

## **ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU HẠN CỦA CÀ CHUA THÔNG QUA MỘT SỐ CHỈ TIÊU SINH LÝ VÀ HÀM LƯỢNG PROLIN**

Nguyễn Văn Đình\*, La Việt Hồng

*Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2*

*Email\* : nguyenvandinh@hpu2.edu.vn*

Ngày gửi bài: 07.08.2014

Ngày chấp nhận: 10.3.2015

### TÓM TẮT

Hạn là yếu tố môi trường ảnh hưởng thường xuyên đến sinh trưởng và phát triển của cây cà chua. Chúng tôi tiến hành đánh giá khả năng chịu hạn của hai giống cà chua VL3000 và PT18 thông qua một số chỉ tiêu sinh lý và hàm lượng prolin ở giai đoạn ra hoa và quả non. Kết quả cho thấy, hàm lượng nước tương đối của hai giống PT18 và VL3000 đều giảm xuống, đạt lần lượt là 72,18% và 69,58% ở giai đoạn ra hoa và 75,67% và 73,35% ở giai đoạn quả non. Hàm lượng diệp lục của 2 giống cà chua PT18 và VL3000 giảm xuống, đạt lần lượt là 88,92% và 82,44% ở giai đoạn ra hoa và 86,04% và 79,68% ở giai đoạn quả non. Hiệu suất huỳnh quang của PT18 và VL3000 cũng giảm xuống, đạt lần lượt là 92,04% và 91,59% ở giai đoạn ra hoa và 90,74% và 88,31% ở giai đoạn quả non. Ngược lại, hạn làm tăng hàm lượng prolin của hai giống cà chua VL3000 và PT18 ở cả hai giai đoạn, đạt 145,56% và 150,93% ở giai đoạn ra hoa và 132,05% và 156,16% ở giai đoạn quả non. Giống cà chua PT18 có khả năng chịu hạn tốt hơn so với giống VL3000 ở cả giai đoạn ra hoa và giai đoạn quả non.

Từ khóa: Cà chua, chống chịu, diệp lục, hạn hán, prolin.

### **Evaluation of Drought Tolerance of Tomato Through Physiological Parameters and Proline Content**

#### ABSTRACT

Drought is an environmental factor that adversely affects growth and development of tomato. These experiments were designed to estimate drought tolerance of two tomato varieties (PT18 and VL3000) through physiological parameters and proline content at flowering and young fruit stages. The results showed that leaf relative water content (LRWC) and chlorophyll content of PT18 and VL3000 decreased and had lower level at both flowering stage and young fruit stage in comparison with the control. Proline content, in contrast, increased significantly at flowering and young fruit stage when exposed to water deficit. PT18 appeared to be better drought tolerant than VL3000.

Keywords: Chlorophyll, drought, *Lycopersium esculentum*, proline, tolerance.

#### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây cà chua (*Lycopersium esculentum* (L.) Miller) là loại rau ăn quả có giá trị kinh tế cao vì đây là nguồn thực phẩm chứa nhiều vitamin (A, B, C và K). Đặc biệt, trong quả cà chua còn chứa lycopene, có tính chống oxy hoá cao, có lợi cho sức khỏe con người như làm giảm nguy cơ phát triển tế bào ung thư, bệnh tim mạch và sự

lão hoá. Ở nước ta, cây cà chua được trồng ở nhiều vùng sinh thái khác nhau nhưng năng suất chưa cao do điều kiện môi trường sống chưa thuận lợi, đặc biệt là hạn hán, yếu tố vô sinh ảnh hưởng lớn đến năng suất và phẩm chất của cà chua.

Hạn thường tác động đến sự sinh trưởng, năng suất, tính toàn vẹn của màng tế bào, hàm

