

Đánh giá khả năng chịu hạn ở giai đoạn nảy mầm của một số mẫu giống lúa cận địa phương thu thập tại tỉnh Sơn La

Vì Thị Xuân Thủy^{1*}, Lò Thị Mai Thu¹, Vũ Việt Dũng²

¹Trường Đại học Tây Bắc

²Trường Cao đẳng Sơn La

Ngày nhận bài 25/6/2019; ngày chuyển phản biện 1/7/2019; ngày nhận phản biện 5/8/2019; ngày chấp nhận đăng 19/8/2019

Tóm tắt:

Với cây trồng nói chung, hạn có thể làm giảm tới 70% năng suất, trong khi cây lúa được xếp vào nhóm chịu hạn kém nhất nên ảnh hưởng của hạn càng trở nên nặng nề hơn. Bài báo trình bày kết quả đánh giá một số chỉ tiêu liên quan đến khả năng chịu hạn ở giai đoạn nảy mầm của 5 mẫu giống lúa cận địa phương thu thập tại tỉnh Sơn La, làm cơ sở cho việc lựa chọn các giống lúa có khả năng chịu hạn tốt, phổ biến vào sản xuất. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mẫu giống SM2 có khả năng chịu hạn tốt nhất, tiếp đến là các mẫu giống YC, SM1, MS2 và thấp nhất là MS1.

Từ khóa: α -amylase, chịu hạn, lúa, nảy mầm, protease, Sơn La.

Chỉ số phân loại: 4.1

Assessment on drought tolerance of some local rice varieties collected in Son La province at the germination stage

Thi Xuan Thuy Vi^{1*}, Thi Mai Thu Lo¹, Viet Dung Vu²

¹Tay Bac University

²Son La College

Received 25 June 2019; accepted 19 August 2019

Abstract:

Drought that can generally reduce up to 70% of crop yield, whereas rice is considered to have the worst droughty tolerance, so the impact of drought on it is more serious. In this study, the assessment on the drought tolerance of five local rice varieties collected in Son La province at the germination stage was implemented through the indicators related. Results from the study showed that, SM2 varieties had the best drought tolerance, followed by YC, SM1, MS2 and MS1 ones. The results could be a good basis for screening the droughty tolerant rice cultivars in the future.

Keywords: α -amylase, drought tolerance, germination, protease, rice, Son La.

Classification number: 4.1

Mở đầu

Lúa (*Oryza Sativa* L.) là cây lương thực chính của hơn nửa số dân trên trái đất và là cây lương thực quan trọng nhất của nước ta. Việt Nam là nước có nghề trồng lúa từ lâu đời và được coi là trung tâm đa dạng về cây lúa trồng. Năm 2018, diện tích trồng lúa của cả nước là hơn 7.700 nghìn ha, trong đó tỉnh Sơn La có 51 nghìn ha (Tổng cục Thống kê năm, 2017). Lúa không chỉ có ý nghĩa về mặt an ninh lương thực mà còn có ý nghĩa kinh tế với đa số nông dân, nhất là các dân tộc miền núi.

Hạn là yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đến an ninh lương thực thế giới, có thể làm giảm tới 70% năng suất cây trồng nói chung, trong khi lúa được xếp vào nhóm chịu hạn kém nhất [1, 2].

Cùng với lúa nước, lúa cạn ở Việt Nam có ý nghĩa quan trọng trong đời sống của người dân miền núi, tuy năng suất có thấp hơn nhưng khả năng chịu hạn tốt, thích nghi cao với điều kiện khí hậu khô khốc, đồng thời có chất lượng gạo tốt, cơm dẻo, thơm, phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng và có thể phục vụ cho xuất khẩu [3, 4]. Hiện nay do việc canh tác còn phân tán, tự phát, chưa có khoanh vùng và định hướng phát triển nên nhiều giống lúa cạn có chất lượng bị mất dần, diện tích trồng lúa cạn bị thu hẹp. Vì vậy, việc tuyển chọn các giống lúa cạn có chất lượng tốt, khả năng chịu hạn cao

*Tác giả liên hệ: Email: xuanthuy@utb.edu.vn

làm vật liệu ban đầu phục vụ cho công tác chọn tạo giống lúa có khả năng chịu hạn trở thành một vấn đề cấp thiết.

