

QUANG HỢP VÀ TÍCH LŨY CHẤT KHÔ CỦA MỘT SỐ GIỐNG CAO LƯƠNG (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) TRONG ĐIỀU KIỆN HẠN

Đoàn Công Điền¹, Tăng Thị Hạnh², Phạm Văn Cường^{2*}

¹*Dự án JICA-HUA, Trường Đại học Nông Nghiệp Hà Nội*

²*Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Nghiệp Hà Nội*

Email*: pvcuong@hua.edu.vn

Ngày gửi bài: 25.10.2013

Ngày chấp nhận: 26.12.2013

TÓM TẮT

Thí nghiệm được tiến hành trong vụ xuân năm 2011 trong điều kiện nhà kính tại Trường Đại học nông nghiệp Hà Nội nhằm đánh giá ảnh hưởng của hạn tới đặc tính quang hợp và chất khô tích lũy trong giai đoạn phát triển thân lá của một số giống cao lương (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Hạn ở mức -60 kPa làm giảm rõ rệt cường độ quang hợp, hàm lượng diệp lục trong lá và hoạt động của hệ quang hóa II đồng thời làm giảm diện tích lá và khối lượng chất khô tích lũy ở tất cả các giống cao lương. Cường độ quang hợp của các giống cao lương có tương quan thuận và chặt với độ nhạy khí khổng và cường độ thoát hơi nước. Mối tương quan này chặt hơn ở công thức xử lý hạn so với công thức đối chứng. Trong điều kiện hạn, cường độ quang hợp của giống số 10 (CL88) bị giảm mạnh nhất nhưng sau khi tưới nước trở lại, đây là giống có khả năng phục hồi tốt nhất về đặc tính này. Giống số 5 (CL09) có khả năng phục hồi tốt nhất về khối lượng chất khô tích lũy, hàm lượng diệp lục và chỉ số Fv/Fm sau khi tưới nước phục hồi.

Từ khóa: Cao lương, chất khô, hạn, quang hợp.

Effect of Drought Treatment on Photosynthesis and Dry Matter Accumulation in Some Sorghum Varieties (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

ABSTRACT

A pot experiment was conducted in the green house in 2011 spring cropping season at Hanoi University of Agriculture to determine the effects of drought stress (-60 kPa) on photosynthetic rate and dry matter accumulation in vegetative stage of some sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Carbon exchange rate (CER), chlorophyll content, Fv/Fm value, leaf area and dry matter accumulation (DM) decreased in all sorghum varieties under the drought treatment. There were positive relationships between CER and stomatal conductance and between CER and transpiration rate. These relationships were closer in drought treatment than those in control. Among 10 sorghum varieties, CL88 showed the best recovery for CER. Besides, CL09 exhibited the highest value of DM, chlorophyll content and Fv/Fm at recovery stage.

Keywords: Drought, dry matter accumulation, photosynthesis, sorghum.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cao lương (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) là cây trồng có khả năng tạo ra sinh khối lớn trên một đơn vị diện tích. Vì vậy, ngoài mục đích trồng lấy hạt, cao lương còn được trồng để sử dụng thân lá làm thức ăn tươi hoặc ủ chua cho gia súc. Những năm gần đây, nhiều giống cao lương có năng suất chất xanh cao đã được nhập

nội vào nước ta (Phạm Văn Cường và cs., 2010). Cao lương cũng là cây trồng có khả năng chịu hạn tốt (Fazaeli et al., 2006). Tuy nhiên, khả năng chịu hạn của cây cao lương khác nhau qua từng giai đoạn sinh trưởng, trong đó trước và sau trở 15 ngày là hai giai đoạn mà cây cao lương chịu ảnh hưởng lớn nhất của điều kiện hạn (Borrel, 2000; Rosenow et al., 1996).

Năng suất chất xanh của cao lương chủ yếu được tạo nên bởi lượng sản phẩm quang hợp trong thời kỳ phát triển thân lá (Zelitch, 1982). Lượng sản phẩm quang hợp tích lũy phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như cường độ quang hợp, diện tích lá, dinh dưỡng và các yếu tố môi trường như nhiệt độ, ánh sáng, nước... Do vậy, việc nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện hạn đối với đặc tính quang hợp và lượng chất khô tích lũy ở thời kỳ phát triển thân lá sẽ chọn ra được các giống cao lương có năng suất chất xanh cao và khả năng chịu hạn tốt. Kết quả của đề tài cũng góp phần cung cấp thông tin hữu ích cho các nhà chọn giống cao lương làm thức ăn xanh cho gia súc đối với các vùng khó khăn về nước tưới hiện nay.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu thí nghiệm

10 giống cao lương có nguồn gốc từ nhiều vùng sinh thái tại Việt Nam (Bảng 1).