lượng sắc tố, áp suất thẩm thấu nội bào và hoạt động quang hợp (Benjamin and Nielsen, 2006; Praba et al., 2009). Sự nhạy cảm của thực vật với hạn hán tùy thuộc vào từng mức độ stress, yếu tố gây hạn, từng loài thực vật và giai đoạn phát triển của chúng (Demirevska et al., 2009). Sự thích nghi của thực vật với điều kiện thiếu nước là kết quả của các sự kiện khác nhau, dẫn đến thay đổi thích nghi về hình thái, sinh trưởng, các quá trình sinh lý-hóa sinh. Hạn hán thường làm giảm hàm lượng diệp lục a, diệp lục b và hàm lượng diệp lục tổng số ở các loài hướng ánh sáng (Manivannan et al., 2007). Hàm lượng sắc tố thấp làm hạn chế khả năng quang hợp của thực vật, do đó làm giảm sản lượng sơ cấp của quá trình quang hợp. Hạn còn ảnh hưởng đến hàm lượng nước tương đối trong lá (LRWC), LRWC liên quan đến quá trình hấp thụ nước của bộ rễ cũng như sự mất nước ở lá qua thoát hơi nước. Sự suy giảm của LRWC khi gặp điều kiện hạn đã được quan sát thấy ở nhiều loài thực vật, phụ thuộc vào sự khắc nghiệt, thời gian bị hạn và bản chất loài (Yang and Miao, 2010). Dưới điều kiện thiếu nước, việc duy trì sức trương lá có thể được hỗ trợ bởi quá trình điều chỉnh áp suất thẩm thấu nội bào bằng cách tích lũy prolin, sucrose, hydrocacbon tan, glycine betaine và các chất tan khác trong tế bào chất giúp thực vật hấp thụ nước. Sự tích lũy prolin khi thực vật gặp điều kiện stress tương quan với khả năng chống chịu và nồng độ của nó thường tăng lên ở những thực vật có khả năng chịu hạn so với những thực vật nhạy cảm (Ramanjulu and Bartels, 2002; Serpil et al., 2004; Xiong et al., 2002; Lê Trần Bình và Lê Thị Muội, 1998). Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm xác định phản ứng của cà chua thông qua chỉ số diệp lục, hàm lượng nước tương đối trong lá và hàm lượng prolin trong điều kiện thiếu nước.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 2.1. Vật liệu

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng giống cà chua PT18 do Viện Rau quả Trung ương cung cấp và giống VL3000 (giống F1) do công ty Giống rau Bình Minh phân phối.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### \* Bố trí thí nghiệm

Hạt cà chua được gieo trong các chậu kích thước 20 x 30 x 40 (cm), đảm bảo chế độ chăm sóc đồng đều giữa các chậu. Thí nghiệm được thiết kế theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên, với 3 lần nhắc lại. Thí nghiệm được tiến hành ở giai đoạn ra hoa và quả non, mỗi thí nghiệm gồm 2 công thức: Đối chứng (ĐC): không gây hạn (tưới nước hàng ngày) và Thí nghiệm (TN): gây hạn (không tưới nước). Các chỉ tiêu (hàm lượng nước tương đối, diệp lục tổng số, hiệu suất huỳnh quang diệp lục và prolin) được xác định sau khi xử lý hạn một ngày đến khi số cây trong công thức TN héo hoàn toàn.

#### \* Xác định các chỉ tiêu nghiên cứu

Xác định hàm lượng nước tương đối trong lá (Leaf Relative Water Content - LRWC) (Nguyễn Văn Mã và cs., 2013).

Cắt các mảnh lá có kích thước 1cm<sup>2</sup>, cân nhanh các mảnh lá đó để xác định khối lượng tươi (FW), đặt các mảnh lá vào nước khử ion trong ống fancel (loại 15ml), đặt ống đựng mẫu vào tủ lạnh 4°C trong 4 giờ sau đó thấm khô nước bám bề mặt, cân khối lượng các mảnh lá để xác định khối lượng trương nước (TFW). Sấy các mảnh lá ở 70°C trong 48 giờ, sau đó cân lại để xác định khối lượng khô (DW). LRWC được xác định theo công thức:

$$LRWC (\%) = (FW - DW) \times 100 / (TFW - DW)$$

Xác định hàm lượng diệp lục tổng số (Nguyễn Văn Mã và cs., 2013) bằng máy Chlorophyll meter SPAD-502 (Konica Minolta, Nhật Bản). Đơn vị quy ước của máy SPAD (thể hiện hàm lượng diệp lục tương đối trong lá).

Xác định hiệu suất huỳnh quang diệp lục (Fvm) (Nguyễn Văn Mã và cs., 2013) bằng máy Chlorophyll fluorometer OS-30 (ADC, Anh).

Xác định hàm lượng prolin bằng phương pháp so màu (Bates et al., 1973, theo mô tả của Nguyễn Văn Mã và cs., 2013).

