

ĐẶC ĐIỂM SINH LÝ CỦA MỘT SỐ GIỐNG LẠC (*Arachis hypogaea* L.) CHỊU HẠN Ở GIAI ĐOẠN CÂY CON

Phạm Văn Cường^{1,2*}, Đinh Mai Thùy Linh¹, Hà Thị Quỳnh¹, Trần Anh Tuấn²

¹*Trung tâm nghiên cứu Cây trồng Việt Nam - Nhật Bản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

²*Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

Email*: pvcuong@vnua.edu.vn

Ngày gửi bài: 03.01.2018

Ngày chấp nhận: 18.04.2018

TÓM TẮT

Bảy dòng/giống lạc (DM1, DM2, DM3, DM4, HL11, HL22 và LDDL) do Viện Di truyền Nông nghiệp lai tạo và nhập nội được đánh giá về khả năng sinh trưởng và các chỉ tiêu sinh lý khi bị hạn ở giai đoạn cây con. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn trong nhà lưới với các cây trồng trong chậu. Hạn nhân tạo được xử lý bằng cách dùng tưới nước khi cây được 15 ngày tuổi và dùng gây hạn khi áp suất thẩm thấu của đất đạt -80 KPa. Trong khi đó độ ẩm của đất được duy trì ở 70% độ ẩm bão hòa cho công thức đối chứng và ở giai đoạn không gây hạn. Kết quả cho thấy, hạn đã ức chế sinh trưởng và quang hợp, thoát nước và làm giảm mạnh khối lượng khô của lạc ở giai đoạn cây con. Sự suy giảm các chỉ số này cũng khác nhau ở các giống khác nhau. Các chỉ số có quan hệ chặt với khối lượng khô của lạc khi bị hạn ở giai đoạn cây con bao gồm: chỉ số độ nhạy cảm hạn (DSI); hiệu suất chịu hạn (DTE) và hệ số chịu hạn (DTI) với hệ số tương quan ở giai đoạn bị hạn và giai đoạn hồi phục tương ứng là $r = -0,55^*$ và $r = -0,602^{**}$; $r = 0,55^*$ và $r = 0,83^{**}$; $r = 0,53^*$ và $r = 0,98^{**}$ (dấu * và ** tương ứng với $p = 0,05$ và $p = 0,01$); Trong khi đó, chỉ số bền vững của chlorophyll (CSI) có hệ số tương quan thấp với khối lượng khô và không phản ánh khả năng chịu hạn của 7 giống lạc nghiên cứu. Trong các dòng giống nghiên cứu, giống HL22 và dòng DM4 có khả năng chịu hạn tốt nhất.

Từ khóa: Cây lạc, chịu hạn, chỉ số chịu hạn, quang hợp.

Physiological Characters of Some Peanut Varieties (*Arachis hypogaea* L.) with Drought Tolerance at Seedling Stage

ABSTRACT

Seven genotypes of groundnut (DM1, DM2, DM3, DM4, HL11, HL22 and LDDL) provided by the Agricultural Genetics Institute were evaluated for growth and physiological characteristics under drought conditions at seedling stage. A pot-experiment in nethouse was arranged according to a completely randomized design. Drought stress was imposed on three true leaf seedlings (15 days after sowing) by withholding irrigation until the soil osmotic pressure reached -80 KPa. Meanwhile, regular irrigation schedules were performed for maintaining the soil moisture at 70% saturation in the control and in non-drought periods. Drought stress inhibited growth and photosynthesis and significantly reduced dry matter of groundnut at seedling stage and the inhibition varied with genotype. Three indexes showing close correlations with dry weight included drought susceptibility index (DSI); drought tolerance efficiency (DTE) and drought tolerant index (DTI) with correlation coefficients of $r = -0.55$ and -0.602 , $r = 0.55$ and 0.83 , and $r = 0.53$ and 0.98 at drought and recovery periods, respectively. The chlorophyll stability index (CSI) showed no correlation with dry weight and did not reflect drought tolerance. The results also showed that the genotypes HL22 and DM4 possessed higher drought tolerance comparing to the others.

