

ẢNH HƯỞNG CỦA LƯỢNG ĐẠM BÓN ĐẾN QUANG HỢP Ở GIAI ĐOẠN SAU TRỞ VÀ NĂNG SUẤT CỦA DÒNG LÚA CẢI TIẾN MANG GENE *GN1a* TĂNG SỐ HẠT TRÊN BÔNG

Bùi Hồng Nhung¹, Phan Thị Hồng Nhung², Phạm Văn Cường^{1,2*}

¹Trung tâm Nghiên cứu cây trồng Việt Nam và Nhật Bản

²Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: pvcuong@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 22.07.2024

Ngày chấp nhận đăng: 15.09.2024

TÓM TẮT

Các dòng lúa có số hạt trên bông cao thường có nhiều hạt lép nên năng suất chưa cải thiện, có thể do mất cân bằng nguồn và sức chứa. Do vậy, nghiên cứu biện pháp kỹ thuật như bón đạm nhằm cải thiện bộ máy quang hợp, cải thiện nguồn phù hợp với sức chứa cao là cần thiết. Thí nghiệm trồng chậu được tiến hành trong vụ xuân và vụ mùa năm 2023 nhằm đánh giá ảnh hưởng của ba mức đạm bón (0, 1 và 2g N/chậu) đến đặc điểm quang hợp giai đoạn trổ - chín và năng suất hạt của dòng lúa cải tiến DCG31 và giống Khang dân 18 (KD18). Kết quả cho thấy lượng N bón cao giúp duy trì tốt cường độ quang hợp, hàm lượng diệp lục tổng số, diện tích lá, khối lượng chất khô tích lũy trong suốt giai đoạn trổ - chín. Việc duy trì bộ lá xanh với cường độ quang hợp cao đã giúp tăng năng suất lúa ở cả 2 dòng/giống. Trong đó, bón tăng đạm (2g N/chậu) làm tăng năng suất DCG31 vượt trội trong vụ xuân (57,5 g/khóm), với mức tăng 26,4% so với mức bón trung bình (1g N/chậu), cao hơn giống KD18 (43 g/khóm), tăng 6,7%. Tăng lượng N bón cho DCG31 cũng giúp cải thiện được số bông/khóm và số hạt chắc/bông, không làm giảm hiệu suất bón đạm, nhất là ở trong vụ xuân.

Từ khóa: Phân đạm, gene *GN1a*, số hạt/bông, năng suất cá thể, quang hợp.

Effects of Nitrogen Fertilizer Rate on Photosynthesis in Post-Heading Stage and Grain Yield of Improved Rice Line with *GN1a* Gene Controlling Grain Number Per Panicle

ABSTRACT

The rice lines that have high number of grains per panicle often have low filled-grain rate, probably attributable to an imbalance between source and sink in plants. Thus, studies on technical management such as fertilization to enhance photosynthetic rate and to improve proper sources for high sinks. Soil pot experiments were conducted in 2023 spring and autumn cropping seasons to assess the effects of three N levels, viz. 0, 1, and 2g N pot⁻¹ on photosynthesis at heading and ripening stages of DCG31 (carrying *GN1a* gene) and Khang dan 18. The obtained results showed that high applied N fertilizer enhanced photosynthetic rate and its related parameters. It helped maintain high photosynthesis, chlorophyll content, leaf area, and dry matter during the heading-ripening stages. The good maintenance of functional green leaves during the seed-setting period led to an increase in grain yield, especially in the spring season. Compared to the normal N dose, the high N application improved 26.4% of the grain yield in DCG31 (57.3g plant⁻¹), whereas that was 6.7% in the KD18 (43g plant⁻¹). Increasing applied N also led to an improved number of panicles per plant and number of filled grains per panicle and did not reduce nitrogen use efficiency, especially in the spring season.

Keywords: Nitrogen rate, *GN1a* gene, number of grain per panicle, grain yield, photosynthesis.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lúa là loại cây lương thực chính cho hơn một nửa dân số trên thế giới; được canh tác chủ yếu ở khu vực Nam (44,3%) và Đông Nam Á

(31,7%) (faostat.fao.org). Nhằm đảm bảo an ninh lương thực do sự tăng nhanh về dân số và thu hẹp diện tích đất canh tác, chọn tạo giống lúa với năng suất cao luôn là một trong những mục tiêu chính của các nhà nghiên cứu trong

chọn tạo giống lúa mới (Khush & cs., 2005). Cùng với ứng dụng chỉ thị phân tử, việc lai chuyển các gen góp phần làm tăng năng suất như tăng số bông/khóm thông qua tăng số nhánh và tỉ lệ nhánh hữu hiệu (*LAX1*, *LAX2*, *MOC1*, *FON1*, *IPA1*...); tăng số hạt/bông (*GN1a*, *GNP*, *OsPL9*, *OsPUP7*...); tăng kích thước hạt (*GS5*, *GW5*, *GS3*, *DEP1*...) (Ashikari & cs., 2005; Li & cs., 2021; Hu & cs., 2021). Tuy vậy, các yếu tố cấu thành năng suất thường có mối tương quan nghịch với nhau và không phải khi nào cũng làm tăng năng suất. Ví dụ, việc tạo ra số bông/khóm nhiều thì bông thường không có nhiều hạt; số hạt/bông nhiều thì có thể có tỉ lệ hạt lép cao hoặc bị gãy bông... Do vậy, việc nghiên cứu nhằm cải thiện một yếu tố cấu thành và duy trì mối cân bằng các yếu tố khác nhằm làm tăng năng suất hạt luôn được quan tâm.

