

va-chuoi-gia-tri-san-xuat/. (Ngày truy cập 19/9/2025).  
TCVN 13381-1:2023/BNNPTNT. Tiêu chuẩn Việt Nam về Giống cây nông nghiệp - Khảo nghiệm giá trị canh tác và giá trị sử dụng - Phần 1: Giống lúa.  
TCVN 5716-2:2017. Tiêu chuẩn Việt Nam về Gạo - Xác định hàm lượng amylose - Phần 2: Phương pháp thông dụng.  
TCVN 7983:2015. Tiêu chuẩn Việt Nam về Gạo - Xác định tỉ lệ thu hồi tiềm năng từ thóc và gạo lật.  
TCVN 8373:2010. Tiêu chuẩn Việt Nam về Gạo trắng - đánh giá chất lượng cảm quan cơm bằng phương pháp cho điểm.  
Hoàng Mai Thảo, Nguyễn Hữu Hồng, Nguyễn Thanh Tuyền, Nguyễn Văn Toàn, Lưu Ngọc Quyển, 2017. Nghiên cứu ảnh hưởng của thời vụ gieo trồng đến năng suất và chất lượng gạo của giống lúa PB53. *Tạp chí Khoa*

*học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 1 (74): 39-43.

Trần Thị Thiêm & Phạm Thị Mai, 2024. Ảnh hưởng của mật độ cấy và biện pháp trừ cỏ đến sinh trưởng và năng suất giống lúa Đài Thơm 8. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 3 (163): 65-70.  
Trần Thị Thu Trang, Trần Thị Nguyệt, Phạm Thị Nguyệt Hà, Phạm Bá Phương, Đàm Thế Chiến, 2024. Phân bón đa lượng và mối liên hệ với năng suất cây lúa và hiệu suất sử dụng phân bón ở vùng trung du. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 8 (159): 57-62.  
Tổng cục Thống kê, 2020. Các báo cáo Phân tích và dự báo thống kê năm 2019. Địa chỉ: <https://www.gso.gov.vn/wp-content/uploads/2020/11/Ky-yeu-2019.pdf>. (Ngày truy cập 19/9/2025).

## Research on cultivation techniques for the high-quality rice variety HD16

Pham Thien Thanh, Tang Thi Diep, Phan Thi Thanh, Le Thi Thanh, Nguyen Phuong Nga, Tong Thi Huyen

### Abstract

The rice variety HD16 was developed from the hybrid combination (HT1/IRBB66)/(HT1/238H)//HT1. To introduce HD16 into production in the Northern provinces of Vietnam, cultivation techniques were carried out. The appropriate cultivation technique for the HD16 variety has been determined. In Thanh Hoa: Spring crop, seedlings were sown from December 20 - 30 and transplanted from January 20 - 30 of next year; transplanting density was 40 hills/m<sup>2</sup>; fertilizer supplied consisted of 1 ton of organic fertilizer + 110 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 kg K<sub>2</sub>O. Summer-Autumn crop, seedlings were sown from May 20 - 30 and transplanted from May 30 - June 10 at the 3 - 4 leaf stage; transplanting density was 40 clump/m<sup>2</sup>; fertilizer supplied consisted of 1 ton of organic fertilizer + 90 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 kg K<sub>2</sub>O. In Hung Yen: Spring crop, seedlings were sown from January 20 - 30 and transplanted from February 5 - 15; transplanting density was 40 clump/m<sup>2</sup>; fertilizer supplied was 1 ton of organic fertilizer + 110 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 kg K<sub>2</sub>O. Summer crop, seedlings were sown from June 15 - 25 and transplanted from June 25 - July 5 at the 2 - 3 leaf stage; transplanting density was 40 clump/m<sup>2</sup>; fertilizer supplied was 1 ton of organic fertilizer + 90 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 kg K<sub>2</sub>O. In Thai Nguyen: Spring crop, seedlings were sown from January 10 - 20 and transplanted from January 25 - February 5; transplanting density was 40 clump/m<sup>2</sup>; fertilizer supplied was 1 ton of organic fertilizer + 110 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 kg K<sub>2</sub>O. Summer crop, seedlings were sown from June 10 - 20 and transplanted from June 20 - 30 at the 2 - 3 leaf stage; transplanting density was 40 clump/m<sup>2</sup>; fertilizer supplied was 1 ton of organic fertilizer + 110 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 kg K<sub>2</sub>O.

**Keywords:** Rice (*Oryza sativa* L.), cropping season, transplanting density, fertilizer rate, yield, grain quality

Ngày nhận bài: 01/10/2025

Người phản biện: TS. Nguyễn Thế Cường, PGS.TS Phạm Văn Dân

Ngày duyệt đăng: 23/01/2026

Ngày phản biện: 01/12/2025

## PHÁT TRIỂN PHƯƠNG PHÁP THỦY CANH ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỐNG CHỊU PHÈN NHÔM (Al<sup>3+</sup>) Ở CÂY ĐẬU NÀNH (*Glycine max* Merr.)

Nguyễn Công Minh<sup>1</sup>, Lê Thị Hồng Trinh<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Thái<sup>1</sup>, Lê Minh Tuấn<sup>1</sup>, Lê Hoàng Duy<sup>1\*</sup>

### TÓM TẮT

Độc tính của nhôm (Al<sup>3+</sup>) trong đất bị nhiễm phèn ức chế sự phát triển của rễ, làm cho cây đậu nành [*Glycine max* (L.) Merr.] không hấp thu được nước và chất dinh dưỡng, dẫn đến giảm năng suất nghiêm trọng. Việc chọn tạo giống đậu nành chống chịu phèn bằng phương pháp truyền thống gặp nhiều khó khăn trong việc kiểm soát điều kiện gieo trồng và sự biến động nồng độ phèn trong đất. Nghiên cứu này nhằm xây dựng phương pháp đánh giá nhanh khả năng chống chịu phèn của đậu nành bằng hệ thống thủy canh, từ đó tăng độ chính xác và rút ngắn thời gian chọn tạo giống mới. Nghiên cứu được thực hiện theo hai bước: (i) khảo sát đặc điểm hệ rễ để xác định nồng độ dung dịch phèn (AlCl<sub>3</sub>) và thời gian đánh giá phù hợp; (ii) kiểm tra độ chính xác và ổn định của phương pháp bằng cách áp dụng trên

<sup>1</sup> Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng Đậu nành Vinasoy (VSAC)

\* Tác giả liên hệ, email: duy.le@vinasoy.com

tập đoàn đa dạng di truyền. Kết quả cho thấy, ở nồng độ 75  $\mu\text{M}$   $\text{AlCl}_3$  sau 7 ngày xử lý, phản ứng của các dòng/giống đậu nành đối với độc tính nhôm biểu hiện phân nhóm rõ rệt giữa các kiểu gen. Bên cạnh đó, bốn dòng/giống đậu nành (VG0840, VG1135, VG1207, VG1634) thuộc nhóm chống chịu phèn tốt có thể được sử dụng làm nguồn vật liệu cho phân tích di truyền và chương trình chọn tạo giống mới.

