

ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ THIẾU NƯỚC TRONG GIAI ĐOẠN SINH TRƯỞNG SINH THỰC ĐỐI VỚI ĐẬU TƯƠNG TRONG ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Effect of water stress during soybean reproductive stages under nethouse conditions

Vũ Ngọc Thắng, Trần Anh Tuấn, Vũ Đình Hoà

Khoa Nông học, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

SUMMARY

This study was carried out to examine the effect of water stress on three reproductive stages of two soybean cultivars, DT 84, and M103 in a pot experiment under nethouse environment in comparison with full irrigation. For water stress treatments, irrigation was withheld at three developmental stages: beginning of flowering (R₁); full bloom to beginning of pod (R₂₋₃) and beginning of seed to full seed (R₅₋₆). Water stress was imposed until 70 % of plants or 75 % of leaves per plant withered and afterward relieved by re-watering for recovery and yield assessment (watered as control). Under water stress, the rate of photosynthesis, leaf water deficit, chlorophyll content and individual grain yield were all adversely affected. Grain yield reductions (seed weight and seed yield) were greatest when water deficit occurred at the beginning of seed to full seed. Both soybean cultivars appeared susceptible to water stress.

Key words: Chlorophyll content, individual grain yield, leaf water deficit, photosynthetic rate, soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.), water stress.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Điều kiện môi trường bất lợi trong trồng trọt, đặc biệt sự thiếu nước là một trong những yếu tố hạn chế năng suất cây trồng ở hầu hết các nước trên thế giới và cải tiến năng suất trong điều kiện thiếu nước hay hạn luôn là mục tiêu chính của chọn giống. Đậu tương sử dụng trung bình 450 - 700 mm nước (Doorenbus và Kassam, 1979). Các nghiên cứu cho thấy cây đậu tương rất mẫn cảm với sự thiếu nước và đậu tương cần được cung cấp nước thường xuyên để tránh sự thiệt hại về năng suất (Constable và Hearn, 1980). Khi nghiên cứu ảnh hưởng của tần số tưới tới sinh trưởng, phát triển và năng suất của đậu tương, Trần Đình Long và cộng sự (2001) cũng thấy rằng đậu tương là cây trồng có khả năng chịu hạn kém. Thiếu nước trong quá trình sinh trưởng làm giảm sự tăng trưởng thân lá, ảnh hưởng quá trình ra hoa và năng suất hạt (Boyer và cộng sự, 1980). Giai đoạn xung yếu nhất của cây đậu tương đối với sự thiếu nước là giai đoạn ra hoa và các giai đoạn sau khi ra hoa (Doorenbus và Kassam, 1979; Constable và Hearn, 1980). Fouroud và cộng sự (1993) cho biết, đậu tương mẫn cảm với sự thiếu nước nhất vào thời kỳ bắt đầu ra hoa (R₁) đến thời kỳ bắt đầu

làm hạt (R₅). Meckel (1984) cho rằng thiếu nước rút ngắn giai đoạn làm hạt và làm giảm năng suất. Dogan và cộng sự (2007) bằng thí nghiệm đồng ruộng kiểm soát tưới vào các thời kỳ bắt đầu ra hoa và ra hoa rộ (R₁₋₂), thời kỳ làm quả (R₃), thời kỳ làm hạt (R₅) và thời kỳ vào chắc (R₆) kết luận rằng điều kiện bất lợi về nước ở các giai đoạn sinh thực đều làm giảm năng suất đáng kể, đặc biệt ở giai đoạn vào chắc (R₆) và giai đoạn làm hạt (R₅). Vì vậy để phát triển và mở rộng diện tích, đặc biệt ở vụ đông khi độ ẩm tồn dư đã sử dụng hết và những vùng khó khăn về nước tưới, tăng cường khả năng chịu hạn cho đậu tương là cần thiết.

