

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ, ÁNH SÁNG, ĐỘ MẶN, VÀ TIỀN XỬ LÝ HẠT GIỐNG LÊN SỰ NẤY MẦM CỦA HẠT GIỐNG ĐIÊN ĐIỂN (*Sesbania sesban*)

Trương Hoàng Đan¹ và Hans Brix²

ABSTRACT

The germination of *Sesbania sesban* seeds was studied under controlled environmental conditions. Interactive effects of temperature and light, effects of salinity and effects of different pre-treatments of seeds were studied. There was no difference in germination percent between dark and light treatments, but the development of radical length was significantly influenced by both light conditions and temperature. Germination was highest at 30 and 37°C but seeds also germinated readily at 22°C. No germination was observed at low (5 and 13°C) and high (45°C) temperatures. Salinities up to 100 mM NaCl (5.8 ppt) did not influence the germination percentage, but at 200 and 250 mM germination was reduced to 29 and 17% respectively. Pre-treatment of seeds in hot water, sulphuric acid or calcium sulphate had only minor effect on germination rate.

Keywords: Temperature, light, salinity, germination, acid pre-treatment, hot water pre-treatment, *Sesbania sesban*

Title: The influence of temperature, light, salinity and seed pre-treatment on the germination of *Sesbania sesban* seeds

TÓM TẮT

Ảnh hưởng của nhiệt độ, ánh sáng, độ mặn và các hạt giống tiên xử lý theo các cách khác nhau được tiến hành nghiên cứu trong hệ thống môi trường có kiểm soát. Không có sự khác biệt đáng kể về phần trăm nảy mầm giữa nghiệm thức sáng và tối. Sự phát triển chiều dài rễ mầm bị ảnh hưởng đáng kể bởi điều kiện ánh sáng và nhiệt độ. Sự nảy mầm tốt nhất ở nhiệt độ 30°C và 37°C, tuy nhiên hạt giống cũng nảy mầm ở 22°C. Không có sự nảy mầm ở nhiệt độ thấp (5°C và 13°C) và cao (45°C). Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn và các phương pháp tiên xử lý hạt, kết quả cho thấy độ mặn lên đến 100 mM (5.8ppt) không ảnh hưởng đến tỉ lệ nảy mầm, nhưng từ 200 đến 250 mM sự nảy mầm giảm 17 đến 29%. Hạt điên điển (*Sesbania sesban*) được xử lý trước trong nước ấm, acid sulphuric hay calcium sulphate sẽ có tác động nhỏ đến tỉ lệ nảy mầm.

Từ khóa: nhiệt độ, ánh sáng, độ mặn, sự nảy mầm, tiên xử lý hạt, điên điển

1 GIỚI THIỆU

Cây điên điển (*Sesbania sesban*) (L.) Merrill (thuộc họ Fabaceae) được sử dụng rộng rãi như nguồn phân xanh và thức ăn gia súc (Anon, 1924; Whyte *et al.*, 1953). Điên điển (*Sesbania sesban*) phân bố tự nhiên và được trồng phổ biến ở vùng nhiệt đới của châu Phi và châu Á (Gutteridge và Shelton, 1993). Ở Việt Nam, điên điển (*Sesbania sesban*) có công dụng rất lớn trong nông nghiệp, chẳng hạn như lá của loài điên điển được dùng làm thức ăn gia súc và được dùng để bổ sung

¹ Bộ Môn Môi Trường & QLTNTN, Khoa Nông nghiệp & SHƯD, Đại học Cần Thơ.

² Viện Nghiên cứu Sinh học Cây Trồng, Bộ môn Sinh học, Đại học Aarhus, Đan Mạch.

vào rom rạ làm lớp hữu cơ giữ ẩm cho đất ở đồng bằng sông Cửu Long (Nao, 1983). Cây điền điền có tỉ lệ sinh trưởng rất nhanh vì vậy nhiều giống loài có tác động quan trọng đến hệ sinh thái đất ngập nước (Gutteridge và Shelton, 1993).

