

ẢNH HƯỞNG CỦA NẤM RỄ NỘI CỘNG SINH VÀ KỸ THUẬT TƯỚI NƯỚC ĐẾN NĂNG SUẤT VÀ MỘT SỐ CHỈ TIÊU HÓA HỌC ĐẤT TRỒNG LÚA TRONG ĐIỀU KIỆN THÍ NGHIỆM NHÀ LƯỚI

Đỗ Thị Xuân¹, Nguyễn Quốc Khương²,
Lê Thị Hoàng Yến³, Phạm Thị Hải Nghi^{1,*}

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu đánh giá ảnh hưởng của quần thể nấm rễ nội cộng sinh (AM) và kỹ thuật quản lý nước tưới lên một số đặc tính hóa học đất và năng suất giống lúa OM5451 trong điều kiện thí nghiệm nhà lưới. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với hai nhân tố, bao gồm: 5 quần thể nấm rễ AM và 2 kỹ thuật quản lý nước - ngập liên tục và khô ngập xen kẽ với tổng cộng 12 nghiệm thức (n=5). Kết quả thí nghiệm cho thấy, việc bổ sung nấm rễ AM hoặc quản lý nước tưới và sự kết hợp của nấm rễ AM, kỹ thuật quản lý nước giúp gia tăng hàm lượng các bon (3,02 - 3,98% C) và lân dễ tiêu (5,01 - 5,85 mg P/kg) so với điều kiện không chủng nấm (lần lượt 1,79% C và 4,71 mg P/kg). Từ đó, giúp cây lúa tăng trưởng về mặt hình thái thông qua chỉ tiêu chiều cao cây, số chồi, chỉ số diện lục theo giai đoạn sinh trưởng, góp phần tăng năng suất của giống lúa OM5451 trong điều kiện nhà lưới. Trong 5 quần thể AM chủng cho lúa, quần thể VT có hiệu quả nhất trong việc hỗ trợ cây lúa gia tăng chỉ tiêu nông học và thành phần năng suất lúa, đồng thời giúp tăng sự hữu dụng của nguyên tố lân trong cả 2 kỹ thuật quản lý nước.

Từ khóa: *Khô ngập xen kẽ, quần thể nấm rễ nội cộng sinh, ngập liên tục, giống lúa OM5451, một số đặc tính hóa học đất.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, tác động của biến đổi khí hậu ngày càng rõ rệt hơn, gây thiệt hại cho nền nông nghiệp toàn cầu. Theo ước tính, đến năm 2025, dưới tác động của biến đổi khí hậu, 15 - 20 triệu ha lúa sẽ bị thiệt hại do khan hiếm nguồn nước, gây ảnh hưởng đến an ninh lương thực của thế giới [1].

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một trong những vựa lúa lớn của cả nước, đóng góp hơn 55% sản lượng lúa cả nước [2]. Tổng diện tích lúa ở ĐBSCL bị thiệt hại năm 2019 - 2020 do hạn mặn là 58.400 ha, thấp hơn so với năm 2015 - 2016,

nhưng vẫn gây ảnh hưởng đến vấn đề xuất khẩu và kinh tế của vùng [3]. Để ứng phó với biến đổi khí hậu nói chung và hạn hán nói riêng, việc ứng dụng khoa học, công nghệ mới vào hệ thống canh tác nông nghiệp để đảm bảo canh tác bền vững, thân thiện với môi trường là vấn đề cấp thiết hiện nay.

Trong những năm trở lại đây, các nghiên cứu trong và ngoài nước đã đưa ra dẫn chứng về vai trò của nấm rễ nội cộng sinh (AM) giúp cây trồng tăng cường khả năng chống chịu hạn thông qua cơ chế sinh lý trong quá trình hấp thụ chất dinh dưỡng, cơ chế sinh hóa liên quan đến hormone, điều chỉnh thẩm thấu và hệ thống chống oxy hóa. Thêm với đó, nấm AM có hệ thống sợi nấm phân tán rộng lớn hỗ trợ cây trồng hấp thụ nước và dinh dưỡng ở những nơi rễ cây không thể tiếp cận, nhờ vậy, cây trồng có thể duy trì được sinh trưởng và năng suất trong điều kiện thiếu hụt nước [4].

