

## ĐẶC ĐIỂM QUANG HỢP VÀ NĂNG SUẤT HẠT CỦA MỘT SỐ DÒNG LÚA MỚI CHỌN TẠO MANG GENE BÔNG KHỎE (*WFP1*)

Đinh Mai Thùy Linh<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Thúy Hạnh<sup>2</sup>, Tăng Thị Hạnh<sup>3</sup>, Phạm Văn Cường<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Trung tâm Nghiên cứu cây trồng Việt Nam và Nhật Bản  
<sup>2</sup>Khoa Công nghệ sinh học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam  
<sup>3</sup>Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

\*Tác giả liên hệ: pvcuong@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 01.07.2024

Ngày chấp nhận đăng: 07.08.2024

### TÓM TẮT

Thí nghiệm trong chậu được tiến hành tại nhà lưới thuộc Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam trong vụ mùa năm 2022 nhằm đánh giá bốn dòng lúa mang gene bông khỏe (*WFP1*). Đặc điểm quang hợp được theo dõi ở giai đoạn đẻ nhánh hữu hiệu, trổ và chín sấp trong khi năng suất hạt được theo dõi ở giai đoạn thu hoạch. Kết quả cho thấy các dòng lúa mới có cường độ quang hợp và các chỉ tiêu liên quan như độ dẫn khí khổng, cường độ thoát hơi nước và chỉ số SPAD tương đương với dòng đối chứng IRBB ở các giai đoạn sinh trưởng. Khối lượng và tốc độ tích lũy chất khô của các dòng lúa thí nghiệm tương đương với đối chứng ở giai đoạn từ đẻ nhánh hữu hiệu đến trổ, nhưng các chỉ tiêu này ở dòng D7 vượt đối chứng ở giai đoạn từ trổ đến chín đến chín sấp. Tất cả các dòng lúa thí nghiệm đều vượt trội về các số giá cấp 1/bông (17,1-20,1), số giá cấp 2/bông (65,7-73,2) và số hạt/bông (177,6-226,4) so với đối chứng. Ba dòng lúa cải tiến (D2, D5 và D7) có năng suất hạt vượt đối chứng ở mức ý nghĩa với mức từ 13,6 đến 32,0%. Dòng D7 có năng suất cao nhất do vượt trội về số hạt/bông, quang hợp khi trổ và tốc độ tích lũy chất khô ở giai đoạn chín.

Từ khóa: Gen *WFP1*, giá cấp 1, số hạt/bông, năng suất cá thể, quang hợp.

### Photosynthesis and Grain Yield Characters of New Promising Rice Lines with *Wealthy Farmer's Panicle (WFP1)* Gene

### ABSTRACT

The pot experiment was conducted in the nethouse of the Faculty of Agronomy - Vietnam National University of Agriculture in 2022 autumn cropping seasons to evaluate the photosynthetic traits at active tillering, flowering and dough-ripen stage and grain yield at harvesting stages of four rice lines with wealthy farmer's panicle (*WFP1* gene). The experimental results showed that these improved rice lines had photosynthetic rates and related characteristics such as stomatal conductance, transpiration rate and SPAD value equivalent to the control variety (IRBB) at almost the growth stages. These four lines showed a similar amount of dry matter accumulation and plant growth rate in the period from effective tillering to heading, but these parameters were surpassed the check variety in D7 line in the period from flowering to the dough-ripening stage. All improved rice lines had a significantly larger number of primary rachis per panicle (17.1-20.1), number of secondary rachis per panicle (65.7-73.2) and number of spikelets per panicle (177.6-226.4) compared with IRBB. The individual yield of three improved lines (D2, D5 and D7) was significantly higher in the range of 13.6-32.0% over than check variety. Among new lines, D7 line manifested the highest grain yield due to the largest number of spikelets per panicle, higher photosynthetic rate at the flowering stage and plant growth rate in period from flowering to the dough-ripening stage.

Keywords: *WFP1* gene, primary rachis, number of spikelets, individual grain yield, photosynthesis.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Năng suất lúa bị ảnh hưởng lớn bởi mối

quan hệ giữa nguồn và sức chứa của cây. Nguồn được định nghĩa là sản phẩm của bộ máy quang hợp, sự vận chuyển vật chất từ thân về bông