Sự nảy mầm của hạt giống thường là giai đoạn nhạy cảm nhất trong chu kỳ sống của cây. Sự nảy mầm của các loài thủy sinh có thể bị ảnh hưởng bởi vài yếu tố môi trường, bao gồm biên độ dao động nhiệt ngày và đêm, nồng độ oxygen thấp (Forsberg, 1966; Thompson, 1974; Bonnewell & *et al.*, 1983; Meredith, 1985). Esechie (1995) cho rằng nhiệt độ cao có thể ảnh hưởng bất lợi trực tiếp đến sự nảy mầm của hạt điền điền. Dao động nhiệt có thể tác động mạnh đến phản ứng của hạt giống với ánh sáng. Sự thay đổi nhiệt độ có thể gây trở ngại cho các dạng phytochrome hoạt động (P_{fr}) (Pons, 1992; Probert, 1992).

Thực tế cho thấy hạt điền điền khi gieo trồng thường có độ nảy mầm thấp do nhiều nguyên nhân, trong đó các yếu tố môi trường không kiểm soát tốt như nhiệt độ, ánh sáng (Esechie, 1995). Do đó việc tìm hiểu nhu cầu nảy mầm của hạt giống điền điền cũng như vai trò của các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến sự nảy mầm là vấn đề cần được lưu ý trong việc sử dụng kỹ thuật hạt giống cho nghiên cứu hoặc qui hoạch vùng cho mục đích lấy giống, bảo tồn đa dạng sinh học trong bảo vệ môi trường.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Nguyên liệu hạt giống

Hạt giống được thu thập tại tỉnh An Giang, vào tháng 9 năm 2005. Các hạt cùng cỡ được chọn lọc cho thí nghiệm về sự nảy mầm. Một hạt được xem là nảy mầm khi rễ mầm xuất hiện. Thí nghiệm được bố trí với 5 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức.

2.2 Bố trí thí nghiệm 1

Ảnh hưởng của nhiệt độ và ánh sáng

Thí nghiệm được tiến hành trong hệ thống môi trường có kiểm soát trong phòng thí nghiệm của Bộ môn Sinh học, Đại học Aarhus, Đan mạch. Thí nghiệm được bố trí với 5 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức. Các yếu tố môi trường được kiểm soát là ánh sáng ($220 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{giờ}$) và 6 nhiệt độ: 5°C , 13°C , 22°C , 30°C , 37°C , và 45°C . Nghiệm thức tối được giữ hoàn toàn trong bóng tối suốt thời gian thí nghiệm bằng cách bao bọc đĩa trong giấy nhôm và đặt trong khay có nắp đậy. Nghiệm thức tối không được mở ra cho đến khi sự nảy mầm ở nghiệm thức sáng hoàn thành. Ở nghiệm thức sáng (12 giờ sáng và 12 giờ tối), sự nảy mầm của các hạt giống được kiểm tra hằng ngày trong suốt 1 tuần cho đến khi không còn hạt nảy mầm. Tiến hành đo chiều dài rễ mầm sau bảy ngày và ghi nhận sự nảy mầm ở các nghiệm thức. Nước cất được thêm vào đĩa petri suốt thời gian ủ hạt để giữ ẩm cho hạt giống.

2.3 Bố trí thí nghiệm 2

Ảnh hưởng của độ mặn

Ảnh hưởng của 7 nồng độ muối (0, 25, 75, 100, 200 và 250 mM NaCl) với nhiệt độ 30°C (ngày): 20°C (đêm). Hai mươi hạt cùng kích cỡ được đặt trong đĩa petri

với giấy lọc và 10 ml nước muối với các nồng độ khác nhau. Sự nảy mầm của các hạt được theo dõi trong 7 ngày cho đến khi không còn hạt nảy mầm.

2.4 Bố trí thí nghiệm 3

Ảnh hưởng của việc tiền xử lý hạt giống lên sự nảy mầm

Ảnh hưởng của năm cách xử lý hạt giống khác nhau (H_2SO_4 98%; $CaSO_4$ 1mM; $CaSO_4$ 10mM; ngâm trong nước 60°C; ngâm trong nước 70°C) được tiến hành ở 30°C (ngày) và 20°C (đêm). Ba mươi hạt có cùng kích cỡ được đặt trong đĩa petri cho mỗi phương pháp xử lý trong 10 phút. Sau đó hạt giống được rửa lại bằng nước cất và đặt trong đĩa petri có giấy lọc và 10 ml nước cất. Sự nảy mầm của tất cả các hạt được kiểm tra hằng ngày trong suốt 1 tuần sau khi không còn hạt nảy mầm.