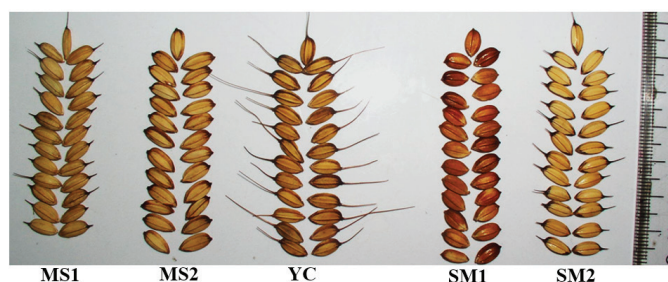
Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu

Sử dụng 5 giống lúa cận địa phương thu thập tại tỉnh Sơn La, với đặc điểm hình thái và kích thước của các mẫu được trình bày ở bảng 1 và hình 1 theo phương pháp cho điểm của IRRI [5].

Bảng 1. Các giống lúa cận sử dụng làm vật liệu nghiên cứu.

TT	Ký hiệu mẫu	Tên địa phương	Màu sắc vỏ trấu (điểm)	Độ phủ lông vỏ trấu (điểm)	Độ dài râu đầu hạt (điểm)	Khối lượng 1000 hạt (g)	Địa điểm thu mẫu
1	MS1	Khaurualon	10 (trắng)	2 (có lông bao phủ)	4 (râu dài đến 4 mm)	33,8±0,132	Xã Chiềng Kheo, huyện Mai Sơn, tỉnh Sơn La
2	MS2	Khautan	6 (chấm tím trên nền vàng rơm)	1 (nhẵn)	0 (không có râu)	34,8±0,263	Xã Mường Chanh, huyện Mai Sơn, tỉnh Sơn La
3	YC	Khautanhay	1 (có vành và rãnh màu vàng trên nền vàng rơm)	2 (có lông bao phủ)	9 (râu rất dài: 9-20 mm)	34,3±0,423	Xã Tú Nang, huyện Yên Châu, tỉnh Sơn La
4	SM1	Khautanlanh	5 (đỏ đến tím nhạt)	1 (nhẵn)	0 (không có râu)	36,7±0,274	Xã Chiềng Cang, huyện Sông Mã, tỉnh Sơn La
5	SM2	Khaule	6 (có rãnh nâu trên nền vàng rơm)	1 (nhẵn)	5 (râu dài đến 5 mm)	34,7±0,381	Xã Chiềng Sơ, huyện Sông Mã, tỉnh Sơn La



Hình 1. Hình thái hạt của các mẫu giống lúa nghiên cứu.

Phương pháp nghiên cứu

Chuẩn bị mẫu: hạt của các mẫu giống lúa nghiên cứu được xử lý nhiệt 60°C trong 15 phút, ngâm nước trong 24h, sau đó ủ trong dung dịch MS chứa sorbitol 5% (để gây hạn sinh lý). Hạt nảy mầm sau các thời gian ủ 3, 5, 7 và 9 ngày được sử dụng để xác định hoạt độ của α -amylase, hàm lượng đường tan, hoạt độ của protease và hàm lượng protein tan.

Xác định hoạt độ α -amylase: i) Định lượng hoạt độ α -amylase: hoạt độ α -amylase theo phương pháp của Heilken được mô tả bởi Nguyễn Lâm Dũng (1979) [6]; ii) Định tính hoạt độ α -amylase (để có hình ảnh trực quan hơn): cho hỗn hợp dịch gồm thạch agar 2%, tinh bột 1% và nước cất vào bình tam giác, đun cách thủy cho tan thạch, đổ vào đĩa petri dày 4 mm để nguội, đục lỗ đường kính 9 mm. Nhỏ 100 μ l dịch chiết chứa enzyme vào mỗi lỗ, để tủ lạnh qua đêm để enzyme khuếch tán, chuyển sang tủ ấm ở 30°C trong 24h. Nhuộm bằng lugol 5 phút và tráng lại bằng NaCl 1 N.

Xác định hàm lượng đường tan: hàm lượng đường được xác định theo phương pháp vi phân tích được mô tả bởi Phạm Thị Trân Châu và cs (1997) [7].