Nghiên cứu này nhằm đánh giá phản ứng của 2 giống đậu tương đang trồng phổ biến, DT84 và M103 với sự thiếu nước thông qua một số chỉ tiêu sinh trưởng và chỉ tiêu sinh lý trong điều kiện nhà lưới và qua đó xác định phương pháp đơn giản, nhanh để xác định khả năng chịu hạn ở đậu tương phục vụ cho chương trình chọn giống.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu nghiên cứu gồm 2 giống đậu tương M103, DT84. Thí nghiệm được tiến hành tại nhà

lưới khoa Nông học, trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội. Quy trình thí nghiệm được tiến hành như mô tả sau (Trần Anh Tuấn và cộng sự, 2007):

Hạt đậu tương được gieo trong chậu vại (cao 40 cm, đường kính 30 cm), chậu chứa 7 kg đất phù sa. Đất được phơi khô, đập nhỏ, sàng kỹ rồi trộn với phân bón lót (0,03g N; 0,64 g P₂O₅; 0,43 g K₂O). Sau khi mọc mỗi chậu để lại 5 cây; chậu được đặt trong nhà lưới có mái che bằng ni lông trắng. Nhiệt độ, ẩm độ không khí phụ thuộc vào môi trường. Ẩm độ đất được kiểm tra bằng máy đo độ ẩm Aquater Instruments T300 (USA). Ảnh hưởng của hạn được đánh giá ở ba thí nghiệm riêng biệt tương ứng với 3 thời kỳ: thời kỳ bắt đầu ra hoa (R₁), thời kỳ ra hoa rộ-làm quả (R₂₋₃) và thời kỳ làm hạt - vào mây (R₅₋₆). Mỗi thí nghiệm gồm 2 công thức: công thức 1 tưới nước đầy đủ trong suốt thời gian trồng (ẩm độ đất luôn được duy trì từ 75 – 80%); công thức 2 được tưới nước đầy đủ (ẩm độ đất luôn được duy trì từ 75 – 80%). Ở công thức 1 khi cây bắt đầu vào thời kỳ đánh giá (R₁, R₂₋₃ hoặc R₅) thì dừng tưới cho đến khi xuất hiện 70% số cây bị héo hoặc 75% số lá/cây bị héo) thì tưới nước trở lại.

Cường độ quang hợp I_{qh} biểu thị bằng μmol CO₂/m²/s được đánh giá vào ngày thứ 9 sau khi gây hạn và đo bằng máy PP – System (USA). Từ 11 -13 h hàng ngày, 9 cm² lá thứ 3 tính từ trên xuống được đưa vào curvet; dòng không khí đưa vào máy là không khí nhà lưới được chuẩn hóa với nồng độ CO₂ là 360 ppm; độ ẩm và nhiệt độ của curvet không được điều chỉnh, phụ thuộc vào không khí trong nhà lưới.

Để xác định hàm lượng diệp lục tổng số, 3 lá từ trên xuống ở mỗi công thức được thu thập ngẫu nhiên, sau đó đem cắt nhỏ trộn thật đều, cân 0,1 gam lá đã cắt nhỏ cho vào bình chứa 10ml

aceton bít thật kín nút, bọc ni lông đen. Mẫu được đặt trong tủ lạnh khoảng 30 ngày, sau đó đo độ hấp thụ trên quang phổ kế ở 2 bước sóng λ = 642,5 nm và λ = 660 nm.

Độ thiếu hụt bão hoà nước được xác định bằng cách lấy một cây ngẫu nhiên ở mỗi lần lặp lại vào ngày cuối cùng của thời kỳ gây hạn trong khoảng thời gian từ 12 – 14h, cân nhanh khối lượng lá tươi (P₁), sau đó ngâm trong bình trụ 20 phút, lấy lá ra thấm khô bề mặt lá và cân nhanh khối lượng lá bão hoà (P₂). Cuối cùng mẫu được sấy khô ở nhiệt độ 105⁰C trong 6 giờ rồi cân khối lượng (P₃).