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành trong vụ xuân 2011 tại nhà lưới của khoa Nông học, trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội. Hạt giống cao lương được ngâm ủ cho nảy mầm và gieo vào từng khay riêng biệt. Khi cây được 3-4 lá, tiến hành trồng vào chậu 10 L có đường kính 30cm, với số lượng 1 cây/chậu. Đất thí nghiệm là đất phù sa ngoài đê được làm sạch, phơi khô, sàng qua lưới có kích thước 1cm x 1cm trước khi cho vào chậu. Mỗi chậu thí nghiệm chứa 15 kg đất, được đục lỗ

ở gần đáy để thoát nước. Chậu được bón lót trước khi trồng với lượng phân 1,77g N + 1,27g P₂O₅ + 1,27g K₂O (dạng phân bón lần lượt là đạm urea, lân Lâm Thao và kali clorua) tương ứng với 118 kg N + 85 kg P₂O₅ + 85 kg K₂O/ha.

Tại thời điểm 4 tuần sau trồng, tiến hành xử lý hạn bằng cách ngừng tưới, khi độ ẩm đất đạt đến -60 kPa (đo bằng tensiometer) thì tưới nước trở lại cho cây phục hồi. Công thức không xử lý hạn (đối chứng) vẫn tưới nước bình thường. Thí nghiệm bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, 5 lần nhắc lại, mỗi chậu được coi là một lần nhắc lại, tổng số chậu là 100 chậu.

2.3. Các chỉ tiêu theo dõi

Các chỉ tiêu theo dõi được tiến hành tại 2 thời điểm bao gồm: (1) thời kỳ hạn (khi mức hạn đạt -60kPa) và (2) thời kỳ phục hồi (sau tưới nước phục hồi 5 ngày). Tại mỗi thời kỳ trên, mỗi giống cao lương chọn ngẫu nhiên 5 cây (5 lần nhắc lại), trên mỗi cây chọn 2 lá đã thành thực trên cùng để đo các chỉ tiêu: cường độ quang hợp (CĐQH- $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$), cường độ thoát hơi nước (CĐTHN- $\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), độ dẫn khí khổng (ĐDKK- $\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) và nồng độ CO₂ trong gian bào (Ci- $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol}$ không khí). Hiệu suất sử dụng nước được tính bằng tỷ số giữa cường độ quang hợp/ cường độ thoát hơi nước ($\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$). Các chỉ tiêu này được đo bằng máy photosynthesis portable system (Licor-6400, Hoa Kỳ) trong khoảng thời gian từ 9 giờ sáng tới 15 giờ chiều với điều kiện cường độ ánh sáng

Bảng 1. Danh sách giống cao lương thí nghiệm

Công thức	Tên giống	Đơn vị cung cấp	Nguồn gốc
1	Cao lương đỏ	Trung tâm Tài nguyên Di truyền thực vật	Nhập nội
2	Quán dua lía	Trung tâm Tài nguyên Di truyền thực vật	Thanh Hóa
3	Cao lương	Trung tâm Tài nguyên Di truyền thực vật	Sơn La
4	Mýa xa	Trung tâm Tài nguyên Di truyền thực vật	Sơn La
5	CL 09	Viện Cây lương thực-Cây Thực phẩm	Nhập nội
6	CL 06	Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội	Nhập nội
7	CL 01	Trung tâm Cây có củ	Nhập nội
8	CL 07	Trung tâm Cây có củ	Nhập nội
9	CL 86	Trung tâm Cây có củ	Lai Châu
10	CL 88	Trung tâm Cây có củ	Lai Châu