Cân 0,5g lá, nghiền kỹ trong 10ml axit sulfosalicylic 3% (w/v), ly tâm 7.000 vòng/20 phút, thu dịch phía trên thực hiện phản ứng

màu: lấy 2ml dịch trong cho vào ống nghiệm, bổ sung 2ml axit axetic và 2ml axit nynhidrin (1,25g ninhydrin + 30ml axit axetic + 20ml axit photphoric 6M, bảo quản dung dịch ở 4°C), ủ phản ứng ở 100°C trong 1 giờ, sau làm lạnh trong đá 5 phút. Bổ sung 4ml toluen vào hỗn hợp phản ứng, lắc đều, lấy phần dịch màu phía trên đo OD<sub>520nm</sub>. Hàm lượng prolin được tính từ phương trình đường chuẩn  $Y = 0,017.X + 0,095$  ( $R^2 = 1,0$ ), trong đó X là nồng độ prolin (µg/ml), Y là OD<sub>520nm</sub>.

*\* Phân tích số liệu*

Số liệu được phân tích theo các tham số thống kê, giá trị thể hiện là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn. Sự sai khác giữa ĐC và TN được kiểm định bằng t-test ( $\alpha = 0,05$ ). Kí hiệu (\*) trong bảng số liệu thể hiện sự sai khác giữa TN và ĐC có ý nghĩa thống kê với  $\alpha = 0,05$ . Phân tích thống kê được thực hiện trên chương trình Excel 2007 (Nguyễn Văn Mã và cs., 2013).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Hàm lượng nước tương đối trong lá cà chua khi xử lý hạn

Khi tiến hành xử lý hạn ở giai đoạn ra hoa và quả non, hàm lượng nước tương đối của TN đều thấp hơn so với ĐC, mức giảm khác nhau giữa hai giống được thể hiện ở bảng 1 và hình 1.

Ở giai đoạn ra hoa, LRWC của VL3000 giảm mạnh nhất sau 3 và 4 ngày gây hạn, đạt tương ứng 76,11% và 69,58%, trong khi đó ở giống PT18 cho thấy LRWC giảm khá đồng đều qua các ngày bị xử lý hạn, sau 4 ngày gây hạn là 72,18%. Ở giai đoạn quả non, LRWC của giống VL3000 và PT18 đều giảm mạnh nhất sau 3 ngày xử lý hạn, tương ứng là 73,35% và 75,67%. Kết quả này cho thấy, khi nguồn cấp nước cho cây không còn, lượng nước trong cây bị suy giảm mạnh, lượng nước được giữ lại phụ thuộc vào từng loài và sự mất nước sẽ gây ảnh hưởng lớn tới các quá trình sinh lý, sinh hóa trong cây, đặc biệt là khi sự thiếu nước trở nên trầm trọng. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của tác giả Nayyar và Gupta (2006), Siddique và cộng sự (2001). LRWC cao giúp cây sử dụng nước có hiệu quả cho các phản ứng sinh lý, sinh hóa diễn ra trong tế bào, có lợi thế hơn khi nguồn nước cung cấp bị thiếu hụt.

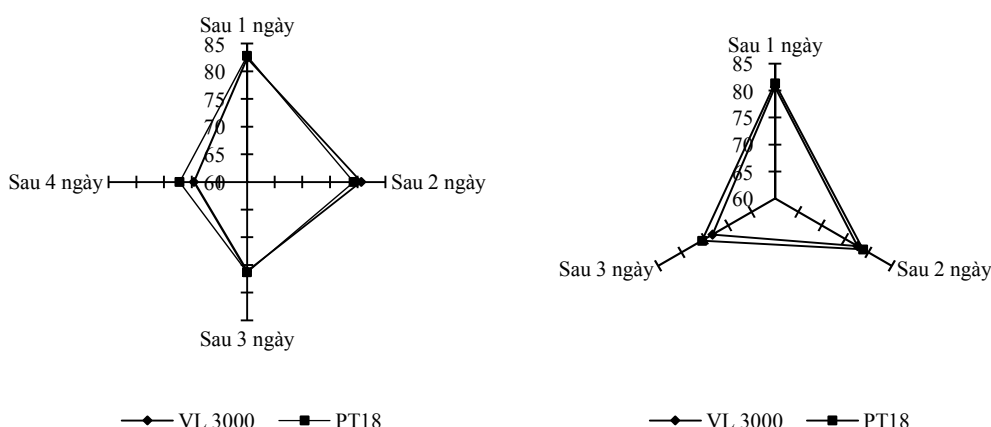
#### 3.2. Hàm lượng diệp lục tổng số trong lá cà chua khi xử lý hạn