**Từ khóa:** Đất phèn, đậu nành, phương pháp thủy canh, chống chịu phèn nhôm

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có diện tích lên đến 39,734  $\text{km}^2$  chiếm 12,2% tổng diện tích của cả nước. Nhóm đất phèn có diện tích 1,6 triệu ha chiếm 40,29% diện tích ĐBSCL (Xuân Nghi, 2024). Thành phần trong đất phèn chủ yếu gồm:  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  (Huu *et al.*, 2022). Việc thiếu nước tưới vào mùa khô đã làm tăng hiện tượng mao dẫn, hút ngược nước ngầm chứa các ion  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ... lên tầng đất canh tác và gây ngộ độc phèn ở những vùng đất phèn tiềm tàng (Lê Xuân Thái & Trần Nhân Dũng, 2016).

Phèn nhôm ( $\text{Al}^{3+}$ ) là một trong những yếu tố chính ảnh hưởng đến sản xuất cây trồng trên đất phèn của toàn thế giới (Guo *et al.*, 2010; Kochian *et al.*, 2004). Khi độ pH của đất giảm xuống dưới 5,0 thì nhôm bị hòa tan dưới dạng phytotoxin gây hại cho cây trồng. Tác động chính của  $\text{Al}^{3+}$  là vào đỉnh sinh trưởng của rễ, nơi các ion  $\text{Al}^{3+}$  liên kết với thành tế bào (Yamamoto, 2018). Sự thay đổi một số thành phần của thành tế bào dẫn đến việc hạn chế khả năng hấp thụ nước và chất dinh dưỡng (Kochian *et al.*, 2004). Độc tố nhôm trong đất phèn với nồng độ  $\text{Al}^{3+}$  cao ức chế sự kéo dài của rễ và sự sinh trưởng của rễ phụ (Haling *et al.*, 2010), do đó làm giảm năng suất cây trồng hoặc thậm chí dẫn đến chết cây (Sasaki *et al.*, 1996; Ma & Furukawa, 2003). Phản ứng của cây khi bị ngộ độc  $\text{Al}^{3+}$  biểu hiện qua các hình thái bất thường của hệ thống rễ như: chiều dài rễ, tỷ lệ gia tăng rễ hoặc trọng lượng rễ bị giảm. Những đặc điểm này thường được dùng như là các chỉ số định lượng để xác định khả năng chống chịu hay nhiễm đối với độc tố  $\text{Al}^{3+}$  ở cây trồng (Nguyen *et al.*, 2003; Khabaz-Saberi & Rengel, 2010; Sharma *et al.*, 2011; Korir *et al.*, 2013).

Trên cây đậu nành, khả năng chống chịu độc tố  $\text{Al}^{3+}$  là một tính trạng phức tạp với nhiều biến đổi trong di truyền (Foy *et al.*, 1992). Các nghiên cứu về cấu trúc di truyền của tính chống chịu  $\text{Al}^{3+}$  ở đậu nành vẫn còn nhiều thách thức do sự tương tác giữa môi trường và kiểu gen. Chọn tạo giống thông thường dựa vào việc lựa chọn các giống cây trồng có khả năng chịu  $\text{Al}^{3+}$  cao để cải thiện giống, nhưng phương pháp này tốn kém chi phí và mất nhiều thời gian (Jena & Mackill, 2008). Ở Việt Nam, phương pháp thủy canh đã từng được áp dụng để đánh giá khả năng chịu mặn của một số dòng/giống đậu nành (Nguyễn Châu Thanh Tùng và *cs.*, 2020). Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu tương tự thực hiện đánh giá tính chống chịu phèn nhôm

trên cây đậu nành bằng phương pháp này.

Nghiên cứu được thực hiện để chuẩn hoá nồng độ  $\text{Al}^{3+}$  và thời điểm đánh giá bằng phương pháp thủy canh nhằm tăng cường khả năng phân biệt giống chống chịu, đồng thời kiểm chứng độ lặp lại qua các lần thí nghiệm độc lập, sàng lọc quy mô lớn và xác nhận các dòng/giống đậu nành chịu phèn bằng thí nghiệm có đối chứng. Qua đó tạo nền tảng đáng tin cậy cho chọn giống và nghiên cứu cơ chế chịu phèn  $\text{Al}^{3+}$  ở đậu nành.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Phát triển phương pháp đánh giá chống chịu phèn: 11 dòng/giống đậu nành được lựa chọn ngẫu nhiên trong ngân hàng nguồn gen đậu nành của Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng Đậu nành Vinasoy (VSAC) bao gồm: VG0707, VG1057, VG1567, VG1634, VG1799, VG1808, VG1811, VG1814, VINASOY 02-NS, VS18-13-10, VS18-13-90.

Đánh giá và xác nhận phương pháp: sử dụng 211 dòng/giống đậu nành trong ngân hàng nguồn gen đậu nành của Trung tâm VSAC. Các dòng/giống được lựa chọn dựa trên tiêu chí đa dạng về nguồn gốc xuất xứ, màu sắc hạt, kích thước hạt và thời gian sinh trưởng.

Hóa chất thí nghiệm: dung dịch  $\text{AlCl}_3$  (pha chế từ  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  độ tinh khiết 97%),  $\text{CaCl}_2$  (pha chế từ  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  độ tinh khiết 98%) và nước tinh khiết.