¹ Viện Công nghệ sinh học và Thực phẩm,
Trường Đại học Cần Thơ

² Khoa Khoa học Cây trồng, Trường Đại học Cần Thơ

³ Trung tâm Sinh học Thực nghiệm, Viện Ứng dụng Công nghệ, Bộ Khoa học và Công nghệ

*Email: pthnghi@ctu.edu.vn

Mô hình quản lý nước khô - ngập xen kẽ (Alternate Wetting và Drying - AWD) là một phương pháp tiết kiệm nước trong ruộng lúa được thử nghiệm và áp dụng quy mô lớn ở một số quốc gia trên thế giới, như: Philippines [5], Việt Nam [6], Ấn Độ [7] và Bangladesh [8], để thích ứng với biến đổi khí hậu và đảm bảo một hệ thống sản xuất lương thực bền vững, linh hoạt trong điều kiện biến đổi khí hậu. Do đó, nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu đánh giá ảnh hưởng của các quần thể nấm rễ nội cộng sinh và phương pháp quản lý nước trong canh tác lúa đến một số đặc tính hóa học của đất và năng suất lúa.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Đất thí nghiệm: Đất được thu ở độ sâu 0 - 20 cm từ ruộng lúa ở huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ, phơi khô, nghiền nhỏ (2 mm) và trộn với cát đã được rửa sạch theo tỉ lệ 1: 1 (w/w) [9], thanh trùng 2 lần ở nhiệt độ 121°C trong 30 phút, mỗi lần cách nhau 24 giờ. Sau khi thanh trùng hỗn hợp đất cát có giá trị pH_(H2O) là 6,41, độ dẫn điện EC 0,145 mS/cm, hàm lượng chất hữu cơ và đạm tổng số lần lượt là 1,38% và 0,015%, hàm lượng lân tổng số và hữu dụng là 0,019% P₂O₅ và 4,15 mg P/kg. Đất được cho vào chậu nhựa đen với khối lượng 5 kg đất/chậu.

Giống lúa OM5451 do Viện Lúa đồng bằng sông Cửu Long chọn từ tổ hợp lai Jasmine 85/OM249 vào năm 2011, giống được làm sạch bằng cách ngâm qua nước để loại bỏ lép lửng, sau đó ngâm 12 giờ trong nước ấm (3 sôi: 2 lạnh) và ủ trong 24 giờ để hạt nảy mầm.

Nguồn chủng nấm rễ: 5 quần thể nấm HA, VT, LM-AG, PH, VB-BN có hiệu quả hỗ trợ sinh trưởng cho lúa trong điều kiện thí nghiệm nhà lưới [10]. Mỗi quần thể nấm rễ chứa hỗn hợp bào tử nấm rễ thuộc 2 chi *Glomus* spp. và *Acaulospora* spp.. Mật số nguồn chủng của mỗi quần thể nấm rễ trong đất trồng lúa là 75 bào tử/100 g đất khô kiệt.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm nhà lưới được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với hai nhân tố gồm năm quần thể nấm rễ, hai kỹ thuật quản lý tưới nước bao gồm: Ngập liên tục (CF), khô ngập xen kẽ (AWD). Thí nghiệm có tổng cộng 12 nghiệm thức (Bảng 1) và 5 lần lặp lại tương ứng với 5 chậu. Thí nghiệm được quản lý nước theo phương pháp khô ngập xen kẽ của Van der Hoek và cs (2001) [11] có điều chỉnh theo nghiên cứu của Đỗ Thị Xuân và cs (2021) [12] (Hình 1). Các nghiệm thức được bố trí như bảng 1.