Keywords: *Arachis hypogaea*, drought tolerance, drought tolerant indexes, groundnut, photosynthesis.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây lạc (*Arachis hypogaea* L.) là một cây họ đậu, được trồng chủ yếu nhờ nước trời. Ở Việt Nam, do thời tiết mưa thất thường và hạn hán thường xuyên trong suốt thời kỳ sinh trưởng của lạc dẫn đến sản lượng thường thấp và không ổn định. Các nghiên cứu về hạn trên cây trồng cho thấy, sự suy giảm năng suất khi bị hạn phụ thuộc vào mức độ thiếu nước, giai đoạn phát triển và kiểu gen (Prasad *et al.*, 2008). Ở cây lạc, hạn hán trong các giai đoạn sinh trưởng sinh thực như giai đoạn ra hoa và giai đoạn hình thành quả làm suy giảm nghiêm trọng năng suất hạt. Ngoài ra, hạn hán ở giai đoạn đầu của chu kỳ sinh sống làm cây lạc sinh trưởng kém và có thể không cho thu hoạch. Theo Chakraborty *et al.* (2015), khả năng chịu hạn được đánh giá bằng mức độ suy giảm năng suất và phụ thuộc vào kiểu gen chống chịu liên quan chặt chẽ đến những thay đổi sinh lý như cường độ quang hợp, cường độ thoát hơi nước, độ thiếu hụt nước bão hòa... của cây trong thời gian bị hạn. Các chỉ tiêu sinh lý có thể sử dụng như các chỉ thị để chọn lọc nhanh các giống chịu hạn của một số cây trồng khác như đậu tương, cà chua và cao lương (Trần Anh Tuấn và cs., 2007; Phạm Văn Cường và cs., 2015; Trần Anh Tuấn và Trần Thị Minh Hằng, 2016). Trong nghiên cứu này, chúng tôi đánh giá tác động của hạn hán ở giai đoạn cây con đến các chỉ tiêu sinh lý, mối tương quan giữa các chỉ số chịu hạn với khối lượng khô của một số giống lạc Việt Nam. Kết quả của nghiên cứu có thể sử dụng để đánh giá khả năng chống chịu hạn của lạc ở giai đoạn phát triển sớm nhằm phục vụ cho việc chọn lọc các giống chịu hạn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Nghiên cứu được thực hiện với 7 dòng/giống lạc bao gồm DM1, DM2, DM3 và DM4 là các dòng ở thế hệ BC3F4 do Viện Di truyền Nông nghiệp lai tạo và HL11, HL22, LDD do Viện Di truyền Nông nghiệp nhập nội. Hạt giống của các dòng lạc thí nghiệm được ngâm nước 35°C trong 3 tiếng. Sau đó gieo 5 hạt mỗi chậu (φ 35 cm,

đục lỗ ở dưới đáy và thành bên) có chứa 2 kg hỗn hợp xơ dừa + đất phù sa (tỷ lệ 1 : 2). Lượng phân bón cho mỗi chậu (gam) là 0,23 N + 0,52 P₂O₅ + 0,51 K₂O. Bón lót toàn bộ lân + 1/2 đạm + 1/2 kali; bón thúc 2 lần khi lạc có 2 - 3 lá kép và lần 3 khi lạc bắt đầu ra hoa với lượng bón mỗi lần bón 1/4 đạm + 1/4 kali.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được tiến hành trong nhà lưới của Trung tâm nghiên cứu cây trồng Việt - Nhật, Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Thời gian gieo ngày 25/1/2016. Thí nghiệm gồm 2 nhân tố được bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn (CRD) với 14 công thức được tổ hợp từ 7 giống lạc và nhân tố hạn (đối chứng không hạn và gây hạn nhân tạo). Mỗi công thức được trồng trong 1 chậu với 10 lần nhắc lại. Các chậu được để trong nhà lưới có mái che nilon trắng, nhiệt độ, độ ẩm phụ thuộc môi trường.