Nghiên cứu của Tăng Thị Hạnh & cs. (2015), cho thấy ở một số dòng lúa mang gen *GN1a* cho số hạt/bông tăng, góp phần tăng năng suất lúa nhưng lại có tỉ lệ hạt lép cao. Điều này có thể do sự mất cân bằng trong mối quan hệ nguồn và sức chứa, nhất là ở giai đoạn sau trổ bông (Chang & cs., 2020). Do vậy, cải tiến biện pháp kĩ thuật nhằm cải thiện tỉ lệ hạt lép, khai thác tối đa tiềm năng năng suất của cây lúa là cần thiết. Trong các biện pháp kĩ thuật, bón phân đạm được quan tâm hàng đầu do có vai trò quan trọng trong hoạt động của bộ máy quang hợp. Theo Yoshida (1981), năng suất lúa được quyết định phần lớn bởi quang hợp của quần thể ở giai đoạn sau trổ. Do vậy, nhằm khai thác tối đa tiềm năng năng suất cao của dòng lúa mới, nghiên cứu này của chúng tôi nhằm đánh giá ảnh hưởng của lượng N bón đến hoạt động quang hợp giai đoạn sau trổ và năng suất của dòng lúa cải tiến mang gen *GN1a* tăng số bông/khóm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được tiến hành trên hai dòng/giống lúa là dòng DCG31 và giống Khang dân 18, trong đó DCG31 là dòng lúa mới chọn tạo từ giống gốc Khang dân 18 mang gen tăng

số hạt/bông *GN1a*. Thí nghiệm được tiến hành trồng trong chậu đường kính bề mặt 23cm, cao 20cm, có chứa sẵn 5kg đất tại nhà lưới Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam trong vụ xuân và vụ mùa năm 2023. Mỗi chậu được bón 10g phân vi sinh sông Gianh + 0,5g P_2O_5 + 0,5g K_2O và một trong ba lượng phân đạm (0, 1 và 2g N/chậu). Toàn bộ lượng phân lân, 50% N, 30% K_2O được dùng để bón lót; 30% N + 30% K_2O dùng để bón thúc lần 1 khi đẻ nhánh, lượng phân còn lại được bón trước trổ 20 ngày. Thí nghiệm trong chậu gồm hai nhân tố với 6 công thức (2 dòng/giống \times 3 mức phân N bón) được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB) với 4 lần nhắc lại, tiến hành lấy mẫu 5 lần (giai đoạn trổ, sau trổ 7, 14, 21 ngày và thu hoạch), tổng số 120 chậu thí nghiệm, cấy một dảnh/chậu.

2.2. Chỉ tiêu theo dõi

* Ở giai đoạn lúa trổ, sau trổ 7, 14 và 21 ngày, chúng tôi tiến hành đo đếm và thu thập số liệu các chỉ tiêu dưới đây:

- Cường độ quang hợp và các chỉ tiêu liên quan (độ dẫn khí khổng, cường độ thoát hơi nước): Lá đòng trên thân chính được đo bằng máy đo cường độ quang hợp Licor 6400XT (Licor, Hoa Kỳ), trong khoảng thời gian từ 9-13h trong điều kiện ngày nắng, nhiệt độ lá 30°C, độ ẩm 60-65%, cường độ ánh sáng buồng đo 1.500ppm.

- Hàm lượng diệp lục trong lá: Lá đòng sau khi đo quang hợp được cắt và cân 1g, cho vào ngâm trong 10ml cồn 96° trong 24 giờ, sau đó dịch chiết thu được đem đo bằng máy quang phổ UV 2700 ở bước sóng 665 và 649nm. Hàm lượng diệp lục tổng số được tính theo công thức dưới đây theo Wintermans & De Mots (1965):

$$\text{Diệp lục tổng số (mg/g)} = \frac{6,1 \times A + 20,4 \times B}{\text{Khối lượng mẫu} \times 100}$$

Trong đó, A và B lần lượt là giá trị thu được từ máy đo quang phổ ở các bước sóng 665 và 649nm.

- Diện tích lá: Sau khi đo quang hợp quang hợp và huỳnh quang diệp lục, toàn bộ phần lá

xanh của cây được ngắt và quét qua máy đo diện tích lá được đo bằng máy quét diện tích lá Licor 3100C (Licor, Hoa Kỳ).

- Khối lượng chất khô (KLCK) tích lũy: Sau khi kết thực đo quang hợp, các bộ phận thân, lá và bông được tách riêng đem sấy khô ở nhiệt độ 80°C đến khối lượng không đổi rồi đem cân để tính khối lượng chất khô tích lũy.

* Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất: Tại thời điểm thu hoạch (30 ngày sau trổ), cây lúa được thu để xác định năng suất cá thể (NSCT) và các yếu tố cấu thành năng suất gồm số bông/khóm, số hạt, số hạt chắc và khối lượng 1.000 hạt.

* Hiệu suất sử dụng đạm và hiệu suất bón đạm:

- Hiệu suất sử dụng đạm (NUE - N use efficiency) được tính (1) dựa trên khối lượng chất khô toàn cây ở giai đoạn trổ và (2) dựa trên năng suất cá thể thu ở thời điểm thu hoạch theo công thức dưới đây theo Ladha & cs. (2005):

$$NUE1 = \frac{KLCK \text{ ở công thức bón đạm} - KLCK \text{ ở công thức không bón N}}{\text{Lượng phân N bón (g/chậu)}}$$

$$NUE2 = \frac{MSCT \text{ ở công thức bón đạm} - NSCT \text{ ở công thức không bón N}}{\text{Lượng phân N bón (g/chậu)}}$$

- Hiệu suất bón đạm (NE - N efficiency) được tính dựa trên năng suất hạt tăng lên khi tăng một đơn vị N bón vào theo công thức dưới đây theo Ladha & cs. (2005):

$$NE = \frac{MSCT \text{ ở công thức bón N cao} - NSCT \text{ ở công thức bón N thấp}}{\text{Lượng N bón cao} - \text{Lượng N bón thấp}}$$

2.3. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) cho 2 nhân tố theo kiểu RCBD, so sánh các giá trị trung bình theo LSD0.05 bằng phần mềm IRRISTAT 5.0 và tính tương quan các chỉ tiêu theo dõi theo Pearson bằng phần mềm R 4.2.3 (R Core Team, 2023).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