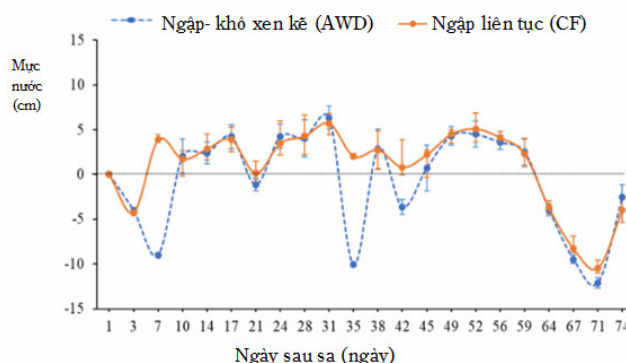
Bảng 1. Tóm tắt các nghiệm thức được bố trí

Nghiệm thức		Quản lý nước (nhân tố 2)	
		Ngập liên tục (CF)	Khô ngập xen kẽ (AWD)
Quần thể nấm rễ (nhân tố 1)	Đối chứng - không chủng nấm rễ AM	x	x
	Quần thể HA	x	x
	Quần thể VT	x	x
	Quần thể LM-AG	x	x
	Quần thể PH	x	x
	Quần thể VB-BN	x	x

Ghi chú: x được bố trí thí nghiệm.

Phân bón cho cây lúa được sử dụng theo công thức 100 N - 60 P₂O₅ - 60 K₂O [13] với 4 đợt bón: Tại

thời điểm gieo hạt, khi cây lúa 10 ngày sau sạ (NSS), giai đoạn 20 NSS và bón rước đòng lúc 38 NSS.



Hình 1. Diễn biến mực nước trong chậu lúa của hai phương pháp quản lý nước [12]

2.2.2. Phương pháp đánh giá chỉ tiêu nông học và năng suất

Chiều cao cây lúa: Tiến hành đo 5 cây trên mỗi chậu tại thời điểm cây 15, 45, 60 NSS; số chồi/chậu: Đếm tổng số chồi trong chậu tại thời điểm cây lúa 30 và 60 NSS; chỉ số diệp lục tố (SPAD): Được đo bằng máy đo hàm lượng chlorophyll SPAD - 502 plus tại vị trí 2/3 của lá thứ tư tính từ trên xuống tại thời điểm cây lúa 30, 45 và 60 NSS [14].

Thành phần năng suất được xác định bao gồm: Chiều dài bông; số bông/chậu; khối lượng hạt chắc (g/chậu); tỉ lệ chắc/bông được tính theo công thức: Tỉ lệ hạt chắc/bông = (Tổng số hạt chắc/tổng số hạt) x 100.

2.2.3. Phương pháp đánh giá sự hiện diện của quần thể nấm rễ nội cộng sinh

Đất vùng rễ thí nghiệm được thu ở giai đoạn 15, 60 và 90 NSS bằng khoan ($\phi = 20$ mm). Mẫu đất vùng rễ sau khi thu về được tách riêng phần rễ và đất, rễ lúa được rửa sạch và nhuộm với dung dịch trypan blue theo phương pháp của Đỗ Thị Xuân và cs (2021) [12], mẫu rễ được quan sát dưới kính hiển vi quang học ở độ phóng đại 400X. Đất vùng rễ lúa giai đoạn cuối vụ sau khi thu về được phơi ở nhiệt độ phòng, nghiền qua mắt rây 2 mm và được sử dụng để xác định mật số bào tử nấm rễ theo phương pháp mô tả của Gerdemann và Nicolson (1963) [15].