2.5 Phân tích thống kê

Phân tích two-way ANOVA được dùng để kiểm tra ảnh hưởng của nhiệt độ, ánh sáng lên sự nảy mầm của hạt giống và chiều dài của rễ. Sử dụng phần mềm SPSS 10.0 cho windows (SPSS Inc. Illinois, USA). Ảnh hưởng của độ mặn và các cách xử lý hạt khác nhau được kiểm tra bằng one-way ANOVA. So sánh posthoc được thực hiện cho phép thử Duncan. Nếu cần, dữ liệu sẽ được chuyển sang dạng log để bảo đảm tính đồng nhất của phương sai.

3 KẾT QUẢ

3.1 Thí nghiệm 1: ảnh hưởng của nhiệt độ và ánh sáng

Nhiệt độ ảnh hưởng đáng kể lên chiều dài rễ mầm và phần trăm nảy mầm, nhưng điều kiện ánh sáng thì không ảnh hưởng đến sự nảy mầm (Bảng 1).

Bảng 1: Kết quả thống kê two-way ANOVA (F-ratios) đối với ảnh hưởng của nhiệt độ và ánh sáng lên chiều dài rễ mầm và phần trăm nảy mầm

Yếu tố	Chiều dài rễ mầm	Phần trăm nảy mầm
A (Nhiệt độ)	8,09**	4,94*
B (Ánh sáng)	41,49***	0,12
A*B	2,51	1,48

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

(không có sự nảy mầm ở nhiệt độ cao hơn và thấp hơn, chỉ có dữ liệu kiểm tra từ nghiệm thức 22°C, 30°C và 37°C).

Tuy nhiên, ánh sáng ảnh hưởng đáng kể lên chiều dài rễ mầm (Bảng 2). Rễ mầm không xuất hiện ở hai nhiệt độ thấp nhất (5 và 13°C) và ở nhiệt độ cao nhất (45°C). Tỷ lệ nảy mầm của hạt diên điển cao nhất ở 30 và 37°C. Ở nghiệm thức 22°C sự nảy mầm của hạt thấp hơn (76%).

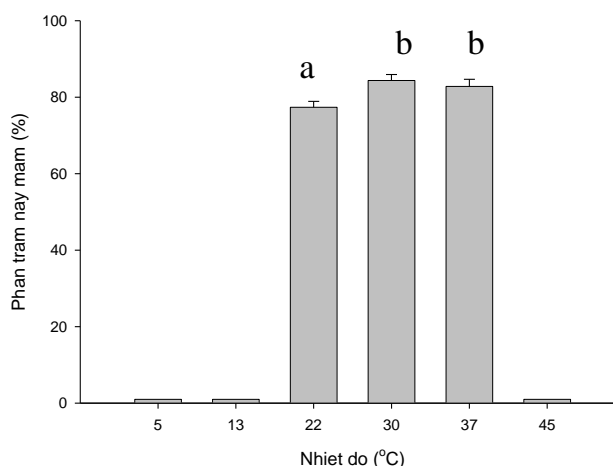
Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy không có sự khác biệt đáng kể giữa nghiệm thức sáng và tối, do đó dữ liệu là các số liệu trung bình của điều kiện ánh sáng được biểu diễn ở Hình 1. Trong khi phần trăm nảy mầm khác nhau không đáng kể giữa 30°C và 37°C thì sự tăng trưởng của rễ mầm bị ảnh hưởng đáng kể bởi nhiệt độ và ánh sáng. Chiều dài rễ mầm dài nhất ở 30°C, và thấp nhất ở 22°C và 37°C.

Nhìn chung, chiều dài rễ mầm cao hơn khi ở trong tối ở tất cả các nhiệt độ thí nghiệm.