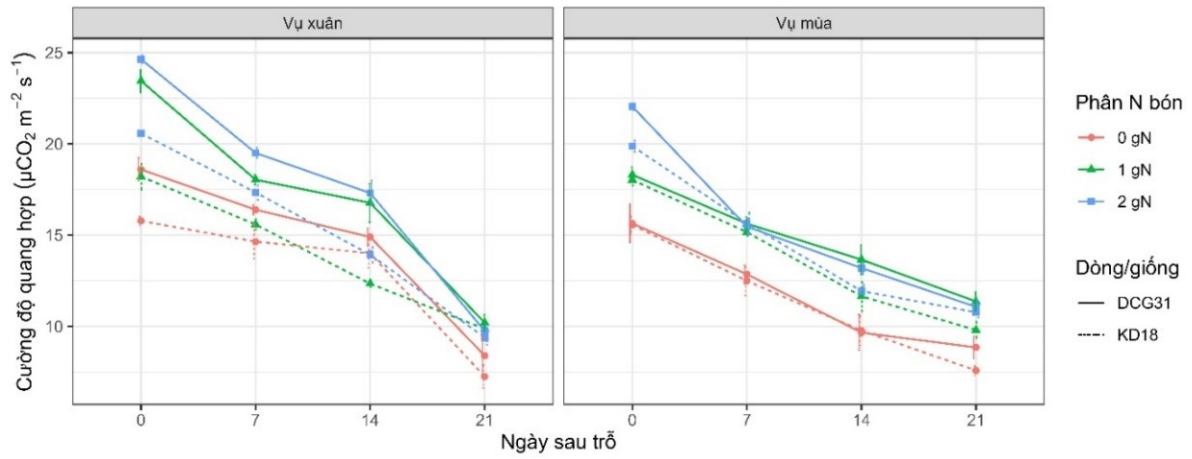
3.1. Diễn biến thay đổi cường độ quang hợp và độ dẫn khí khổng ở giai đoạn sau trổ

Cường độ quang hợp, độ dẫn khí khổng và cường độ thoát hơi nước có chiều hướng ảnh hưởng như nhau, giảm từ giai đoạn trổ đến chín ở cả hai dòng/giống thí nghiệm. Do vậy, chúng tôi chỉ tập trung trình bày chỉ tiêu cường độ quang hợp. Ảnh hưởng của phân N bón đến cường độ quang hợp của các dòng/giống rõ rệt nhất ở thời điểm trổ, giảm dần trong giai đoạn tiếp theo và không có ảnh hưởng rõ ràng ở thời điểm 21 ngày sau trổ (NST). Đến thời điểm 21 ngày sau trổ, cường độ quang hợp của cây lúa ở các công thức chỉ xung quanh $10\mu\text{CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$. Trong khi ở giai đoạn trổ, tăng N bón từ 0 lên 2g N làm tăng cường độ quang hợp ở cả hai dòng/giống thí nghiệm, từ 16 đến $25\mu\text{CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$. Ảnh hưởng của N đến cường độ quang hợp của hai dòng/giống cũng phụ thuộc vào thời vụ trồng. Trong vụ xuân, dòng DCG31 có cường độ quang hợp cao hơn giống KD18 ở tất cả các công thức đạm bón, trong khi trong vụ mùa, cường độ quang hợp của DCG31 chỉ cao hơn khi được bón N ở mức cao (Hình 1).

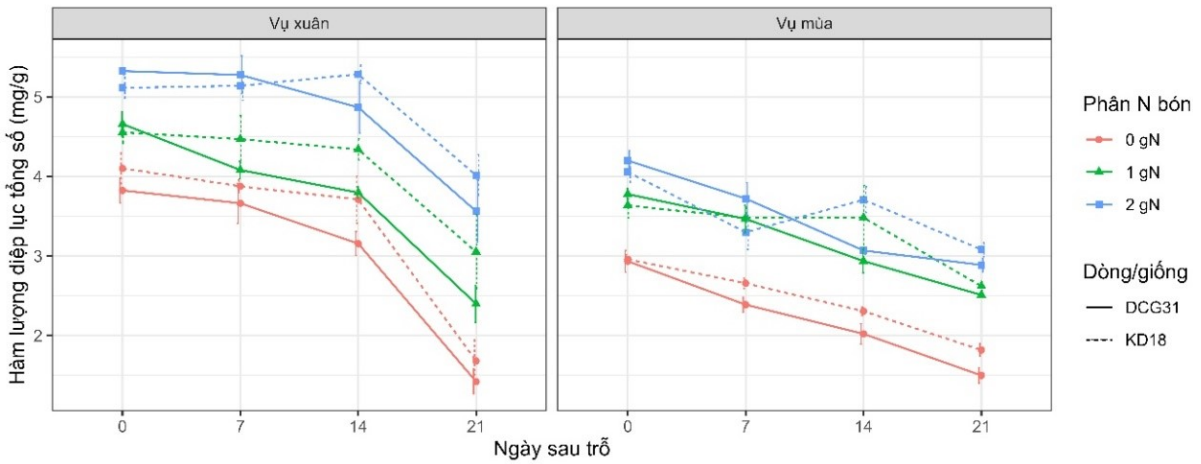
3.2. Diễn biến thay đổi hàm lượng diệp lục ở giai đoạn sau trổ

Hàm lượng diệp lục (chlorophyll, mg/g lá tươi) tổng số (gọi chung là hàm lượng diệp lục) trong lá tăng cùng với việc tăng lượng N bón ở cả hai dòng/giống thí nghiệm ở hầu hết các thời điểm theo dõi. Hàm lượng diệp lục của hai dòng/giống không có sự khác biệt ở giai đoạn trổ nhưng từ giai đoạn chín sữa, hàm lượng diệp lục của DCG31 thấp hơn KD18 ở cả 3 mức N bón trong cả hai vụ. Theo thời gian sinh trưởng, diệp lục trong lá đòng của cả hai giống có xu hướng giảm dần và sự giảm khác nhau trong hai vụ gieo cây. Cả hai dòng/giống duy trì được hàm lượng diệp lục tốt và chỉ bị giảm mạnh ở thời điểm 14-21 ngày sau trổ ở trong vụ xuân, trong khi đó, chúng giảm ngay ở giai đoạn sau trổ ở trong vụ mùa (Hình 2).