Dụng cụ thí nghiệm: thùng xốp thể tích 50 lít (kích thước lọt lòng 53,5  $\times$  35  $\times$  39 cm). Khay xốp cố định cây (84 lỗ, kích thước 48  $\times$  28  $\times$  4 cm), đường kính miệng lỗ rộng 35 mm, sâu 4 cm, tâm lỗ cách nhau 4 cm. Máy sục không khí, máy đo pH (Hanna HI981030), thước đo và cân điện tử độ chính xác 0,001 g.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Các bước tiến hành và chỉ tiêu theo dõi

Các bước tiến hành: khoảng 100 hạt của mỗi dòng/giống đậu nành được gieo cho nảy mầm trong cát và tưới đủ nước để đảm bảo ẩm độ. Sau 4 ngày, chọn 7 cây con phát triển đồng đều, rễ phát triển bình thường và có chiều dài tương đương nhau. Chuyển cây con đã được chọn vào khay xốp có đục lỗ sẵn. Sau đó, đặt khay vào thùng chứa sẵn dung dịch 50 mM  $\text{CaCl}_2$  và duy trì trong vòng 24 giờ để rễ cây ổn định trong môi trường thủy canh. Sau khi cây được ổn định trong dung dịch  $\text{CaCl}_2$ , tiến hành đo chiều dài rễ các cây con trước khi đặt các khay thí nghiệm vào

thùng xốp chứa sẵn dung dịch  $AlCl_3$ . Trong giai đoạn này, dung dịch thí nghiệm ( $AlCl_3$ ) được sục khí 4 lần/ngày, mỗi lần kéo dài 15 phút bằng máy bơm không khí tương tự như phương pháp đã được mô tả trong các nghiên cứu trước đây (Xinxin Wang *et al.*, 2019; Yang Li *et al.*, 2021). Dung dịch thí nghiệm được thay mỗi 2 ngày một lần để đảm bảo sự ổn định của nồng độ  $AlCl_3$ .

### 2.2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1 (TN1): Đánh giá sơ khởi các yếu tố của thí nghiệm bao gồm giống, nồng độ  $AlCl_3$  và thời điểm theo dõi. Thí nghiệm được bố trí kiểu lô sọc/lô ngang (Strip-Plot Design) với 2 lần lặp, 10 cây con cho mỗi thí nghiệm. Thí nghiệm gồm yếu tố giống (VS18-13-90, VS18-13-10, VINASOY 02-NS, VG1811, VG1634 và VG1057) được bố trí theo lô dọc, nồng độ  $AlCl_3$  lần lượt là 0, 25, 50, 75 và 100  $\mu M$  được bố trí theo lô ngang. Theo dõi sự tăng trưởng của rễ sau 3, 5 và 7 ngày xử lý phen.

Thí nghiệm 2 (TN2): Xác định nồng độ  $AlCl_3$  tối ưu. Trên cơ sở của TN1, có thể xác định 2 mức nồng độ  $AlCl_3$  ảnh hưởng mạnh đến sự phát triển của rễ là 75 và 100  $\mu M$ . Từ đó, thí nghiệm 2 được thực hiện lặp lại 3 lần riêng biệt (L1, L2, L3), mỗi thí nghiệm bố trí theo kiểu lô sọc/lô ngang (Strip - Plot Design) với 3 lần lặp lại trong mỗi thí nghiệm, 21 cây cho mỗi thí nghiệm; trong đó yếu tố giống được bổ sung thành 11 giống (VG0707, VG1057, VG1567, VG1634, VG1799, VG1808, VG1811, VG1814, VINASOY 02-NS, VS18-13-10, VS18-13-90), 11 giống đậu nành đánh giá ở nồng độ 0, 75, và 100  $\mu M$   $AlCl_3$  với thời gian theo dõi ở ngày thứ 7.

Thí nghiệm 3 (TN3): Xác định thời điểm tối ưu để đánh giá các chỉ tiêu. Trên cơ sở của TN1, xác định thời điểm đánh giá thích hợp vào 5 và 7 ngày sau xử lý phen. TN3 được thực hiện thành 2 thí nghiệm nhỏ (5 ngày và 7 ngày) song song cùng thời điểm. Mỗi thí nghiệm được bố trí theo khối đầy đủ ngẫu nhiên (RCBD) với 3 lần lặp, 21 cây con cho mỗi thí nghiệm; trong đó gồm 11 dòng/giống đậu nành (đã thực hiện ở TN2) đánh giá ở nồng độ 0 và 75  $\mu M$   $AlCl_3$ .

Thí nghiệm 4 (TN4): được tiến hành qua hai bước:

Bước 1 (khảo sát sàng lọc): 211 dòng/giống đậu nành được đánh giá trong hệ thống thủy canh ở hai nồng độ xử lý (0 và 75  $\mu M$   $AlCl_3$ ), 7 cây con/giống, không lặp lại. Sau 7 ngày xử lý, các chỉ tiêu hình thái rễ được ghi nhận. Do thiết kế không có lặp, dữ liệu ở bước này chỉ mang tính chất sàng lọc, không sử dụng cho phân tích suy luận thống kê.

Bước 2 (thí nghiệm xác nhận): Trên cơ sở kết quả sàng lọc, 5 dòng/giống đậu nành tiềm năng (VG0855, VG1207, VG1116, VG0840, VG1135) cùng với 3 giống đối chứng (VG1634, VG1567 và VINASOY 02-NS)

được chọn để bố trí thí nghiệm xác nhận. Thí nghiệm được thiết kế theo khối đầy đủ ngẫu nhiên (RCBD) với 3 lần lặp, mỗi thí nghiệm gồm 21 cây con.

### 2.2.3. Chỉ tiêu theo dõi

Chiều dài rễ (CDR, cm): chiều dài rễ chính của mỗi cây con, đo từ cổ rễ đến chóp rễ bằng thước kẹp (độ chia 0,1 cm). Số cây đo CDR cho mỗi thí nghiệm: TN1: (Strip-plot, 2 lần lặp) 10 cây/ thí nghiệm; TN2: (3 thí nghiệm L1, L2, L3. Mỗi thí nghiệm bố trí theo kiểu Strip-plot với 3 lần lặp) 21 cây/ thí nghiệm; TN3: (RCBD, 3 lần lặp; 2 thời điểm 5 và 7 ngày) 21 cây/ thí nghiệm; TN4: Khảo sát 211 giống (không lặp lại) 7 cây/ giống (mỗi nồng độ 0 và 75  $\mu M$ ). Thí nghiệm xác nhận 8 giống (RCBD, 3 lần lặp) 21 cây/ thí nghiệm.

