 17,3% tổng biến thể. Trong tất cả các tính trạng nông học được phân tích có 7 tính trạng thể hiện hướng tải trọng dương bao gồm: CCC, CDB, CDL, TSH, SHC,

KL100 và CRH trong khi các tính trạng SB, KLB và CDH thể hiện hướng tải trọng âm. Đối với PC2 các tính trạng CDB, CDL, TSH, SHC, KLB, KL100 và CDH cho thấy hướng tải trọng dương, ngược lại, CCC, SB, CRH cho thấy hướng tải trọng âm. Qua kết quả cho thấy, các tính trạng nông học được khảo sát đóng vai trò quan trọng trong việc phân loại và chọn lọc giống trong các chương trình cải tiến giống theo hướng năng suất.



Hình 2. Phân tích PCA dựa trên 10 tính trạng nông học của 13 giống/dòng lúa

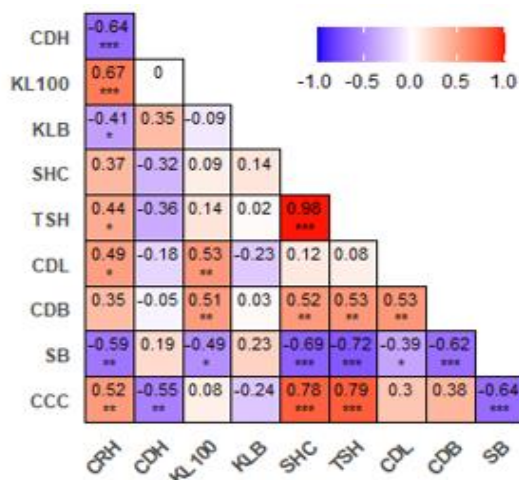
3.6. Đánh giá sự tương quan giữa các tính trạng ở giai đoạn sinh thực

Kết quả đánh giá sự tương quan giữa các tính trạng nông học của 13 giống/dòng lúa được thể hiện ở Hình 3. Có tổng số 22 mối tương quan Pearson được tìm thấy cho 10 tính trạng nông học. Tuy nhiên, chỉ có 12 mối tương quan thuận ($r > 0$) ở mức ý nghĩa ($p < 0,001 - 0,05$), trong số đó, có 4 sự tương quan dương và tương quan chặt bao gồm: TSH - SHC ($r =$

0,98; $p < 0,001$), CCC - TSH ($r = 0,79$, $p < 0,001$), CCC - SHC ($r = 0,78$; $p < 0,001$), KL100 - CRH ($r = 0,67$; $p < 0,001$). Có 10 mối tương quan nghịch ($r < 0$) ở mức ý nghĩa ($p < 0,001 - 0,05$), trong đó có 5 mối tương quan âm và tương quan chặt gồm: SB - TSH ($r = -0,72$; $p < 0,001$), SB - SHC ($r = -0,69$; $p < 0,001$), CDH - CRH ($r = -0,64$; $p < 0,001$), CCC - SB ($r = -0,64$; $p < 0,001$). Qua đó thấy được rằng các mối tương quan thuận và có ý nghĩa cho phép nhà chọn giống chọn lọc

đồng thời nhiều tính trạng mong muốn, trong khi các mối tương quan nghịch giúp dự đoán và kiểm soát sự tương tác giữa các tính trạng nông

học, từ đó xây dựng chiến lược chọn giống hiệu quả hơn.