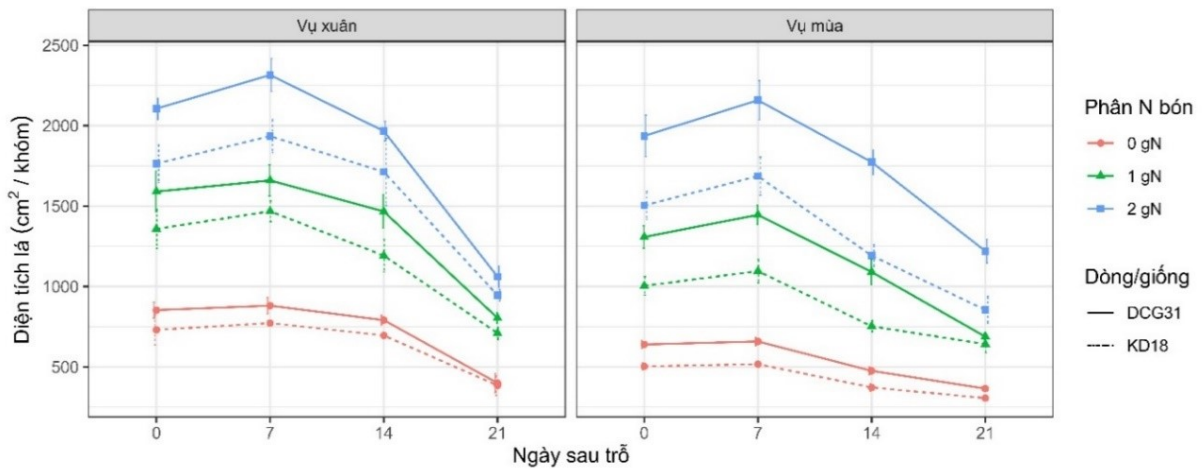
Ảnh hưởng của lượng đạm bón đến quang hợp ở giai đoạn sau trổ và năng suất của dòng lúa cải tiến mang gene *GN1a* tăng số hạt trên bông



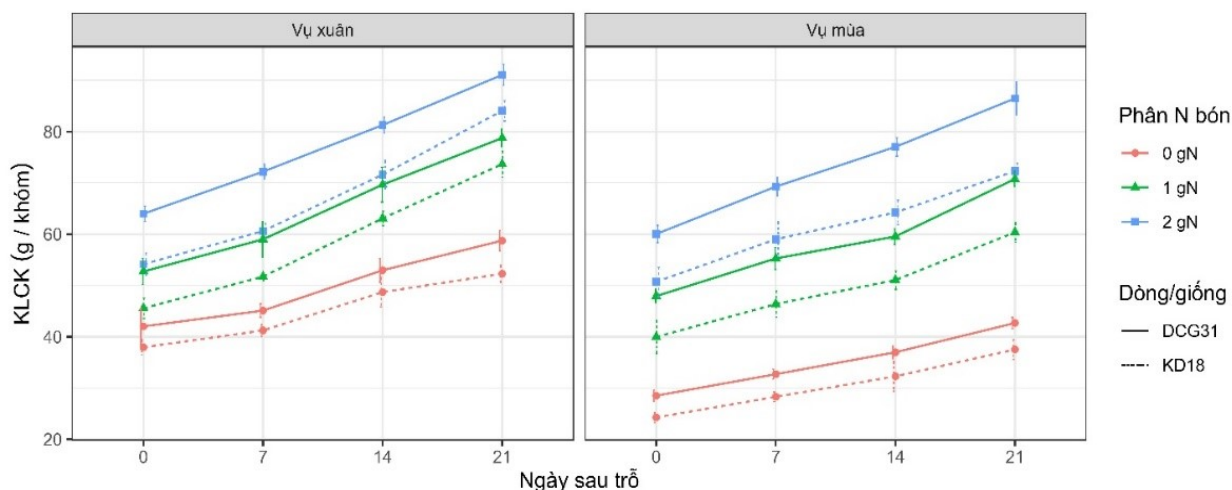
Hình 1. Diễn biến thay đổi cường độ quang hợp sau trổ của hai dòng/giống lúa ở các điều kiện bón N khác nhau



Hình 2. Diễn biến thay đổi hàm lượng diệp lục ở giai đoạn sau trổ của hai dòng/giống lúa ở các điều kiện bón N khác nhau



Hình 3. Diễn biến thay đổi diện tích lá ở giai đoạn sau trổ của hai dòng/giống lúa ở các điều kiện bón N khác nhau



Hình 4. Diễn biến thay đổi khối lượng chất khô tích lũy ở giai đoạn sau trồng của hai dòng/giống lúa ở các điều kiện bón N khác nhau

3.3. Diễn biến thay đổi diện tích lá ở giai đoạn sau trồng

Tăng lượng N bón làm tăng diện tích lá (DTL) của cả hai dòng/giống ở cả hai vụ gieo cấy. Sự khác biệt rõ rệt ở giai đoạn trổ - 7 ngày sau trồng, thu hẹp dần ở thời điểm 14 ngày sau trồng và dần biến mất ở 21 ngày sau trồng. Diện tích lá duy trì tốt ở thời điểm trổ - 7 ngày sau trồng sau đó có xu hướng giảm mạnh do các lá già và chết đi. Trong hai dòng/giống, diện tích lá của DCG31 cao hơn KD18 ở hầu hết các thời điểm đánh giá, trừ thời điểm 21 ngày sau trồng (Hình 3).