lúa, trong khi đó sức chứa là sản phẩm của tổng số hạt trên đơn vị diện tích và khối lượng của hạt (Yoshida, 1981). Gene bông khỏe *WFP1* (*wealthy farmer's panicle 1*) nằm trên nhiễm sắc thể số 8, mã hóa cho protein OsSPL14 tham gia điều khiển tăng số lượng gié cấp 1 ở giai đoạn đầu của quá trình hình thành bông. Kết quả tạo ra dòng NIL Nipponbare-*WFP1* từ giống ST12 lai chuyển sang giống Nippobare có trung bình 21,4 gié cấp 1 tăng 85% và số hạt trên bông trung bình là 241,6 tăng 51% so với giống Nippobare ban đầu (Miura & cs., 2010). Việc nâng cao năng suất lúa đòi hỏi phải cân bằng giữa các yếu tố cấu thành năng suất, khi tăng số bông trên cây thường đi kèm với việc giảm số hạt trên bông hoặc ngược lại (Sui & cs., 2013). Nghiên cứu ảnh hưởng của alen *WFP1* trên các giống *indica*, Kim & cs. (2018) đã phát hiện tác động di truyền của alen này là rất mạnh đối với cấu trúc bông và ổn định qua các vụ. Nghiên cứu gần đây của Kikuta & cs. (2023) khi đánh giá ảnh hưởng của gene *Gn1a* và *WFP1* tới năng suất của giống lúa NERICA1 chỉ ra rằng cả hai gene đã làm giảm bớt những tác động tiêu cực lên các thành phần năng suất dẫn đến năng suất hạt cao hơn.

Hoạt động quang hợp của cây trong suốt quá trình sinh trưởng góp phần nâng cao năng suất cây trồng (Yoshida, 1981). Cường độ quang hợp (CĐQH) lá và hàm lượng carbon không cấu trúc là sản phẩm quang hợp trong thân lá đều có tương quan thuận với tỉ lệ hạt chắc và năng suất hạt (Đỗ Thị Hương & cs., 2013; Lê Văn Khánh & cs., 2015). Quang hợp và các chỉ tiêu liên quan đến quang hợp được xem như là các chỉ số về năng suất lúa (Andrés & cs., 2023). Bên cạnh đó quang hợp và tích lũy sản phẩm quang hợp còn liên quan đến chất lượng gạo trong đó đặc biệt là tích lũy hàm lượng amylose trong nội nhũ, hay thành phần các chất trong phôi (Pham Van Cuong & cs., 2022). Nghiên cứu biểu hiện của gene *WFP1* làm tăng số hạt trên bông đối với quang hợp, tích lũy chất khô và năng suất hạt của cây lúa là điều cần thiết nhằm cung cấp thông tin cho công tác chọn tạo giống và canh tác lúa.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

Trung tâm Khoa học Sinh học và Công nghệ sinh học (Bioscience and Biotechnology Center - BBC), Đại học Nagoya, Nhật Bản đã thành công trong lai chuyển gene *WFP1* từ giống ST12 với IRBB tạo ra các dòng vật liệu mang cả gene *WFP1* và mang các gene kháng bạc lá *Xa4*, *Xa5*, *Xa12* và *Xa21*, đã chuyển giao cho Học viện Nông nghiệp Việt Nam từ thế hệ BC<sub>3</sub>F<sub>3</sub>. Từ nguồn vật liệu này, Trung tâm Nghiên cứu Cây trồng Việt Nam và Nhật Bản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã chọn được các dòng D2, D4, D5 và D7 ở thế hệ BC<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, các dòng này được kiểm tra có mang gene *WFP1* và các gene kháng bệnh bạc lá, có đặc điểm sinh trưởng, hình thái gần giống IRBB nhưng có số hạt/bông cao. Dòng IRBB dùng làm giống đối chứng IRBB là dòng *indica* cải tiến mang gene kháng bệnh bạc lá do IRRI chọn tạo bằng cách lai chuyển các gene kháng bệnh bạc lá vào giống IR24. Hạt giống của 5 dòng lúa trong đó 4 dòng mới chọn tạo (D2, D4, D5 và D7) và dòng đối chứng IRBB được sử dụng trong thí nghiệm này.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Thí nghiệm chậu trong nhà lưới

Thí nghiệm được tiến hành trong vụ mùa từ tháng 6 đến tháng 10 năm 2022 tại nhà lưới của Trung tâm Nghiên cứu Cây trồng Việt Nam và Nhật Bản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên, gồm 5 khối, mỗi khối gồm 4 dòng thí nghiệm và 1 dòng đối chứng. Ở các khối, mỗi dòng trồng 5 chậu tương đương với 5 lần nhắc lại. Tổng số chậu thí nghiệm là 125 chậu trong đó mỗi chậu trồng 1 cây. Khi mạ của mỗi dòng/giống được 3 lá thì đem trồng vào chậu, chậu có thể tích 8 lít, chứa 5kg đất phù sa. Lượng phân bón được sử dụng cho mỗi chậu là 1g N + 0,5g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 0,5g K<sub>2</sub>O + 18g phân vi sinh + 10g vôi bột. Bón lót với lượng 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 30% K<sub>2</sub>O + 30% N, bón thúc lần 1 vào thời điểm một tuần sau cấy với 50% K<sub>2</sub>O + 50% N và bón thúc lần 2 khi cây bắt đầu phân hóa dòng với lượng phân còn lại.