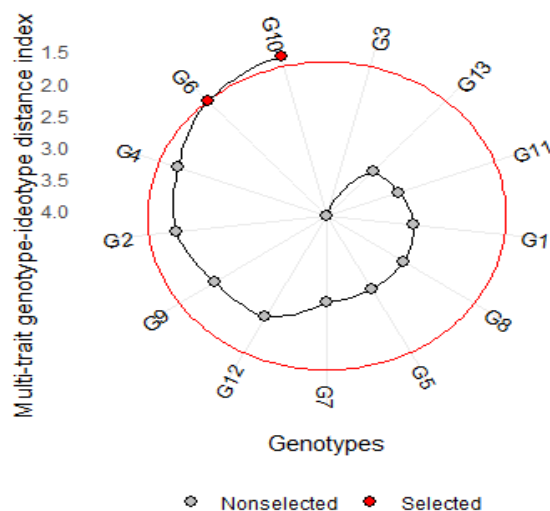


Hình 3. Tương quan giữa các tính trạng nông học ở giai đoạn sinh thực

3.7. Chỉ số khoảng cách kiểu gen-kiểu hình đa tính trạng (MGIDI)

Chỉ số khoảng cách kiểu gen-kiểu hình đa tính trạng (MGIDI) được sử dụng để đánh giá và lựa chọn các giống/dòng có đặc điểm nông học ưu việt dựa trên nhiều tính trạng về sinh trưởng và năng suất [19]. Kết quả nghiên cứu

cho thấy, chỉ số MGIDI của 10 tính trạng nông học dao động từ 1,5 - 4,08 ở 13 giống/dòng được khảo sát. Từ đó, tuyển chọn được 2 giống/dòng lúa ưu tú có năng suất cao gồm: G10 (Khẩu Tấu) với chỉ số MGIDI: 1,50 và G6 (TNN39) với chỉ số MGIDI: 1,66 ở cường độ chọn lọc 10% (Hình 4, Bảng 5).



Hình 4. Phân tích chỉ số chọn lọc MDIGI dựa trên 10 tính trạng nông học của 13 giống/dòng lúa

(G1: IR64, G2: WR3, G3: WR4, G4: Pokali, G5: TNN2, G6: TNN39, G7: TNN42, G8: TNN43, G9: Khẩu Quan, G10: Khẩu Tấu, G11: Lánh Lầu, G12: Babok 1, G13: Babok 2)

Bảng 5. Chỉ số MGIDI và năng suất bụi của 2 giống/dòng lúa triển vọng và 2 giống đối chứng

Tên giống/dòng	Ký hiệu	Chỉ số MGIDI	Năng suất bụi (g)	Tỷ lệ sống sót (%)
Khẩu Tấu	G10	1,50	30,5	76,7
TNN39	G6	1,66	44,4	73,3
WR3 (ĐC kháng)	G2	2,03	54,5	96,7
IR64 (ĐC nhiễm)	G1	2,90	42,6	30,0