Xác định hoạt độ protease: i) Định lượng hoạt độ protease: hoạt độ protease xác định theo phương pháp Anson được mô tả bởi Nguyễn Văn Mùi (2001) [8]; ii) Định tính hoạt độ protease: tiến hành tương tự như định tính hoạt độ α -amylase, cơ chất là gelatin 1%.

Xác định hàm lượng protein tan: hàm lượng protein tan được xác định theo phương pháp Lowry được mô tả bởi Phạm Thị Trân Châu và cs (1997) [7].

Kết quả và thảo luận

Ảnh hưởng của hạn sinh lý đến hoạt độ của α -amylase của các mẫu giống lúa ở giai đoạn nảy mầm

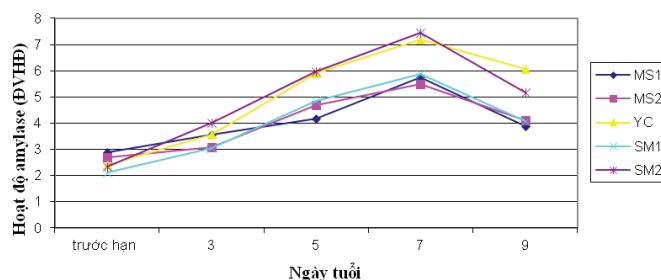
Amylase là enzyme phân giải tinh bột, xúc tác cho phản ứng thủy phân liên kết 1-4 glucosit của tinh bột và một số polysacarit khác. Sự gia tăng hoạt độ của α -amylase làm tăng hàm lượng đường do tinh bột bị thủy phân cung cấp năng lượng cho quá trình nảy mầm của hạt. Khi hoạt độ α -amylase tăng lên, hàm lượng đường tăng theo nên áp suất thẩm thấu của tế bào tăng, nhờ đó mà thực vật có khả năng chống lại sự mất nước ở giai đoạn nảy mầm. Đây là điều rất có ý nghĩa đối với quá trình nảy mầm của hạt, vì nó đảm bảo cho sự phát triển của mầm và cây non trong điều kiện thiếu nước. Trên cơ sở đó, chúng tôi tiến hành đánh giá khả năng chịu hạn của các giống lúa thông qua sự thay đổi hoạt độ của α -amylase và biến động hàm lượng đường tan ở giai đoạn nảy mầm trong điều kiện gây hạn sinh lý bằng cách bổ sung sorbitol 5%.

Hoạt độ α -amylase được xác định thông qua hàm lượng tinh bột bị thủy phân ở 30°C trong 30 phút, dựa vào đồ thị chuẩn tinh bột với giá trị OD đo ở bước sóng 560 nm. Kết quả phân tích được trình bày ở bảng 2 và hình 2.

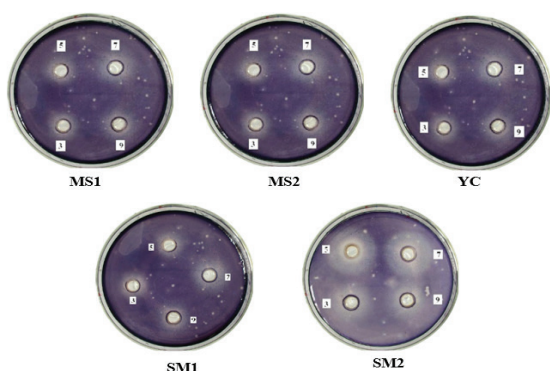
Bảng 2. Hoạt độ α -amylase của các mẫu giống lúa nghiên cứu ở các thời điểm gây hạn bởi sorbitol 5%.

Ký hiệu mẫu	Hoạt độ enzyme α -amylase (ĐVHD/mg hạt nảy mầm)				
	Trước hạn	3 ngày tuổi	5 ngày tuổi	7 ngày tuổi	9 ngày tuổi
MS1	2,90±0,217	3,57±0,614	4,19±0,177	5,75±0,334	3,87±0,820
MS2	2,71±0,293	3,07±0,134	4,69±0,236	5,48±0,118	4,11±0,194
YC	2,41±0,166	3,57±0,525	5,91±0,156	7,18±0,298	6,07±0,845
SM1	2,13±0,352	3,04±0,115	4,86±0,375	5,89±0,427	4,08±0,654
SM2	2,35±0,081	4,01±0,826	5,97±0,464	7,44±0,236	5,17±0,512

ĐVHD: đơn vị hoạt độ.