Bảng 2: Gia tăng chiều dài rễ mầm của *Sesbania sesban* ở 3 nhiệt độ trong nghiệm thức sáng và tối

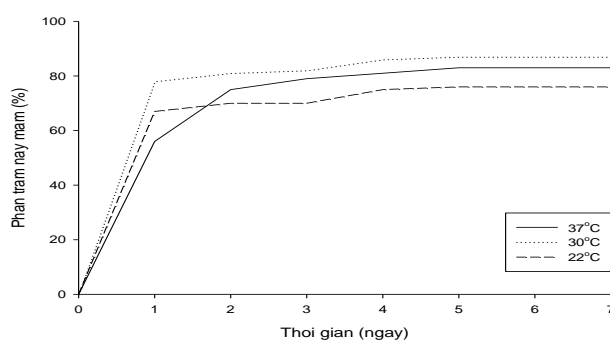
Nhiệt độ (°C)	Gia tăng chiều dài rễ mầm	
	Trong sáng (cm ngày ⁻¹)	Trong tối (cm ngày ⁻¹)
22	0,38 ± 0,13 ab	1,02 ± 0,03 b
30	0,65 ± 0,18 b	1,26 ± 0,05 c
37	0,09 ± 0,02 a	0,76 ± 0,03 a

Ghi chú: Ký tự khác nhau bên trên trong cùng cột, cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) giữa các nhiệt độ khác nhau, giá trị trung bình và sai số chuẩn ($n=5$).



Hình 1: Phần trăm nảy mầm của hạt giống điên điển (*Sesbania sesban*) ở nghiệm thức sáng và tối (chung) ở các nhiệt độ khác nhau ($n=10$, trung bình và sai số chuẩn). Ký tự khác nhau bên trên cột, cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

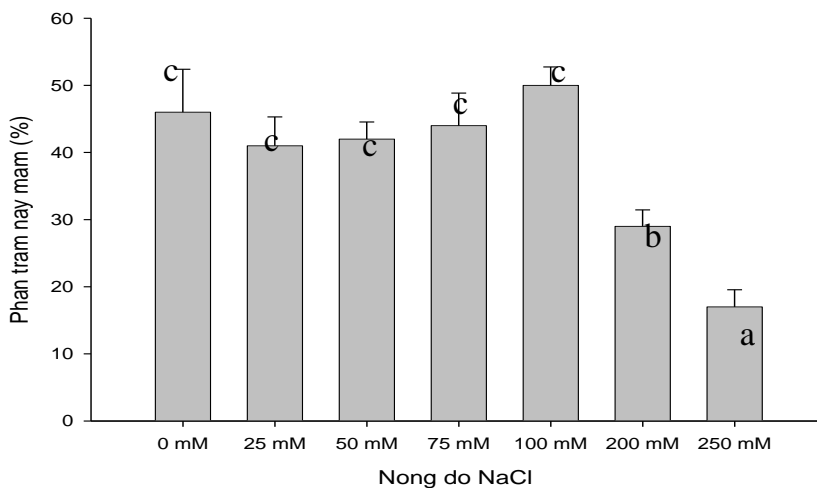
Ở nghiệm thức sáng, hạt giống điên điển (*Sesbania sesban*) nảy mầm ở 22°C đến 37°C chỉ sau một ngày. Sự nảy mầm tăng nhanh theo thời gian và sự nảy mầm hoàn tất trong một tuần ở tất cả các nghiệm thức. Phần trăm nảy mầm cao nhất là 85% ở 30°C (hình 2).



Hình 2: Phần trăm nảy mầm (%) của hạt giống điên điển ở nghiệm thức sáng trong 7 ngày