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá thành công khả năng nảy mầm dưới điều kiện yếm khí và đặc tính nông học của 34 giống/dòng lúa khác nhau và 2 giống đối chứng. Kết quả cho thấy sự khác biệt di truyền rõ rệt ở tất cả các tính trạng khảo sát, đặt biệt với hệ số di truyền theo nghĩa rộng đạt mức cao từ 65 - 98%. Dựa trên chỉ số khoảng cách kiểu gen – kiểu hình đa tính trạng (MGIDI), nghiên cứu đã tuyển chọn được hai dòng lúa triển vọng nhất là Khẩu Tấu và TNN39 với chỉ số MGIDI lần lượt là 1,50 và 1,66. Đây là những dòng lúa có sự kết hợp ưu tú giữa khả năng nảy mầm tốt trong điều kiện yếm khí và tiềm năng năng suất cao. Các dòng lúa này là nguồn vật liệu bố mẹ quý giá cho các chương trình chọn tạo giống lúa thích ứng với biến đổi khí hậu, đáp ứng yêu cầu chuyển đổi sang phương thức gieo sạ trực tiếp nhằm giảm chi phí sản xuất trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Na Li, Ran Xu, Penggen Duan & Yunhai Li (2018). Control of grain size in rice. *Plant Reproduction*. 31(3): 237-251.
- [2]. Dim Coumou & Stefan Rahmstorf (2012). A decade of weather extremes. *Nature Climate Change*. 2(7): 491-496.
- [3]. Endang M. Septiningsih, Alvaro M. Pamplona, Darlene L. Sanchez, Chirravuri N. Neeraja, Georgina V. Vergara, Sigrid Heuer, Abdelbagi M. Ismail & David J. Mackill (2009). Development of submergence-tolerant rice cultivars: the Sub1 locus and beyond. *Annals of Botany*. 103(2): 151-160.
- [4]. Sheng-Kai Hsu & Chih-Wei Tung (2015). Genetic Mapping of Anaerobic Germination-Associated QTLs Controlling Coleoptile Elongation in Rice. *Rice*. 8(1): 38.
- [5]. Abdelbagi M. Ismail, Evangelina S. Ella, Georgina V. Vergara & David J. Mackill (2009). Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice (*Oryza sativa*). *Annals of Botany*. 103(2): 197-209.
- [6]. Berta Miro, Toshisangba Longkumer, Frederickson D Entila, Ajay Kohli & Abdelbagi M Ismail (2017). Rice seed germination underwater: morpho-physiological responses and the bases of differential expression of alcoholic fermentation enzymes. *Frontiers in plant science*. 8: 1857.
- [7]. Jing Yang, Kai Sun, Dongxiu Li, Lixin Luo, Yongzhu Liu, Ming Huang, Guili Yang, Hong Liu, Hui Wang, Zhiqiang Chen & Tao Guo (2019). Identification of stable QTLs and candidate genes involved in anaerobic germination tolerance in rice via high-density genetic mapping and RNA-Seq. *BMC Genomics*. 20(1): 355.
- [8]. Bhagirath Singh Chauhan, Ofelia S. Namuco, Leo Angelo L. Ocampo, Tran Thi Ngoc Son, Tran Thi Anh Thu, Nguyen Ngoc Nam, Le Ngoc Phuong & Ali Ahsan Bajwa (2015). Weedy rice (*Oryza sativa* f. *spontanea*) problems and management in wet direct-seeded rice (*O. sativa* L.) in the Mekong Delta of Vietnam. *Crop Protection*. 78: 40-47.
- [9]. A. Pour-Aboughadareh, S. Koohkan, H. Zali, A. Marzoughian, A. Gholipour, M. Kheirgo, A. Barati, J. Bocianowski & A. Askari-Kelestani (2023). Identification of High-Yielding Genotypes of Barley in the Warm Regions of Iran. *Plants (Basel)*. 12(22): 3837.
- [10]. Tiago Olivoto, Alessandro Lúcio, José Silva, Volmir Marchioro, Velci Souza & Evandro Jost (2019). Mean Performance and Stability in Multi-Environment Trials I: Combining Features of AMMI and BLUP Techniques. *Agronomy Journal*. 111.
- [11]. T. Olivoto & M. Nardino (2021). MGIDI: toward an effective multivariate selection in biological experiments. *Bioinformatics*. 37(10): 1383-1389.
- [12]. International Rice Research Institute (2021). Phenotyping protocols for abiotic stress tolerance in rice. International Rice Research Institute (IRRI).
- [13]. International Rice Research Institute (2013). Standard Evaluation System for Rice. IRRI.
- [14]. Frank E Harrell Jr (2024). Hmisc: Harrell Miscellaneous. In: R package version 5.1-1 (ed.). Comprehensive R Archive Network (CRAN).
- [15]. Mohammad Irfan, M. Ashraf Bhat, Uzma Rashid, Khairah Mubarak Alwutayd, Nora M. Al Aboud, Areej S. Jalal, Z. A. Dar, Sabina Nasseer & Mohd Altaf Wani (2025). Genetic diversity assessment and morpho-agronomic characterization of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Walp.) germplasm using multivariate analysis. *BMC Plant Biology*. 25(1): 1514.
- [16]. Sébastien Le, Julie Josse & François Husson (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*. 25(1): 1 - 18.
- [17]. Kassambara, A., & Mundt, F. (2020). factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. In: R package version 1.0.7 (ed.). Comprehensive R Archive Network (CRAN).
- [18]. Nahid Feizi Kelasi, Atefeh Sabouri, Adel Bakhshipour & Amin Abedi (2025). Combinatorial Approaches to Image Processing and MGIDI for the Efficient Selection of Superior Rice Grain Quality Lines. *Agriculture*. 15: 615.
- [19]. Tiago Olivoto, Maria I. Diel, Denise Schmidt & Alessandro D. Lúcio (2022). MGIDI: a powerful tool to analyze plant multivariate data. *Plant Methods*. 18(1): 121.