**Hình 2.** Đồ thị biểu hiện hoạt độ α -amylase của các mẫu giống lúa nghiên cứu ở các thời điểm gây hạn bởi sorbitol 5%.

Số liệu bảng 2 và hình 2 cho thấy, hoạt độ α -amylase khác nhau ở các mẫu giống lúa và thời gian gây hạn khác nhau. Xu hướng chung của sự biến động này là hoạt độ α -amylase tăng dần trong 7 ngày gây hạn và cao nhất ở ngày hạn thứ 7, sau đó giảm dần ở 9 ngày. Tại thời điểm 7 ngày tuổi hoạt độ của α -amylase cả 5 giống đều tăng so với thời điểm trước gây hạn sinh lý bằng sorbitol, trong đó mẫu giống SM2 có hoạt độ α -amylase tăng 3,17 lần so với trước thời điểm gây hạn sinh lý, tiếp đến là mẫu giống YC (tăng 2,98 lần), mẫu giống SM1 (tăng 2,77 lần), mẫu giống MS2 (tăng 2,02 lần) và tăng thấp nhất là giống MS1 (1,98 lần). Để khẳng định thêm và trực quan hơn về sự biến động của hoạt độ α -amylase, chúng tôi tiến hành định tính hoạt độ α -amylase của các mẫu giống lúa, kết quả thể hiện ở hình 3.

**Hình 3.** Hình ảnh định tính hoạt độ α -amylase của các mẫu giống lúa nghiên cứu ở các thời điểm gây hạn bởi sorbitol 5%. 3: 3 ngày tuổi; 5: 5 ngày tuổi; 7: 7 ngày tuổi; 9: 9 ngày tuổi.

Các kết quả trên đây cho thấy, sorbitol có tác động đến hoạt độ của α -amylase ở giai đoạn nảy mầm và sự ảnh hưởng này có sự khác nhau giữa các mẫu giống lúa, phụ thuộc vào khả năng chịu hạn của từng giống.

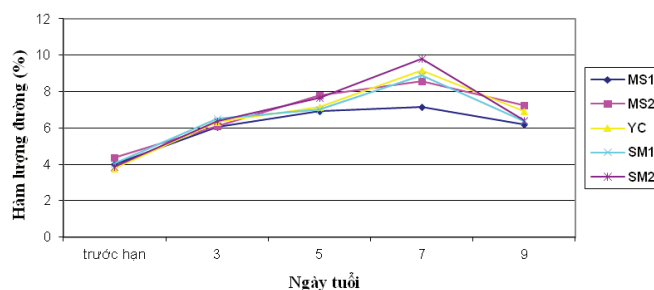
Ảnh hưởng của hạn sinh lý đến hàm lượng đường của các mẫu giống lúa ở giai đoạn nảy mầm

Hàm lượng đường tan trong tế bào đóng vai trò quan trọng trong việc điều chỉnh áp suất thẩm thấu của dịch bào khi cây gặp điều kiện ngoại cảnh bất lợi. Vì vậy, chúng tôi khảo sát hàm lượng đường ở giai đoạn nảy mầm với mục đích tìm mối liên quan đến khả năng chịu hạn của các giống lúa. Kết quả được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Hàm lượng đường tan của các mẫu giống lúa nghiên cứu ở các thời điểm gây hạn bởi sorbitol 5%.

Ký hiệu mẫu	Hàm lượng đường tan (%)				
	Trước hạn	3 ngày tuổi	5 ngày tuổi	7 ngày tuổi	9 ngày tuổi
MS1	4,02±0,241	6,08±0,125	6,91±0,243	7,15±0,191	6,19±0,425
MS2	4,35±0,312	6,11±0,656	7,78±0,186	8,56±0,633	7,23±0,324
YC	3,79±0,623	6,33±0,236	7,17±0,875	9,17±0,513	6,93±0,184
SM1	4,07±0,134	6,52±0,177	7,03±0,033	8,87±0,180	6,39±0,413
SM2	3,87±0,285	6,39±0,185	7,67±0,363	9,82±0,542	6,43±0,530

Kết quả bảng 3, hình 4 cho thấy, trong quá trình hạt nảy mầm, hàm lượng đường tan ở các mẫu thí nghiệm có chung quy luật là tăng từ 3 ngày tuổi đến 7 ngày tuổi và tăng cao nhất ở thời điểm 7 ngày tuổi, sau đó bắt đầu giảm vào giai đoạn 9 ngày tuổi. Sự biến động hàm lượng đường tan giữa các giống có sự khác nhau tương đối rõ. Tại thời điểm 7 ngày tuổi, hàm lượng đường tan của mẫu giống SM2 cao nhất (9,82%), tiếp đến là YC, SM1, MS2 và thấp nhất là MS1 với 7,15%. Sự biến động của hàm lượng đường tan ở thời điểm cao nhất so với trước hạn của giống SM2 lớn nhất (tăng 2,54 lần), tiếp sau là các giống YC (2,42 lần), SM1 (2,18 lần), MS2 (1,97 lần) và thấp nhất là giống MS1 (tăng 1,78 lần).

**Hình 4.** Đồ thị biểu hiện hàm lượng đường tan của các mẫu giống lúa nghiên cứu ở các thời điểm gây hạn bởi sorbitol 5%.

Khi tế bào mất nước, các chất hòa tan được tích lũy trong tế bào nhằm làm tăng khả năng giữ nước của chất nguyên sinh. Đây là một phương thức thích nghi của thực vật với stress của môi trường [9]. Kết quả nghiên cứu về hàm lượng đường tan trong giai đoạn nảy mầm của các giống lúa khi gây hạn sinh lý bằng sorbitol 5% phù hợp với những nhận định trên.

Hoạt độ của α -amylase càng cao thì hàm lượng đường tan càng lớn, cung cấp cho quá trình nảy mầm của hạt, sự sinh trưởng của mầm và điều chỉnh áp suất thẩm thấu của tế bào trong điều kiện cực đoan. Giữa các mẫu giống có sự thay đổi về hoạt độ của α -amylase và hàm lượng đường tan khác nhau liên quan đến khả năng chống chịu của từng giống.

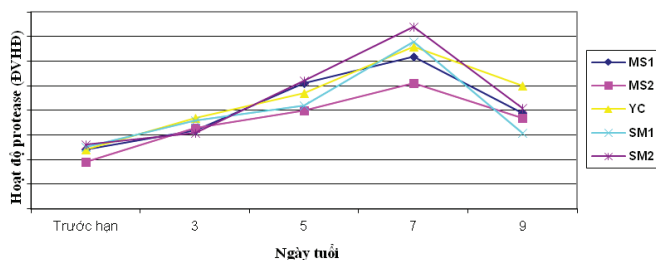
Ảnh hưởng của hạn sinh lý đến hoạt độ của protease của các giống lúa ở giai đoạn nảy mầm

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hạn sinh lý đến hoạt độ của protease ở giai đoạn nảy mầm của các mẫu giống lúa nghiên cứu được trình bày ở bảng 4, hình 5 và 6.

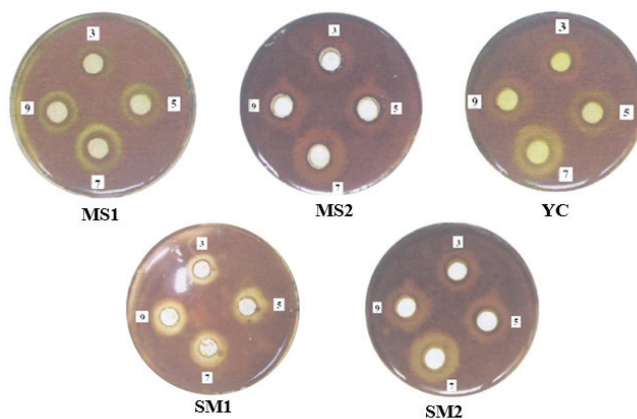
Bảng 4. Hoạt độ protease của các mẫu giống lúa nghiên cứu ở các thời điểm gây hạn bởi sorbitol 5%.

Ký hiệu mẫu	Hoạt độ của enzyme protease (ĐVHĐ/mg)				
	Trước hạn	3 ngày tuổi	5 ngày tuổi	7 ngày tuổi	9 ngày tuổi
MS1	0,24±0,551	0,32±0,342	0,51±0,173	0,62±0,114	0,39±0,715
MS2	0,19±0,309	0,33±0,219	0,40±0,838	0,51±0,067	0,37±0,566
YC	0,24±0,268	0,37±0,314	0,47±0,148	0,66±0,510	0,50±0,074
SM1	0,25±0,823	0,36±0,865	0,42±0,267	0,68±0,282	0,31±0,814
SM2	0,26±0,182	0,31±0,115	0,52±0,376	0,74±0,093	0,41±0,645

Qua số liệu bảng 4, hình 5 chúng ta thấy, hoạt độ của protease của mỗi giống biểu hiện khác nhau. Sự biến động hoạt độ của các giống tuân theo quy luật, tăng dần theo thời gian ở giai đoạn từ 3 đến 7 ngày, sau đó giảm cho đến 9 ngày sau khi gây hạn nhân tạo. Tại thời điểm 7 ngày tuổi hoạt độ protease của giống SM2 đạt cao nhất (0,74 ĐVHĐ/mg), thấp nhất là giống MS2 (0,51 ĐVHĐ/mg). Nhưng nếu xét về tỷ lệ tăng so với trước khi gây hạn sinh lý, giống SM2 xếp hàng đầu (tăng 2,85 lần), tiếp đến là giống YC (tăng 2,75 lần), SM1 (2,72 lần), MS2 (2,68 lần) và thấp nhất là giống MS1 (2,58 lần). Sự biến động này cũng thể hiện ở hình 6.



Hình 5. Đồ thị biểu hiện hoạt độ protease của các mẫu giống lúa nghiên cứu ở các thời điểm gây hạn bởi sorbitol 5%.



Hình 6. Hình ảnh định tính hoạt độ protease của các mẫu giống lúa nghiên cứu ở các thời điểm gây hạn bởi sorbitol 5%. 3: 3 ngày tuổi; 5: 5 ngày tuổi; 7: 7 ngày tuổi; 9: 9 ngày tuổi.

Trong giai đoạn nảy mầm, khi xử lý hạn sinh lý thì sự biến động hoạt độ của protease sẽ làm tăng áp suất thẩm thấu của tế bào thông qua các phân tử chất tan do protein bị phân giải, qua đó làm tăng tính chống chịu của cây trồng.

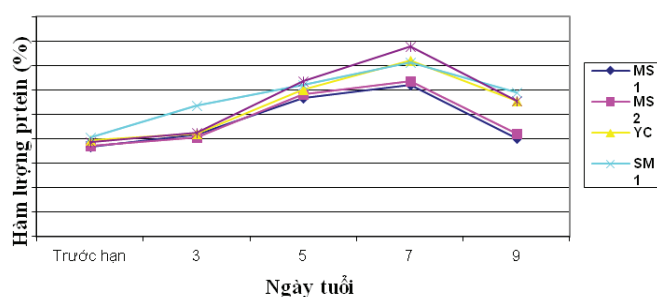
Ảnh hưởng của hạn sinh lý đến hàm lượng protein tan của các giống lúa ở giai đoạn nảy mầm

Protein dự trữ trong hạt là nguồn cung cấp các chất cho hạt nảy mầm và cây sinh trưởng, phát triển. Phân tích sự biến động protein của các giống lúa tại thời điểm 3, 5, 7 và 9 ngày tuổi gây hạn ở giai đoạn nảy mầm, chúng tôi thu được kết quả ở bảng 5 và hình 7.

Bảng 5. Hàm lượng protein tan của các mẫu giống lúa nghiên cứu ở các thời điểm gây hạn bởi sorbitol 5%.

Ký hiệu mẫu	Hàm lượng protein của các giống lúa (%)				
	Trước hạn	3 ngày tuổi	5 ngày tuổi	7 ngày tuổi	9 ngày tuổi
MS1	1,83±0,131	2,08±0,314	2,83±0,173	3,11±0,113	2,01±0,715
MS2	1,86±0,021	2,04±0,180	2,91±0,833	3,18±0,061	2,11±0,565
YC	1,97±0,124	2,11±0,328	3,01±0,144	3,60±0,512	2,78±0,174
SM1	2,03±0,926	2,69±0,184	3,11±0,265	3,57±0,286	2,95±0,074
SM2	1,94±0,127	2,12±0,812	3,19±0,375	3,89±0,095	2,78±0,640

Số liệu bảng 5 và hình 7 cho thấy, hàm lượng protein của các giống lúa tăng từ giai đoạn 3 đến 7 ngày tuổi, ở 9 ngày tuổi hàm lượng protein bắt đầu giảm. Giống có hàm lượng protein tăng cao nhất ở giai đoạn nảy mầm là SM2 với hàm lượng protein tương ứng của trước hạn và 3, 5, 7 ngày tuổi lần lượt là 1,94 và 2,12, 3,19, 3,89% và giảm ở 9 ngày tuổi 2,78%. Ở 7 ngày tuổi so với trước hạn, giống SM2 có hàm lượng protein tăng từ 1,94 đến 3,89% (tăng 2,0 lần). Giống có hàm lượng tăng thấp nhất là MS1 từ 1,83 lên 3,11% (tăng 1,7 lần). Có thể xếp thứ tự tăng hàm lượng protein của các giống như sau: SM2>YC>SM1>MS2>MS1.



Hình 7. Đồ thị biểu hiện hàm lượng protein các mẫu giống lúa nghiên cứu ở các thời điểm gây hạn bởi sorbitol 5%.

Như vậy, khi xử lý hạn sinh lý bằng dung dịch sorbitol 5%, hoạt độ của protease và hàm lượng protein cũng chỉ đạt đến một giới hạn nhất định tùy thuộc vào khả năng chịu hạn của giống. Hàm lượng protein tan tăng dần tới tăng áp suất thẩm thấu của tế bào, làm tăng khả năng chống chịu của cây. Hoạt độ protease càng cao thì lượng protein được hình thành do quá trình phân giải protein dự trữ càng nhiều và cung cấp cho quá trình nảy mầm của hạt cũng như điều chỉnh áp suất thẩm thấu của tế bào trong điều kiện mất nước cực đoạn.

Kết luận

Gây hạn nhân tạo bằng sorbitol 5% đã làm thay đổi hoạt độ α -amylase, hàm lượng đường tan, hoạt độ protease, hàm lượng protein trong giai đoạn nảy mầm của các giống lúa cận thu thập tại Sơn La và sự thay đổi này có sự khác nhau tương đối rõ giữa các giống, phụ thuộc vào khả năng chịu hạn của chúng.

Trong 5 mẫu giống nghiên cứu, mẫu giống SM2 thu thập tại huyện Sông Mã (huyện nóng nhất của tỉnh Sơn La) có khả năng chịu hạn cao nhất, tiếp đến là các mẫu giống YC, SM1, MS2 và thấp nhất là mẫu giống MS1.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] E.A. Bray, et al. (2000), "Responses to abiotic stresses, biochemistry and molecular biology of plants", *American Society of Plant Physiologist, Rockville*, pp.1158-1249.
- [2] Hoàng Công Mệnh, Hoàng Tuấn Hiệp, Phạm Tiến Dũng (2013), "So sánh một số giống lúa chất lượng trong vụ xuân tại cánh đồng Mường Thanh, huyện Điện Biên", *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, **11(2)**, tr.161-167.
- [3] Hoàng Mai Phương, Chu Hoàng Mậu (2001), "Nghiên cứu thành phần di protein dự trữ hạt của một số giống lúa cận và các dòng lạc đột biến", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Thái Nguyên*, **1(1)**, tr.32-38.
- [4] Nguyễn Văn Khoa, Nguyễn Thị Kim Thanh (2012), "Nghiên cứu khả năng chịu hạn và năng suất của các mẫu giống lúa nương tại huyện Thuận Châu, tỉnh Sơn La", *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, **10(1)**, tr.58-65.
- [5] IRRI (2002), *Standard Evaluation System for Rice*, International Rice Research Institute.
- [6] Nguyễn Lâm Dũng (1979), *Một số phương pháp nghiên cứu vi sinh vật*, **Tập 3**, Nhà xuất bản Giáo dục.
- [7] Phạm Thị Trân Châu, Nguyễn Thị Hiền, Phùng Gia Tường (1997), *Thực hành hoá sinh học*, Nhà xuất bản Giáo dục.
- [8] Nguyễn Văn Mùi (2001), *Thực hành hoá sinh học*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [9] Đinh Thị Phòng (2001), *Nghiên cứu khả năng chịu hạn và chọn dòng chịu hạn ở lúa bằng công nghệ tế bào thực vật*, Luận án tiến sĩ sinh học, Viện Công nghệ Sinh học.