2.2.4. Phương pháp phân tích chỉ tiêu hóa học đất

Mẫu đất sau khi nghiền qua 2 mắt rây 2 mm và 0,5 mm được sử dụng để phân tích các chỉ tiêu

hóa học đất bao gồm: Giá trị pH, EC, chất hữu cơ, đạm tổng số, lân tổng số và lân hữu dụng. Các phương pháp phân tích được thực hiện theo quy trình chuẩn của Phòng phân tích hóa học đất, Khoa Khoa học Cây trồng, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

2.2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Microsoft Excel (phiên bản 2016) để tổng hợp, xử lý các số liệu. Sử dụng chương trình thống kê Minitab 16.2 để phân tích phương sai và sử dụng phép thử so sánh Tukey để đánh giá sự khác biệt giữa các thí nghiệm.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của quần thể nấm rễ nội cộng sinh (AM) và kỹ thuật quản lý nước tưới đến sự hiện diện của nấm rễ AM trong rễ và đất vùng rễ lúa

3.1.1. Sự xâm nhiễm của quần thể nấm AM

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, các quần thể nấm rễ AM hoặc kỹ thuật quản lý nước tưới và sự tương tác giữa hai nhân tố ảnh hưởng đến tỉ lệ xâm nhiễm của nấm AM theo giai đoạn sinh trưởng của cây lúa ở mức ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$). Tỉ lệ xâm nhiễm của nấm AM trong rễ lúa tăng theo thời gian khảo sát và đạt 100% vào giai đoạn thu hoạch. Trong đó, nghiệm thức VT là nghiệm thức có tỉ lệ xâm nhiễm đạt cao nhất tại các thời điểm khảo sát khi so sánh với các nghiệm thức chủng quần thể nấm AM còn lại ($p < 0,01$). Tỉ lệ xâm nhiễm ở nghiệm thức quản lý nước tưới ngập liên tục (CF) có xu hướng thấp hơn so với các nghiệm thức được quản lý nước khô ngập xen kẽ (AWD) ở các giai đoạn khảo sát. Khả năng xâm nhiễm sớm của

nấm rễ AM vào rễ lúa và phát triển trong rễ lúa của quần thể VT đã được chứng minh qua nghiên cứu của Đỗ Thị Xuân và cs (2021) [12] trong điều kiện giảm lượng lân và điều kiện sinh trưởng ở nhà lưới. Bên cạnh đó, nấm rễ AM thuộc nhóm nấm hiếu khí nhưng có khả năng tồn tại và phát triển trong điều kiện ngập nước nhờ vào sự khuếch tán của không khí thông qua hệ thống không bào và

các phần rỗng trong cây [16]. Do đó, trong điều kiện quản lý AWD, nấm rễ không phụ thuộc vào sự cung cấp oxy của cây ký chủ mà thông qua lượng oxy đi vào đất trong thời gian rút nước, do đó tỉ lệ xâm nhiễm của nấm rễ trong rễ lúa đạt cao hơn so với nghiệm thức được quản lý ngập nước liên tục (Bảng 2).

Bảng 2. Tỉ lệ xâm nhiễm của nấm rễ AM theo giai đoạn sinh trưởng của cây lúa

	ĐC	HA	VT	LM - AG	PH	VB - sBN	Trung bình B
Tỉ lệ xâm nhiễm 15 NSS (%)							
CF	1,00 ^d	11,6 ^c	24,0 ^a	18,6 ^b	14,2 ^c	13,8 ^c	13,9Y
AWD	2,20 ^d	11,0 ^c	24,8 ^a	22,0 ^{ab}	21,4 ^{ab}	13,8 ^c	16,0X
Trung bình A	1,60E	11,6D	24,4A	20,3B	17,8C	13,8D	
F(A)	**						
F(B)	**						
F(AxB)	**						
CV (%)	11,62						
Tỉ lệ xâm nhiễm 60 NSS (%)							
CF	5,60 ^g	60,0 ^f	76,4 ^d	70,6 ^f	75,4 ^{de}	67,6 ^f	55,8Y
AWD	5,60 ^g	75,4 ^{de}	89,4 ^a	86,6 ^{ab}	85,4 ^b	76,4 ^d	65,9X
Trung bình A	5,60F	67,7E	82,7A	78,6C	80,4B	72D	
F(A)	**						
F(B)	**						
F(AxB)	**						
CV (%)	14,59						
Tỉ lệ xâm nhiễm 90 NSS (%)							
CF	5,6 ^e	87,4 ^c	99,0 ^a	98,0 ^a	98,8 ^a	88,8 ^c	79,6Y