### 2.2.2. Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

Sau khi cấy, chọn mỗi dòng 5 chậu để theo dõi động thái sinh trưởng bao gồm chiều cao cây, số nhánh/cây và số lá/cây. Tại các giai đoạn đẻ nhánh hữu hiệu (4 tuần sau cấy), trổ và chín sấp (2 tuần sau trổ), chọn 5 chậu mỗi dòng ở các giai đoạn để đo chỉ tiêu: cường độ quang hợp (CĐQH), độ dẫn khí khổng (ĐDKK) và cường độ thoát hơi nước (CĐTHN). Các chỉ tiêu này được đo bằng máy đo quang hợp cầm tay (photosynthesis portable system) (Licor-6400XT, Hoa Kỳ) trong khoảng thời gian từ 9 giờ tới 13 giờ ngày nắng ở cùng điều kiện nhiệt độ 30°C, cường độ ánh sáng 1.500  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ , nồng độ  $\text{CO}_2$  360-370ppm và độ ẩm không khí 65-70%. Mỗi cây đo lá trên cùng đã mở hoàn toàn. Các cây sau khi đo quang hợp được lấy mẫu, tách riêng các bộ phận: lá xanh, thân, bẹ lá và bông (nếu có). Ở cùng các thời điểm theo dõi trên, diện tích lá và khối lượng chất khô tích lũy cũng được xác định. Phân phiến lá xanh tiến hành đo diện tích lá bằng máy đo diện tích lá Li-3100c (Hoa Kỳ). Tại vị trí lá đã đo quang hợp, đo chỉ số SPAD (chỉ số tương quan với hàm lượng diệp lục) tại 10 điểm bằng máy SPAD-502 Konica. Sau đó toàn bộ các bộ phận trên cây được đem sấy khô ở 80°C cho tới khối lượng không đổi để các định khối lượng chất khô. Ở thời kỳ chín hoàn toàn, năng suất cá thể và các chỉ tiêu liên quan đến năng suất được xác định như số bông/khóm, chiều dài bông, số gié cấp 1, cấp 2, số hạt/bông, tỉ lệ hạt chắc, khối lượng 1.000 hạt theo hệ thống tiêu chuẩn đánh giá cây lúa (IRRI, 1996).

### 2.2.3. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thống kê với tất cả các

chỉ tiêu theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) theo LSD với mức ý nghĩa 0,05; riêng chỉ tiêu năng suất hạt so sánh với giống đối chứng theo phương pháp so sánh cặp (Ttest) với mức ý nghĩa 0,05 bằng phần mềm CropStat 7.2.3.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Thời gian sinh trưởng, số nhánh tối đa và chiều cao cây cuối cùng của các dòng/giống thí nghiệm

Các dòng lúa trong thí nghiệm đều có thời gian sinh trưởng thuộc nhóm ngắn ngày (102-105 ngày trong vụ mùa). Dòng D2 và D4 có thời gian sinh trưởng ngắn hơn đối chứng 3 ngày, dòng D5 và D7 có tổng thời gian sinh trưởng tương đương với giống đối chứng (Bảng 1). Các dòng lúa thí nghiệm có kiểu cây thấp, chiều cao thân từ 51,5cm đến 59,2cm, tương đương với dòng đối chứng (51,0cm) (Bảng 1).

Chiều dài bông của dòng D7 (24,3cm) cao hơn với đối chứng IRBB (23,7cm), trong khi các dòng lúa còn lại chỉ tương đương với đối chứng (21,9-23,7cm). Số gié cấp 1/bông của cả bốn dòng lúa thí nghiệm biến động từ 17,1 (D2) đến 20,1 (D7) đều cao hơn ở mức ý nghĩa so với dòng đối chứng IRBB (12,0). Tương tự số gié cấp 2/bông của các dòng lúa mới chọn tạo biến động từ 65,7 đến 73,2 và cao hơn ở mức ý nghĩa so với đối chứng (40,1) (Bảng 1). Như vậy, chức năng của gene *WFP1* được biểu hiện rõ ràng về số gié/bông ở các dòng lúa thí nghiệm, điều này phù hợp với các công trình nghiên cứu của các tác giả trước (Ashikari & cs., 2005; Tăng Thị Hạnh & cs., 2015; Kikuta & cs., 2023).