Diệp lục là sắc tố quan trọng thực hiện quá trình quang hợp của thực vật, hàm lượng diệp lục bị ảnh hưởng rõ rệt khi cây trồng trên đất thiếu nước (Farooq et al., 2009). Xử lý hạn cho 2 giống cà chua VL3000 và PT18 ở giai đoạn ra hoa và giai đoạn quả non. Chúng tôi xác định được sự thay đổi hàm lượng diệp lục tổng số như trình bày trong bảng 2 và hình 2.

**Bảng 1. Hàm lượng nước tương đối trong lá cà chua khi xử lý hạn**

Xử lý hạn (ngày)	Giống VL3000		Giống PT18	
	ĐC	TN	ĐC	TN
Hàm lượng nước tương đối trong lá cà chua giai đoạn ra hoa (%)				
1	84,23 ± 0,01	82,35 ± 0,02	87,30 ± 0,01	82,74 ± 0,02
2	85,16 ± 0,02	80,61 ± 0,01	85,18 ± 0,05	79,25 ± 0,02
3	86,17 ± 0,02	76,11 ± 0,01	85,23 ± 0,02	76,30 ± 0,03
4	86,20 ± 0,09	69,58 ± 0,03	88,21 ± 0,02	72,18 ± 0,01
Hàm lượng nước tương đối trong lá cà chua giai đoạn quả non (%)				
1	83,64 ± 0,04	80,64 ± 0,01	83,49 ± 0,02	81,38 ± 0,09
2	83,69 ± 0,03	77,65 ± 0,05	84,87 ± 0,03	78,80 ± 0,04
3	84,83 ± 0,07	73,35 ± 0,03	84,92 ± 0,08	75,67 ± 0,03

Đánh giá khả năng chịu hạn của cà chua thông qua một số chỉ tiêu sinh lý và hàm lượng prolin

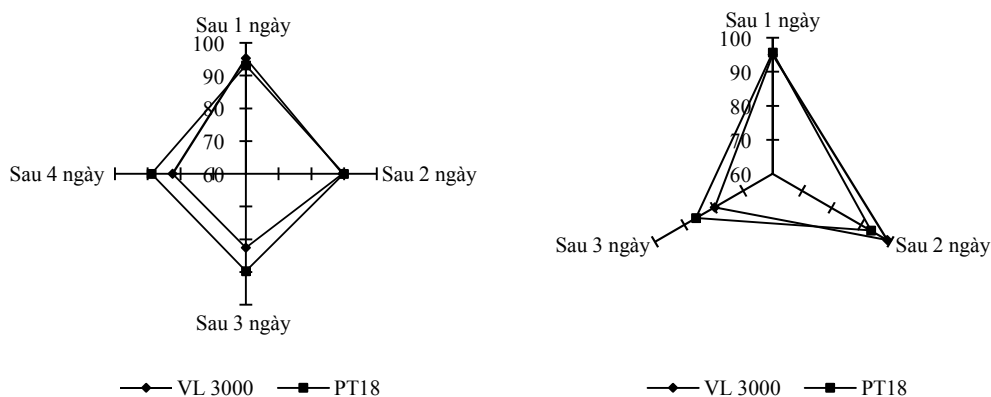


**Hình 1. Hàm lượng nước tương đối trong lá cà chua khi xử lý hạn ở giai đoạn ra hoa (trái) và giai đoạn quả non (phải)**