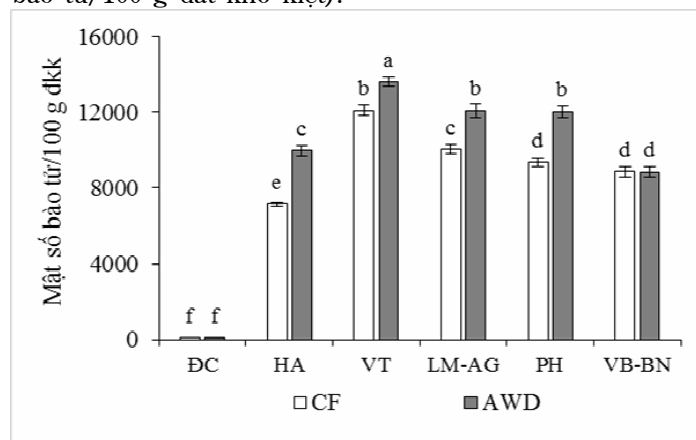
AWD	7,0 ^d	91,4 ^b	100 ^a	99,8 ^a	99,6 ^a	93,0 ^b	81,1X
Trung bình A	6,30D	89,4C	99,5A	98,9A	99,2A	90,9B	
F(A)	**						
F(B)	**						
F(AxB)	**						
CV (%)	13,10						

Ghi chú: Các số trong cùng một cột (trung bình B) hoặc cùng 1 hàng (trung bình A) được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép kiểm định Tukey; (**): khác biệt ý nghĩa ở mức $p < 0,01$; CF: Ngập liên tục; AWD: Khô ngập xen kẽ; NSS: Ngày sau sạ.

3.1.2. Sự hình thành bào tử nấm rễ nội cộng sinh

Tại thời điểm thu hoạch lúa, số lượng bào tử nấm AM của các nghiệm thức được chủng với quần thể nấm AM tăng lên rõ rệt, dao động trong khoảng 7.158 - 13.629 bào tử/100 g đất khô kiệt. Trong điều kiện quản lý CF, tỉ lệ tăng sinh bào tử gấp 94 - 160 lần so với mật số bào tử được chủng vào đất ban đầu (75 bào tử/100 g đất khô kiệt).

Cùng xu hướng đó, điều kiện quản lý AWD có tỉ lệ tăng sinh bào tử gấp 132 - 180 lần so với mật số bào tử được chủng vào đất ban đầu. Trong đó, nghiệm thức chứa VT là nghiệm thức có số lượng bào tử đạt cao nhất ở cả 2 điều kiện quản lý nước. Qua đó có thể thấy, trong điều kiện quản lý AWD, khả năng tăng sinh của nấm AM đạt cao hơn trong điều kiện CF.



Hình 2. Số lượng bào tử nấm AM tại thời điểm thu hoạch lúa

Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép kiểm định Tukey; (**): Khác biệt ý nghĩa ở mức $p < 0,01$; CF: Ngập liên tục; AWD: Khô ngập xen kẽ.

3.2. Ảnh hưởng của quần thể nấm rễ nội cộng sinh và kỹ thuật quản lý nước tưới lên sinh trưởng của cây lúa

Chiều cao cây, số chồi và chỉ số diện tích lá là các chỉ tiêu quan trọng và ảnh hưởng đến năng

suất của lúa. Tại các thời điểm khảo sát, các chỉ tiêu này của cây lúa ở các nghiệm thức được bổ sung nấm AM đạt cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không chủng nấm ($p < 0,01$). Trong đó, cây lúa của nghiệm thức được

chúng với quần thể nắm VT có chiều cao (Bảng 3), số chồi (Hình 3a) và chỉ số diện lục tố (Hình 3b) đạt cao nhất, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,01$) so với nghiệm thức còn lại cũng như trong điều kiện quản lý nước. Cây lúa của nghiệm

thức được chúng nắm rễ VT trong điều kiện quản lý nước AWD có các chỉ tiêu nông học đạt cao nhất. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Birhane và cs (2012) [17], Campo và cs (2020) [18].