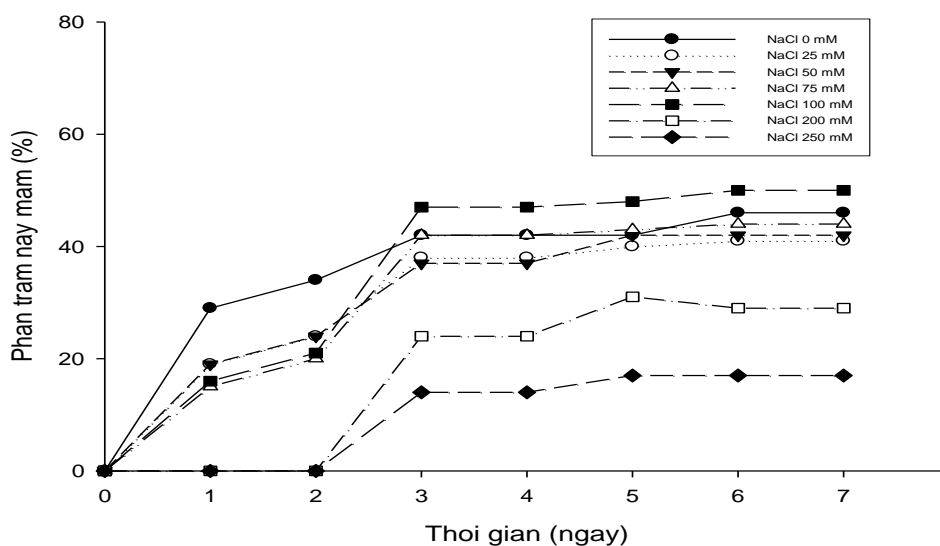
3.2 Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của độ mặn

Độ mặn có ảnh hưởng quan trọng đến sự nảy mầm của hạt điên điển (Hình 3). Với độ mặn là 100 mM tỷ lệ nảy mầm dao động trong khoảng 41 đến 50%. Ở nồng độ 200 mM tỷ lệ nảy mầm chỉ đạt 29% và 17% tại 250 mM.



Hình 3: Ảnh hưởng các nồng độ muối khác nhau lên sự nảy mầm của hạt điên điển (n=10, trung bình và sai số chuẩn) Ký tự khác nhau bên trên cột, cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (P<0,05)

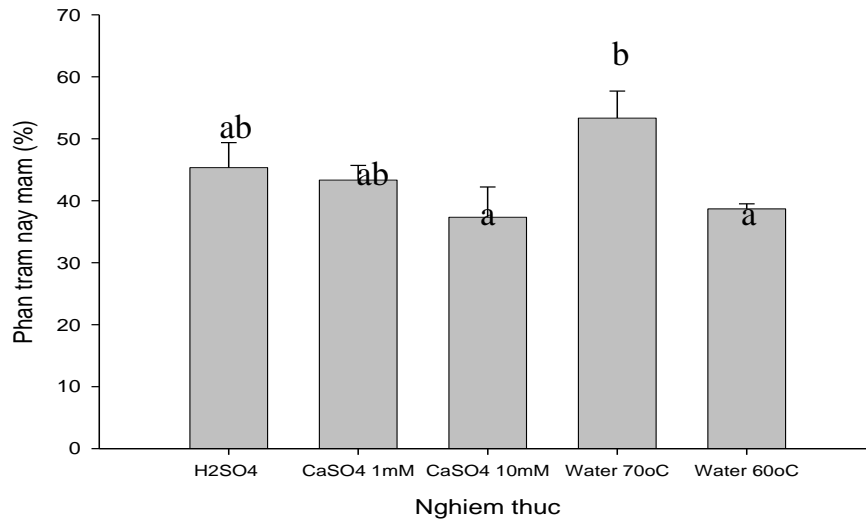
Ở nghiệm thức 100 mM NaCl sự nảy mầm xuất hiện sau một ngày nhưng ở nồng độ 200 mM và 250 mM hạt điên điển không nảy mầm cho đến ngày thứ ba (Hình 4). Sau 3 đến 4 ngày sự nảy mầm hoàn thành ở hầu hết các nghiệm thức chỉ một vài trường hợp hạt giống nảy mầm ở ngày thứ 7 khi thí nghiệm kết thúc.



Hình 4: Phần trăm nảy mầm của hạt điên điển tại các nồng độ muối khác nhau trong 7 ngày