**Bảng 2. Hàm lượng diệp lục tổng số trong lá cà chua khi xử lý hạn**

Xử lý hạn (ngày)	Giống VL3000			Giống PT18		
	ĐC	TN	% so ĐC	ĐC	TN	% so ĐC
Hàm lượng diệp lục tổng số giai đoạn ra hoa (đơn vị: SPAD)						
1	45,53 ± 1,58	43,40 ± 1,69	95,32	47,38 ± 1,90	44,16 ± 1,52	93,20*
2	47,92 ± 3,59	42,90 ± 1,72	89,52*	50,93 ± 2,20	45,83 ± 0,90	89,98*
3	52,05 ± 6,11	43,00 ± 1,59	82,61*	50,56 ± 3,10	45,40 ± 1,02	89,79*
4	48,70 ± 4,54	40,15 ± 1,41	82,44*	50,40 ± 3,45	44,82 ± 2,09	88,92*
Hàm lượng diệp lục tổng số giai đoạn quả non (đơn vị: SPAD)						
1	48,76 ± 2,66	46,33 ± 1,09	95,01	44,00 ± 2,36	42,08 ± 1,73	95,63
2	48,20 ± 3,25	47,66 ± 2,14	98,87	43,31 ± 1,04	40,42 ± 1,69	93,32*
3	52,53 ± 1,53	41,86 ± 2,12	79,68*	48,66 ± 2,32	41,87 ± 0,67	86,04*

Ghi chú: Kí hiệu (\*) trong bảng số liệu thể hiện sự sai khác giữa TN và ĐC có ý nghĩa thống kê với  $\alpha = 0,05$ .



**Hình 2. Hàm lượng diệp lục trong lá cà chua khi xử lý hạn ở giai đoạn ra hoa (trái) và giai đoạn quả non (phải)**

Phân tích kết quả bảng 2 và hình 2 cho thấy ở giai đoạn ra hoa và giai đoạn quả non, khi cây bị thiếu nước hàm lượng diệp lục tổng số ở cả hai giống cà chua giảm mạnh. Ở giai đoạn ra hoa, sau 3 và 4 ngày gây hạn hàm lượng diệp lục tổng số của giống VL3000 giảm mạnh, lần lượt còn 82,61% và 82,44% ở công thức TN. Trong khi đó, hàm lượng diệp lục tổng số của giống PT18 mức giảm ít hơn, sau 4 ngày xử lý hạn, hàm lượng diệp lục bằng 88,92% so với ĐC. Tương tự ở giai đoạn quả non, hàm lượng diệp lục giảm mạnh sau 3 ngày gây hạn. Hai giống VL3000 và PT18 có mức diệp lục lần lượt là 79,68% và 86,04% so với ĐC. Khi thời gian xử lý hạn tăng lên làm ảnh hưởng rõ rệt đến các quá trình sinh hóa, trong đó có sinh tổng hợp diệp lục và phân hủy diệp lục, kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với nghiên cứu trước đây trên

cây bông (Massacci et al., 2008), cây hướng dương (Kiani et al., 2008).

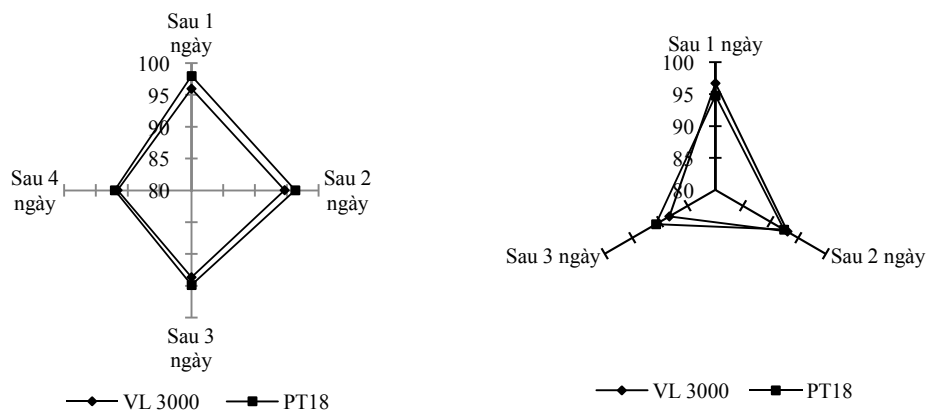
**3.3. Hiệu suất huỳnh quang diệp lục trong lá cà chua khi xử lý hạn**

Huỳnh quang diệp lục a là một chỉ tiêu tin cậy được sử dụng để nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện bất lợi từ môi trường đến thực vật như sự thiếu nước, nhiệt độ cực đoan, thiếu hụt dinh dưỡng, yếu tố gây ô nhiễm, bệnh (Araus et al., 1998). Phân tích huỳnh quang diệp lục cho phép đánh giá tình trạng của bộ máy quang hợp ở lá thực vật (Krause and Weiss, 1991), và đánh giá nhanh, chính xác khả năng chống chịu của thực vật với stress (Li et al., 2006). Kết quả đánh giá ảnh hưởng của hạn đến khả năng huỳnh quang diệp lục của lá 2 giống cà chua được thể hiện qua các thông số  $F_{vm}$  ở bảng 3 và hình 3.