**Bảng 1. Đặc điểm sinh trưởng và cấu trúc bông của các dòng lúa thí nghiệm**

Dòng/giống	Tổng thời gian sinh trưởng (ngày)	Số nhánh tối đa/khóm	Chiều cao thân (cm)	Chiều dài bông (cm)	Chiều cao cây cuối cùng (cm)	Số gié cấp 1/bông	Số gié cấp 2/bông
D2	102	9,0	51,5	22,9	93,1	17,1	68,5
D4	102	10,0	53,6	23,6	93,1	18,2	65,7
D5	105	8,0	59,2	21,9	96,7	17,4	68,8
D7	105	12,6	57,2	24,3	94,0	20,1	73,2
IRBB	105	11,6	51,0	23,7	94,3	12,0	40,1
<i>LSD</i> <sub>0,05</sub>		1,1	3,4	1,2	3,7	1,3	5,8

Đặc điểm quang hợp và năng suất hạt của một số dòng lúa mới chọn tạo mang gene bông khỏe (*WFP1*)

**Bảng 2. Cường độ quang hợp và các chỉ tiêu liên quan của các dòng lúa thí nghiệm ở các giai đoạn sinh trưởng**

Dòng/ giống	Giai đoạn đẻ nhánh hữu hiệu				Giai đoạn trỗ				Giai đoạn chín sấp			
	CĐQH ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ )	ĐDKK ( $\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ )	CĐTHN ( $\text{mol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ )	SPAD	CĐQH ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ )	ĐDKK ( $\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ )	CĐTHN ( $\text{mol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ )	SPAD	CĐQH ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ )	ĐDKK ( $\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ )	CĐTHN ( $\text{mol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ )	SPAD
D2	21,2	0,47	13,1	41,6	14,1	0,39	9,9	41,7	7,1	0,23	8,0	40,3
D4	23,2	0,50	14,3	46,4	12,2	0,39	10,0	39,4	7,1	0,19	6,8	42,3
D5	21,0	0,47	13,4	44,5	14,0	0,31	8,1	44,3	8,9	0,27	8,7	42,2
D7	20,6	0,43	12,5	41,3	17,0	0,32	9,3	44,2	7,4	0,30	9,6	39,7
IRBB	19,3	0,41	12,0	41,5	14,3	0,30	8,8	44,2	7,4	0,16	6,4	40,2
<i>LSD</i> <sub>0,05</sub>	2,8	0,08	1,2	2,1	2,20	0,04	0,9	1,3	1,8	0,12	1,5	1,1

Ghi chú: CĐQH: Cường độ quang hợp, ĐDKK: Độ dẫn khí khổng, CĐTHN: Cường độ thoát hơi nước.

### 3.2. Cường độ quang hợp và các chỉ tiêu liên quan

Cường độ quang hợp của các dòng thí nghiệm đạt cao nhất ở giai đoạn đẻ nhánh và giảm dần ở giai đoạn trổ và chín sấp 15 ngày sau trổ (NST). Ở giai đoạn đẻ nhánh hữu hiệu trong khi các dòng lúa thí nghiệm (D3, D5 và D7) cường độ quang hợp tương đương dòng đối chứng và ở trong khoảng 19,3 đến 21,2 mmol/m<sup>2</sup>/s, đều thấp hơn ở mức ý nghĩa so với dòng D2 (23,2 mmol/m<sup>2</sup>/s). Ở giai đoạn trổ, Cường độ quang hợp của dòng D7 (17,0 mmol/m<sup>2</sup>/s) cao hơn ở mức ý nghĩa so với dòng đối chứng và các dòng còn lại (12,2-14,3 mmol/m<sup>2</sup>/s). Ở giai đoạn chín sấp, không có sự khác biệt về cường độ quang hợp giữa các dòng lúa thí nghiệm và đối chứng. Tương tự như cường độ quang hợp, các chỉ tiêu liên quan đến cường độ quang hợp như độ dẫn khí khổng và cường độ thoát hơi nước của các dòng, cũng có chiều hướng giảm dần theo thời gian sinh trưởng. Như vậy, các dòng D2 ở giai đoạn đẻ nhánh và D7 có cường độ quang hợp vượt đối chứng ở giai đoạn trổ do có độ dẫn khí khổng, cường độ thoát hơi nước. Cường độ quang hợp phụ thuộc độ dẫn khí khổng, cường độ thoát hơi nước của lá (Đỗ Thị Hường & cs., 2013; Tăng Thị Hạnh & cs., 2013). Ngoài ra, giá trị SPAD một chỉ số đánh giá hàm lượng diệp lục trong lá cũng có tương quan thuận với cường độ quang hợp của cây lúa (Lê Văn Khánh & cs., 2015; Phạm Văn Cường & cs., 2022). Như vậy, giá trị SPAD giảm ở thời điểm trổ và sau trổ có thể sẽ ảnh hưởng đến quá trình quang hợp và vận chuyển sản phẩm quang hợp về hạt, có thể làm giảm tỉ lệ hạt chắc trong giai đoạn chín.