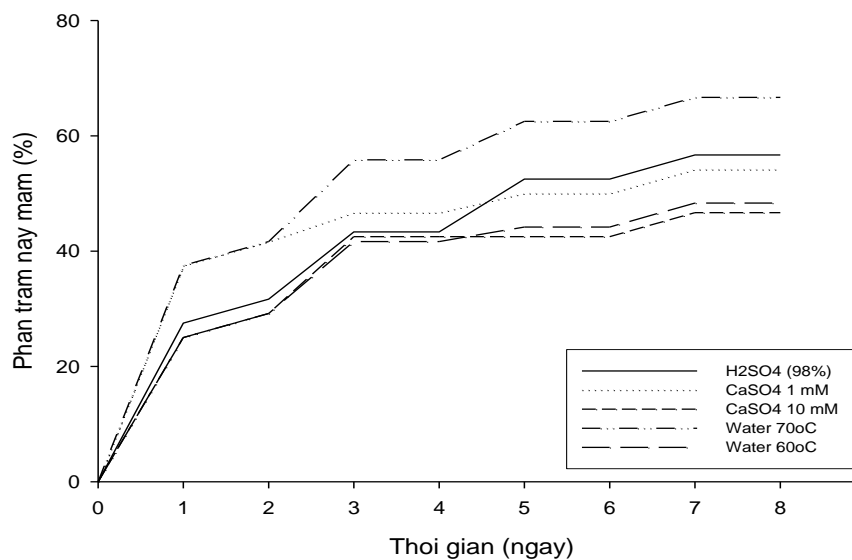
3.3 Thí nghiệm 3: Ảnh hưởng của việc xử lý hạt giống theo các phương pháp khác nhau đối với sự nảy mầm

Ảnh hưởng của 5 cách xử lý hạt diên điền lên sự nảy mầm được thể hiện trong hình 5. Tỷ lệ nảy mầm đạt từ 37 đến 53% và không có sự khác biệt nhiều giữa các cách xử lý. Sự nảy mầm của các hạt ngâm trong nước ấm 70°C cao hơn hạt giống ngâm trong nước ấm 60°C và hạt giống ngâm trong acid H₂SO₄ (98%) có ý nghĩa về thống kê tuy nhiên sự khác biệt không lớn.



Hình 5: Ảnh hưởng của cách cách xử lý hạt giống lên sự nảy mầm của hạt diên điền ($n=10$, trung bình và sai số chuẩn) Ký tự khác nhau bên trên cột, cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Sự nảy mầm bắt đầu xuất hiện ở tất cả các nghiệm thức sau một ngày ngâm và tăng dần trong các ngày tiếp theo (Hình 6). Sau một tuần không có hạt nảy mầm thêm.



Hình 6: Tỷ lệ nảy mầm của hạt diên điền theo các cách xử lý hạt giống khác nhau trong tám ngày

4 THẢO LUẬN

Kết quả trong nghiên cứu cho thấy tầm quan trọng của nhiệt độ đối với sự nảy mầm của hạt giống diên điển. Ở nhiệt độ cao (45°C) và thấp (5 và 13°C), hạt diên điển không nảy mầm. Nhiệt độ có thể ảnh hưởng không những lên những quá trình ban đầu của sự hấp thu nước của hạt giống mà còn đến những quá trình sinh hóa diễn ra trong sự phân chia tế bào (Grouzis, 1988; Bewley và Black, 1978; Kermodé, 1990).

Ở nghiệm thức tối, kết quả cho thấy, hạt giống diên điển có thể nảy mầm không cần ánh sáng (Lopez & Sanchez, 1989). Một nghiên cứu về sự nảy mầm của *Phalaris arundinacea* cho rằng phần trăm nảy mầm sẽ cao trong điều kiện tối và nghiên cứu nhân mạnh “sự nảy mầm không nhanh hơn khi có ánh sáng ở một số hạt giống cỏ khác” (Cisneros, 2001). Điều này phù hợp với giả thuyết cho rằng phytochrome là phân cảm biến chính đối với sự nảy mầm của hạt giống được điều hòa ánh sáng. Nguyên lý này cho phép phôi nảy mầm trong điều kiện thiếu ánh sáng (Raven, 1999).

Sự nảy mầm của hạt giống có thể định nghĩa như sự sinh trưởng của phôi của hạt giống trưởng thành, dựa trên những điều kiện môi trường như nước, oxygen sẵn có cũng như nhiệt độ (Forsberg, 1966; Bonnewell *et al.*, 1983; Meredith, 1985). Do đó, ở nghiên cứu này, sự tăng trưởng rễ mầm cũng được ghi nhận. Sự gia tăng chiều dài rễ mầm nhanh nhất và quan sát trên bề mặt rễ mầm cho thấy chúng phát triển rất mỏng trong tối, so với nghiệm thức sáng. Trên lý thuyết, có một sự liên hệ giữa hàm lượng auxin trong phôi với khả năng tồn tại và sinh trưởng của rễ mầm. Ánh sáng ảnh hưởng đến sự phân phối cũng như phân hủy auxin. (Taiz *et al.*, 1998).