Công thức tính độ thiếu hụt bão hoà nước là:

$$DTHBHN = \frac{P_2 - P_1}{P_2 - P_3} \times 100$$

Số liệu được xử lý thống kê bằng chương trình Excel và chương trình IRISTAT 4.0.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Ảnh hưởng của hạn đến thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng

Tổng thời gian sinh trưởng của hai giống, DT84 và M103 chênh lệch không đáng kể trong điều kiện hạn và có tưới đầy đủ (Bảng 1). Tuy nhiên, tưới đủ nước hay gây hạn làm thay đổi thời gian từ khi bắt đầu ra hoa đến khi quả mây tùy theo thời kỳ gây hạn (Bảng 1). Ở cả hai giống DT84 và M103 khi gây hạn vào thời kỳ bắt đầu ra hoa, thời gian từ ra hoa đến quả mây đều chậm hơn 2 ngày so với công thức tưới nước đầy đủ. Ngược lại, gây hạn thời kỳ ra hoa rộ có xu hướng rút ngắn thời gian từ khi bắt đầu ra hoa đến khi quả mây, tuy không đáng kể so với tưới nước đầy đủ.

Bảng 1. Ảnh hưởng của hạn đến thời gian (ngày) từ thời kỳ bắt đầu ra hoa đến thời kỳ quả mây ở 2 giống đậu tương DT84 và M103

Thời kỳ gây hạn	Giống	Mọc - Bắt đầu ra hoa		Bắt đầu ra hoa - quả mây	
		Tươi	Hạn	Tươi	Hạn
Bắt đầu ra hoa	DT84	42	42	24	26
	M103	45	45	23	25
Ra hoa rộ - làm quả	DT84	42	42	24	23
	M103	45	45	23	22
Làm hạt - quả mây	DT84	42	42	24	24
	M103	45	45	23	23

3.2. Ảnh hưởng của hạn đến sinh trưởng chiều cao và số đốt

Chiều cao thân chính trong cùng giống khi có tưới cao hơn hẳn so với điều kiện hạn (Bảng 2). Tương tự, thiếu nước cũng ảnh hưởng rõ rệt tới số đốt trên thân chính.

Cụ thể là trong điều kiện hạn số đốt giảm đáng kể so với cây được tưới nước đầy đủ phụ thuộc vào thời kỳ gây hạn, nhưng giống DT84 phản ứng mạnh hơn so với giống M103.

Giống DT84 có số đốt hữu hiệu/thân chính bị ảnh hưởng rõ nhất khi gặp hạn ở thời kỳ cây bắt đầu nở hoa trong khi đó giống M103 lại bị ảnh hưởng rõ nhất ở thời kỳ quả vào mây.

Bảng 2. Ảnh hưởng của hạn đến sinh trưởng chiều cao và số đốt trên thân chính

Thời kỳ xử lý	Giống	Chiều cao thân chính (cm)		Số đốt hữu hiệu/thân chính	
		Tưới	Hạn	Tưới	Hạn
Bắt đầu ra hoa	DT84	98,51	77,62	5,50	4,10
	M103	100,51	84,83	5,20	4,70
Ra hoa rộ - làm quả	DT84	100,60	87,08	5,00	3,80
	M103	100,43	93,37	5,30	4,50
Làm hạt - quả mây	DT84	100,56	93,18	5,55	4,30
	M103	103,00	95,30	5,23	4,40

3.3. Tỷ lệ héo và khả năng phục hồi sau gây hạn của 2 giống đậu tương

Héo là dấu hiệu bên ngoài biểu thị sự cân bằng nước trong cây bị phá hủy. Sự hấp thu nước không đủ bù đắp cho sự thoát hơi nước, các tế bào lá và các phần non của thân mất sức trương, xẹp xuống gây nên sự héo rũ. Héo lâu dài và không thuận nghịch xảy ra khi đất thiếu nước, rễ không đủ cung cấp nước cho các bộ phận trên mặt đất thường xuyên. Trong trường hợp này cây không thể quay trở về trạng thái bão hòa được nữa, mặc dù ban đêm sự thoát hơi nước không đáng kể. Sự héo lâu dài gây ảnh hưởng sâu sắc đến các hoạt động sống của cây: cây ngừng quang hợp, rối loạn trao đổi chất, ngừng sinh trưởng và gây hiện tượng rụng hoa, rụng quả làm giảm năng suất (Hoàng Minh Tân và cộng sự, 2000). Sau 9 ngày gây hạn ở thời kỳ bắt đầu ra hoa 48,11% số cây của giống DT84 bị héo, trong khi đó giống M103 chỉ có 40,70%, tuy nhiên khi

được tưới nước trở lại thì sau 5 ngày toàn bộ số cây bị héo hồi phục hồi bình thường (Bảng 3).

Bước sang thời kỳ ra hoa rộ sau khi để hạn 9 ngày 77,77% số cây của giống DT84 và 74,01% số cây của giống M103 bị héo, nhưng sau 5 ngày khi được tưới nước trở lại chỉ có 74,01% số cây hồi phục đối với giống DT84 và 81,47% đối với giống M103. Ở thời kỳ quả mây sau 9 ngày gây hạn tỷ lệ héo của cây tăng lên rất nhanh, giống DT84 có 85,11% số cây bị héo và giống M103 có 81,40% số cây bị héo. Đặc biệt sau 5 ngày tưới nước trở lại số cá thể hồi phục thấp hơn rất nhiều so với hai thời kỳ gây hạn nêu trên, giống DT84 và giống M103 tương ứng chỉ có 62,93% và 66,66% số cá thể hồi phục trở lại. Rõ ràng các giai đoạn khác nhau của đậu tương mắc cảm khác biệt với sự thiếu nước, trong đó giai đoạn tích lũy vào hạt có lẽ là giai đoạn xung yếu nhất. Thiếu nước ảnh hưởng mạnh nhất thời kỳ quả mây bị, tỷ lệ héo đạt cao nhất và khả năng phục hồi chậm nhất.

Bảng 3. Tỷ lệ héo và khả năng phục hồi sau gây hạn của 2 giống đậu tương

Giống	Thời kỳ gây hạn								
	Thời kỳ bắt đầu ra hoa			Thời kỳ ra hoa rộ - àm quả			Thời kỳ làm hạt - quả mây		
	Tỷ lệ héo sau 9 ngày gây hạn (%)	Tỷ lệ phục hồi (%)		Tỷ lệ héo sau 9 ngày gây hạn (%)	Tỷ lệ phục hồi (%)		Tỷ lệ héo sau 9 ngày gây hạn (%)	Tỷ lệ phục hồi (%)	
		3 ngày sau tưới nước trở lại	5 ngày sau tưới nước trở lại		3 sau ngày tưới nước trở lại	5 ngày sau tưới nước trở lại		3 ngày sau tưới nước trở lại	5 ngày sau tưới nước trở lại
DT84	48,11	74,00	100,00	77,77	48,11	74,01	85,11	37,01	62,93
M103	40,70	88,88	100,00	74,01	59,25	81,47	81,40	40,70	66,66

3.4. Ảnh hưởng của hạn đến một số chỉ tiêu sinh lý của 2 giống đậu tương

Khi gặp hạn, thực vật có khả năng đóng khí khổng để giảm sự thoát hơi nước và mở ra khi tiếp tục được cung cấp nước. Tuy nhiên khi đóng khí khổng thì kéo theo giảm lượng CO₂ xâm nhập vào lá do đó đã ảnh hưởng đến cường độ quang hợp. Nghiên cứu của Earl (2002) cho rằng sự liên quan chặt chẽ này thể hiện là cây có khả năng quang hợp cao khi độ ẩm đất thuận lợi và khả năng này giảm khi gặp điều kiện hạn.

Cường độ quang hợp của 2 giống khác biệt nhau, nhưng ở cả điều kiện có tưới và gây hạn đều giảm dần qua các thời kỳ từ khi cây bắt đầu ra hoa và đạt giá trị thấp vào thời kỳ quả mẩy. Tuy nhiên, giữa công thức để hạn và có tưới trong cùng 1 thời kỳ thì cường độ quang hợp chênh lệch rõ rệt (Bảng 4). Ở thời kỳ cây bắt đầu ra hoa, sau 9 ngày để hạn, cường độ quang hợp của 2 giống giảm rất rõ biểu hiện ở giống DT84 chỉ đạt 1,98 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ so với 10,47 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ trong điều kiện có tưới (Bảng 4a). Giá trị tương ứng đối với giống M103 là 2,25 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ và 11,50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Bước sang thời kỳ hoa nở rộ, ở công thức để hạn cường độ quang hợp đã giảm xuống chỉ còn 0,81 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) đối với giống DT84 và 1,13 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) đối với giống M103, trong khi đó ở công thức tưới nước đầy đủ cường độ quang hợp cũng có xu hướng giảm xuống thấp hơn so với thời kỳ cây bắt đầu ra và đạt khá cao, 9,57 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ với giống DT84 và 10,13 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ với giống M103. Đến thời kỳ quả vào chắt, cường độ quang hợp của 2 giống ở cả 2

công thức để hạn và có tưới đều giảm xuống thấp hơn so với 2 thời kỳ cây bắt đầu ra hoa và ra hoa rộ, biểu hiện ở công thức tưới nước đầy đủ cường độ quang hợp của giống DT84 đạt 8,17 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) và giống M103 đạt 8,67 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) cũng tương tự như công thức tưới nước đầy đủ công thức để hạn thời kỳ này cũng có cường độ quang hợp đạt thấp nhất chỉ đạt 0,18 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) đối với giống DT84 và 0,37 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) đối với giống M103. Kết quả trong thí nghiệm này tương tự như thí nghiệm trước đây (Trần Anh Tuấn và cộng sự, 2007).

Độ thiếu hụt bão hoà nước (THBHN) khác nhau ít giữa giống nhưng khác biệt khá cao giữa điều kiện đủ nước và điều kiện hạn trong cùng giống (Bảng 4). Nhìn chung trong điều kiện hạn độ thiếu hụt bão hoà nước tăng từ 2 lần ở thời kỳ bắt đầu ra hoa lên 3 lần ở thời kỳ ra hoa rộ và thời kỳ quả mẩy so với tưới nước đầy đủ. Điều đó chứng tỏ thời kỳ quả mẩy nhu cầu nước của cây cao nhất, thiếu nước sẽ làm giảm năng suất hạt.

Hàm lượng chlorophyll tổng số trong lá có xu hướng giảm dần qua các thời kỳ ở cả điều kiện hạn và tưới nước đầy đủ (Bảng 4). Tuy nhiên, ở điều kiện hạn hàm lượng chlorophyll trong lá thấp hơn rất nhiều so với điều kiện tưới nước đầy đủ. Mức độ ảnh hưởng cũng tăng dần từ thời kỳ bắt đầu ra hoa và đạt cao vào thời kỳ quả mẩy. Giữa 2 giống tham gia thí nghiệm, giống M103 có hàm lượng chlorophyll trong lá luôn cao hơn giống DT84 trong cả 3 thời kỳ ở công thức gây hạn và công thức tưới nước đầy đủ.