### 3.3. Diện tích lá và khối lượng chất khô tích lũy

Ở giai đoạn đẻ nhánh hữu hiệu, trừ dòng D4 có diện tích lá và chất khô tích lũy thấp hơn dòng đối chứng, các dòng còn lại có diện tích lá không có sự sai khác ở mức ý nghĩa so với dòng đối chứng cả hai chỉ tiêu này (Bảng 3). Ở giai đoạn trổ và chín sấp, diện tích lá và khối lượng chất khô ở dòng D7 vượt đối chứng ở mức ý nghĩa

trong khi ở D2 và D5 tương đương với giống đối chứng. Tốc độ tích lũy chất khô từ giai đoạn đẻ nhánh hữu hiệu đến trổ của cả bốn dòng mang gene *WFP1* đều tương đương với dòng đối chứng (0,87-1,03 g/khóm/ngày). Đặc biệt, ở giai đoạn trổ từ trổ đến chín sấp, tốc độ tích lũy chất khô cùng dòng D7 (0,44 g/khóm/ngày) vượt đối chứng ở mức ý nghĩa, trong khi chỉ tiêu này ở các dòng D2 và D5 tương đương với đối chứng (0,30-0,33 g/khóm/ngày). Tốc độ tích lũy chất khô vào hạt ở giai đoạn chín đóng góp phần lớn vào việc tăng tỉ lệ hạt chắc và khối lượng hạt (Đỗ Thị Hường & cs., 2013; Lê Văn Khánh & cs., 2015).

### 3.4. Yếu tố cấu thành năng suất và năng suất hạt

Kết quả theo dõi năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất chính bao gồm số bông/khóm, số hạt trên bông, tỉ lệ hạt chắc và khối lượng hạt của các dòng lúa thí nghiệm được trình bày ở bảng 4. Số bông/khóm của các dòng lúa thí nghiệm biến động từ 9,0 đến 12,0 bông/khóm, chỉ tiêu này tương đương với đối chứng IRBB (11,6 bông/khóm). Đặc biệt, số hạt trên bông của các dòng lúa thí nghiệm (177,6-226,4 hạt/bông) đều vượt trội với đối chứng IRBB (139,0), điều này có được là do vai trò của gene *WFP1* đã làm tăng cả số gié cấp 1 và gié cấp 2/bông đồng thời làm tăng số hoa phân hóa/bông (Kim & cs., 2018; Kikuta & cs., 2023).

Năng suất cá thể của các dòng lúa thí nghiệm dao động từ 22,4 g/khóm đến 32,2 g/khóm trong vụ xuân và từ 14,4 g/khóm đến 20,0 g/khóm trong vụ mùa. Trong vụ xuân, dòng D2, D5 và D7 có năng suất cá thể lần lượt là 30,0; 29,6 và 34,4g/khóm, vượt dòng đối chứng IRBB (26,1 g/khóm) lần lượt là 15,3; 13,6 và 32,0%. Trong khi đó, năng suất cá thể của dòng D7 (34,4 g/khóm) là cao nhất. Như vậy, gene *WFP1* làm tăng số gié cấp 1 dẫn tới tăng số hạt trên bông đồng thời với việc duy trì cường độ quang hợp cao và vận chuyển sản phẩm quang hợp ở giai đoạn chín để đảm bảo được tỉ lệ hạt chắc và khối lượng hạt làm tăng năng suất của các dòng lúa thí nghiệm (Ohsumi & cs., 2011; Sui & cs., 2013; Andrés & cs., 2023).