1500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, nhiệt độ 30°C và độ ẩm tương đối 50-60%. Các lá sau khi đo quang hợp được tiếp tục đo giá trị Fv/Fm (chỉ số đánh giá hiệu suất lượng tử của hệ quang hóa II) bằng máy Fluorescence Metter, Hoa Kỳ tại chính vị trí vừa đo quang hợp. Các cây sau khi đo quang hợp được xác định hàm lượng diệp lục bằng cách lấy mẫu 0,01g lá tươi cho vào 10ml cồn 80°, đặt trong bóng tối 72 giờ, sau đó tiến hành đo hàm lượng diệp lục trên máy quang phổ UV Probe Spectrophotometer ở bước sóng 663 và 645nm. Phần lá xanh còn lại được đo diện tích lá bằng máy Li-3100c, Hoa Kỳ. Sau đó, toàn bộ các bộ phận trên cây (lá xanh, thân) được đem sấy khô ở 80°C cho tới khối lượng không đổi để tính khối lượng chất khô tích lũy.

Các số liệu thu thập được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) bằng phần mềm Cropstat 7.2.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Cường độ quang hợp: Xử lý hạn làm giảm cường độ quang hợp (CĐQH) ở mức có ý nghĩa thống kê đối với tất cả các giống cao lương thí nghiệm. Giá trị trung bình CĐQH ở công thức đối chứng và xử lý hạn lần lượt là 45,1 và 16,0 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (Bảng 1). Kết quả này phù hợp với những nghiên cứu trước đây (Peng et al., 1991; Younis et al., 2000). Ở công thức xử lý hạn, giống số 8 có cường độ quang hợp cao nhất (26,0 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) và giống số 10 có cường độ quang hợp thấp nhất (10,1 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). Ở thời kỳ phục hồi, cường độ quang hợp của các giống tăng lên nhanh, giá trị cường độ quang hợp trung bình đạt được 41,2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, so với công thức đối chứng là 44,6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Giống số 10 thể hiện khả năng phục hồi cường độ quang hợp tốt nhất (48,0 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$).

Hiệu suất sử dụng nước: Kết quả bảng 1 cho thấy giá trị trung bình về hiệu suất sử dụng nước (HSSDN) ở công thức hạn (5,8 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$) không sai khác so với đối chứng

(5,7 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$). Một số giống có khả năng duy trì HSSDN cao trong điều kiện hạn là giống số 1, 2, 3, 6 và 8. Trong đó, giống số 1 có HSSDN cao nhất đạt 7,1 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$ và cao hơn so với công thức đối chứng (5,8 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$). Trong giai đoạn phục hồi, HSSDN trung bình của các giống ở công thức xử lý hạn (6,0 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$) cao hơn so với đối chứng (5,6 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$). Ở giai đoạn phục hồi giống số 1 tiếp tục duy trì HSSDN cao nhất (7,8 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$). Giống số 4 có khả năng phục hồi về HSSDN lớn nhất (từ 4,66 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$ lên 6,60 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$). Mustafa (1999) khi nghiên cứu về ảnh hưởng của hạn đối với quang hợp ở cấp độ lá đơn cũng như cả bộ lá đã kết luận rằng hiệu suất sử dụng nước giảm cùng với sự tăng lên của cường độ hạn.

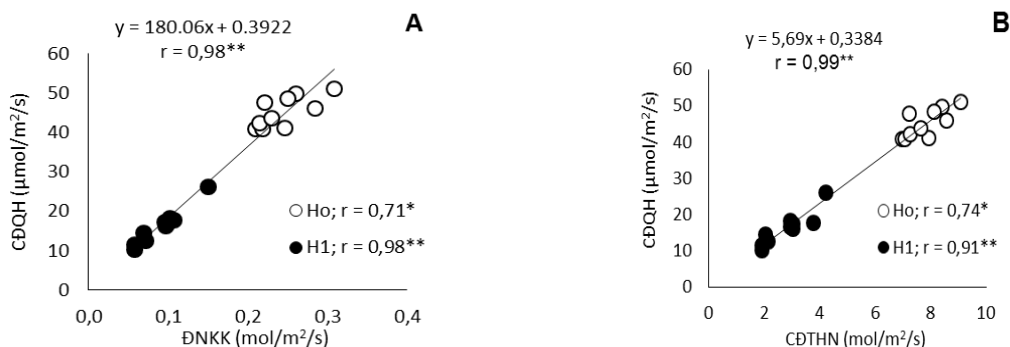
CĐQH của các giống có tương quan thuận và chặt với độ nhạy khí khổng (ĐNKK) với hệ số tương quan $r = 0,98$ (Đồ thị 1A). Trong đó, hệ số tương quan ở công thức hạn ($r = 0,98$) cao hơn ở công thức đối chứng ($r = 0,71$). Tương tự như vậy, CĐQH tương quan thuận và chặt với cường độ thoát hơi nước (CĐTHN) (Đồ thị 1B), mối tương quan này chặt hơn ở công thức xử lý hạn ($r = 0,91$) so với công thức đối chứng ($r = 0,74$).