**Bảng 3. Hiệu suất huỳnh quang diệp lục trong lá cà chua khi xử lý hạn**

Xử lý hạn (ngày)	Giống VL3000			Giống PT18		
	ĐC	TN	% so ĐC	ĐC	TN	% so ĐC
Hiệu suất huỳnh quang ở giai đoạn ra hoa ( $F_{vm}$ )						
1	0,791 ± 0,001	0,759 ± 0,012	95,95*	0,788 ± 0,002	0,772 ± 0,001	97,96*
2	0,784 ± 0,001	0,742 ± 0,004	94,64*	0,818 ± 0,003	0,788 ± 0,002	96,33*
3	0,756 ± 0,002	0,708 ± 0,007	93,65*	0,780 ± 0,009	0,740 ± 0,003	94,87*
4	0,821 ± 0,007	0,752 ± 0,005	91,59*	0,792 ± 0,006	0,729 ± 0,004	92,04*
Hiệu suất huỳnh quang ở giai đoạn quả non ( $F_{vm}$ )						
1	0,792 ± 0,001	0,766 ± 0,003	96,71*	0,770 ± 0,004	0,730 ± 0,003	94,80*
2	0,801 ± 0,005	0,745 ± 0,009	93,00*	0,788 ± 0,003	0,728 ± 0,001	92,38*
3	0,813 ± 0,002	0,718 ± 0,001	88,31*	0,789 ± 0,001	0,716 ± 0,010	90,74*

Ghi chú: Kí hiệu (\*) trong bảng số liệu thể hiện sự sai khác giữa TN và ĐC có ý nghĩa thống kê với  $\alpha = 0,05$ .



**Hình 3. Hiệu suất huỳnh quang diệp lục trong lá cà chua khi xử lý hạn ở giai đoạn ra hoa (trái) và giai đoạn quả non (phải)**

$F_{vm}$  là một thông số được sử dụng phổ biến để đánh giá hiệu suất quang tử cực đại của hệ thống ánh sáng II. Kết quả bảng 3 và hình 3 cho thấy, xử lý hạn ở hai giai đoạn phát triển quan trọng (ra hoa và quả non) đã làm ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu suất huỳnh quang diệp lục ở hai giống VL3000 và PT18. Giai đoạn ra hoa,  $F_{vm}$  của giống VL3000 giảm còn 95,95-91,59% so với ĐC,  $F_{vm}$  của giống PT18 giảm còn 97,96-92,04% so với ĐC. Giai đoạn quả non,  $F_{vm}$  của giống VL3000 bị giảm mạnh nhất sau 3 ngày xử lý hạn, đạt 88,31% so với ĐC,  $F_{vm}$  của giống PT18 những ngày mới xử lý hạn giảm nhiều hơn so với VL3000, tuy nhiên sau 3 ngày xử lý,  $F_{vm}$  của

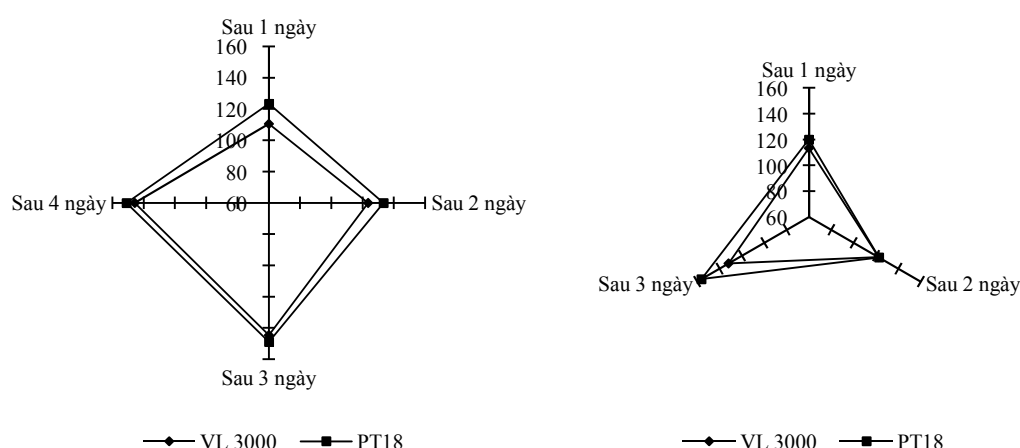
giống PT18 đạt 90,74% so với ĐC, giá trị này cao hơn  $F_{vm}$  của VL3000 ở cùng thời điểm. Kết quả này cho thấy, bộ máy thực hiện quang hợp của giống PT18 vẫn duy trì hoạt động tốt hơn so với giống VL3000 trong cùng điều kiện thiếu nước.