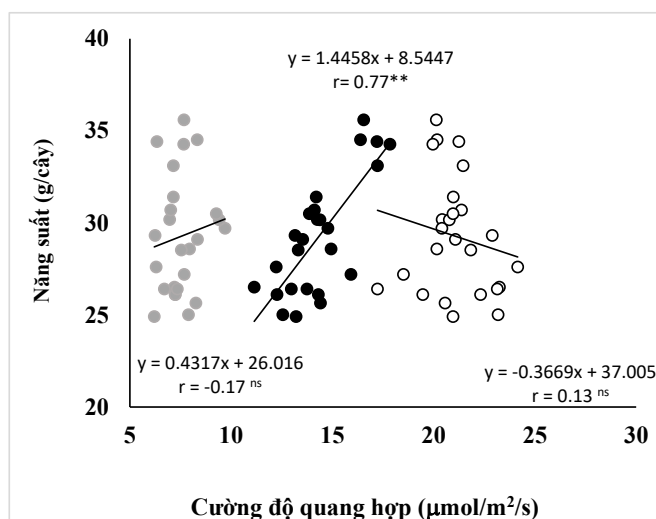
**Bảng 3. Diện tích lá, khối lượng chất khô và tốc độ tích lũy chất khô của các dòng lúa thí nghiệm ở các giai đoạn sinh trưởng**

Dòng/ giống	Giai đoạn đẻ nhánh		Giai đoạn trổ			Giai đoạn chín sấp		
	Diện tích lá (dm <sup>2</sup> /cây)	Khối lượng chất khô (g/cây)	Diện tích lá (dm <sup>2</sup> /cây)	Khối lượng chất khô (g/cây)	PGR (g/cây/ngày)	Diện tích lá (dm <sup>2</sup> /cây)	Khối lượng chất khô (g/cây)	PGR (g/cây/ngày)
D2	14,5	8,1	37,8	50,4	0,94	38,5	59,3	0,30
D4	13,5	7,8	29,1	47,1	0,93	29,8	52,7	0,19
D5	15,5	9,7	32,4	48,9	0,87	33,4	58,7	0,33
D7	16,6	9,7	38,9	56,5	1,03	39,6	69,6	0,44
IRBB	14,6	10,2	34,7	52,1	0,96	35,8	61,3	0,30
LSD <sub>0,05</sub>	1,6	2,2	4,1	4,15	0,12	3,1	3,18	0,11

**Bảng 4. Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của một số dòng lúa mới chọn tạo**

Dòng/giống	Số bông/khóm	Số hạt/bông	Tỉ lệ hạt chắc (%)	khối lượng 1.000 hạt (g)	NSCT (g/khóm)	% Năng suất so với đối chứng
D2	9,4	216,8	88,1	21,6	30,0	15,3*
D4	9,0	177,6	86,2	21,9	26,6	2,0
D5	9,0	194,6	87,7	21,5	29,6	13,6*
D7	12,0	226,4	86,0	22,1	34,4	32,0*
IRBB	11,6	139,0	86,9	21,7	26,1	-
LSD <sub>0,05</sub>	1,1	24,3	6,5	0,1	2,7	-

Ghi chú: \*: Sai khác ở mức ý nghĩa ở mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$  theo Ttest.



Ghi chú: \*: Ở mức ý nghĩa  $\alpha = 0,01$ ; ns: Không ở mức ý nghĩa.

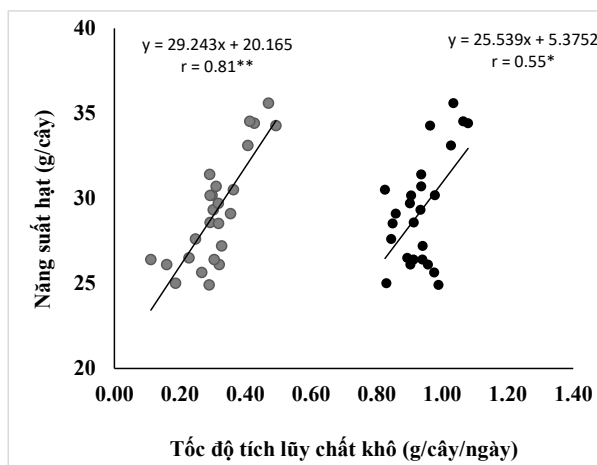
**Hình 1. Tương quan giữa năng suất hạt với cường độ quang hợp ở giai đoạn đẻ nhánh (màu trắng), trổ (màu đen) và chín sấp (màu xám)**

Năng suất tương quan chặt với cường độ quang hợp ở giai đoạn trổ ( $r = 0,77^{**}$ ) tuy nhiên tương quan không ở mức ý nghĩa ở giai đoạn đẻ nhánh và chín sấp (Hình 1). Năng suất tương

quan thuận với tốc độ tích lũy chất khô ở giai đoạn từ đẻ nhánh đến trổ ( $r = 0,55^*$ ) và thuận chặt ở giai đoạn từ trổ đến chín sấp ( $r = 0,81^{**}$ ) (Hình 2). Năng suất với hệ số tương