Bảng 4. Ảnh hưởng của thiếu nước ở 3 thời kỳ gây hạn đến một số chỉ tiêu sinh lý của 2 giống đậu tương DT84 và M103

Giống	I_{qh} ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)		THBHN (%)		Chlorophyll tổng số (mg/100g lá)	
	Tưới	Hạn	Tưới	Hạn	Tưới	Hạn
Thời kỳ bắt đầu ra hoa						
DT84	10,47	1,98	16,89	36,85	350,03	266,31
M103	11,50	2,25	16,77	33,60	357,94	292,53
Thời kỳ ra hoa rộ - làm quả						
DT84	9,57	0,83	16,42	47,81	343,31	252,59
M103	10,13	1,13	16,26	48,85	352,44	239,66
Thời kỳ quả mẩy						
DT84	8,17	0,18	19,26	54,23	296,59	194,43
M103	8,67	0,37	18,66	50,65	302,76	224,08

3.5. Ảnh hưởng của hạn đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của 2 giống đậu tương

Ảnh hưởng của hạn tới các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất hạt ở mức cá thể được thể hiện trong bảng 5.

Giống DT84 có các yếu tố cấu thành năng suất cao hơn M103 chút ít ở cả hai điều kiện có tưới và không có tưới. Ở cả hai giống các yếu tố cấu thành năng suất chịu ảnh hưởng tương đối khác biệt nhau và biến động theo giai đoạn mà cây thiếu nước.

Thiếu nước ở thời kỳ bắt đầu ra hoa ảnh hưởng mạnh tới tổng số quả trên cây nhưng không đáng kể đến khối lượng hạt với thiếu nước ở giai đoạn sau (Bảng 5). Ngược lại khối lượng hạt giảm rõ rệt khi cây bị hạn ở giai đoạn ra hoa rộ - làm quả ($P < 0,05$) và giai đoạn quả mẩy ($P < 0,01$) so với tưới nước đầy đủ, làm cho

năng suất cá thể bị ảnh hưởng đáng kể ($P < 0,01$).

Nếu xét theo thời kỳ gây hạn, khối lượng hạt và năng suất cá thể đều giảm khác nhau ở mức tin cậy ($P < 0,05$), được xếp theo thứ tự R_5 rồi đến R_{2-3} và R_1 . Ở thời kỳ quả mẩy, năng suất cá thể giảm mạnh nhất tới 61,6 % và 58,4 %, tương ứng ở giống DT84 và M103. Tương tự như những nghiên cứu trước đây (Doorenbos và Kassam, 1979; Constable và Hearn, 1980; Fouroud và cộng sự, 1993; Dogan và cộng sự, 2007; Trần Anh Tuấn và cộng sự, 2007), kết quả năng suất trong thí nghiệm này cho thấy đậu tương mẫn cảm nhất ở giai đoạn làm hạt (R_5). Sự giảm năng suất trong thí nghiệm này cao hơn nhiều so với một số nghiên cứu khác trên điều kiện đồng ruộng (Karam và cộng sự, 2005; Dogan và cộng sự 2007).

Cả hai giống DT84 và M103 tương đối mẫn cảm với sự thiếu nước.

Bảng 5. Ảnh hưởng của hạn đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cá thể của 2 giống đậu tương

Thời kỳ gây hạn	Giống	Tổng số quả /cây (quả)		Khối lượng 100 hạt (g)		Năng suất cá thể (g)		Mức suy giảm (%)
		Tưới	Hạn	Tưới	Hạn	Tưới	Hạn	
Bắt đầu ra hoa	DT84	9,18	6,55	16,98	16,82	2,81*	1,57	40,13
	M103	8,75	7,67	17,5	16,33	2,75*	1,80	34,55
Ra hoa rộ - làm quả	DT84	9,20	6,06	16,90*	14,21	2,80**	1,41	49,64
	M103	8,80	7,93	17,00*	15,00	2,90**	1,50	48,28
Làm hạt - quả mẩy	DT84	9,10	8,99	16,98**	10,97	2,92**	1,12	61,64
	M103	8,96	8,25	17,16**	10,53	3,05**	1,27	58,36

Ghi chú : * Sai khác giữa hạn và tưới nước đầy đủ ở mức ý nghĩa $P < 0,05$

** Sai khác giữa hạn và tưới nước đầy đủ ở mức ý nghĩa $P < 0,01$

4. KẾT LUẬN

Ảnh hưởng của sự thiếu nước ở ba thời kỳ trong giai đoạn sinh trưởng sinh thực ở hai giống đậu tương DT84 và M103, tuy không đáng kể đến thời gian qua các thời kỳ nhưng làm giảm rõ rệt cường độ quang hợp, hàm lượng chlorophyll tổng số, tăng sự thiếu hụt nước bão hòa lá, làm giảm khối lượng hạt và năng suất cá thể so với điều kiện tưới đủ nước. Nếu hạn ở giai đoạn đầu của thời kỳ sinh thực cây có khả năng phục hồi

nhanh hơn và ảnh hưởng tới năng suất nhẹ hơn ở các giai đoạn sau. Sự suy giảm năng suất mạnh nhất khi thiếu nước ở thời kỳ làm hạt, theo thứ tự R_5 , R_{2-3} và R_1 .

Tổng thể kết quả cho thấy hai giống đậu tương thí nghiệm DT84 và M103, khá mẫn cảm với sự thiếu hụt nước ở thời kỳ sinh trưởng sinh thực bắt đầu từ khi ra hoa tới khi hạt mẩy. Gây hạn trong chậu vào thời kỳ này có thể đánh giá và xác định nhanh các mẫu giống trong nguồn gen có khả năng chịu hạn phục vụ cho chương trình chọn giống.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Andrew James (2001). *Looking for drought tolerance in Soybean*. National Soybean Conference in Vietnam 22-23 March 2001, Hanoi, tr. 146-147.
- Boyer, J. S., Johnson, R. R., Saupe, S. G. (1980). *Afternoon water deficit and grain yields in old and new soybean cultivars*. Agron. J. 72: 981-985.
- Constable, G. A., Hearn, A. B. (1980). *Irrigation for crops in sub-humid environment: the effect of irrigation on the growth and yield of soybean*. Irrigat. Sci. 2: 1-12.
- Doorenbos, J. , Kassam, A. H. (1979). *Yield response to water*. Paper No. 33. FAO, Rome.
- Dogan, E, Kirnak, H., Copur Osman (2007). *Deficit irrigations during soybean reproductive stages and CROPGRO-soybean simulations under semi-ard climatic conditions*. Field Crops Research 103: 154-159.
- Earl, H. G. (2002). *Stomatal and non-stomatal restrictions to carbon assimilation in soybean (Glycine max) lines differing in water use efficiency*. Environmental and Experimental Botany 48 (2002): 237-246.
- Fouroud, N, Mudel, H. H., Saindon, G. Entz, T. (1993). *Effect of level and timing of moisture stress on soybean yield components*. Irrigat. Sci. 13: 149-155.
- Hoàng Minh Tấn, Nguyễn Quang Thạch, Trần Văn Phẩm (2000). *Giáo trình sinh lý thực vật*. NXB Nông nghiệp, tr.85 – 180.
- Meckel, L. W., Egli, D. B., Phillips, R. E., Radcliffe, D. and Leggett, J. E. (1984). *Effect of moisture stress on seed growth in soybeans*. Agron. J. 76:647- 650.
- Trần Đình Long, Andrew James, Ngô Quang Thắng, Nguyễn Thị Mỹ Hạnh (2001). *Ảnh hưởng của tần số nước tưới lên sinh trưởng, phát triển và năng suất đậu tương vụ đông 2000 tại Vasi*. Nation soybean Conference in Vietnam 22-23 March 2000, Hanoi, tr.146 – 15.
- 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 Kỹ thuật Nông nghiệp, Tập V, số 3:17-22.
- Trần Thị Phương Liên, Lê Thị Thu Hiền, Nguyễn Đăng Tôn, Cao Xuân Hiếu, Nông Văn Hải, Lê Thị Muội, Trần Đình Long (2003). *Nghiên cứu sự đa dạng gen Chaperonin CCT δ ở cây đậu tương*. Tạp chí Sinh học 3: 77 - 82.