Việc theo dõi sự nảy mầm của hạt giống diên điển (*Sesbania sesban*) ở các nhiệt độ từ 22°C đến 37°C trong 7 ngày có thể phù hợp với kết quả của những nghiên cứu khác về loài này (Cisse, 1986; Elberse & Breman, 1990; Danthu *et al.*, 1992).

Độ mặn từ 200 mM trở lên tương đương khoảng 1/3 nồng độ nước biển làm giảm tỷ lệ nảy mầm của hạt diên điển có ý nghĩa về mặt thống kê. Các ion âm trong nước biển làm giảm sự hấp thu nước của hạt và ngăn cản sự nảy mầm (Thompson and Grime, 1983). Tỷ lệ hấp thu nước giảm cũng ảnh hưởng đến thời gian nảy mầm. Ở nghiệm thức độ mặn thấp sự hấp thu nước và nảy mầm diễn ra rất nhanh, từ 1 đến 2 ngày trong khi ở độ mặn cao nhất sự nảy mầm không được ghi nhận cho đến hết ngày thứ ba. Nồng độ Na cao và đặc biệt là ion Cl được xem như là một chất độc tác động trực tiếp lên các tế bào (Roundy, 1987). Tuy nhiên điều cần chú ý là độ mặn lên đến 100mM (tương đương 5,8 ppt) không có ảnh hưởng đến sự nảy mầm, thậm chí ở nồng độ cao hơn là 200 mM và 250 mM sự nảy mầm vẫn xảy ra. Thí nghiệm chứng tỏ cây diên điển có thể thích nghi ở một vài độ mặn nhất định và có thể nảy mầm trên các loại đất có độ mặn thấp.

Phương pháp tiền xử lý hạt là một phương pháp phổ biến ở nhiều nước để làm tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt giống. Ngâm ướt hạt giống trong nước 70°C trong 10 phút làm tăng tỷ lệ nảy mầm khoảng 20% so với những nghiệm thức khác nhưng tỷ lệ nảy mầm (khoảng 50%) xảy ra ở hầu hết các nồng độ muối khác nhau trong các thí nghiệm. Ngâm hạt trong nước ấm là một phương pháp đơn giản và rẻ tiền để làm

mềm lớp vỏ và kích thích sự nảy mầm hạt giống các loại cây nhiệt đới (Smith *et al.*, 1993). Thí nghiệm cũng cho thấy lớp vỏ cứng ức chế sự nảy mầm của hạt diên điển trong môi trường nước không là vấn đề quan tâm nếu hạt được xử lý theo các phương pháp đã được nghiên cứu.

5 KẾT LUẬN

Nhiệt độ và ánh sáng là hai yếu tố ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự nảy mầm của hạt diên điển. Sự nảy mầm của hạt diên điển đều diễn ra cả ở trong điều kiện sáng và tối. Nhiệt độ nảy mầm tối ưu là 30°C và 37°C, nhưng sự nảy mầm cũng có thể ở 22°C. Sự nảy mầm không diễn ra ở nhiệt độ thấp (5°C và 13°C) và nhiệt độ cao (45°C). Khi độ mặn lên đến 6ppt thì sự nảy mầm vẫn xuất hiện nhưng với nồng độ cao hơn thì tỉ lệ nảy mầm sẽ thấp hơn. Việc ngâm hạt trong nước ấm, acid sulphuric, canxi sulphate để làm mềm lớp vỏ có tác động lên tỉ lệ nảy mầm của hạt diên điển. Kết quả nghiên cứu cây diên điển phù hợp với khả năng thích nghi của các loài thực vật ngập nước vùng nhiệt đới là có một giới hạn chịu đựng rộng lớn đối với các điều kiện môi trường.