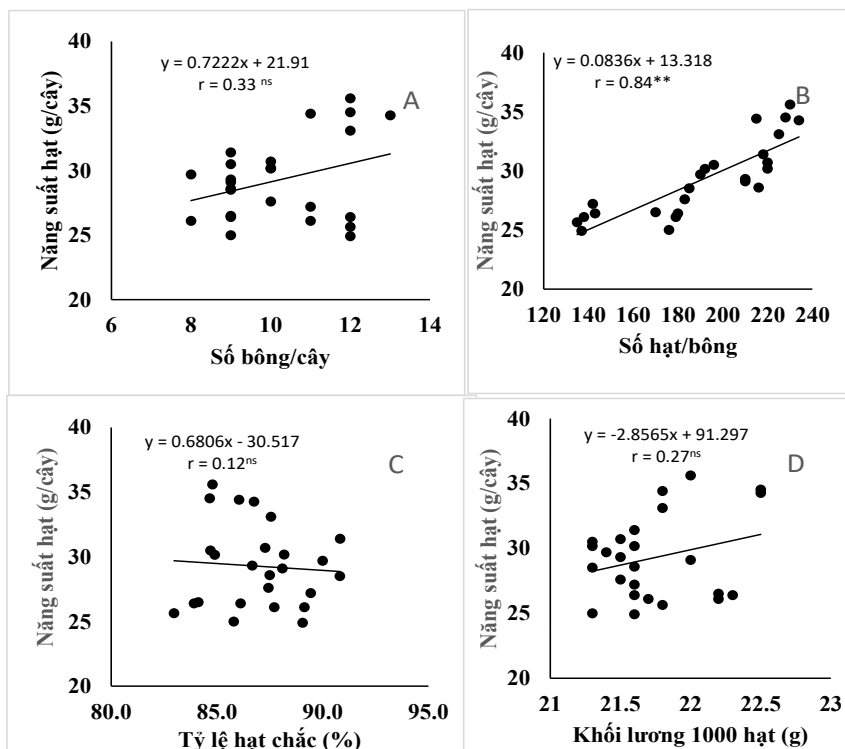
quan số hạt trên bông của các dòng lúa thí nghiệm với hệ số tương quan  $r = 0,84^{**}$  (Hình 3), nhưng không tương quan với số bông/ khóm, tỉ lệ hạt chắc hay khối lượng 1.000 hạt. Yoshida (1981) cho rằng phần lớn hydrat các bon được vận chuyển về bông lúa là do sự đóng góp sản phẩm quang hợp của lá đồng và hai lá công năng. Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với

các công trình nghiên cứu trước đây (Đỗ Thị Hường & cs., 2013; Tăng Thị Hạnh & cs., 2015; Kikuta & cs., 2023). Như vậy, các dòng lúa cải tiến mang gene *WFP1* có năng suất vượt trội chủ yếu là do tăng số hạt/bông đồng thời việc duy trì được cường độ quang hợp và vận chuyển chất khô vào hạt ở giai đoạn sau trổ đảm bảo được tỉ lệ hạt chắc.



Ghi chú: \* và \*\*: Tương ứng ở mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$  và  $0,01$ .

Hình 2. Tương quan giữa năng suất hạt với PGR trổ (màu đen) và chín sấp (màu xám)



Ghi chú: \*\*: Ở mức ý nghĩa  $\alpha = 0,01$ ; ns: Không ở mức ý nghĩa.

Hình 3. Tương quan giữa năng suất hạt với các yếu tố cấu thành năng suất

#### 4. KẾT LUẬN

Các dòng lúa cải tiến mang gene *WFP1* có thời gian sinh trưởng ngắn, thấp cây và khả năng đẻ nhánh tương đương với dòng đối chứng IRBB.

Các chỉ tiêu về quang hợp của hầu hết các dòng lúa thí nghiệm tương đương với dòng đối chứng ở các giai đoạn sinh trưởng.

Tất cả các dòng lúa cải tiến đều có số gié cấp 1/bông, số gié cấp 2/bông và tổng số hạt/bông vượt dòng đối chứng ở mức ý nghĩa.

Năng suất hạt của các dòng lúa thí nghiệm tương quan thuận với cường độ quang hợp ở giai đoạn trổ nhưng không tương quan ở giai đoạn đẻ nhánh hữu hiệu và chín sấp.