2.3. Xử lý stress hạn nhân tạo

Tưới nước đầy đủ đảm bảo độ ẩm đất trong chậu khoảng 70% độ ẩm tối đa cho đến khi cây có 3 lá thật (15 ngày sau gieo). Sau đó dừng tưới nước ở công thức hạn cho đến khi dụng cụ đo áp suất thẩm thấu (tensiometer DIK-3162) cắm trong chậu, sâu khoảng 20 cm) cho đến khi độ ẩm đất đạt giá trị -80 KPa thì tưới nước trở lại. Trong khi đó, duy trì tưới nước bình thường cho công thức đối chứng.

2.4. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp xác định

Tại hai thời điểm, khi cây bị hạn ở mức hạn đất với áp suất thẩm thấu của đất là -80 Kpa và khi cây phục hồi 2 tuần sau khi tưới nước trở lại, mỗi công thức lấy 5 cây để đo các chỉ tiêu sinh lý. Cường độ quang hợp và cường độ thoát hơi nước được đo ở lá thật thứ 3 từ trên xuống, mỗi lần đo vào 12 h hàng ngày bao gồm; Chỉ số sắc tố lá được đo bằng máy SPAD-502 (Nhật Bản), đo ở lá thật thứ 3 từ trên xuống. Cường độ quang hợp (A), cường độ thoát hơi nước (Tr), nồng độ CO₂ trong gian bào (Ci) và độ dẫn khí khổng (g_s) được xác định bằng máy Licor 6400 USA, trong điều kiện nhiệt độ 30°C, cường độ

ánh sáng là 1.500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, nồng độ CO_2 400 ppm. Những cây đo quang hợp được lấy mẫu lá để đo diện tích bằng máy LI - 3100. Khối lượng chất khô (KLK) được cân sau khi sấy mẫu ở 80°C trong 48 h. Các chỉ số chịu hạn như chỉ số bền vững của chlorophyll (CSI) được xác định theo Shinde & Laware (2014); chỉ số nhạy cảm hạn (DSI) được xác định theo Bruckner & Froberg (1987); hiệu suất chịu hạn (DTE %) và chỉ số chịu hạn (DTI) được xác định theo Fernández (1992).

$$CSI = \frac{SPAD_{stress}}{SPAD_{control}} \times 100$$

$$DSI = \frac{1 - (Y_{stress}/Y_{control})}{1 - (\bar{Y}_{stress}/\bar{Y}_{control})}$$

$$DTE\% = \frac{Y_{stress}}{Y_{control}} \times 100$$

$$DTI = \frac{Y_{stress} + Y_{control}}{\bar{Y}_{control}^2} \times 100$$

Trong các công thức trên, $SPAD_{stress}$ và $SPAD_{control}$ là chỉ số SPAD của cây bị hạn và cây đối chứng; Y_{stress} và $Y_{control}$ là khối lượng khô của cây bị hạn và cây đối chứng; \bar{Y}_{stress} và $\bar{Y}_{control}$ là khối lượng khô trung bình của các giống khi bị hạn và khi được tưới nước đầy đủ (đối chứng).

2.5. Xử lý số liệu

Sử dụng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) và sử dụng phần mềm Microsoft excel 2013, SPSS 16.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sinh trưởng và tích lũy của cây lạc khi bị hạn ở giai đoạn cây con

Kết quả bảng 1 cho thấy, các chỉ tiêu về sinh trưởng như chiều cao, diện tích lá và chất khô tích lũy của tất cả các dòng/giống lạc thí nghiệm đều bị giảm khi bị hạn. Giống LDDL và dòng DM1 có chiều cao giảm mạnh nhất khi bị hạn (giảm 25,7% so với đối chứng), trong khi đó giống HL11 và HL22 có chiều cao giảm ít nhất (tương ứng giảm 17,1 - 18,9% so với đối chứng). Sự suy giảm này xảy ra do ở điều kiện thiếu nước, sức trương của tế bào giảm nên kìm hãm sự kéo dài thân lóng. Sau 14 ngày được tưới nước trở lại, giống HL22 có sự phục hồi tốt nhất,

chiều cao cây chỉ giảm khoảng 4% so với đối chứng không bị hạn. Trong khi đó, giống LDDL có sự phục hồi sinh trưởng chậm, chiều cao cây vẫn giảm gần 19% so với đối chứng.