Hàm lượng diệp lục trong lá: Giá trị trung bình hàm lượng diệp lục trong lá của các giống cao lương giảm từ 0,85 mg/g lá tươi (công thức đối chứng) xuống còn 0,72 mg/g lá tươi (công thức hạn). Kết quả này tương tự với các nghiên cứu trước đây về ảnh hưởng của hạn tới hàm lượng diệp lục (Yonis et al., 2000). Trong các giống tham gia thí nghiệm, giống số 10 có hàm lượng diệp lục giảm mạnh nhất (từ 0,97 xuống 0,73 mg/g lá tươi). Sau khi được tưới nước phục hồi, hàm lượng diệp lục tăng nhanh trở lại. Giá trị hàm lượng diệp lục trung bình của các giống tăng từ 0,72 lên 0,84 mg/g lá tươi. Tuy nhiên, giá trị hàm lượng diệp lục của các giống ở công thức hạn (0,84 mg/g lá tươi) thấp hơn công thức đối chứng (0,92 mg/g lá tươi).

Bảng 1. Cường độ quang hợp và hiệu suất sử dụng nước của các giống cao lương ở thời kỳ hạn và phục hồi

Công thức	Giống	Cường độ quang hợp ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ lá/s}$)		Hiệu suất sử dụng nước ($\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$)	
		Thời kỳ hạn	Thời kỳ phục hồi	Thời kỳ hạn	Thời kỳ phục hồi
Đối chứng	1	40,7	47,1	5,8	5,4
	2	40,8	41,1	5,7	5,5
	3	46,0	41,6	5,4	4,9
	4	42,2	44,9	5,8	5,9
	5	47,6	46,9	6,6	5,5
	6	41,0	42,3	5,1	5,7
	7	49,7	46,3	5,9	7,1
	8	50,9	47,4	5,6	5,8
	9	48,4	46,0	5,9	5,0
	10	43,6	41,7	5,7	5,4
TB		45,1	44,6	5,7	5,6
Xử lý hạn	1	14,5	34,2	7,1	7,8
	2	12,5	40,6	5,8	6,6
	3	18,1	47,6	6,3	6,1
	4	17,6	41,7	4,6	6,6
	5	17,2	43,4	5,7	5,9
	6	11,4	36,9	5,9	4,6
	7	16,1	41,8	5,3	5,1
	8	26,0	31,4	6,1	5,6
	9	16,6	46,3	5,6	5,4
	10	10,1	48,0	5,2	6,1
TB		16,0	41,2	5,8	6,0
LSD _{0,05} (G)		2,7	3,7	0,4	0,8
LSD _{0,05} (H)		1,2	1,6	0,1	0,3
LSD _{0,05} (G*H)		3,8	5,3	0,6	1,2

Ghi chú: LSD_{0,05}(G), LSD_{0,05}(H), LSD_{0,05}(G*H): Lần lượt là giá trị sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở mức xác suất 95% đối với nhân tố giống, nhân tố hạn và tương tác giữa hạn*giống.



Đồ thị 1. Tương quan giữa cường độ quang hợp (CDQH) với độ nhạy khí khổng-ĐNKK (A) và cường độ thoát hơi nước-CĐTHN (B) ở công thức xử lý hạn (màu đen) và đối chứng (màu trắng)

Ghi chú: * và **: sai khác ở mức ý nghĩa 0,05 và 0,01

Chỉ số Fv/Fm: Kết quả bảng 2 cho thấy, chỉ số Fv/Fm của các giống bị giảm mạnh trong điều kiện hạn (giá trị trung bình Fv/Fm lần lượt là 0,75 ở công thức đối chứng và 0,54 ở công thức hạn). Trong các giống cao lương thì giống số 5 giảm mạnh nhất (từ 0,73 xuống 0,39). Sau khi tưới nước phục hồi, chỉ số Fv/Fm của tất cả các giống đều tăng lên so với giai đoạn hạn (giá trị Fv/Fm trung bình lần lượt là 0,74 và 0,54).

Giá trị trung bình của chỉ số Fv/Fm ở giai đoạn phục hồi tăng ở mức có ý nghĩa thống kê so với giai đoạn hạn. Kết quả này thống nhất với nghiên cứu trước đây của Xie (2010): giá trị Fv/Fm của cao lương bị giảm cùng với mức độ thiếu nước và tình trạng hạn càng nặng thì Fv/Fm giảm càng mạnh. Trong các giống thí nghiệm thì giống số 5 có giá trị Fv/Fm phục hồi mạnh nhất (từ 0,39 tăng lên 0,76).

Bảng 2. Hàm lượng diệp lục và chỉ số Fv/Fm của các giống cao lương thí nghiệm ở thời kỳ hạn và phục hồi

Công thức	Giống	Hàm lượng diệp lục (mg /g lá tươi)		Chỉ số Fv/Fm	
		Thời kỳ Hạn	Thời kỳ Phục hồi	Thời kỳ Hạn	Thời kỳ Phục hồi
Đối chứng	1	0,75	0,81	0,76	0,75
	2	0,79	0,83	0,73	0,74
	3	0,85	0,81	0,78	0,76
	4	0,81	0,95	0,74	0,75
	5	0,88	1,10	0,73	0,78
	6	0,77	0,97	0,77	0,76
	7	0,85	0,91	0,76	0,75
	8	0,91	0,87	0,77	0,79
	9	0,94	0,87	0,67	0,77
	10	0,97	1,09	0,77	0,77
TB		0,85	0,92	0,75	0,76
Xử lý hạn	1	0,70	0,77	0,51	0,69
	2	0,82	0,74	0,54	0,75
	3	0,69	0,77	0,63	0,77
	4	0,68	0,74	0,54	0,76
	5	0,74	0,99	0,39	0,76
	6	0,67	0,85	0,54	0,76
	7	0,75	0,90	0,51	0,74
	8	0,71	0,83	0,60	0,74
	9	0,72	0,83	0,53	0,72
	10	0,73	0,99	0,66	0,70
TB		0,72	0,84	0,54	0,74
LSD _{0,05} (G)		0,13	0,08	0,04	0,03
LSD _{0,05} (H)		0,06	0,03	0,02	0,01
LSD _{0,05} (G*H)		0,18	0,11	0,06	0,05

Ghi chú : LSD_{0,05}(G), LSD_{0,05}(H), LSD_{0,05}(G*H) : Lần lượt là giá trị sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở mức xác suất 95% đối với nhân tố giống, nhân tố hạn và tương tác giữa hạn*giống.

Bảng 3. Diện tích lá và chất khô tích lũy của các giống cao lương thí nghiệm ở thời kỳ hạn và phục hồi

Công thức	Giống	Diện tích lá (cm ² /cây)		Khối lượng chất khô (g/cây)	
		Thời kỳ hạn	Thời kỳ phục hồi	Thời kỳ hạn	Thời kỳ phục hồi
Đối chứng	1	1270,7	1270,8	3,8	7,9
	2	1187,0	1153,6	4,7	7,0
	3	1768,9	1920,9	4,9	9,1
	4	758,3	873,0	4,2	8,7
	5	1160,2	1101,0	5,0	8,7
	6	1164,6	1107,5	4,1	6,3
	7	1182,3	1136,8	5,1	6,1
	8	1110,5	1120,4	5,5	7,4
	9	1447,3	1657,2	4,6	7,0
	10	975,1	963,2	5,3	6,0
TB		1202,5	1230,4	4,7	7,4
Xử lý hạn	1	733,1	1035,4	2,8	5,5
	2	703,1	884,0	2,4	6,5
	3	828,8	1060,0	3,6	6,0
	4	601,4	615,5	2,7	4,4
	5	783,7	852,6	3,5	8,5
	6	991,9	861,7	2,9	6,7
	7	858,6	845,2	3,0	5,4
	8	671,8	767,3	3,0	5,5
	9	758,9	1040,9	3,2	7,0
	10	530,9	739,9	3,0	5,6
TB		746,2	870,2	3,0	6,1
LSD _{0,05} (G)		286,0	266,9	0,8	1,5
LSD _{0,05} (H)		127,9	119,3	0,3	0,6
LSD _{0,05} (G*H)		404,5	377,4	1,1	2,1

Ghi chú: LSD_{0,05}(G), LSD_{0,05}(H), LSD_{0,05}(G*H): Lần lượt là giá trị sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở mức xác suất 95% đối với nhân tố giống, nhân tố hạn và tương tác giữa hạn*giống.

Như vậy, giá trị CĐQH của các giống giảm mạnh trong điều kiện hạn có thể là do giảm độ nhạy khí khổng và cường độ thoát hơi nước. Ngoài ra, hạn cũng làm giảm mạnh hàm lượng diệp lục trong lá và hiệu suất sử dụng lượng tử của hệ quang hóa II (Masojidek, 1990; Vinita, 1998). Sau khi tưới nước phục hồi, các giống cao lương thí nghiệm có khả năng phục hồi nhanh về cường độ quang hợp. Điều này có thể do sự phục hồi của hiệu suất sử dụng nước, hàm lượng diệp lục trong lá. Bên cạnh đó, khả năng phục hồi về CĐQH còn do sự phục hồi về hiệu suất sử dụng ánh sáng trong hệ quang hóa II được thể hiện qua giá trị Fv/Fm.

Diện tích lá: Xử lý hạn làm giảm rõ rệt giá trị diện tích lá ở tất cả các giống (Bảng 3). Diện tích lá trung bình của các giống giảm từ 1202,5 cm²/cây (công thức đối chứng) xuống còn 746,2 cm²/cây (công thức hạn). Đa số các giống có diện tích lá giảm ở mức có ý nghĩa thống kê so với công thức đối chứng. Diện tích lá của giống số 3 giảm mạnh nhất (từ 1768,9 cm²/cây xuống còn 828,8cm²/cây). Diện tích lá bị giảm mạnh trong điều kiện hạn chủ yếu do sự chết đi của các lá già và việc chậm ra lá mới (Borrell, 2000). Sau tưới nước phục hồi, cùng với sự tăng hàm lượng diệp lục và chỉ số Fv/Fm, việc tăng diện tích lá

là dấu hiệu chứng tỏ khả năng phục hồi tốt của các giống cao lương thí nghiệm.

Khối lượng chất khô tích lũy: Hạn làm giảm khối lượng chất khô tích lũy (KLCK) ở mức ý nghĩa thống kê so với công thức đối chứng (Bảng 3). Giá trị trung bình KLCK ở công thức đối chứng và công thức hạn lần lượt là 4,7 g/cây và 3,0 g/cây. Trong các giống thí nghiệm, giống số 8 có KLCK giảm mạnh nhất so với đối chứng (từ 5,5 g/cây xuống còn 3,0 g/cây). Ở thời kỳ phục hồi, các giống đều tăng nhanh khối lượng chất khô, KLCK trung bình của các giống là 6,1 g/cây, so với đối chứng là 7,4 g/cây. Giống số 5 có khối lượng chất khô tích lũy đạt cao nhất ở giai đoạn phục hồi (8,5 g/cây), điều này có thể là do giống này có khối lượng chất khô tích lũy cao nhất trong thời kỳ xử lý hạn (3,5 g/cây). Ngoài ra, giống số 5 cũng có giá trị hàm lượng diệp lục ở giai đoạn phục hồi đạt cao nhất đồng thời có khả năng phục hồi Fv/Fm cao nhất trong tất cả các giống thí nghiệm.

Như vậy, giảm cường độ quang hợp đồng thời với giảm diện tích lá đã làm giảm khối lượng chất khô tích lũy ở điều kiện hạn so với công thức đối chứng. Sau khi tưới nước trở lại, khả năng phục hồi nhanh của cường độ quang hợp cùng với việc tăng diện tích lá đã góp phần làm tăng chất khô tích lũy ở tất cả các giống thí nghiệm. Kết quả này giống với kết quả nghiên cứu của Peng và cs, 1991 khi cho rằng cường độ quang hợp ở cao lương có mối tương quan thuận với khối lượng chất khô tích lũy trong cả công thức hạn và công thức có tưới. Ngoài ra, một số nghiên cứu trước đây cũng đã chỉ ra rằng chất khô tích lũy giảm trong điều kiện hạn chủ yếu do sự giảm diện tích lá (Terbea et al., 1995) và cường độ quang hợp (Perry et al., 1983).

4. KẾT LUẬN

Hạn làm giảm mạnh cường độ quang hợp, hàm lượng diệp lục trong lá và hoạt động của hệ quang hóa II đồng thời làm giảm diện tích lá và khối lượng chất khô tích lũy ở tất cả các giống cao lương tham gia thí nghiệm.

Cường độ quang hợp các giống cao lương có tương quan thuận và chặt với độ nhạy khí khổng và cường độ thoát hơi nước. Mối tương quan này chặt hơn ở công thức xử lý hạn so với công thức đối chứng.

Trong điều kiện hạn, cường độ quang hợp của giống số 10 (CL88) bị giảm mạnh nhất. Tuy nhiên, sau khi tưới nước phục hồi, CL88 lại là giống có khả năng phục hồi tốt nhất về cường độ quang hợp.

Giống số 5 (CL09) có khối lượng chất khô tích lũy cao nhất ở giai đoạn phục hồi và cũng là giống có khả năng phục hồi tốt nhất về hàm lượng diệp lục và chỉ số Fv/Fm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Borrell, A.K. (2000). Does Maintaining Green Leaf Area in Sorghum Improve Yield under Drought? II. Dry Matter Production and Yield. *Crop Sci.* 40:1037-1048.
- Phạm Văn Cường, Bùi Quang Tuấn, Nguyễn Xuân Trạch, Nguyễn Tuấn Chính, Trần Quốc Việt. (2010). Mối quan hệ giữa năng suất sinh khối với một số chỉ tiêu sinh lý và nông học của các giống cao lương (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) làm thức ăn gia súc trong vụ đông. *Tạp chí nông nghiệp và phát triển nông thôn*, 152: 3-10.
- Fazaeli H, Golmohammadi HA, Almodares A, Mosharraf S, Shaei A. (2006). "Comparing the performance of sorghum silage with maize silage in feedlot calves", *Pakistan J. Biol. Sci.* 9: 2450-2455.
- Kidambi.S.P. (1990). Genetic Variation for Gas Exchange Rates in Grain Sorghum. *Plant Physiol.* 92: 1211-1214.
- Masojidek, J. (1990). The Synergistic Effect of Drought and Light Stresses in Sorghum and Pearl Millet. *Plant Physiol.* 96:198-207.
- Mustafa (2000). Comparison of Photosynthetic Water use Efficiency of Sweet Sorghum at Canopy and Leaf Scales. *Turk J Agric For.* 24: 519-525.
- Peng, S. (1991). Leaf photosynthetic rate is correlated with biomass and grain production in grain sorghum lines. *Photosynthesis Research.* 28: 1-7.
- Perry, S., Krieg D.R., and Hutmacher R.B. (1983). Photosynthetic rate control in cotton. *Plant Physiol.* 73: 662-665.
- Rosenow D.T., Ejeta G., Clark L.E., Gibert M.L., Henzell R.G., Borrell A.K., Muchow R.C. (1996). Breeding for pre- and post-flowering drought stress resistance in sorghum. In: Rosenow DT, Yohe JM

- (eds) Proceedings of the international conference on genetic improvement of sorghum and pearl millet (Lubbock, TX, 22-27 September 1996), ICRISAT, Lubbock, India, pp 400-411.
- Terbea M., Vranceanu A.V., Petcu E., Craiciu D.S. & Micut G. (1995). Physiological response of sunflower plants to drought. Romanian Agricultural Research 3: 61-67.
- Vinita. J. (1998). Comparative effect of water, heat and light stresses on photosynthetic reactions in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Journal of Experimental Botany. 49 (327): 1715-1721.
- Xie T. (2010). Photosynthetic Characteristics and Water Use Efficiency of Sweet Sorghum Under Different Watering Regimes. Pak. J. Bot. 42 (6): 3981-3994.
- Younis, M. E. (2000). Effects of Water Stress on Growth, Pigments and ¹⁴CO₂ Assimilation in Three Sorghum Cultivars. J. Agronomy & Crop Science. 185: 73-82.
- Zelitch, I. (1982). The close relationship between net photosynthesis and crop yield. Bioscience 32:796-802.