Dòng D7 có năng suất vượt trội so với dòng đối chứng và các dòng khác nhờ sự vượt trội về số hạt, số hạt chắc/bông, cường độ quang hợp giai đoạn trổ và tốc độ tích lũy chất khô ở giai đoạn từ trổ đến chín sấp.

#### LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn sự tài trợ kinh phí từ đề tài cấp Học viện của Học viện Nông nghiệp Việt Nam do Dự án Việt - Bỉ tài trợ; Mã số T2021-72-26VB.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Andrés A.R., Juan M.V., Gustavo D.S., Rodolfo B., José C. & Santiago J.M. (2023). Field and genetic evidence support the photosynthetic performance index (PIABS) as an indicator of rice grain yield. *Plant Physiology and Biochemistry*. 201.107897. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.107897>.

Ashikari M., Sakakibara H., Lin S., Yamamoto T., Takashi T., Nishimura A., Angeles E.R., Qian Q., Kitano H. & Matsuoka M. (2005). Cytokinin oxidase regulates rice grain production. *Science*. 309. 741-745.

Đỗ Thị Hương, Đoàn Công Điền, Tăng Thị Hạnh, Nguyễn Văn Hoan & Phạm Văn Cường (2013). Đặc tính quang hợp và tích lũy chất khô của một số dòng lúa ngắn ngày mới chọn tạo. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 11(2): 154-160.

IRRI (1996). Hệ thống tiêu chuẩn đánh giá cây lúa. Bản dịch của Nguyễn Hữu Nghĩa - Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp Việt Nam.

Kim SR., Ramos J.M., Hizon R.J.M., Ashikari M., Virk P.S., Torres E.A., Nissila E. & Kshirod K.J. (2018). Introgression of a functional epigenetic *OsSPL14<sup>WFP</sup>* allele into elite indica rice genomes greatly improved panicle traits and grain yield. *Sci Rep*. 8: 3833. [doi.org/10.1038/s41598-018-21355-4](https://doi.org/10.1038/s41598-018-21355-4).

Kikuta M., Menge D.M., Gichuhi E.W., Samejima H., Tomita R., Kimani J.M. & Makihara D. (2023). Contribution of genes related to grain number (*Gn1a* and *WFP*) introgressed into NERICA 1 to grain yield under tropical highland conditions in central Kenya. *Plant Production Science*. 26(3): 309-319. [doi.org/10.1080/1343943X.2023.2245127](https://doi.org/10.1080/1343943X.2023.2245127).

Lê Văn Khánh, Phạm Văn Cường & Tăng Thị Hạnh. (2015). Khả năng tích lũy chất khô và vận chuyển hydrat carbon của các dòng lúa Khang dân 18 cải tiến. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 13(4): 534-542.

Miura K., Ikeda M., Matsubara A., Song X.-J., Ito M., Asano K., Matsuoka M. Kitano H. & Ashikari M. (2010). *OsSPL14* promotes panicle branching and higher grain productivity in rice. *Nature genetics*. 42: 545-549.

Ohsumi A., Takai T., Ida M., Yamamoto T., Arai-Sanoh Y., Yano M., Ando T. & Kondo M. (2011). Evaluation of yield performance in rice near-isogenic lines with increased spikelet number. *Field Crops Research*. 120: 68-75.

Pham Van Cuong, Tang H.T., Nguyen H.H., Sakata M., Yasui H. & Yoshimura A. (2022). Effects of nitrogen fertilizer application on photosynthesis, embryo and endosperm development of a giant embryo rice genotype. *Environment control in Biology*. 60(2): 109-115. [doi: 10.2525/ecb.60.109](https://doi.org/10.2525/ecb.60.109).

Sui B., Feng X., Tian G., Hu X., Shen Q. & Guo S. (2013). Optimizing nitrogen supply increases rice yield and nitrogen use efficiency by regulating yield formation factors. *Field Crops Research*. 150: 99-107.

Tăng Thị Hạnh, Phan Thị Hồng Nhung, Đỗ Thị Hương, Phạm Văn Cường & Takuya Araki (2013). Hiệu suất sử dụng đạm và năng suất tích lũy của hai dòng lúa ngắn ngày mới chọn tạo. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. 7: 9-17.

Tăng Thị Hạnh, Phan Thị Hồng Nhung, Nguyễn Trung Đức & Phạm Văn Cường (2015). Đánh giá biểu hiện của các gen *GNI* và *WFP1* qua một số tính trạng nông sinh học của dòng lúa Khang dân 18 cải tiến. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. 10: 18-23.

Yoshida S. (1981). *Fundamentals of rice crop science*. Int. Rice Res. Inst.

Yoshida S. (1981) *Fundamental of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines.