

# Nghiên cứu sự thích ứng của 4 giống/dòng lúa (*Oryza sativa* L.) trong điều kiện khô hạn nhân tạo giai đoạn sinh dưỡng

Nguyễn Thị Bích Vân\*, Võ Công Thành

Bộ môn Di truyền và Chọn giống cây trồng,  
Khoa Nông nghiệp và Sinh học ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

Ngày nhận bài 6/2/2018; ngày chuyển phân biện 15/2/2018; ngày nhận phân biện 19/3/2018; ngày chấp nhận đăng 27/3/2018

## Tóm tắt:

Nghiên cứu được tiến hành nhằm tìm hiểu sự thích ứng về biểu hiện sinh hóa của 4 giống/dòng lúa đáp ứng trong điều kiện hạn giai đoạn sinh dưỡng. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu thừa số hai nhân tố khối hoàn toàn ngẫu nhiên, nhân tố thứ nhất là 4 giống/dòng IR64, CTUS4, Nàng núa, LH01 (giống IR64 được sử dụng làm đối chứng nhạy cảm với hạn); nhân tố thứ hai là 2 điều kiện tưới (đủ nước, không tưới nước) với 3 lần lặp lại. Kết quả cho thấy, để thích ứng trong điều kiện hạn, 4 giống/dòng có sự tích lũy cao hàm lượng chlorophyll, đường tổng và proline trong lá. Hàm lượng chlorophyll a tăng từ 1,1-1,6 lần, chlorophyll b tăng từ 1,2-1,5 lần, chlorophyll tổng tăng từ 1,3-1,4 lần, đường tổng tăng từ 1,2-3 lần, proline tăng từ 2,2-9,5 lần. Hai dòng CTUS4 và LH01 có sự tích lũy hàm lượng đường tổng và proline thấp nhất. Đường tổng và proline có hệ số biến thiên kiểu gen (22%; 99,3%), hệ số di truyền (96,1%, 99,8%) cao cho thấy hiệu quả chọn lọc cao đối với khả năng chịu hạn.

**Từ khóa:** Chịu hạn, giai đoạn sinh dưỡng, hệ số di truyền, sinh hóa.

**Chỉ số phân loại:** 4.1

## **Đặt vấn đề**

Ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) từ năm 2000 đến nay hạn hán đã xảy ra vào các năm 2002, 2004, 2005, 2006, 2009, 2015 và 2016. Trong đó, đợt hạn hán và xâm nhập mặn vào mùa khô năm 2016 gây ảnh hưởng lớn nhất, toàn vùng ĐBSCL đã có đến 208.000 ha lúa bị thiệt hại, với hơn 60% bị thiệt hại nặng và nhiều vùng bị mất trắng. Do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu nên tình trạng hạn hán sẽ ngày càng nghiêm trọng [1].

Hạn được chia làm ba loại là hạn giai đoạn sinh dưỡng, hạn gián đoạn và hạn cuối vụ [2]. Hạn giai đoạn sinh dưỡng phổ biến ở khu vực Mekong, đặc biệt là ở Campuchia, nơi lượng mưa thường giảm vào đầu đến giữa mùa mưa, hạn giai đoạn sinh dưỡng được đề cập là mối quan tâm chính [3]. Phát triển các giống lúa có khả năng thích nghi và chống chịu hạn hán giai đoạn này được xem là vấn đề cấp thiết hiện nay.

Giống lúa IR64 (*Oryza sativa* var. indica) có nguồn gốc từ Viện Nghiên cứu lúa quốc tế (IRRI), được trồng rộng rãi ở Nam và Đông Nam Á, có hệ thống rễ nông [4]. IR64 là giống nhạy cảm với hạn [5], được sử dụng làm vật liệu trong

nhiều nghiên cứu về sự thích ứng của cây lúa trong điều kiện hạn, như sự thay đổi hàm lượng chlorophyll, đường tổng, proline trong lá, ảnh hưởng của hạn đến các đặc tính lá, rễ [6-8].

Điều chỉnh áp suất thẩm thấu là một trong những con đường quan trọng trong việc thích ứng của thực vật đối với sự thiếu nước bằng cách tổng hợp các chất có vai trò thẩm thấu như proline, đường tổng. Nghiên cứu được tiến hành nhằm tìm hiểu biểu hiện về hình thái, sinh lý - sinh hóa của 4 giống/dòng đáp ứng trong điều kiện khô hạn giai đoạn sinh dưỡng sử dụng giống IR64 làm đối chứng nhạy cảm với hạn, từ đó làm tiền đề cho những nghiên cứu về công tác chọn tạo giống lúa chống chịu hạn.

## **Vật liệu và phương pháp nghiên cứu**

### *Vật liệu, địa điểm nghiên cứu*

Hạt của 3 dòng lúa CTUS4, LH01, Nàng núa nhận từ Bộ môn Di truyền và Chọn giống cây trồng - Trường Đại học Cần Thơ, giống IR64 nhận từ IRRI được trồng từ tháng 7-10/2017 tại nhà lưới có mái che thuộc Bộ môn Di truyền và Chọn giống cây trồng.

\*Tác giả liên hệ: Email: nguyenthibichvan.hg@gmail.com

# The adaptation of four rice (*Oryza sativa* L.) varieties/lines at the vegetative stage in drought conditions

Thi Bich Van Nguyen\*, Cong Thanh Vo

Department of Genetics and Plant Breeding,  
College of Agriculture and Applied Biology, Can Tho University

Received 6 February 2018; accepted 27 March 2018

## Abstract:

This study was conducted to investigate the biochemical adaptation of four rice varieties/lines under to vegetative stage drought stress. Experiment units were arranged in a two-factor randomized complete block design: the first factor was four rice varieties/lines (CTUS4, Nang niu, IR64, LH01), and the other was irrigation conditions (irrigated, drought stress), with three replications. The IR64 was used as a drought-sensitive control. The results show that, there was a high accumulation of chlorophyll, total sugar, and proline in leaves of the four rice varieties/lines to adapt to the drought conditions. Chlorophyll a content increased by 1.1-1.6 times, chlorophyll b content increased by 1.2-1.5 times, total chlorophyll content increased by 1.3-1.4 times, total sugar content increased by 1.2-3 times, and proline content increased by 2.2-9.5 times. The CTUS4 and LH01 had the lowest total sugar and proline accumulation. Total sugar and proline had a high genotypic coefficient of variation (GCV) and a high heritability ( $h^2$ ), which shows that the selection for such characters could be fairly easy due to a high additive effect for drought tolerance.

**Keywords:** Biochemical, drought tolerance, heritability, vegetative stage.

**Classification number:** 4.1

Bảng 1. Danh sách các giống lúa được sử dụng.

Tên giống/dòng	Thời gian sinh trưởng (ngày)	Nguồn
IR64	95-100	IRRI
Nàng niu	95	Đột biến từ giống lúa mùa Nàng niu (Đỗ Tuấn Đạt (2013) [9])
CTUS4	110	Đột biến từ giống lúa mùa Sói (Quan Thị Ái Liên (2013) [10])
LH01	95	Bộ môn Di truyền và Chọn giống cây trồng

## Phương pháp nghiên cứu

### Bố trí thí nghiệm:

Đất trồng được phơi khô, làm nhuyễn, loại bỏ các tạp chất, sau đó được bổ sung thêm cát (tỷ lệ 6 cát:4 đất). Đất được cho vào chậu (50x30x30 cm), các chậu sau đó được làm ẩm bằng cách tưới một lượng nước đồng nhất.

Bố trí thí nghiệm theo phương pháp Uga (2012) [11]. Hạt sau khi nảy mầm được gieo vào chậu, mỗi cây/chậu. Thí nghiệm bố trí theo kiểu thừa số hai nhân tố khối hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 4 giống/dòng, 2 điều kiện tưới (đủ nước, không tưới nước) với 3 lần lặp lại. Nghiệm thức đối chứng được tưới nước thường xuyên, nghiệm thức gây hạn nhân tạo sau khi gieo các chậu không được tưới nước cho đến khi cây có biểu hiện hạn.

Các chậu được bổ sung phân bón theo công thức 100 N - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 60 K<sub>2</sub>O/ha bón vào các thời điểm: Bón lót, 7, 25 ngày sau khi gieo. Ở giai đoạn 7, 25 ngày sau khi gieo, phân bón được hòa tan với một lượng nước vừa đủ, sau đó tưới cho cây.

### Chỉ tiêu theo dõi:

\* Đo độ ẩm đất, phân tích hàm lượng chlorophyll, đường tổng, proline trong lá ở 21, 28, 35 và 40 ngày sau khi gieo.

- Độ ẩm đất (%): Đo bằng máy Takemura.

- Hàm lượng chlorophyll: Phân tích theo phương pháp Gross (1991) [12]. Hàm lượng chlorophyll tính theo công thức:

$$\text{Chlorophyll a} = (0,0127 \times \text{OD663}) - (0,00269 \times \text{OD645})$$

$$\text{Chlorophyll b} = (0,0229 \times \text{OD645}) - (0,00468 \times \text{OD663})$$

$$\text{Chlorophyll tổng} = (0,0202 \times \text{OD645}) + (0,00802 \times \text{OD663})$$

Trong đó: OD663, OD645 là giá trị hấp thụ đo ở bước sóng 663 và 645 nm.

- Hàm lượng đường tổng: Phân tích theo phương pháp Cagampang và Rodriguez (1980) [13].

- Hàm lượng proline: Phân tích theo phương pháp Bates, *et al.* (1973) [14].

\* Đánh giá độ cuộn lá ở 40 ngày sau khi gieo theo phương pháp IRR1 (1996) [15].

*Phân tích thống kê:*

\* Số liệu được xử lý bằng chương trình Microsoft Excel, phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS 21.0, kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa 5%.

\* Phân tích phương sai theo Howell (2012) [16] cho thiết kế thừa số hai nhân tố khối hoàn toàn ngẫu nhiên. Phương sai kiểu gen ( $\sigma_g^2$ ) và phương sai kiểu hình ( $\sigma_p^2$ ) được tính theo công thức:

$$\sigma_g^2 = (MS_B - MS_E)/(r.a)$$

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$$

Trong đó:  $MS_B$  là trung bình bình phương kiểu gen,  $MS_E$  là trung bình bình phương sai số, r là số lần lặp lại, a là số mức độ của điều kiện tưới.

\* Hệ số biến thiên kiểu gen (GCV), hệ số biến thiên kiểu hình (PCV) được tính theo công thức Burton và Devane (1953) [17]. Phân loại giá trị GCV và PCV theo Deshmukh, *et al.* (1986) [18]:

$$GCV = [(\sigma_g^2)^{1/2}/x] \times 100$$

$$PCV = [(\sigma_p^2)^{1/2}/x] \times 100$$

Trong đó: x là trung bình chung của từng đặc tính.

\* Hệ số di truyền theo nghĩa rộng ( $h^2$ ) tính theo Johnson, *et al.* (1995) [19]. Phân loại giá trị  $h^2$  theo Singh (2001) [20]:

$$h^2 = \sigma_g^2 / \sigma_p^2$$

### Kết quả và thảo luận

#### Diễn biến độ ẩm đất và khả năng chịu hạn của 4 giống/dòng lúa

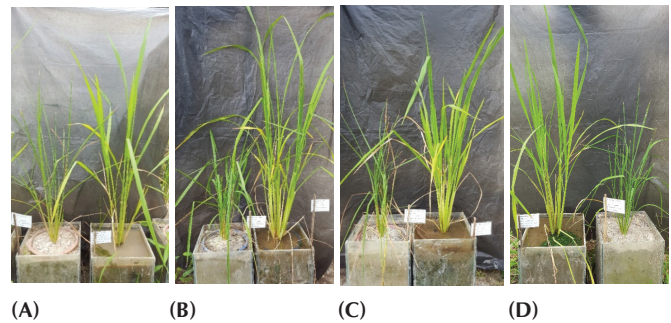
Kết quả theo dõi độ ẩm đất ở nghiệm thức hạn nhân tạo (bảng 2) cho thấy, ở 40 ngày sau khi gieo độ ẩm đất giảm xuống thấp còn 10-12,7%, với độ ẩm này cả 4 giống/dòng lúa không hút được nước trong đất, cây bị mất nước, lá bắt đầu cuộn lại. So với giống IR64 thì hai dòng CTUS4, LH01 bị hạn với độ ẩm đất thấp hơn. Độ ẩm đất có vai trò quan trọng trong việc kiểm soát hạn hán, khi độ ẩm đất thấp hơn một giới hạn nào đó, thực vật không hút đủ nước thì sẽ bị hạn [1]. Bốn giống/dòng lúa đều có biểu hiện hạn với độ ẩm đất <14%, kết quả này phù hợp với kết quả thí nghiệm hạn của Trần Nguyên Tháp (2001) [21].

**Bảng 2. Sự thay đổi độ ẩm đất (%) ở nghiệm thức hạn nhân tạo.**

Giống/dòng	21 ngày sau gieo	28 ngày sau gieo	35 ngày sau gieo	40 ngày sau gieo
IR64	>80	>80	45	12,3
CTUS4	>80	>80	45	10,0
Nàng núa	>80	>80	40	12,7
LH01	>80	>80	45	11,0

Kết quả đánh giá độ cuộn lá cho thấy, từ 35-40 ngày sau khi gieo 4 giống/dòng lúa bị hạn ở những cấp độ khác nhau, khi giống IR64 có biểu hiện hạn sớm nhất lá cuộn chặt, thì dòng Nàng núa lá cuộn hình chữ O, dòng CTUS4 và LH01 có mức độ cuộn lá thấp nhất, lá cuộn hình chữ U.

Cuộn lá là một trong những cơ chế giúp cây thoát khỏi hạn hán [22] bằng cách điều chỉnh tiềm năng nước trong lá, cho phép cây hấp thụ nước trong đất tốt hơn trong điều kiện hạn, cuộn lá giúp làm giảm sự hấp thụ ánh sáng, thoát hơi nước và mất nước ở lá [23]. Điều này cho thấy, CTUS4 và LH01 có khả năng điều chỉnh tiềm năng nước trong lá để hấp thụ nước trong đất tốt hơn IR64 nên có mức độ cuộn lá thấp nhất, kết quả đánh giá cũng cho thấy hai dòng này có khả năng chống chịu hạn trung bình, IR64 chống chịu kém. Cuộn lá là một tiêu chí đánh giá khả năng chịu hạn [24], do đó có thể sử dụng chỉ tiêu này để sàng lọc nhanh chóng hàng trăm dòng [25].



**Hình 1. Giống IR64 (A), dòng CTUS4 (B), LH01 (C) và Nàng núa (D) trong hai điều kiện khi cây có biểu hiện hạn.**

#### Ảnh hưởng của hạn đến hàm lượng chlorophyll trong lá

Kết quả phân tích hàm lượng chlorophyll (bảng 3, 4) cho thấy ở 35-40 ngày sau khi gieo hàm lượng chlorophyll a, b và chlorophyll tổng tăng khác biệt với mức ý nghĩa thống kê 5% ở điều kiện hạn so với điều kiện đủ nước.

Khi bị hạn, có sự tích lũy cao hàm lượng chlorophyll a, b và chlorophyll tổng, hàm lượng chlorophyll a tăng từ 1,1-1,6 lần, chlorophyll b tăng từ 1,2-1,5 lần, chlorophyll tổng tăng từ 1,3-1,4 lần so với điều kiện đủ nước.

Khi lượng nước trong lá giảm vượt qua ngưỡng cho phép, khí không đóng lại để làm chậm quá trình thoát hơi nước, làm giảm hàm lượng CO<sub>2</sub>, ảnh hưởng đến quá trình quang hợp. Chlorophyll là một chỉ số thể hiện khả năng

quang hợp, liên quan trực tiếp đến quá trình tăng trưởng của cây [26]. Theo Yanqiong, *et al.* (2007) [27], hàm lượng chlorophyll dễ dàng tăng khi cây bị stress hạn. Trong điều kiện hạn nhân tạo, lá của 4 giống/dòng lúa có sự gia tăng hàm lượng chlorophyll so với điều kiện đủ nước. Theo Percival và Noviss (2008) [28], hàm lượng chlorophyll trong lá tăng cao đã tăng cường tính chịu hạn của cây, giúp cây nhanh phục hồi sau hạn. Sự gia tăng khối lượng lục lạp trong tế bào nhu mô lá giúp cây lúa hoàn thành chức năng quang hợp, duy trì sự sống, thích nghi với điều kiện khắc nghiệt của môi trường. Điều này cho thấy sắc tố quang hợp (chlorophyll a, b) trong lá được tăng cường, giúp cây thích nghi với điều kiện khô hạn.

**Bảng 3. Hàm lượng chlorophyll a và b (ppm) trong lá ở hai điều kiện.**

Điều kiện (A)	Giống (B)	21 NSG		28 NSG		35 NSG		40 NSG	
		Chl a	Chl b	Chl a	Chl b	Chl a	Chl b	Chl a	Chl b
Đủ nước	IR64	6,61 <sup>a</sup>	7,41 <sup>a</sup>	7,30 <sup>a</sup>	8,22 <sup>ab</sup>	7,21 <sup>d</sup>	8,65 <sup>b</sup>	7,24 <sup>c</sup>	8,72 <sup>dc</sup>
	Nàng niú	5,85 <sup>b</sup>	6,63 <sup>b</sup>	6,33 <sup>b</sup>	8,00 <sup>ab</sup>	5,47 <sup>c</sup>	7,25 <sup>c</sup>	6,90 <sup>c</sup>	7,85 <sup>c</sup>
	CTUS4	6,29 <sup>ab</sup>	7,50 <sup>a</sup>	6,01 <sup>b</sup>	7,73 <sup>b</sup>	7,95 <sup>c</sup>	8,26 <sup>b</sup>	7,99 <sup>d</sup>	8,99 <sup>d</sup>
	LH01	6,08 <sup>ab</sup>	7,37 <sup>a</sup>	6,55 <sup>b</sup>	7,67 <sup>b</sup>	7,29 <sup>d</sup>	8,78 <sup>b</sup>	7,23 <sup>c</sup>	8,34 <sup>dc</sup>
Hạn	IR64	6,49 <sup>a</sup>	7,78 <sup>a</sup>	7,36 <sup>a</sup>	8,76 <sup>a</sup>	9,54 <sup>a</sup>	10,05 <sup>a</sup>	11,39 <sup>a</sup>	12,55 <sup>a</sup>
	Nàng niú	5,79 <sup>b</sup>	6,57 <sup>b</sup>	6,21 <sup>b</sup>	7,98 <sup>ab</sup>	9,01 <sup>ab</sup>	10,54 <sup>a</sup>	10,03 <sup>b</sup>	11,71 <sup>ab</sup>
	CTUS4	6,21 <sup>ab</sup>	7,57 <sup>a</sup>	6,11 <sup>b</sup>	7,63 <sup>b</sup>	8,59 <sup>b</sup>	10,00 <sup>a</sup>	9,14 <sup>c</sup>	10,52 <sup>c</sup>
	LH01	6,05 <sup>ab</sup>	7,13 <sup>ab</sup>	6,52 <sup>b</sup>	7,85 <sup>b</sup>	9,29 <sup>a</sup>	10,78 <sup>a</sup>	10,26 <sup>b</sup>	11,04 <sup>bc</sup>
F <sub>A</sub>		ns	ns	ns	ns	*	*	*	*
F <sub>B</sub>		*	*	*	*	*	*	*	*
F <sub>AxB</sub>		ns	ns	ns	ns	*	*	*	*
CV (%)		4,92	4,62	6,11	5,84	3,87	4,99	4,64	5,11

Chl a: Chlorophyll a; Chl b: Chlorophyll b; NSG: Ngày sau gieo. Trong cùng một cột, những số có chữ số theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ns: Khác biệt không có ý nghĩa thống kê; \*: Khác biệt với mức ý nghĩa 5%.

**Bảng 4. Hàm lượng chlorophyll tổng (ppm) trong lá ở 2 điều kiện.**

Điều kiện (A)	Giống (B)	21 NSG	28 NSG	35 NSG	40 NSG
Đủ nước	IR64	13,04 <sup>ab</sup>	14,97 <sup>a</sup>	15,65 <sup>c</sup>	15,75 <sup>c</sup>
	Nàng niú	11,16 <sup>cd</sup>	13,93 <sup>bc</sup>	14,24 <sup>d</sup>	14,77 <sup>c</sup>
	CTUS4	12,19 <sup>abc</sup>	13,34 <sup>c</sup>	15,73 <sup>c</sup>	15,48 <sup>c</sup>
	LH01	12,92 <sup>ab</sup>	13,52 <sup>c</sup>	15,96 <sup>c</sup>	15,87 <sup>c</sup>
	IR64	13,17 <sup>a</sup>	14,79 <sup>ab</sup>	20,66 <sup>a</sup>	22,38 <sup>a</sup>
Hạn	Nàng niú	11,01 <sup>d</sup>	13,84 <sup>bc</sup>	19,48 <sup>ab</sup>	21,16 <sup>a</sup>
	CTUS4	12,01 <sup>bcd</sup>	13,19 <sup>c</sup>	18,80 <sup>b</sup>	19,48 <sup>b</sup>
	LH01	12,76 <sup>ab</sup>	13,22 <sup>c</sup>	19,95 <sup>ab</sup>	21,02 <sup>ab</sup>
	F <sub>A</sub>		ns	ns	*
F <sub>B</sub>		*	*	*	*
F <sub>AxB</sub>		ns	ns	*	*
CV (%)		4,76	3,94	3,75	4,27

Trong cùng một cột, những số có chữ số theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

### Ảnh hưởng của hạn đến sự tích lũy hàm lượng đường tổng trong lá

Hạn hán làm giảm hiệu quả quang hợp, lượng đường cung cấp cho các mô cũng bị ảnh hưởng. Đồng thời với việc đánh giá hàm lượng chlorophyll, hàm lượng đường tổng và proline cũng được đánh giá. Kết quả cho thấy ở 35-40 ngày sau khi gieo, hàm lượng đường tổng trong lá tăng cao khác biệt với mức ý nghĩa thống kê 5% so với điều kiện đủ nước (bảng 5).

Có sự tích lũy đường tổng trong lá khi độ ẩm đất giảm còn 40-45% và tăng cao khi cây bị hạn. Khi bị hạn, hàm lượng đường tổng trong lá tăng từ 1,2-3 lần so với điều kiện đủ nước. Nàng niú có sự tích lũy đường tổng trong lá tăng cao nhất, tiếp đến là IR64, LH01 và thấp nhất là CTUS4.

Trong điều kiện hạn, sự tích lũy các loại đường sẽ tăng lên [29], sự gia tăng hàm lượng đường là một trong những chỉ số về khả năng chịu hạn [30]. Các giống có khả năng chống chịu hạn thông qua việc tích lũy đường tổng lên gấp 2-3 lần so với điều kiện không hạn [7]. Trong thời gian bị hạn, đường hoạt động như hợp chất hòa tan điều chỉnh áp suất thẩm thấu, tiềm năng thẩm thấu tế bào được hạ xuống, thu hút nước vào tế bào, giúp duy trì sức trương tế bào, bảo vệ màng tế bào bằng cách tương tác với các phức hợp protein, enzyme và loại bỏ ROS [31], chính vì vậy hoạt động của các cơ quan và tế bào chất diễn ra với tốc độ bình thường [32]. Như vậy, trong điều kiện hạn, 4 giống/dòng lúa có sự gia tăng hàm lượng đường tổng trong lá, giúp điều hòa áp suất thẩm thấu, tăng khả năng chống chịu hạn.

**Bảng 5. Hàm lượng đường tổng và proline (mg/g Weight fresh) trong lá ở 2 điều kiện.**

Điều kiện (A)	Giống (B)	21 NSG		28 NSG		35 NSG		40 NSG	
		Đường tổng	Proline	Đường tổng	Proline	Đường tổng	Proline	Đường tổng	Proline
Đủ nước	IR64	74,7 <sup>c</sup>	0,91 <sup>a</sup>	75,1 <sup>b</sup>	0,84 <sup>a</sup>	113,4 <sup>d</sup>	0,79 <sup>c</sup>	120,1 <sup>d</sup>	0,79 <sup>c</sup>
	Nàng niú	102,4 <sup>b</sup>	0,75 <sup>b</sup>	78,2 <sup>b</sup>	0,78 <sup>ab</sup>	66,9 <sup>f</sup>	0,79 <sup>c</sup>	65,9 <sup>f</sup>	1,04 <sup>d</sup>
	CTUS4	76,2 <sup>c</sup>	0,93 <sup>a</sup>	97,9 <sup>a</sup>	0,80 <sup>ab</sup>	100,0 <sup>e</sup>	0,80 <sup>c</sup>	108,7 <sup>c</sup>	0,90 <sup>dc</sup>
	LH01	119,3 <sup>a</sup>	0,74 <sup>b</sup>	100,3 <sup>a</sup>	0,76 <sup>b</sup>	122,8 <sup>c</sup>	0,75 <sup>c</sup>	126,4 <sup>cd</sup>	0,84 <sup>dc</sup>
	IR64	75,0 <sup>c</sup>	0,92 <sup>a</sup>	75,0 <sup>b</sup>	0,84 <sup>a</sup>	144,5 <sup>b</sup>	2,27 <sup>b</sup>	184,8 <sup>b</sup>	7,49 <sup>a</sup>
Hạn	Nàng niú	101,7 <sup>b</sup>	0,75 <sup>b</sup>	78,9 <sup>b</sup>	0,80 <sup>ab</sup>	151,7 <sup>b</sup>	3,33 <sup>a</sup>	198,6 <sup>a</sup>	7,63 <sup>a</sup>
	CTUS4	75,4 <sup>c</sup>	0,92 <sup>a</sup>	98,5 <sup>a</sup>	0,80 <sup>ab</sup>	108,0 <sup>dc</sup>	0,97 <sup>d</sup>	133,7 <sup>c</sup>	1,99 <sup>c</sup>
	LH01	117,9 <sup>a</sup>	0,75 <sup>b</sup>	100,2 <sup>a</sup>	0,75 <sup>b</sup>	175,3 <sup>a</sup>	2,05 <sup>c</sup>	179,0 <sup>b</sup>	3,09 <sup>b</sup>
	F <sub>A</sub>		ns	ns	ns	ns	*	*	*
F <sub>B</sub>		*	*	*	*	*	*	*	*
F <sub>AxB</sub>		ns	ns	ns	ns	*	*	*	*
CV (%)		5,35	5,58	5,77	4,76	4,32	5,61	4,44	4,07

Trong cùng một cột, những số có chữ số theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

**Ảnh hưởng của hạn đến sự tích lũy hàm lượng proline trong lá**

Kết quả phân tích hàm lượng proline cho thấy, ở 35-40 ngày sau khi gieo hàm lượng proline trong lá tăng với mức ý nghĩa thống kê 5% so với điều kiện đủ nước (bảng 5).

Hàm lượng proline trong lá tăng cao khi cây bị hạn, tăng từ 2,2-9,5 lần so với điều kiện đủ nước. IR64 có sự tích lũy proline cao nhất, tiếp theo là Nàng núa, LH01 và CTUS4, mặc dù ở 35 ngày sau khi gieo Nàng núa có sự tích lũy proline cao nhất. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của một số tác giả cho rằng hàm lượng proline tăng đáng kể khi cây bị hạn [33, 34].

Proline là một trong những chỉ số về khả năng chống chịu hạn [35, 36]. Sự tích lũy proline trong điều kiện stress ở nhiều loài tương quan với khả năng chống chịu [37]. Ở thực vật, tổng hợp proline diễn ra trong bào tương và trong plastid. Tiền thân là glutamate, được chuyển thành proline bởi hai bước liên tiếp được xúc tác bởi pyrroline-5-carboxylatesynthetase (P5CS) và P5C reductase (P5CR). Sự suy giảm proline xảy ra trong ty thể do việc đảo ngược hoạt động của proline dehydrogenase (PDH) và pyrroline-5-carboxylate dehydrogenase (P5CDH) [38]. Các biểu hiện của gen này giúp tăng cường đáng kể hàm lượng proline nội sinh và làm tăng khả năng chịu hạn [36, 39]. Proline có vai trò đa năng trong việc bảo vệ thực vật khi gặp stress, tích trữ năng lượng điều chỉnh các quá trình oxy hóa khử tiềm ẩn, một chất loại bỏ ROS (Sharma và Dietz, 2006). Một số dẫn liệu cho thấy việc tăng cường tổng hợp proline giúp duy trì trạng thái cân bằng NADPH/NADP<sup>+</sup>, ổn định trạng thái oxy hóa khử, ngăn ngừa tổn thương bộ máy quang hợp [40]. Như vậy, 4 giống/dòng lúa có sự tích lũy cao hàm lượng proline trong lá để tăng khả năng chống chịu hạn.

**Biến thiên kiểu gen (GCV), biến thiên kiểu hình (PCV) và hệ số di truyền (h<sup>2</sup>) của các đặc tính sinh hóa**

Giá trị PCV của đường tổng và proline lần lượt là 22,5; 99,4% và giá trị GCV lần lượt là 22; 99,3% (bảng 6), theo phân loại của Deshmukh, *et al.* (1986) [18], đường tổng và proline có giá trị GCV và PCV cao (>20), trong khi chlorophyll a, b và chlorophyll tổng có GCV và PCV thấp (<10). Giá trị GCV gần bằng PCV cho thấy sự đóng góp cao của kiểu gen cho sự biểu hiện kiểu hình của đường tổng và proline.

Đường tổng, proline có h<sup>2</sup> lần lượt là 96,1 và 99,8%, kết quả cho thấy giá trị h<sup>2</sup> rất cao (>80%). Theo Singh (2001) [20], điều này cho thấy sự đóng góp cao của kiểu gen cho sự biểu hiện kiểu hình, đóng góp của môi trường đối với sự biểu hiện của các tính trạng này không đáng kể. Burton (1952) [41] cho rằng, GCV cao cùng với h<sup>2</sup> cao sẽ cho hiệu quả chọn lọc cao, điều này cho thấy đường tổng và proline

có hiệu quả chọn lọc cao, có thể được khai thác trong chương trình chọn tạo giống lúa chịu hạn.

**Bảng 6. Phương sai kiểu gen ( $\sigma^2_g$ ), phương sai kiểu hình ( $\sigma^2_p$ ), phương sai môi trường ( $\sigma^2_e$ ), hệ số biến thiên kiểu gen (GCV), hệ số biến thiên kiểu hình (PCV), hệ số di truyền ( $h^2$ ) của các đặc tính sinh hóa.**

Đặc tính sinh hóa	$\sigma^2_g$	$\sigma^2_p$	$\sigma^2_e$	GCV (%)	PCV (%)	$h^2$
Chlorophyll a	0,46	0,62	0,16	7,7	9,0	0,737
Chlorophyll b	0,63	0,89	0,26	7,9	9,4	0,708
Chlorophyll tổng	1,42	2,03	0,61	6,5	7,8	0,702
Đường tổng	947,5	986	38,5	22	22,5	0,961
Proline	8,71	8,72	0,01	99,3	99,4	0,998

**Kết luận**

Đề thích ứng trong điều kiện hạn, 4 giống/dòng lúa có sự tích lũy cao hàm lượng chlorophyll, đường tổng và proline trong lá. Hàm lượng chlorophyll a tăng từ 1,1-1,6 lần, chlorophyll b tăng từ 1,2-1,5 lần, chlorophyll tổng tăng từ 1,3-1,4 lần, hàm lượng đường tổng tăng từ 1,2-3 lần, hàm lượng proline tăng từ 2,2-9,5 lần. So với IR64, hai dòng CTUS4 và LH01 có sự tích lũy hàm lượng đường tổng, proline thấp nhất.

Đường tổng và proline có giá trị GCV và h<sup>2</sup> cao, cho thấy sự đóng góp cao của kiểu gen cho sự biểu hiện của tính trạng nên có hiệu quả chọn lọc cao cho khả năng chịu hạn.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Lê Huy Bá, Lương Văn Liệt và Nguyễn Xuân Hoàn (2017), *Khó hạn, xâm nhập mặn ở Đồng bằng sông Cửu Long: Cơ sở lý luận và thực tiễn*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh, 523 trang.

[2] T.T. Chang, B. Somrith (1979), “Genetic studies on the grain quality of rice”, *Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality*, International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, pp.49-58.

[3] A. Kamoshita, R. Rodriguez, A. Yamauchi, L.J. Wade (2004). “Genotypic variation in response of rainfed lowland rice to prolonged drought and rewatering”, *Plant Production Science*, 7, pp.406-420.

[4] Y. Uga, K. Sugimoto, S. Ogawa, J. Rane, M. Ishitani, N. Hara, H. Inoue (2013), “Control of root system architecture by DEEPER ROOTING 1 increases rice yield under drought conditions”, *Nature Genetics*, 45(9), pp.1097-1102.

[5] A. Kumar, S. Dixit, T. Ram, R.B. Yadaw, K.K. Mishra, N.P. Mandal (2014), “Breeding high-yielding drought-tolerant rice: genetic variations and conventional and molecular approaches”, *Journal of Experimental Botany*, 65(21), pp.6265-6278.

[6] B. Courtois, G. McLaren, P.K. Sinha, K. Prasad, R. Yadav, L. Shen (2000), “Mapping QTLs associated with drought avoidance in upland rice”, *Molecular Breeding*, 6, pp.55-66.

[7] C.M. Maisura, I. Lubis, A. Junaedinand, H. Ehara (2014), “Some physiological character responses of rice under drought conditions in a paddy

- system", *J. Int. Soc. Southeast Asian Agric. Sci.*, **20(1)**, pp.104-114.
- [8] J.B. Passioura (2007), "The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives", *Journal of Experimental Botany*, **58(2)**, pp.113-117.
- [9] Đỗ Tuấn Đạt (2013), *Phá quang kỳ trên giống lúa Nàng niu bằng phương pháp sốc nhiệt*, Luận văn tốt nghiệp đại học ngành công nghệ giống cây trồng, Trường Đại học Cần Thơ.
- [10] Quan Thị Ái Liên (2013), *Tạo giống lúa đột biến ngăn ngừa chịu mặn có năng suất và phẩm chất tốt*, Luận án tiến sĩ nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.
- [11] Y. Uga (2012), *Quantitative measurement of root growth angle by using the basket method. Methodologies for root drought studies in rice*, International Rice Research Institute, pp.22-26.
- [12] J. Gross (1991), *Pigment in vegetables*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- [13] G.B. Cagampang and F.M. Rodriguez (1980), *Methods of analysis for screening crops of appropriate qualities* (No. 2), Analytical Services Laboratory, Institute of Plant Breeding, University of the Philippines at Los Banos.
- [14] L.S. Bates, R.P. Waldren and I.D. Teare (1973), "Rapid determination of free prolin for water-stress studies", *Plant and Soil*, **39(1)**, pp.205-207.
- [15] IRRI (1996), *International Network for Genetic E-valuation of Rice: standard evaluation system for rice*, Los Banos: IRRI.
- [16] D.C. Howell (2012), *Statistical methods for psychology*, Cengage Learning.
- [17] G.W. Burton, E.H. Devane (1953), "Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material", *Agronomy Journal*, **45(10)**, pp.478-481.
- [18] S.N. Deshmukh, M.S. Basu and P.S. Reddy (1986), "Genetic variability, character association and path analysis of quantitative traits in Virginia bunch varieties of ground nut", *Indian Journal of Agriculture Science*, **56**, pp.816-821.
- [19] H.W. Johnson, H.F. Robison and R.E. Comstock (1995), "Estimates of genetic and environmental variability in soybean", *Agron. J.*, **47**, p.314.
- [20] B. Singh (2001), *Plant Breeding: Principles and Methods, 6th ed.*, Kalyani Publishers, New Delhi, India.
- [21] Trần Nguyên Thập (2001), *Nghiên cứu xác định một số đặc trưng của các giống lúa chịu hạn và chọn tạo giống lúa chịu hạn CH5*, Luận án tiến sĩ nông nghiệp ngành chọn và nhân giống, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp, Hà Nội.
- [22] M. Dingkuhn, R.T. Cruz, J.C. O'Toole, N.C. Turner, K. Doerffling (1991), "Responses of seven diverse rice cultivars to water deficits. III. Accumulation of abscisic acid and proline in relation to leaf water-potential and osmotic adjustment", *Field Crops Research*, **27(1-2)**, pp.103-117.
- [23] A. Kadioglu, R. Terzi (2007), "A dehydration avoidance mechanism: Leaf rolling", *Botanical Review*, **73(4)**, pp.290-302.
- [24] B. Singh, A. Bohra, S. Mishra, R. Joshi, S. Pandey (2015), "Embracing new-generation 'omics' tools to improve drought tolerance in cereal and food- legume crops", *Biol. Plant*, **59**, pp.413-428.
- [25] R. Lafitte, A. Blum, G. Atlin (2003), "Using secondary traits to help identify drought-tolerant genotypes", *Breeding rice for drought-prone environments*, IRRI, pp.37-48.
- [26] R.C. Nageswara Rao, H.S Talwar, G.C. Wright (2001), "Rapid assessment of specific leaf area and leaf nitrogen in peanut (*Arachis hypogaea* L.) using chlorophyll meter", *Journal of Agronomy and Crop Science*, **189**, pp.175-182.
- [27] L. Yanqiong, L. Xingliang, Z. Shaowei, C. Hong, Y. Yongjie, M. Changlong, L. Jun (2007), "Drought-resistant physiological characteristics of four shrub species in arid valley of Minjiang River", *China Acta Ecologica Sinica*, **27(3)**, pp.870-877.
- [28] G.C. Percival, K. Noviss (2008), "Triazole induced drought tolerance in horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*)", *Tree Physiol.*, **28(11)**, pp.1685-92.
- [29] Y. Kovtun, W.L Chiu, G. Tena, J. Sheen (2000), "Functional analysis of oxidative stress-activated mitogen-activated protein kinase cascade in plants", *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)*, **97**, pp.2940-2945.
- [30] B. Nohong (2015), "Effect of water stress on growth, yield, proline and soluble sugars contents of Signal grass and Napier grass species", *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, **9**, pp.14-21.
- [31] D.E.W. Van, R. Valluru (2009), "Sucrose, sucrosyl oligosaccharides, and oxidative stress: scavenging and salvaging?", *J. Exp. Bot.*, **60**, pp.9-18.
- [32] G.V. Subbarao, O. Ito, R. Serraj, J.J. Crouch, S. Tobita, K. Okada, C.T. Hash, R. Ortiz, W.L. Berry (2005), *Physiological perspectives on improving crop adaptation to drought-justification for a systematic component-based approach*, Handbook of Photosynthesis, New York.
- [33] A.R. Abbasi, R. Sarvestani, B. Mohammadi, A. Bagheri (2014), "Drought Stress Induced Changes at Physiological and Biochemical Levels in Some Common Vetch (*Vicia sativa* L.) Genospecies", *Journal of Agricultural Science and Technology*, **16**, pp.505-516.
- [34] M.S. Lum, M.M. Hanafi, Y.M. Rafii, A.S.N. Akmar (2014), "Effect of drought stress on growth, proline and antioxidant enzyme activities of upland rice", *J. Anim Plant Sci.*, **24(5)**, pp.1487-1493.
- [35] C.A. Jaleel, R. Gopi, B. Sankar, P. Manivannan, A. Kishorekumar, R. Sridharan, R. Panneerselvam (2007), "Studies on germination, seedling vigour, lipid peroxidation and proline metabolism", *South Afr. J. Bot.*, **73**, pp.190-195.
- [36] A.C.G. Vendruscolo, I. Schuster, M. Pileggi, S. Scapim, H.B.C. Molinari, C.J. Marur, L.G.C. Vieira (2007), "Stress-induced synthesis of praline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat", *J. Plant Physiol.*, **164(10)**, pp.1367-1376.
- [37] M. Ashraf, M. Foolad (2007), "Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance", *Environmental and Experimental Botany*, **59(2)**, pp.206-216.
- [38] V. Kumar, V. Shriram, M.A. Hossain, P.K. Kishor (2015), "Engineering proline metabolism for enhanced plant salt stress tolerance", *Managing salt tolerance in plants: molecular and genomic perspectives*.
- [39] J. Su, R. Wu (2004), "Stress-inducible synthesis of proline in transgenic rice confers faster growth under stress conditions than that with constitutive synthesis", *Plant Sci.*, **166**, pp.941-948.
- [40] Nguyễn Văn Mã (2015), *Sinh lý chống chịu điều kiện môi trường bất lợi của thực vật*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [41] G.W. Burton (1952), "Quantitative inheritance in grasses", *Grassland Congr.*, **1**, pp.277-283.