3.4. Diễn biến thay đổi khối lượng chất khô ở giai đoạn sau trồng

Tăng mức đạm bón làm tăng khối lượng chất khô tích lũy toàn cây ở tất cả các thời điểm theo dõi ở cả hai dòng/giống thí nghiệm. Tăng N từ 1 đến 2g làm tăng khối lượng chất khô ít hơn so với khi tăng N từ 0 đến 1g. Điều này có thể dẫn đến giảm hiệu suất sử dụng N theo khối lượng chất khô khi tăng lượng N bón lên cao. Trong hai dòng/giống thí nghiệm, khối lượng chất khô của DCG31 luôn cao hơn KD18 ở tất cả các thời điểm đánh giá (Hình 4).

Khi tách riêng các bộ phận, khối lượng chất khô thân và bẹ lá ở giai đoạn trổ cũng tăng lên

khi tăng lượng N bón và DCG31 cũng cao hơn KD18. Điều này cho thấy DCG31 cũng có cơ quan dự trữ sản phẩm quang hợp trước trổ tốt, có khả năng vận chuyển sản phẩm quang hợp trước trổ về bông tốt khi tăng N bón.

3.5. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất

Tăng lượng N bón làm tăng số bông/khóm và số hạt/bông nhưng không ảnh hưởng rõ ràng đến tỉ lệ hạt chắc và khối lượng 1.000 hạt. N làm tăng số bông/khóm và số hạt/bông ở dòng DCG31 nhiều hơn giống KD18. Trong đó, việc tăng N bón cao làm tăng vượt trội số bông ở trong vụ mùa và số hạt/bông trong vụ xuân. Do ưu thế mang gen nhiều hạt *GN1a*, dòng DCG31 có nhiều hạt hơn KD18 ở tất cả các công thức và do đó có năng suất cá thể cao hơn. Năng suất cá thể, tương tự như chiều hướng của số bông/khóm và số hạt/bông, tăng lên khi tăng lượng N bón cho cây và sự tăng lên cũng nhiều hơn ở dòng DCG31 do với KD18. Bón N làm tăng năng suất cá thể của dòng DCG31 (57,5 g/khóm) nhiều hơn vượt trội so với KD18 (48,6 g/khóm) trong vụ xuân. So với mức bón N trung bình, bón N cao đã làm tăng 26,4% ở DCG31 so với 6,7% ở KD18. Trong vụ mùa, bón N cao cũng làm tăng năng suất cá thể nhưng mức tăng không vượt trội như trong vụ Xuân (Bảng 1).

Ảnh hưởng của lượng đạm bón đến quang hợp ở giai đoạn sau trổ và năng suất của dòng lúa cải tiến mang gene *GN1a* tăng số hạt trên bông

Bảng 1. Năng suất và yếu tố cấu thành năng suất của các dòng/giống lúa ở các công thức đạm bón khác nhau

Công thức	Lượng N bón	Số bông/khóm		Số hạt/bông		Tỷ lệ hạt chắc (%)		P1000 hạt (g)		NSCT (g/khóm)	
		VX	VM	VX	VM	VX	VM	VX	VM	VX	VM
DCG31	0g N	8,5	7,8	209,4	174,6	87,2	84,0	22,7	21,9	33,3	20,7
	1g N	11,0	10,8	261,5	216,2	88,1	85,8	23,6	22,0	45,5	40,6
	2g N	12,0	13,3	292,7	226,4	87,5	84,5	23,9	22,0	57,5 (26,4%)	48,6 (19,8%)
KD18	0g N	7,5	6,8	188,2	161,0	85,5	86,0	22,8	21,3	30,9	18,3
	1g N	9,3	10,3	229,3	184,7	89,5	87,3	23,8	21,6	40,3	32,8
	2g N	10,0	11,5	255,8	202,2	88,4	87,3	23,0	21,9	43,0 (6,7%)	42,9 (30,9%)
<i>LSD</i> _{0,05}		1,3	1,3	23,0	19,5			0,1	0,6	3,2	1,9

Ghi chú: VX: vụ xuân, VM: vụ mùa, P1000: khối lượng 1.000 hạt. Số ở trong ngoặc đơn phản ánh phần trăm năng suất tăng lên khi tăng lượng phân đạm bón từ 1g N lên 2g N.

Bảng 2. Hiệu suất sử dụng đạm của các dòng/giống thí nghiệm ở các công thức bón N khác nhau

Dòng/giống	Phân N bón	NUE1		NUE2		NE	
		Vụ xuân	Vụ mùa	Vụ xuân	Vụ mùa	Vụ xuân	Vụ mùa
DCG31	1g N	10,7	19,4	12,2	19,9	12,2	19,9
	2g N	11,0	15,8	12,1	14,0	12,0	8,0
KD18	1g N	7,6	15,7	9,4	14,5	9,4	14,5
	2g N	8,1	13,2	6,0	12,3	2,7	10,1

3.6. Hiệu suất sử dụng đạm của hai dòng/giống lúa

Nhằm hướng đến sự phát triển bền vững, bên cạnh việc tăng năng suất, chúng ta cần hướng đến cải thiện hiệu suất sử dụng đạm (NUE) và hiệu suất bón đạm (NE). NUE tính theo khối lượng chất khô ở giai đoạn trổ (NUE1) và NUE tính theo năng suất cá thể (NUE2) đều cho thấy NUE không tăng khi tăng lượng N bón từ 1 lên 2g N. Trong hai dòng/giống, NUE của DCG31 luôn cao hơn KD18. Vụ mùa có NUE cao hơn so với vụ xuân.

Hiệu suất bón đạm (NE) tính theo khối lượng hạt tăng lên khi tăng một đơn vị N bón vào. Nhìn chung, DCG31 có NE cao hơn KD18 (trừ mức N cao trong vụ mùa). NE có xu hướng giảm khi tăng N từ 1 lên 2g N, trừ dòng DCG31 trong vụ xuân vẫn duy trì được NE tương đương

với mức N thấp. Điều này cho thấy, việc tăng lượng N bón cho DCG31 trong vụ xuân có ý nghĩa lớn, vừa khai thác được tối đa tiềm năng năng suất, vừa đảm bảo phát triển bền vững trong canh tác lúa. Điều này là do dòng DCG31 có mang gen *GN1a* làm tăng số hạt/bông, kết hợp với việc tăng N bón đã làm tăng vượt trội số hạt/bông trong vụ xuân, dẫn đến năng suất cá thể đạt cao ý nghĩa, vượt trội so với mức bón N trung bình.