Sự ra lá bị ức chế ở tất cả các giống khi bị hạn (số lá/cây chỉ đạt từ 79,2 - 92,5% ở cả 7 giống nghiên cứu). Sau 14 ngày được tưới nước trở lại, mức độ suy giảm số lá khá rõ ở cả 7 dòng/giống. Trong các dòng lạc thí nghiệm, dòng DM3 có số lá giảm mạnh nhất, chỉ đạt 78,8% so với đối chứng. Trong khi đó, giống LDDL có sự phục hồi phát sinh lá tốt nhất, đạt 92,3% so với đối chứng. Mặc dù vậy, diện tích lá có sự giảm mạnh ngay cả khi bị hạn và sau khi tưới nước phục hồi. Khi cây bị hạn, diện tích lá ở 7 dòng/giống lạc thí nghiệm chỉ đạt từ 35,4 - 54,2% so với đối chứng. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây trên cây lạc. Sự thiếu nước làm giảm số lượng lá trên cây và kích thước mỗi lá. Tuổi thọ lá đều giảm cùng với sự thiếu hụt nước trong đất.

Kết quả nghiên cứu của Chung *et al.* (1997) cho thấy khi cây lạc bị hạn, sự mở rộng diện tích lá và sự quang hợp của lá phụ thuộc vào hàm lượng nước, nhiệt độ và bị ảnh hưởng mạnh của hạn hán. Hạn làm thay đổi áp suất trương nên kéo theo sự thay đổi hình thái lá và thân. Sự thiếu hụt nước liên tục dẫn đến các tế bào nhỏ hơn, cuối cùng làm lá nhỏ và ít hơn, chiều cao cây cũng thấp hơn (Chung *et al.*, 1997). Trong nghiên cứu này, dòng DM1 có sự tăng diện tích lá rất nhanh sau 14 ngày được tưới nước trở lại, đạt 92,9% so với đối chứng. Dòng DM3 có diện tích lá giảm mạnh ngay cả khi tưới nước phục hồi, chỉ đạt khoảng 49,5% so với đối chứng.

Khối lượng chất khô khi bị hạn giảm mạnh so với công thức đối chứng ở mức có ý nghĩa (Bảng 1). Trong các dòng/giống thí nghiệm, giống HL22 có sự suy giảm chất khô cao nhất (chỉ đạt 44,4% so với đối chứng). Trong khi đó, sự suy giảm chất khô thấp nhất ở dòng DM3, đạt 84,2% so với đối chứng ở giai đoạn hạn. Mặc dù vậy, ở giai đoạn phục hồi hai giống HL11 và dòng DM3 lại có sự suy giảm năng suất chất khô thấp nhất, đạt lần lượt là 65,1 và 59,3% so với đối chứng không bị hạn.

Bảng 1. Ảnh hưởng của hạn đến một số chỉ tiêu sinh trưởng và chất khô tích lũy

Dòng/Giống	Chiều cao (cm.cây ⁻¹)				Số lá (lá.cây ⁻¹)				Diện tích lá (cm ²)				Khối lượng khô (g.cây ⁻¹)			
	GD hạn		GD phục hồi		GD hạn		GD phục hồi		GD hạn		GD phục hồi		GD hạn		GD phục hồi	
	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn
DM1	46,3	34,4	58,7	50,1	9,6	7,6	13,3	12,0	363,1	185,9	745,4	692,5	3,3	1,7	9,5	7,7
DM2	46,0	35,2	54,4	46,3	8,0	7,0	12,3	10,0	367,6	183,9	671,1	555,4	4,2	2,5	8,9	5,5
DM3	42,6	33,5	47,3	40,3	9,6	8,6	16,0	12,6	262,9	112,2	578,1	285,9	2,8	2,3	5,6	4,3
DM4	47,3	36,7	57,2	53,1	9,0	8,0	13,0	11,6	361,6	149,3	775,0	583,9	3,2	2,1	9,7	6,8
HL11	47,5	39,4	60,5	54,0	9,3	8,6	13,3	11,6	367,4	129,9	863,2	586,5	3,7	1,7	11,0	7,2
HL22	50,3	40,8	60,3	57,9	10,3	8,6	15,6	13,3	412,4	223,5	975,6	682,9	4,9	2,2	10,7	5,6
LDDL	50,2	37,3	63,9	51,8	9,0	8,0	13,0	12,0	336,4	163,6	874,5	587,6	3,2	2,2	9,2	6,9
LSD _{0,05} G	1,17		2,10		0,32		0,52		15,2		65,6		0,18		0,71	
LSD _{0,05} T	2,19		3,92		0,60		0,98		28,4		122,7		0,34		1,33	
LSD _{0,05} G×T	3,11		5,55		0,85		1,38		40,2		173,5		0,48		1,98	
CV (%)	4,4		6,2		5,9		6,5		9,3		15,4		10,1		14,2	

3.2. Ảnh hưởng của hạn đến một số chỉ tiêu sinh lý của lạc ở giai đoạn cây con

Chỉ số sắc tố lá (SPAD) chỉ bị giảm tương đối thấp khi cây bị hạn ở cây bị hạn đạt 88,9 - 99,2% so với đối chứng). Mặc dù vậy, ở ngày thứ 14 sau khi tưới nước trở lại, ở 5 dòng/giống (HL11, DM4, LDDL, DM1 và DM2) có chỉ số SPAD lại tăng lên so với đối chứng từ 5,6 - 21,1%. Điều này có thể giải thích do ở các giống này có diện tích lá bị giảm nhưng mức độ hạn chưa phá hủy diệp lục một cách đáng kể. Trong khi đó, khối lượng riêng của lá giảm do mất nước và có thể mật độ tế bào dày đặc hơn do kích thước tế bào và lá giảm, đã dẫn đến hàm lượng diệp lục tính trên một đơn vị khối lượng lá lại tăng lên. Sự suy giảm SPAD chỉ có ở 2 giống HL22 và dòng DM3 (chỉ số SPAD chỉ đạt 90,2-97,4% so với đối chứng).

Ở các giống có sự khác biệt rõ về cường độ thoát hơi nước ngay cả khi không bị hạn (Bảng 2). Trong đó, các giống HL11, HL22 có cường độ thoát hơi nước tương đương nhau và thấp nhất trong các giống nghiên cứu. Khi bị hạn, cường độ thoát hơi nước của lá bị giảm mạnh, nhưng sự khác biệt giữa các giống nghiên cứu không có ý nghĩa thống kê. Ở giai đoạn hồi phục, có 2 dòng (DM3, DM4) và giống LDDL có cường độ

thoát nước tăng cao hơn so với đối chứng mặc dù sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Điều này chứng tỏ trong nghiên cứu này, mức độ gây hạn chưa cực đoan đến mức phá hủy các cấu trúc của bộ máy quang hợp và thoát nước. Mặt khác, sự tăng về cường độ thoát nước của các dòng giống DM3, DM4 và LDDL ở giai đoạn hồi phục có thể được kích hoạt bởi cơ chế nào đó chưa được biết rõ.

Kết quả về quang hợp của các giống được trình bày ở bảng 2 cho thấy, cường độ quang hợp của các dòng/giống phục hồi khá tốt ở ngày thứ 14 sau khi tưới nước trở lại. Có 5 dòng/giống (DM4, HL22, LDDL, DM2, DM1) có cường độ quang hợp tăng cao hơn so với đối chứng không hạn, trong khi giống HL11 và dòng DM3 có cường độ quang hợp thấp hơn so với đối chứng. Cường độ quang hợp giảm mạnh ở các cây bị hạn so với đối chứng. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây là khi sự thiếu hụt nước tăng làm khí khổng đóng lại như phản ứng tự vệ để giảm sự thoát nước. Tuy nhiên kéo theo sự xâm nhập của carbon dioxide cũng giảm. Các nghiên cứu của Hoàng Văn Tạo và cộng sự (2012) trong thí nghiệm chậu vai cho thấy sự giảm cường độ quang hợp xảy ra khi hàm lượng nước tương đối của lá cây cỏ họ đậu đều giảm từ

Bảng 2. Ảnh hưởng của hạn đến một số chỉ tiêu sinh lý của lạc ở giai đoạn cây con

Dòng/ Giống	Cường độ thoát nước (mmol H ₂ O/m ² /s)				Cường độ quang hợp (μmol CO ₂ /m ² /s)				Chỉ số sắc tố lá (SPAD)			
	GD hạn		GD phục hồi		GD hạn		GD phục hồi		GD hạn		GD phục hồi	
	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn	ĐC	Hạn
DM1	6,55	1,97	5,81	5,40	22,23	7,13	15,43	15,73	46,7	41,5	40,5	46,5
DM2	5,30	1,89	4,90	6,53	19,13	7,13	16,60	18,06	47,8	46,6	44,4	51,2
DM3	7,01	1,99	9,42	9,46	20,43	7,60	23,10	22,60	42,3	41,7	46,5	45,3
DM4	6,61	3,21	8,95	7,96	22,03	12,23	20,93	22,30	46,6	44,9	44,6	47,2
HL11	4,60	1,25	4,44	3,73	18,06	5,26	14,33	12,56	47,4	45,8	42,9	45,3
HL22	4,63	0,78	6,39	6,26	18,36	2,73	18,73	20,76	43,6	41,7	45,9	41,4
LDDL	6,30	3,14	5,93	6,26	20,03	11,66	16,63	17,46	47,5	47,1	39,4	47,7
LSD _{0,05} G	0,42		0,88		1,23		1,84		1,19		1,64	
LSD _{0,05} T	0,78		1,65		2,31		3,45		2,22		3,07	
LSD _{0,05} G×T	1,11		2,33		3,26		4,88		3,14		4,35	
CV (%)	16,9		21,4		14,1		16		4,2		5,8	

80 xuống 75% ở thí nghiệm cây trồng trong chậu. Dưới điều kiện đồng ruộng, Reddy et al., (2003) đã công bố cường độ quang hợp và cường độ thoát hơi nước của cây lạc bắt đầu giảm ở ngày thứ 7 sau khi bị hạn và có sự khác biệt rất đáng kể giữa các cây bị hạn và đối chứng sau 10 ngày gây hạn.

3.3. Đánh giá khả năng chịu hạn của các giống lạc nghiên cứu

Các chỉ số đánh giá khả năng chịu hạn được trình bày ở bảng 3. Kết quả cho thấy hạn không ảnh hưởng lớn đến sự ổn định của diệp lục (CSI) ở cả giai đoạn hạn và giai đoạn phục hồi. Theo các nghiên cứu của Shinde (2014), chỉ số CSI là một trong những đặc điểm sinh lý quan trọng liên quan trực tiếp đến khả năng chịu hạn. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng, sự tích lũy cao của proline và chlorophyll trong lá thực vật giúp cây tồn tại tốt trong môi trường stress hạn. Hàm lượng proline và chlorophyll trong lá cao làm tăng khả năng chuyển đổi glutamate thành proline và proline và đường như có vai trò đa dạng trong chống chịu các abiotic stress khác nhau. Giá trị CSI cao cho thấy sự tồn tại bền vững của diệp lục, làm tăng quang hợp, và làm lượng chất khô cao hơn. Kết quả của thí nghiệm này cho thấy, CSI của các giống đều cao ở cả 2 giai đoạn. Mặt khác, hệ số tương quan giữa CSI với các chỉ số chịu hạn khác và tương quan giữa CSI với khối lượng khô tương đối thấp. Như vậy, trong thí nghiệm này, có thể mức độ

stress chưa đến mức cực đoan để ảnh hưởng đến hàm lượng chlorophyll hoặc chỉ số CSI không có ý nghĩa để đánh giá khả năng chịu hạn đối với các giống nghiên cứu.