Tỷ lệ gia tăng rễ (TLR, %) là tỷ lệ gia tăng chiều dài rễ của thí nghiệm xử lý phen so với thí nghiệm đối chứng ở các thời điểm đánh giá nhất định (Bianchi Hall, 1998), được áp dụng trên tất cả thí nghiệm dựa vào số liệu CDR tương ứng.

Tỷ lệ gia tăng rễ được tính theo công thức:

$$TLR(\%) = \frac{[CDR + Al_m^{3+}] - [CDR + Al_0^{3+}]}{[CDR - Al_m^{3+}] - [CDR - Al_0^{3+}]} \times 100$$

Trong đó:  $CDR + Al_m^{3+}$ : Chiều dài rễ của thí nghiệm xử lý phen ở thời điểm đánh giá  $n$ ;  $CDR + Al_0^{3+}$ : Chiều dài rễ của thí nghiệm xử lý phen ở thời điểm đánh giá 0;  $CDR - Al_m^{3+}$ : Chiều dài rễ của thí nghiệm đối chứng ở thời điểm đánh giá  $n$ ;  $CDR - Al_0^{3+}$ : Chiều dài rễ của thí nghiệm đối chứng ở thời điểm đánh giá 0.

Khối lượng rễ tươi (KLR, g/cây) là khối lượng phân rễ (cắt từ cổ rễ đến chóp). Cân từng cây ngay sau khi thấm khô bề mặt, được áp dụng trong TN2, TN3 và TN4 (thí nghiệm xác nhận), số cây theo dõi tương tự như CDR.

Hệ số tương quan Pearson ( $r$ ) giữa các lần lặp trong TN3 được tính theo công thức:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Trong đó:  $\bar{x}$  và  $\bar{y}$  là trung bình mẫu của  $X$  và  $Y$ ;  $n$  là số cặp  $XY$ : gồm 33 cặp tương ứng với 11 giống, 3 lần lặp (cặp  $XY$  ký hiệu cho cặp L1-L2, L1-L3, L2-L3 trong thí nghiệm).

### 2.2.3. Phân tích thống kê

Các chỉ tiêu định lượng của rễ được dùng cho phân tích thống kê sơ khởi và phân tích phương sai (ANOVA) áp dụng phần mềm STATISTIX 10 để so sánh và đánh giá kết quả. Các đồ thị được vẽ bằng Microsoft Excel và SPSS 27.

### 2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

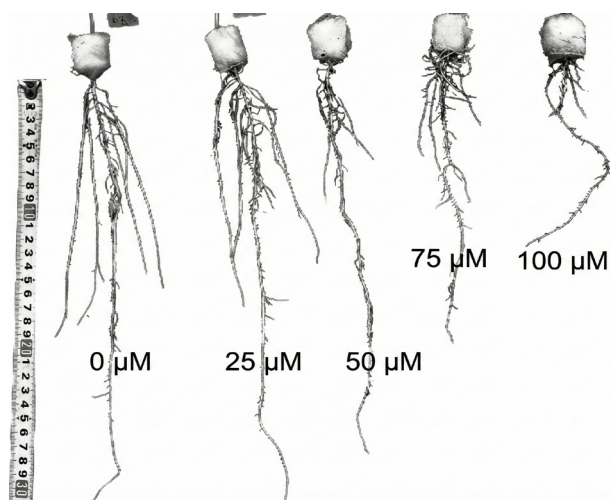
Thời gian thực hiện từ tháng 8/2023 đến tháng 5/2024 trong nhà kính của Trung tâm VSAC tại xã Thiện Tín,

tỉnh Quảng Ngãi. Điều kiện nhiệt độ dao động từ 27 đến 34°C, thời gian chiếu sáng 10 - 12 giờ.

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Đánh giá sơ khởi các yếu tố thí nghiệm

Bảng 1 trình bày kết quả thí nghiệm trong ba thời điểm đánh giá (3, 5 và 7 ngày sau xử lý), tác động của nồng độ  $AlCl_3$  lên tỷ lệ gia tăng rễ (TLR) chỉ bắt đầu phân nhóm có ý nghĩa từ ngày thứ 5 trở đi. Ở 3 ngày, dù giá trị trung bình giữa các nồng độ  $AlCl_3$  chênh lệch lớn nhưng chưa có khác biệt thống kê, đến 5 ngày, mức 0 và 25  $\mu M$  giữ nhóm “a”, trong khi 50, 75 và 100  $\mu M$  lần lượt thuộc các nhóm “b, c, d”; xu thế này càng rõ ở 7 ngày khi xuất hiện phân nhóm đầy đủ theo nồng độ. Đáng chú ý, ở nồng độ 50  $\mu M$ , sự khác biệt về chiều dài rễ (CDR) so với đối chứng không rõ rệt như ở nồng độ 75 và 100  $\mu M$  (Hình 1). Nghiên cứu của Xinxin Wang và cộng sự (2019) cũng thể hiện TLR giảm phụ thuộc vào nồng độ và thời gian đánh giá.



**Hình 1.** Chiều dài rễ (CDR, cm) ở các nồng độ khác nhau đo ở 7 ngày sau khi xử lý phen

Về biến động theo dòng/giống, ở 3 ngày, VG1634 đạt TLR cao nhất và VS18-13-90 thấp nhất. Sau 5 ngày, VG1634 vẫn vượt trội (nhóm a), các giống còn lại nằm chung nhóm “b”. Đến 7 ngày, sự phân tầng rõ hơn: VG1634 và VG1057 cùng nhóm cao nhất, trong khi VS18-13-90 thấp nhất, các giống còn lại ở mức trung gian. Tổng hợp hai yếu tố cho thấy: Nồng độ 25  $\mu M$  nhìn chung TLR không khác biệt ở 3 đến 5 ngày nhưng có khác biệt ở 7 ngày; các mức 50, 75 và 100  $\mu M$  gây giảm TLR có ý nghĩa từ 5 ngày và rất rõ ở 7 ngày.

Thời điểm 5 đến 7 ngày sau xử lý cho độ nhạy phân biệt giữa các nồng độ cao nhất, đặc biệt tại 75 và 100  $\mu M$ . Do đó, khuyến nghị áp dụng tổ hợp điều kiện này trong các thí nghiệm tiếp theo để xác định nồng độ và thời gian theo dõi tối ưu. Kết quả thí nghiệm phù hợp với báo cáo trước đây của Foy và cộng sự (1995), các giống chống

chịu có xu hướng duy trì chiều dài rễ tương đối so với đối chứng khi xử lý  $AlCl_3$  khoảng 74  $\mu M$  (ở mốc 4 ngày).

**Bảng 1.** Ảnh hưởng của nồng độ  $Al^{3+}$  và thời gian đánh giá đến tỷ lệ gia tăng rễ của các giống đậu nành

Công thức thí nghiệm	TLR (%) sau thời gian xử lý phen		
	3 ngày	5 ngày	7 ngày
Trung bình nồng độ ( $\mu M$ )			
0	100,0 <sup>a</sup>	100,0 <sup>a</sup>	100,0 <sup>a</sup>
25	98,6 <sup>a</sup>	97,3 <sup>a</sup>	85,7 <sup>b</sup>
50	98,1 <sup>a</sup>	84,5 <sup>b</sup>	72,2 <sup>c</sup>
75	98,1 <sup>a</sup>	75,1 <sup>c</sup>	62,0 <sup>d</sup>
100	30,5 <sup>a</sup>	21,3 <sup>d</sup>	18,4 <sup>c</sup>
CV (%)	7,30	3,18	4,44
LSD <sub>0,05</sub>	7,04	2,72	3,40
Trung bình dòng/giống			
VG1634	92,0 <sup>a</sup>	83,5 <sup>a</sup>	71,3 <sup>a</sup>
VG1057	89,1 <sup>ab</sup>	75,1 <sup>b</sup>	70,5 <sup>a</sup>
VG1811	86,9 <sup>abc</sup>	74,8 <sup>b</sup>	69,7 <sup>ab</sup>
VINASOY 02-NS	82,7 <sup>bc</sup>	74,1 <sup>b</sup>	68,2 <sup>abc</sup>
VS18-13-10	80,8 <sup>bc</sup>	73,5 <sup>b</sup>	63,3 <sup>bc</sup>
VS18-13-90	79,1 <sup>c</sup>	72,9 <sup>b</sup>	62,9 <sup>c</sup>
CV (%)	9,10	4,91	8,68
LSD <sub>0,05</sub>	8,94	4,27	12,98

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng cột cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 95%.

#### 3.2. Xác định nồng độ $AlCl_3$ tối ưu

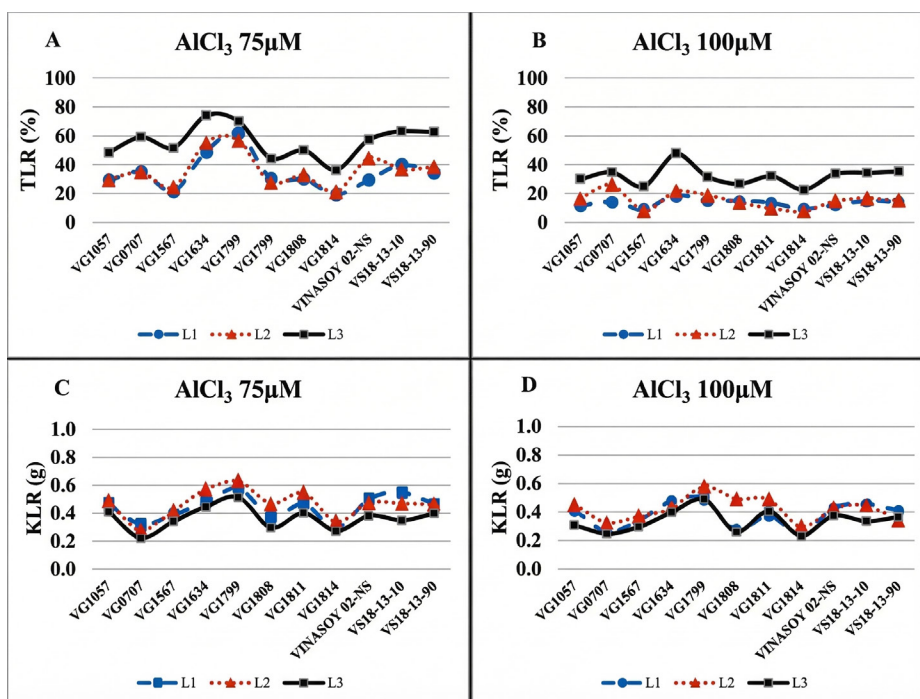
Phản ứng của 11 dòng/giống đối với  $AlCl_3$  và hệ số tương quan giữa 3 lần thí nghiệm được trình bày tại bảng 2 và hình 2. Ở 75  $\mu M$   $AlCl_3$ , chỉ tiêu TLR (%) giữa các giống ổn định về xu hướng và phân nhóm rõ trong cả ba lần (Hình 2A), với hệ số tương quan giữa các lần đạt 0,64 đến 0,80. Ngược lại, ở nồng độ 100  $\mu M$   $AlCl_3$ , TLR(%) biến động giữa các lần và phân nhóm kém rõ ràng (Hình 2B), tương quan giảm còn 0,46 đến 0,60. Lần thí nghiệm L3 thiếu sáng do mưa kéo dài làm TLR (%) tăng cao so với L1 và L2, dù thứ hạng phân nhóm vẫn giữ xu hướng tương đồng. Chỉ tiêu KLR (g) cho kết quả tương tự TLR (%): nồng độ 75  $\mu M$  thể hiện tính nhất quán và phân nhóm tốt hơn so với 100  $\mu M$  (Hình 2C, 2D). Quan sát hình thái rễ cho thấy ở 100  $\mu M$  xảy ra ức chế phát triển (chiều dài rễ giảm, hình thái bất thường), làm giảm độ chính xác của phép định lượng các đặc điểm rễ.

Thí nghiệm trên cho thấy nồng độ 75  $\mu M$   $AlCl_3$  cho kết quả ổn định giữa các lần, độ tương quan cao và khả năng phân tách giữa các dòng/giống tốt, do đó được xem là nồng độ tối ưu cho đánh giá khả năng chịu phen nhôm trong nghiên cứu này.

**Bảng 2.** Hệ số tương quan Pearson tỷ lệ gia tăng rễ (TLR, %) giữa ba lần thí nghiệm ở các nồng độ 75 và 100  $\mu M$   $AlCl_3$

Hệ số tương quan giữa các lần thí nghiệm ở 75 $\mu M$			
	L1	L2	L3
L1	-	0,64**	0,80**
L2	-	-	0,78**
Hệ số tương quan giữa các lần thí nghiệm ở 100 $\mu M$			
L1	-	0,48**	0,46**
L2	-	-	0,60**

Ghi chú: \*\* Khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 99%.



**Hình 2.** Phản ứng của 11 dòng/giống đậu nành đối với 2 mức nồng độ 75 và 100 μM AlCl<sub>3</sub> ở 3 lần thí nghiệm riêng biệt  
 Ghi chú: (A, B) TLR (%) lần lượt ở nồng độ 75 và 100 μM. (C, D) KLR (g) lần lượt ở nồng độ 75 và 100 μM.

### 3.3. Xác định thời gian đánh giá tối ưu

Ở thời điểm 5 ngày (Bảng 3), phân nhóm theo TLR (%) chưa thực sự tách bạch ở nhóm chống chịu cao (VG1634, VG1799, VS18-13-10, VS18-13-90), thể hiện qua các nhóm không khác biệt có ý nghĩa. KLR (g) có phân nhóm nhưng độ đồng thuận thứ hạng với TLR (%) chỉ ở mức trung bình, cho thấy hai chỉ tiêu chưa xếp hạng thật đồng bộ tại thời điểm này.

**Bảng 3.** Ảnh hưởng của nồng độ 75 μM Al<sup>3+</sup> đến TLR và KLR ở thời điểm 5 ngày sau xử lý

STT	Giống	TLR (%)	KLR (g)
1	VG1634	79,1 <sup>a</sup>	0,72 <sup>b</sup>
2	VS18-13-10	77,0 <sup>ab</sup>	0,74 <sup>b</sup>
3	VG1799	76,7 <sup>ab</sup>	0,84 <sup>a</sup>
4	VS18-13-90	76,5 <sup>ab</sup>	0,71 <sup>b</sup>
5	VG0707	71,0 <sup>bc</sup>	0,64 <sup>bc</sup>
6	VG1811	65,2 <sup>cd</sup>	0,64 <sup>bc</sup>
7	VINA SOY 02-NS	61,7 <sup>d</sup>	0,70 <sup>b</sup>
8	VG1057	50,9 <sup>e</sup>	0,56 <sup>cde</sup>
9	VG1814	50,8 <sup>e</sup>	0,52 <sup>de</sup>
10	VG1808	49,2 <sup>e</sup>	0,60 <sup>cd</sup>
11	VG1567	23,0 <sup>f</sup>	0,50 <sup>e</sup>
	CV (%)	7,39	8,87
	LSD <sub>0,05</sub>	7,79	0,10

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng cột cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 95%.

Kết quả trong bảng 4 cho thấy, đánh giá tại thời điểm 7 ngày sau xử lý ở mức 75 μM Al<sup>3+</sup> cho khả năng phân nhóm rõ ràng giữa chống chịu tốt (VG1634, VG1799) và chống chịu kém (VS18-13-10, VS18-13-90), thể hiện qua LSD (0,05) tương đối nhỏ hơn, khác biệt thống kê giữa các dòng/giống thể hiện rõ ràng và có ý nghĩa hơn, sự tương

đồng thứ hạng giữa TLR (%) và KLR (g) cao hơn so với kết quả ở 5 ngày. Kết quả này khẳng định 7 ngày là thời điểm phù hợp để phân nhóm dòng/giống chống chịu phèn nhôm, phù hợp với các khuyến nghị gần đây về thời gian tối ưu cho đánh giá đặc điểm rễ dưới sự tác động của Al<sup>3+</sup> (Yang Li *et al.*, 2021). Chu kỳ đánh giá ngắn giúp tăng số vòng sàng lọc trong năm, từ đó nâng tần suất chọn lọc và đẩy nhanh việc tạo ra các giống đậu nành thích nghi với đất phèn, đặc biệt hữu ích cho điều kiện canh tác tại ĐBSCL.

**Bảng 4.** Ảnh hưởng của nồng độ 75 μM Al<sup>3+</sup> đến TLR và KLR ở thời điểm 7 ngày sau xử lý

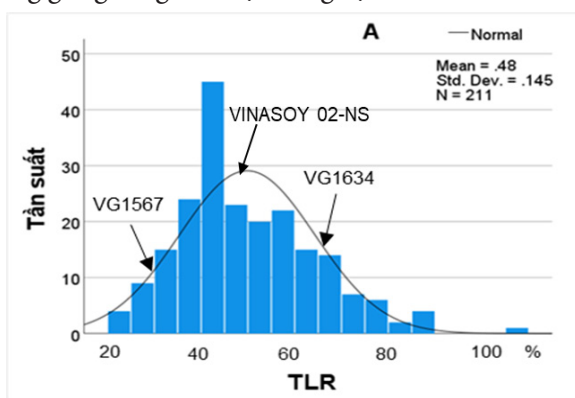
STT	Giống	TLR (%)	KLR (g)
1	VG1634	67,5 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>
2	VG1799	61,2 <sup>ab</sup>	0,58 <sup>b</sup>
3	VS18-13-10	54,7 <sup>bc</sup>	0,55 <sup>b</sup>
4	VS18-13-90	53,2 <sup>cd</sup>	0,49 <sup>cd</sup>
5	VG0707	52,0 <sup>cde</sup>	0,46 <sup>de</sup>
6	VG1811	48,6 <sup>cde</sup>	0,48 <sup>d</sup>
7	VG1057	46,6 <sup>de</sup>	0,54 <sup>bc</sup>
8	VINA SOY 02-NS	45,9 <sup>e</sup>	0,45 <sup>de</sup>
9	VG1808	38,4 <sup>f</sup>	0,41 <sup>e</sup>
10	VG1814	33,9 <sup>f</sup>	0,34 <sup>f</sup>
11	VG1567	17,6 <sup>g</sup>	0,34 <sup>f</sup>
	CV (%)	8,33	6,94
	LSD <sub>0,05</sub>	6,73	0,06

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng cột cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 95%.

### 3.4. Đánh giá tập đoàn nguồn gen đậu nành

Kết quả khảo sát tập đoàn 211 dòng/giống (bước 1) cho thấy phân bố tỷ lệ gia tăng rễ (TLR, %) có dạng đơn đỉnh, phân bố gần chuẩn và hơi lệch phải. Phần lớn các dòng/giống tập trung quanh giá trị trung bình, thể hiện bởi

sự phân bố đối xứng tương đối và dải biến thiên rộng (20 - 95%), cho phép tiến hành xếp hạng khả năng chịu phèn giữa các dòng/giống. Các giá trị nằm ở rìa phân bố (cực thấp hoặc cực cao) chủ yếu xuất hiện ở hai bên đuôi của phổ; trong đó VG1567 thuộc nhóm thấp, VINASOY 02-NS thuộc nhóm trung bình, còn VG1634 thuộc nhóm cao (Hình 3), đây là cơ sở quan trọng để lựa chọn các dòng/giống đại diện cho nhóm chống chịu và nhóm mẫn cảm. Trên kết quả đó, năm dòng/giống có biểu hiện tiềm năng chống chịu phèn vượt trội (VG0855, VG1207, VG1116, VG0840, VG1135) cùng với ba dòng/giống đối chứng (VG1634, VG1567, VINASOY 02-NS) đã được lựa chọn để bố trí thí nghiệm xác nhận (bước 2). Thiết kế này vừa đảm bảo kiểm chứng lại độ tin cậy của phương pháp thủy canh, vừa cho phép đánh giá tính ổn định và tái lập của phản ứng chịu phèn giữa các dòng/giống trong điều kiện thí nghiệm có kiểm soát.



**Hình 3.** Tỷ lệ gia tăng rễ (TLR, %) được đánh giá trong tập đoàn 211 dòng/giống đậu nành ở nồng độ 75µM AlCl<sub>3</sub> sau 7 ngày xử lý phèn

Kết quả thí nghiệm ở bảng 5 cho thấy, trong nhóm chống chịu tốt, các dòng VG0840 và VG1135 đạt giá trị TLR cao nhất (88,8% và 87,7%), vượt trội so với đối chứng cao VG1634 (67,8%). Hai dòng này đồng thời có KLR lớn (0,56 g và 0,54 g), chứng tỏ khả năng duy trì sinh trưởng rễ tốt trong điều kiện phèn. Dòng VG1207 cũng thể hiện khả năng chịu phèn khá (TLR 72,2%, KLR 0,52 g), tương đương và có xu hướng cao hơn so với đối chứng VG1634, cho thấy tính ổn định của phản ứng chịu phèn. Ngược lại, các dòng VG0855 và VG1116 chỉ đạt mức TLR trung bình (65,3% và 64,3%), tương đương đối chứng cao VG1634, nhưng KLR thấp hơn đáng kể (0,35 g và 0,41 g). Điều này cho thấy khả năng duy trì chiều dài rễ vẫn có nhưng sinh khối rễ bị hạn chế dưới điều kiện xử lý phèn.

Trong nhóm đối chứng, VG1634 duy trì được khả năng chịu phèn cao và ổn định, đóng vai trò đối chứng dương tính. VINASOY 02-NS có TLR 45,9% và KLR 0,39 g, thể hiện mức phản ứng trung gian, phù hợp làm chuẩn so sánh. Giống VG1567 có TLR thấp nhất (29,3%) và KLR thấp (0,35 g), phản ánh mức mẫn cảm rõ rệt, khẳng

định vai trò đối chứng âm trong hệ thống đánh giá.

Như vậy, bộ đối chứng được lựa chọn (VG1634 - chống chịu tốt, VINASOY 02-NS - chống chịu trung bình, VG1567 - mẫn cảm) đã thể hiện rõ vai trò chuẩn hóa và tăng cường độ tin cậy cho kết quả thí nghiệm. Trong số các dòng khảo sát, VG0840, VG1135 và VG1207 được xác định là vật liệu triển vọng cho nghiên cứu và chọn tạo giống đậu nành chịu phèn.

**Bảng 5.** So sánh TLR và KLR của 8 giống đậu nành tiềm năng khi xử lý phèn

STT	Giống	TLR (%)	KLR (g)
1	VG0840	88,8 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>
2	VG1135	87,7 <sup>a</sup>	0,54 <sup>ab</sup>
3	VG1207	72,2 <sup>b</sup>	0,52 <sup>ab</sup>
4	VG1634 (Đ/c)	67,8 <sup>b</sup>	0,47 <sup>bc</sup>
5	VG0855	65,3 <sup>b</sup>	0,35 <sup>d</sup>
6	VG1116	64,3 <sup>b</sup>	0,41 <sup>cd</sup>
7	VINASOY 02-NS (Đ/c)	45,9 <sup>c</sup>	0,39 <sup>d</sup>
CV (%)		9,71	9,91
LSD <sub>0,05</sub>		11,08	0,08

*Ghi chú:* Các chữ cái khác nhau trong cùng cột cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 95%.

#### IV. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Kết quả nghiên cứu xác định mốc thời gian 7 ngày sau xử lý ở nồng độ 75 µM Al<sup>3+</sup> là khung đánh giá tối ưu trong phương pháp thủy canh, thể hiện ở khả năng phân biệt nhóm dòng/giống chống chịu rõ hơn và mức độ tương đồng TLR (%) và KLR(g) cao hơn so với mốc 5 ngày. Trên cơ sở điều kiện đã chuẩn hóa, sàng lọc tập đoàn kết hợp bố trí thí nghiệm có lặp lại đã xác nhận được nhóm chống chịu phèn tốt và ổn định (VG0840, VG1135, VG1207, VG1634). Các dòng/giống này là nguồn vật liệu giá trị cho các nghiên cứu di truyền học và có thể áp dụng vào các chương trình chọn giống sắp tới. Kết quả nghiên cứu này cho phép thiết lập phương pháp đánh giá tin cậy cho sàng lọc quy mô lớn, giúp rút ngắn chu kỳ đánh giá và nâng cao hiệu quả chọn giống đậu nành thích nghi với đất phèn tại ĐBSCL. Khuyến nghị mở rộng thí nghiệm đồng ruộng trên đất phèn tự nhiên để kiểm chứng ổn định kiểu gen và môi trường thực tế.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Xuân Nghi,** 2024. Triển vọng phát triển vùng đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Kinh tế Việt Nam [online]. Địa chỉ: <https://vneconomy.vn/trien-vong-phat-trien-vung-dong-bang-song-cuu-long.htm>. (Ngày truy cập: 17/07/2025).
- Lê Xuân Thái & Trần Nhân Dũng,** 2016. Ứng dụng công nghệ sinh học trong chọn giống lúa thích nghi với đất phèn tại đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 12 (11): 20-25.
- Nguyễn Châu Thanh Tùng, Nguyễn Phước Đăng, Ngô Thụy Diễm Trang, Huỳnh Kỳ, Võ Hoàng Việt,** 2020. Nghiên cứu khả năng chịu mặn của một số dòng/giống

- đậu nành (*Glycine max* L.) địa phương và nhập nội trong điều kiện thủy canh. *Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển nông thôn - Chuyên đề tháng 11/2020: Biến đổi khí hậu và Phát triển nông nghiệp bền vững*, trang 250-258.
- Bianchi-Hall C.M., Carter T.E., Rufty T.W., Arellano C., Boerma H.R., Ashley D.A.**, 1998. Heritability and resource allocation of aluminum tolerance derived from soybean PI 416937. *Crop Science*, 38 (2): 513-522.
- Foy C.D., Duke J.A., Devine T.E.**, 1992. Tolerance of soybean germplasm to an acid Tatum subsoil. *Journal of Plant Nutrition*, 15 (5): 527-547.
- Foy C.D., Lee E.H., Shalunova L.P., Devine T.E.**, 1995. Acid soil (aluminum) tolerance in soybean cultivars related to ozone tolerance. *Journal of Plant Nutrition*, 18: 361-371.
- Guo J.H., Liu X.J., Zhang Y., Shen J.L., Han W.X., Zhang W.F., Christie P., Goulding K.W.T., Vitousek P.M., Zhang F.S.**, 2010. Significant acidification in major Chinese croplands. *Science*, 327 (5968): 1008-1010.
- Haling R.E., Richardson A.E., Culvenor R.A., Lambers H., Simpson R.J.**, 2010. Root morphology, root-hair development and rhizosheath formation on perennial grass seedlings is influenced by soil acidity. *Plant and Soil*, 335: 457-468.
- Huu T.N., Gau T.T.N., Ngan P.N., Van T.T.B., Khuong N.Q.**, 2022. Potential phosphorus solubilizing purple nonsulfur bacteria isolated from acid sulfate soil in improving soil property, nutrient uptake and yield of pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) under acidic stress. *Applied and Environmental Soil Science*, (5): 1-13.
- Jena K.K., Mackill D.J.**, 2008. Molecular markers and their use in marker-assisted selection in rice. *Crop Science*, 48 (4): 1266.
- Khabaz-Saberi H., Rengel Z.**, 2010. Aluminum, manganese, and iron tolerance improves performance of wheat genotypes in waterlogged acidic soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173: 461-468.
- Kochian L.V., Hoekenga O.A., Pineros M.A.**, 2004. How do crop plants tolerate acid soils Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. *Annual Review of Plant Biology*, 55 (1): 459-493.
- Korir P.C., Zhang J., Wu K., Zhao T., Gai J.**, 2013. Association mapping combined with linkage analysis for aluminum tolerance among soybean cultivars released in yellow and Changjiang River Valleys in China. *Theoretical and Applied Genetics*, 126: 1659-1675.
- Ma J.F., Furukawa J.**, 2003. Recent progress in the research of external Al detoxification in higher plants: a minireview. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 97: 46-51.
- Nguyen B.D., Brar D.S., Bui B.C., Nguyen T.V., Pham L.N., Nguyen H.T.**, 2003. Identification and mapping of the QTL for aluminum tolerance introgressed from the new source, *Oryza Rufipogon* Griff., into indica rice (*Oryza sativa* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 106: 583-593.
- Sasaki M., Yamamoto Y., Matsumoto H.**, 1996. Lignin deposition induced by aluminium in wheat (*Triticum aestivum*) roots. *Physiologia Plantarum*, 96: 193-198.
- Sharma A.D., Sharma H., Lightfoot D.A.**, 2011. The genetic control of tolerance to aluminium toxicity in the 'Essex' by 'Forrest' recombinant inbred line population. *Theoretical and Applied Genetics*, 122: 687-694.
- Xinxin Wang, Yanbo Cheng, Ce Yang, Cunyi Yang, Yinghui Mu, Qiuju Xia, Qibin Ma**, 2019. QTL mapping for aluminum tolerance in RIL population of soybean (*Glycine max* L.) by RAD sequencing. *PLOS one* [online], 14 (10): e0223674.
- Yamamoto Y.** Aluminum toxicity in plant cells, 2018: Mechanisms of cell death and inhibition of cell elongation. *Soil Science and Plant Nutrition*, 65 (1): 41-55.
- Yang Li, Heng Ye, Li Song, Tri D. Vuong, Qijian Song, Lijuan Zhao, J. Grover Shannon, Yan Li, Henry T. Nguyen**, 2021. Identification and characterization of novel QTL conferring internal detoxification of aluminium in soybean. *Journal of Experimental Botany*, 72 (13): 4993-5009.

## Development of a hydroponic method for evaluating aluminum (Al<sup>3+</sup>) toxicity tolerance in soybean *Glycine max* (L.) Merr.

Nguyen Cong Minh, Le Thi Hong Trinh, Nguyen Thi Thai, Le Minh Tuan, Le Hoang Duy

### Abstract

Aluminum (Al<sup>3+</sup>) toxicity in acid sulfate soils inhibits root development, limiting water and nutrient uptake in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.], ultimately leads to significant yield reductions. Conventional breeding for aluminum-tolerant soybean varieties faces challenges due to difficulties in controlling field conditions and variable soil acidity levels. This study aims to develop a rapid and accurate method for evaluating aluminum toxicity tolerance in soybean using a hydroponic system, thereby improving selection efficiency and shortening breeding cycles. The research was conducted in two phases: (i) a preliminary study to assess root traits and determine the appropriate aluminum chloride (AlCl<sub>3</sub>) concentration and exposure duration for the hydroponic assay; (ii) validation of the method's accuracy and reproducibility by applying it to a genetically diverse soybean panel. Results indicated that when treated with 75 μM AlCl<sub>3</sub> for 7 days, soybean lines exhibited distinct phenotypic responses to aluminum toxicity, enabling clear genotypic differentiation. Moreover, four genotypes (VG0840, VG1135, VG1207, and VG1634) that exhibited high tolerance to aluminum stress were identified and proposed as promising genetic resources for future genetic analysis and breeding programs targeting acid soil tolerance.

**Keywords:** Acidic soil, soybean, hydroponics, aluminum tolerance

Ngày nhận bài: 26/7/2025

Ngày duyệt đăng: 08/12/2025

Người phản biện: TS. Nguyễn Đức Xuân Chương, TS. Nguyễn Ngọc Quất

Ngày phản biện: 17/9/2025