### 3.4. Hàm lượng prolin trong lá cà chua khi xử lý hạn

Axit amin prolin là một amino axit, một hợp chất phân tử nhỏ có vai trò bảo vệ tế bào thực vật khi bị ảnh hưởng bởi áp suất thẩm thấu từ môi trường hạn, mặn (Xiong, 2002). Xác định hàm lượng prolin trong lá cà chua khi xử lý hạn, được thể hiện ở bảng 4 và hình 4.

**Bảng 4. Hàm lượng prolin trong lá cà chua khi xử lý hạn**

Xử lý hạn (ngày)	Giống VL3000			Giống PT18		
	ĐC	TN	% so ĐC	ĐC	TN	% so ĐC
<b>Hàm lượng prolin trong lá giai đoạn ra hoa (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>						
1	4,55 $\pm$ 0,03	5,03 $\pm$ 0,01	110,54	4,74 $\pm$ 0,04	5,85 $\pm$ 0,09	123,41
2	4,26 $\pm$ 0,02	5,26 $\pm$ 0,05	123,47	4,26 $\pm$ 0,05	5,68 $\pm$ 0,01	133,33
3	4,21 $\pm$ 0,06	6,09 $\pm$ 0,02	144,65	4,20 $\pm$ 0,03	6,25 $\pm$ 0,03	148,80
4	4,28 $\pm$ 0,09	6,23 $\pm$ 0,01	145,56	4,28 $\pm$ 0,05	6,46 $\pm$ 0,02	150,93
<b>Hàm lượng prolin trong lá giai đoạn quả non (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>						
1	4,54 $\pm$ 0,08	5,14 $\pm$ 0,04	113,21	4,66 $\pm$ 0,05	5,59 $\pm$ 0,02	119,95
2	4,69 $\pm$ 0,02	5,73 $\pm$ 0,02	122,17	4,71 $\pm$ 0,07	5,77 $\pm$ 0,03	122,50
3	4,43 $\pm$ 0,05	5,85 $\pm$ 0,03	132,05	4,38 $\pm$ 0,02	6,84 $\pm$ 0,02	156,16



**Hình 4. Hàm lượng prolin trong lá cà chua khi xử lý hạn ở giai đoạn ra hoa (trái) và giai đoạn quả non (phải)**

Kết quả bảng 4 và hình 4 chỉ ra axit amin prolin của hai giống đều tăng lên ở công thức TN, ở giai đoạn ra hoa, hàm lượng prolin tăng ở công thức TN so với ĐC trong thời gian xử lý hạn và không có sự khác nhau rõ rệt về hàm lượng prolin giữa công thức TN của hai giống. Cụ thể giống VL3000, hàm lượng prolin dao động trong khoảng 110,54-145,56% so với ĐC, trong khi đó ở giống PT18 là 123,41-150,93%. Giai đoạn quả non, hàm lượng prolin tăng mạnh ở cả hai giống vào thời điểm 3 ngày sau thí nghiệm, giống VL3000 đạt 132,05%, giống PT18 đạt 156,16% so với ĐC. So sánh sự khác nhau này cho thấy giống PT18 có khả năng chịu thiếu nước tốt hơn so với giống VL3000 ở giai đoạn quả non.