Chỉ số nhạy cảm hạn (DSI) tương đối khác biệt giữa các giống nhưng có xu hướng tương đồng nhau ở cả 2 giai đoạn hạn và giai đoạn hồi phục (Bảng 3). Kết quả cho thấy bốn dòng/giống lạc (HL11, LDDL, DM1 và DM2) có chỉ số DSI khá cao ở cả 2 giai đoạn hạn và giai đoạn hồi phục. Trong các dòng/giống lạc thí nghiệm, chỉ có giống HL22 có độ nhạy cảm hạn thấp nhất ở cả 2 giai đoạn (DSI tương ứng là 0,38 và 0,41). Kết quả về hiệu suất chịu hạn (DTE) và chỉ số chịu hạn cũng tương ứng với chỉ số nhạy cảm hạn. Trong đó, dòng DM4 và giống HL22 có hiệu suất chịu hạn và chỉ số chịu hạn cao nhất.

Mối tương quan giữa các chỉ số đánh giá khả năng chịu hạn với nhau và với chất khô được trình bày ở bảng 4 và bảng 5. Kết quả cho thấy chỉ số nhạy cảm hạn (DSI) có sự tương quan nghịch với hiệu suất chịu hạn (DTE), chỉ số chịu hạn (DTI) và khối lượng khô của cây với hệ số tương quan khá cao. Như vậy, ở các giống có DSI cao sẽ có khả năng chống chịu kém. Sự tương quan của hiệu suất chịu hạn (DTE) với chỉ số chịu hạn và chất khô cũng có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$ và $p = 0,01$ và là mối tương quan dương. Như vậy, có thể sử dụng các chỉ số DSI, DTE, DTI như các chỉ số tin cậy để đánh giá khả năng chịu hạn của lạc.

Bảng 3. Chỉ số chống chịu hạn của các giống lạc nghiên cứu

Dòng/ Giống	Chỉ số ổn định của diệp lục - CSI		Chỉ số nhạy cảm hạn - DSI		Hiệu suất chịu hạn - DTE (%)		Chỉ số chịu hạn - DTI	
	GĐ hạn	GĐ phục hồi	GĐ hạn	GĐ phục hồi	GĐ hạn	GĐ phục hồi	GĐ hạn	GĐ phục hồi
DM1	95,64	90,20	1,33	0,71	44,38	51,19	0,34	0,21
DM2	88,87	114,81	1,15	0,84	52,10	80,40	0,39	0,20
DM3	96,35	105,83	0,81	0,70	66,25	70,24	0,41	0,19
DM4	99,16	121,07	0,77	0,44	67,92	75,73	0,41	0,19
HL11	96,62	105,59	1,28	1,28	46,77	65,03	0,42	0,21
HL22	98,58	97,42	0,38	0,41	84,17	77,09	0,59	0,23
LDDL	97,49	115,32	0,98	0,86	59,28	62,34	0,31	0,18

Bảng 4. Hệ số tương quan giữa các chỉ số đánh giá khả năng chịu hạn với khối lượng khô giai đoạn hạn

	CSI	DSI	DTE	DTI	KLK
CSI	1				
DSI	-0,4962	1			
DTE	0,4962	-0,9999*	1		
DTI	0,1437	-0,5066*	0,5090*	1	
KLK	0,6485*	-0,5502*	0,5487*	0,2929	1

Ghi chú: CSI: Chỉ số diệp lục; DSI: Chỉ số nhạy cảm hạn; DTE: hiệu suất chịu hạn; DTI: chỉ số chịu hạn; KLK: Khối lượng chất khô; * có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$

Bảng 5. Hệ số tương quan giữa các chỉ số đánh giá khả năng chịu hạn với khối lượng khô giai đoạn phục hồi

	CSI	DSI	DTE	DTI	KLK
CSI	1				
DSI	-0,1127	1			
DTE	0,2551	-0,5609**	1		
DTI	0,02633	-0,9599**	0,7174**	1	
KLK	0,0991	-0,6021**	0,8256**	0,9845**	1

Ghi chú: CSI: Chỉ số diệp lục; DSI: Chỉ số nhạy cảm hạn; DTE: hiệu suất chịu hạn; DTI: chỉ số chịu hạn; KLK: Khối lượng chất khô; * có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$

Mặc dù vậy, trong 7 dòng/giống lạc nghiên cứu, giống HL22 và dòng DM4 có khả năng chịu hạn giai đoạn cây con tốt hơn so với các giống còn lại (các chỉ số DTE và DTI cao, DSI thấp). Ở giai đoạn sau (tưới nước phục hồi), các chỉ số đánh DTE và DTI giữa các giống khá tương đồng nhau. Như vậy, có thể phải xử lý hạn ở mức cực đoan hơn để có sự khác biệt về các chỉ số này, thông qua đó mới đánh giá rõ được khả năng chịu hạn của 7 dòng/giống lạc nghiên cứu.

4. KẾT LUẬN

Hạn đã ức chế sinh trưởng và quang hợp, thoát nước và làm giảm mạnh khối lượng khô của lạc ở giai đoạn cây con.

Các chỉ số tương quan thuận chặt với khối lượng khô của lạc khi bị hạn ở giai đoạn cây con gồm chỉ số độ nhạy cảm hạn, hiệu suất chịu hạn và hệ số chịu hạn ở cả giai đoạn bị hạn và giai đoạn hồi phục.

Khi bị hạn, chỉ số bền vững của diệp lục không tương quan ở mức ý nghĩa với khối lượng khô của các dòng/giống lạc thí nghiệm.

Trong các dòng/giống nghiên cứu, dòng DM4 và giống HL22 có khả năng chịu hạn tốt nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Phạm Văn Cường, Đoàn Công Điền, Trần Anh Tuấn, Tăng Thị Hanh (2015). "Đánh giá khả năng chịu hạn của các dòng lúa có nền di truyền Indica nhưng mang một đoạn nhiễm sắc thể thay thế từ lúa dại *Oryza Ruffipogon* hoặc lúa trồng Japonica. Tạp chí Khoa học và Phát triển, 13(2): 166-172.
- Hoàng Văn Tạo, Trần Đức Viên, Phạm Văn Cường (2012). Đặc điểm quang hợp liên quan đến chịu hạn của một số loài cỏ họ Hoà thảo (Poaceae) và họ đậu (Fabaceae) làm thức ăn gia súc. Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn, 21: 15-19.
- Trần Anh Tuấn, Trần Thị Minh M. Hằng (2016). Đặc điểm sinh trưởng và sinh lý của một số mẫu giống dưa chuột bản địa Việt Nam (*Cucumis sativus* L.)

- khi bị hạn ở giai đoạn cây con. Tạp chí Khoa học và Phát triển, 14(9): 1305-1311.
- Trần Anh Tuấn, Vũ Ngọc Thắng, Vũ Đình Hòa (2007). Ảnh hưởng của điều kiện hạn đến một số chỉ tiêu sinh lý và năng suất của một số giống đậu tương trong điều kiện nhà lưới. Tạp chí Khoa học và phát triển, 5(3): 17-22.
- Bruckner, P. and R. Froberg (1987). Stress tolerance and adaptation in spring wheat. Crop Science, 27(1): 31-36.
- Chakraborty, K., A. L. Singh, A. Kuldeep, K.N. Goswami, P. V. Zala (2015). Physiological responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars to water deficit stress: status of oxidative stress and antioxidant enzyme activities. Acta Botanica Croatica, 74: 123.
- Chung S.Y, J.R. Vercellotti, T. H. Sanders (1997). Increase of Glycolytic Enzymes in Peanuts during Peanut Maturation and Curing: Evidence of Anaerobic Metabolism. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(12): 4516-4521.
- Fernández, G. C. J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on “Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress”, 13-16 August, 1992-Taiwan. Pp 257-270.
- Prasad V. P. V, S. Staggenborg, Z. Ristic (2008). Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plants. Response of crops to limited water: Understanding and modeling water stress effects on plant growth processes. Advances in Agricultural Systems Modeling Series 1. Chapter 11, pp. 301-355.
- Shinde, B. and S. Laware (2014). Screening of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) varieties for drought tolerance through physiological indices. Journal of Environmental Research and Development, 9(2): 375.