LỜI CẢM ƠN

Cơ quan Phát triển Quốc tế Đan Mạch (Danida) tài trợ nghiên cứu này thông qua sự liên kết giữa Đại học Cần Thơ - Đại học Aarhus trong dự án Khoa học Môi trường (CAULES).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Anonymous (1924). Shevri as a fodder crop. Bombay Department of Land Records and Agriculture. Bulletin no. 115.
- Bewley JD, Black M (1978). Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. 1. Development, Germination and Growth. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 306 pp.
- Bonnewell V, Koukkari WL, Pratt DC (1983). Light, oxygen, and temperature requirements for *Typha latifolia* seed germination. Can. J. Bot. 61: 1330-1336.
- Cisneros RL, Zedler J (2001). Effect of light on seed germination in *Phalaris arundinacea* L. (reed canary grass). Plant Ecol. 155: 75-78.
- Cisse AM (1986). Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud sahélienne. Thèse, Université Agronomique, Wageningen, 212 pp
- Danthu P, Roussel J, Dia M, Sarr A (1992). Effect of different pretreatments on the germination of *Acacia senegal* seeds. Seed Science and Technology 20(1): 111-117.
- Elberse WT, Breman H (1989). Germination and establishment of Sahelian rangeland species. I. Seed properties. Oecologia. 80: 477-484.
- Esechie HA (1995). Partitioning of chloride ion in the germinating seed of two forage legumes under varied salinity and temperature regimes. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 26(19-20): 3357-3370.
- Forsberg C (1966). Sterile germination requirements of seeds of some water plants. Physiologia Pl. 19: 1105-1109
- Grouzis M (1988). Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d' Oursi, Burkina Faso). Collection Etudes et thèses de l'ORSTOM Paris, 336 p.

- Gutteridge RC, Shelton HM (1993). The scope and potential of tree legumes in agroforestry. *Agroforestry Systems* 23, 177-194.
- Kermode AR (1990). Regulatory mechanisms involved in the transition from seed development to germination. *CRC Crit. Rev. Plant Sci.* 9: 155-195.
- Lopez G, Sanchez P (1989). Germinacion de dos variedades de pitaya *Stenocereus griseus* (Haworth) Buxbaum. *Cactaceas y Suculentas Mexicanas.* 34: 35-40.
- Lorenzen B, Brix H, McKee KL, Mendelssohn IA, Miao S (2000). Seed germination of two Everglades species, *Cladium jamaicense* and *Typha domingensis*. *Aquat.Bot.* 66: 169-180.
- Meredith TC (1985). Factors affecting requirements from the seed bank of sedge (*Cladium mariscus*) dominated communities at Wicken Fen, Cambridgeshire, English. *J. Biogeogr.* 12: 463-472.
- Nao TV (1983). *Sesbania* spp. in two agro-forestry systems in Vietnam. *Mountain Research and Development* 3(4): 418-421
- Pons TL (1992). Seed response to light. pp 259-284 in Fenner M (Ed). *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities.* CAB International, Wallingford,
- Probert RJ (1992). The role of temperature in germination ecophysiology. pp. 285-325 in Fenner M (Ed.). *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities.* CAB International, Wallingford.
- Raven PH, Evert FR, Eichhorn ES (1999). *Biology of Plants.* 6th edition. WH Freedman and Company Worth Publishers, NY, USA
- Roundy BA (1987). Seedbed salinity and the establishment of range plants. In: Frasier GW and Evans RA (Eds.): *Seed and seedbed ecology of rangeland plants.* Washington, DC: Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, pp 68-81.
- Shonjani, S (2002). Salt sensitivity of rice, maize, sugar beet, and cotton during germination and early vegetative growth. - Ph.D. Thesis. Institute of Plant Nutrition, Justus Liebig University, Giessen, 49 pp.
- Smith JM, Bent SP (1993). Dormancy and germination. *Ann. Rev Plant Physiol.* 30, 130-150.
- Taiz L, Zeiger E (1998). *Plant Physiology.* 2nd edition. Sinauer Associates Ins. Publisher, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Thompson K, Grime JP (1983). A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperature. *J. Appl. Eco.* 20, 141-156.
- Whyte RO, Nilson LG, Trumble HC (1953). *Legumes in Agriculture.* FAO, United Nations, Rome. 367 pp.