#### 4. KẾT LUẬN

Khi gặp điều kiện stress môi trường, thực vật có các thay đổi về hình thái, sinh lý và sinh hóa để thích ứng với mức độ khác nhau tùy thuộc vào bản chất di truyền của từng loài và tương tác giữa thực vật với môi trường. Hàm lượng nước tương đối trong lá của thực vật là chỉ tiêu phản ánh quan trọng lượng nước được cây giữ lại để duy trì hoạt động trong điều kiện khó khăn về nước. Trong suốt quá trình thiếu nước, các quá trình sinh tổng hợp bị ngưng trệ, quá trình phân hủy diễn ra nhanh, trong đó có sự phân hủy diệp lục. Hàm lượng diệp lục thấp cùng với nhiều loại enzyme tham gia quá trình quang hợp không hoạt động tốt được phản ánh qua hiệu suất huỳnh quang diệp lục, giá trị này giảm xuống. Trong tế bào thực vật khi bị stress nước, tế bào sinh tổng hợp các hợp chất bảo vệ, trong đó quan trọng nhất là axit amin prolin. Sự tăng cường tích lũy prolin dưới điều kiện stress môi trường đã được quan sát ở nhiều loài cây trồng. Trong nghiên cứu này, dựa trên các chỉ tiêu sinh lý và hàm lượng prolin, cho thấy giống cà chua PT18 có khả năng chịu hạn tốt hơn so với giống VL3000 ở cả giai đoạn ra hoa và giai đoạn quả non.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Benjamin JG, Nielsen DC (2006). Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. *Field Crops Res.*, 97: 248-253.
- Demirevska K, Zasheva D, Dimitrov R, Simova-Stoilova L, Stamenova M, Feller U (2009). Drought stress effects on Rubisco in wheat: changes in the Rubisco large subunit. *Acta Physiol. Plant*, 31: 1129-1138.
- Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita and S.M.A. Basra (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron. Sustain. Dev.*, 29: 185-212.
- Kiani, S.P., Maury P., Sarrafi A. and Grieu P (2008). QTL analysis of chlorophyll fluorescence parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under well-watered and water-stressed conditions. *Plant Sci.*, 175: 565-573.
- Krause, G. H., Weiss. E. (1991). Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 42: 313-349.
- Lê Trần Bình, Lê Thị Muội (1998). Phân lập gen và chọn dòng chống chịu ngoại cảnh bất lợi ở cây lúa. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Li, R., Guo, P., Baum, M., Grande, S., Ceccarelli, S. (2006). Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. *Agricul. Sci. China*, 5: 751-757.
- Manivannan P, Jaleel CA, Sankar B, Kishorekumar A, Somasundaram R, Alagu Lakshmanan GM, Panneerselvam R (2007). Growth, biochemical modifications and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stress. *Colloids Surf. B: Biointerf.*, 59: 141-149.
- Massacci, A., Nabiev S.M., Pietrosanti L., Nematov S.K., Chernikova T.N., Thor K. and Leipner J. (2008). Response of the photosynthetic apparatus of cotton (*Gossypium hirsutum*) to the onset of drought stress under field conditions studied by gas-exchange analysis and chlorophyll fluorescence imaging. *Plant Physiol. Biochem.*, 46: 189-195.
- Nayyar H, Gupta D (2006). Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress: association with oxidative stress and antioxidants. *Environ. Exp. Bot.*, 58: 106-113.
- Nguyễn Văn Mã, La Việt Hằng, Ong Xuân Phong (2013). Phương pháp nghiên cứu sinh lý học thực vật. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Praba ML, Cairns JE, Babu RC, Lafitte HR (2009). Identification of physiological traits underlying cultivar differences in drought tolerance in rice and wheat. *J. Agron. Crop Sci.*, 195: 30-46.

- Ramanjulu S., Bartels D. (2002). Drought-and desiccation-induced modulation of gene expression in plant. *Plant Cell & Environment*, 25(2): 141- 151.
- Serpil U., Yukel K., Elif U. (2004). Proline and ABA levels in two sunflower genotypes subjected to water stress. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30: 34-47.
- Siddique MRB, Hamid A, Islam MS. (2001). Drought stress effects on water relations of wheat. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, 41: 35-39.
- Xiong L., Karen S.S., Zhu J.K. (2002). Cell signaling during cold, drought, and salt stress, *The Plant Cell*. pp: 165-183.
- Araus, J. L., Voltas, J.A., Nakkoul, H., Nachit, M. M. (1998). Chlorophyll fluorescence as a selection criterion for grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. *Field Crops Res.*, 55: 209-223.
- Yang F, Miao LF (2010). Adaptive responses to progressive drought stress in two poplar species originating from different altitudes. *Silva Fennica*, 44: 23-37.