3.7. Phân tích thành phần chính các chỉ tiêu trong thí nghiệm

Kết quả phân tích thành phần chính ở hình 5 cho thấy hai thành phần chính PC (principal components) là PC1 và PC2 giải thích được 87% mức độ biến động của bộ số liệu. Trục PC1 giải thích khoảng 73% mức độ biến động, có hướng của các chỉ tiêu như năng suất cá thể, diện tích lá và cường độ quang hợp ở giai đoạn trổ.

Bảng 3. Tương quan giữa một số chỉ tiêu theo dõi ở các vụ khác nhau

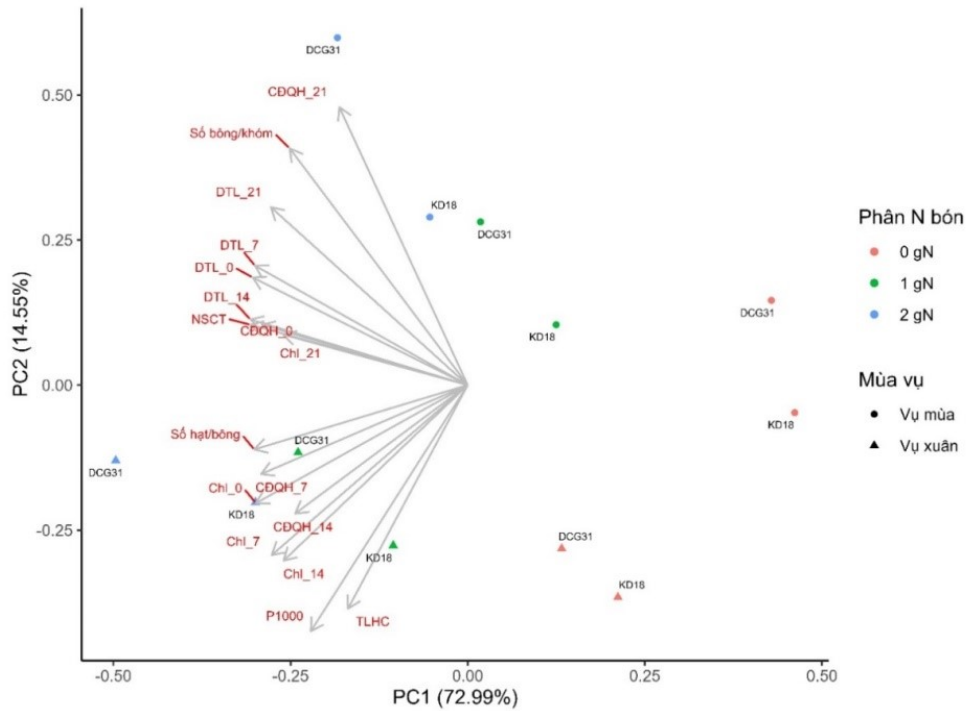
	CĐQH_0	CĐQH_7	CĐQH_14	CĐQH_21	Chl_0	Chl_7	Chl_14	Chl_21	Số bông /khóm	Số hạt /bông	TLHC	P1000	NSCT
CĐQH_0	1	0,84***	0,67***	0,52**	0,63***	0,55**	0,37 ^{ns}	0,43*	0,85***	0,92***	0,32 ^{ns}	0,63***	0,89***
CĐQH_7	0,75***	1	0,59**	0,36 ^{ns}	0,68***	0,50*	0,42*	0,51*	0,74***	0,85***	0,26 ^{ns}	0,50*	0,76***
CĐQH_14	0,56**	0,77***	1	0,12 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,50*	-0,06 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,54*
CĐQH_21	0,59**	0,76***	0,73***	1	0,32 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,41*	0,48*	0,52**	0,41*	0,58**	0,57**
Chl_0	0,79***	0,67***	0,66***	0,66***	1	0,80***	0,80***	0,78***	0,61**	0,78***	0,37 ^{ns}	0,60**	0,76***
Chl_7	0,72***	0,73***	0,71***	0,69***	0,75***	1	0,75***	0,71***	0,52**	0,66***	0,31 ^{ns}	0,48*	0,69***
Chl_14	0,52**	0,63***	0,41*	0,58**	0,65**	0,56**	1	0,81***	0,47*	0,59**	0,36 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,58**
Chl_21	0,77***	0,71***	0,60**	0,69***	0,87***	0,78***	0,79***	1	0,39 ^{ns}	0,65***	0,44*	0,49*	0,61**
Số bông/khóm	0,84***	0,71***	0,60**	0,79***	0,78***	0,78***	0,61**	0,83***	1	0,85***	0,15 ^{ns}	0,67***	0,86***
Số hạt/bông	0,78***	0,67***	0,69***	0,71***	0,75***	0,74***	0,36 ^{ns}	0,65***	0,78***	1	0,40 ^{ns}	0,72***	0,93***
TLHC	0,05 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	1	0,48*	0,30 ^{ns}
P1000	0,37 ^{ns}	0,47*	0,24 ^{ns}	0,50*	0,19 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,45*	-0,04 ^{ns}	1	0,78***
NSCT	0,89***	0,79***	0,71***	0,81***	0,90***	0,79***	0,63**	0,89***	0,94***	0,87***	0,11 ^{ns}	0,46*	1

Ghi chú: Số liệu trong hình tam giác phía trên (bên phải) của bảng là hệ số tương quan trong vụ xuân, số liệu trong hình tam giác phía dưới (bên trái) là hệ số tương quan trong vụ mùa.

CĐQH: cường độ quang hợp, Chl: hàm lượng diệp lục (chlorophyll), NSCT: năng suất cá thể, P1000: khối lượng 1000 hạt, TLHC: tỉ lệ hạt chắc. Các số 0, 7, 14 và 21 sau dấu “_” ở các chỉ tiêu là thời điểm 0, 7, 14 và 21 ngày sau khi lúa trở bông.

***, **, * và ns (năng suất) thể hiện tương quan ở mức ý nghĩa 0,001; 0,01; 0,05 và không có ý nghĩa.

Ảnh hưởng của lượng đạm bón đến quang hợp ở giai đoạn sau trổ và năng suất của dòng lúa cải tiến mang gene *GN1a* tăng số hạt trên bông



Ghi chú: CDQH: cường độ quang hợp, DTL: diện tích lá, Chi: hàm lượng diệp lục (chlorophyll), NSCT: năng suất cá thể, P1000: khối lượng 1000 hạt, TLHC: tỉ lệ hạt chắc. Các số 0, 7, 14 và 21 sau dấu “_” ở các chỉ tiêu là thời điểm 0, 7, 14 và 21 ngày sau khi lúa trổ bông.

Hình 5. Hai thành phần chính PC1 và PC2 của hai dòng/giống lúa trong các điều kiện đạm bón khác nhau

Trục PC2 giải thích khoảng 14% mức độ biến động, đặc trưng bởi các chỉ tiêu như cường độ quang hợp ở 21 ngày sau trổ, tỉ lệ hạt chắc và khối lượng 1.000 hạt. Kết quả biểu diễn ở hình 5 cũng cho thấy năng suất cá thể có tương quan thuận và chặt với số bông/m², số hạt/bông, diện tích lá và cường độ quang hợp ở giai đoạn trổ - 7 ngày sau trổ, ít tương quan hoặc không có tương quan với tỉ lệ hạt chắc, khối lượng 1.000 hạt và cường độ quang hợp ở 21 ngày sau trổ. Thật vậy, kết quả phân tích tương quan giữa các chỉ tiêu trong từng vụ cho thấy năng suất cá thể có tương quan thuận chặt với các chỉ tiêu cường độ quang hợp ở giai đoạn trổ - 7 ngày sau trổ và 14 ngày sau trổ, số bông/m², số hạt/bông và không có tương quan với tỉ lệ hạt chắc và khối lượng 1.000 hạt trong vụ mùa (Bảng 3).

4. THẢO LUẬN

Cường độ quang hợp của lá đồng và các lá công năng ở giai đoạn trổ - chín đóng góp phần

lớn vào năng suất hạt (Yoshida, 1981). Tuy nhiên, cùng với quá trình chín, bộ lá có xu hướng chuyển vàng và giảm chức năng quang hợp của bộ lá. Do vậy, trong chọn tạo giống mới và canh tác lúa, duy trì bộ lá xanh lâu thường được chú trọng nhằm nâng cao năng suất lúa. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy đạm có vai trò tích cực đến việc duy trì bộ lá xanh lâu thông qua duy trì giá trị cao cả về hàm lượng diệp lục tổng số và diện tích bộ lá. Hàm lượng diệp lục tổng số có tương quan thuận với hàm lượng N và enzyme RUBISCO ở trong lá (Lu & cs., 2020). Như vậy, trong nghiên cứu này, việc tăng lượng N bón đã làm tăng N tích lũy và RUBISCO. Đây cũng là một trong những nguyên nhân làm tăng cường độ quang hợp của cây (Chang & cs., 2020). Việc duy trì hàm lượng diệp lục cao khi bón tăng N, nhất là trong vụ Xuân, đã kéo dài tuổi thọ lá, duy trì bộ lá xanh lâu, kéo dài hoạt động quang hợp và đóng góp vào quá trình hình thành hạt của cây lúa. Cả diệp lục và diện tích lá đều tăng khi tăng lượng

N bón đồng nghĩa với việc tăng hàm lượng N vào trong thân lá. Điều đó cũng phản ánh khả năng hút dinh dưỡng N của bộ rễ tốt (Chang & cs., 2020), từ đó góp phần làm tăng NUE, giảm N thất thoát ra ngoài môi trường. Theo Vishwakarma & cs. (2023), diện tích lá và cường độ quang hợp là hai chỉ tiêu quyết định nhất đến khối lượng chất khô và năng suất của cây lúa. Do vậy, nguồn gen có diện tích lá và cường độ quang hợp tốt như DCG31 trong nghiên cứu này có các đặc điểm của giống lúa có tiềm năng năng suất cao.

DCG31 được tạo ra bởi quá trình lai chuyển gen *GN1a* là gen làm tăng số hạt/bông. Việc giảm biểu hiện của gen *GN1a* gây ra sự tích tụ cytokinin trong mô phân sinh phân hóa hoa và tăng việc hình thành số hoa phân hóa, từ đó làm tăng số hạt/bông (Ashikari & cs., 2005; Gouda & cs., 2020). Trong nghiên cứu trước đây, những dòng/giống lúa có nhiều hạt thường có tỉ lệ hạt chắc thấp nên năng suất không cải thiện nhiều (Tăng Thị Hạnh & cs., 2015; Chang & cs., 2020). Điều đó có thể do sự mất cân bằng giữa nguồn và sức chứa của cây, nhất là ở giai đoạn sau trổ. Nguồn phải đáp ứng được với yêu cầu của sức chứa thì mới có thể khai thác được tiềm năng cao của sức chứa. Trong nghiên cứu này, việc tăng lượng N bón vừa làm tăng số bông thông qua tăng số nhánh hữu hiệu, vừa làm tăng số hoa phân hóa ở thời kỳ phân hóa đòng, vừa duy trì bộ lá xanh lâu với hàm lượng diệp lục cao, có cường độ quang hợp cao và có tác dụng tốt trong thời kỳ làm hạt của cây lúa, do vậy duy trì số hạt chắc/bông thông qua duy trì tốt tỉ lệ hạt chắc, sau cùng làm tăng năng suất hạt. Như vậy, mối quan hệ nguồn - sức chứa được cải thiện và có thể khai thác được tiềm năng năng suất cao.

Ảnh hưởng của N đến DCG31 rõ rệt nhất trong vụ xuân, đây là vụ có tiềm năng năng suất cao do nhiệt độ và ánh sáng tăng dần về cuối vụ. Giai đoạn trổ - chín đều ở thời điểm có cường độ ánh sáng cao, thời gian chiếu sáng trong ngày dài và nhiệt độ duy trì ở mức > 30°C, rất thuận lợi cho hoạt động quang hợp, vận chuyển sản phẩm quang hợp và tích lũy vật chất vào hạt (Yoshida, 1981; Lê Văn Khánh & cs., 2016). Do vậy, việc tăng lượng N bón ở vụ này cây có thể

sử dụng, khai thác tối đa lượng N hút vào trong cây. Ngược lại trong vụ mùa, cường độ ánh sáng giai đoạn trổ về sau giảm, kéo theo hoạt động quang hợp cũng giảm, do vậy hoạt động của nguồn cũng bị giảm và cây không sử dụng hết được lượng N cao. Do vậy, việc bón N cũng cần phải cân nhắc cho phù hợp với thời vụ gieo trồng nhằm khai thác tối đa tiềm năng năng suất cũng như hiệu suất sử dụng, nhằm làm giảm N thất thoát ra ngoài môi trường.

5. KẾT LUẬN

DCG31 mang gen tăng số hạt/bông là dòng lúa có các đặc trưng của một giống lúa có tiềm năng năng suất cao như bộ máy quang hợp tốt, số hạt/bông lớn, phản ứng tốt với phân N bón và khả năng hút dinh dưỡng cao. Bón N tăng có thể duy trì tốt bộ máy quang hợp ở giai đoạn trổ - chín, giúp cải thiện số hạt chắc/khóm và sau cùng làm tăng năng suất hạt của cây lúa. Đây là những thông tin hữu ích trong canh tác các giống lúa có tiềm năng năng suất cao, nhất là các giống có mang các gen cải tiến đặc tính của giống như tăng số hạt/bông.

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; “Nghiên cứu ảnh hưởng của lượng Đạm bón đến một số chỉ tiêu sinh lý và năng suất của dòng lúa cải tiến mang gene *GN1*” mã số T2023 - 47- 61.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 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(5735): 741-5. doi: 10.1126/science.1113373
- Chang S., Chang T., Song Q., Wu J., Luo Y., Chen X., Zhu X.G. & Deng Q. (2020). Architectural and physiological features to gain high yield in an elite rice line YLY1. *Rice*. 13: 60. doi: 10.1186/s12284-020-00419-y.
- FAO (2021). FAOSTAT Database. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> on June 20, 2024.

Ảnh hưởng của lượng đạm bón đến quang hợp ở giai đoạn sau trổ và năng suất của dòng lúa cải tiến mang gene *GN1a* tăng số hạt trên bông

- Gouda G., Gupta M.K., Donde R., Kumar J., Parida M., Mohapatra T., Dash S.K., Pradhan S.K. & Behera L. (2020). Characterization of haplotypes and single nucleotide polymorphisms associated with *Gn1a* for high grain number formation in rice plant. *Genomics*. 112(3): 2647-2657. doi: 10.1016/j.ygeno.2020.02.016.
- Hu L., Chen W., Yang W., Li X., Zhang C., Zhang X., Zheng L., Zhu X., Yin J., Qin P., Wang Y., Ma B., Li S., Yuan H. & Tu B. (2021). *OsSPL9* regulates grain number and grain yield in rice. *Front. Plant Sci.* 12: 682018. doi: 10.3389/fpls.2021.682018.
- Khush G.S. (2005). What it will take to Feed 5.0 Billion Rice consumers in 2030. *Plant Mol Biol.* 59: 1-6. doi.org/10.1007/s11103-005-2159-5.
- Ladha J.K., Pathak H., Krupnik T.J., Six J. & van Kessel C. (2005). Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. *Advances in agronomy*. 87: 85-156. doi.org/10.1016/S0065-2113(05)87003-8.
- Lê Văn Khánh, Vũ Quang Sáng, Tăng Thị Hạnh & Đinh Mai Thùy Linh (2016). Khả năng quang hợp và tích lũy chất khô của dòng lúa cực ngắn ngày DCG72 trên các mức đạm khác nhau. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*. 14(11): 1707-1715.
- Li G., Tang J., Zheng J. & Chu C. (2021). Exploration of rice yield potential: Decoding agronomic and physiological traits. *The Crop Journal*. 9(3): 577-589. doi.org/10.1016/j.cj.2021.03.014.
- Lu X., Ju W., Li J., Croft H., Chen J.M., Luo Y., Yu H. & Hu H. (2020). Maximum carboxylation rate estimation with chlorophyll content as a proxy of Rubisco content. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. 125: e2020JG005748. doi: 10.1029/2020JG005748.
- R Core Team (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Tăng Thị Hạnh, Nguyễn Trung Đức, Phan Thị Hồng Nhung & Phạm Văn Cường (2015). Đánh giá biểu hiện của các gen *GNI* và *WFPI* qua một số tính trạng nông sinh học của các dòng lúa Khang Dân 18 cải tiến. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. 10(265): 18-23.
- Vishwakarma C., Krishna G.K., Kapoor R.T., Mathur K., Lal S.K., Saini R.P., Yadava P. & Chinnusamy, V. (2023). Bioengineering of canopy photosynthesis in rice for securing global food security: A critical review. *Agronomy*. 13: 489. doi: 10.3390/agronomy13020489.
- Wintermans J.F.G.M. & De Mots A. (1965). Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their phenophytins in ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biophysics including Photosynthesis*. 109(2): 448-453. doi.org/10.1016/0926-6585(65)90170-6
- Yoshida S. (1981). *Fundamentals of rice crop science*. Int. Rice Res. Inst.