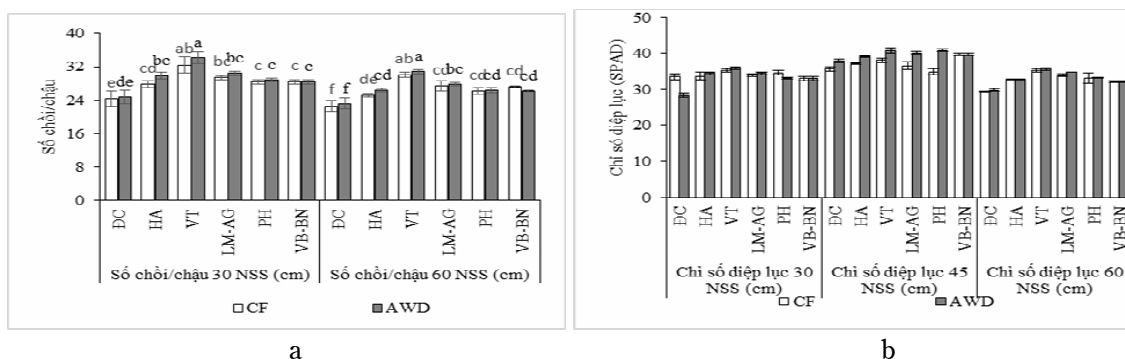
Bảng 3. Chiều cao cây lúa theo giai đoạn thí nghiệm

	ĐC	HA	VT	LM - AG	PH	VB - BN	Trung bình B
Chiều cao cây 15 NSS (cm)							
CF	26,8 ^e	27,9 ^{de}	28,3 ^{de}	29,1 ^{bcd}	29,0 ^{bcd}	28,4 ^{cd}	28,2Y
AWD	30,1 ^{ab}	29,9 ^{bc}	30,3 ^{ab}	30,5 ^{ab}	31,6 ^a	28,4 ^{cd}	30,1X
Trung bình A	28,4CD	28,9BCD	29,3BC	29,8AB	30,3A	28,4D	
F(A)	**						
F(B)	**						
F(AxB)	**						
CV (%)	4,97						
Chiều cao cây 45 NSS (cm)							
CF	65,2 ^f	71,1 ^e	71,1 ^e	71,1 ^e	71,3 ^e	71,2 ^e	70,9Y
AWD	73,8 ^d	79,4 ^b	80,4 ^a	81,0 ^a	80,4 ^{ab}	71,2 ^e	77,8X
Trung bình A	69,5E	75,2C	78,0A	76,1B	75,9B	71,2D	
F(A)	**						
F(B)	**						
F(AxB)	**						
CV (%)	4,55						
Chiều cao cây 60 NSS (cm)							
CF	73,2 ^f	78,3 ^e	81,3 ^{cd}	80,0 ^{cde}	79,2 ^{de}	79,8 ^{cde}	78,6Y
AWD	81,7 ^c	86,6 ^{ab}	88,6 ^a	85,9 ^b	87,4 ^{ab}	79,8 ^{cde}	85,0X
Trung bình A	77,4D	82,4C	84,9A	82,9B	83,3B	79,8C	
F(A)	**						
F(B)	**						
F(AxB)	**						
CV (%)	6,62						

*Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép kiểm định Tukey; (**): Khác biệt ý nghĩa ở mức $p<0,01$; CF: Ngập liên tục; AWD: Khô ngập xen kẽ.*

Tương tự, chỉ số điệp lục tố trong lá lúa phản ánh hiện trạng N trong lá lúa, do đó dựa vào màu sắc có thể chẩn đoán tình trạng dinh dưỡng đạm trong cây [16], [19]. Kết quả ở hình 3b cho thấy, chỉ số SPAD của lá bị ảnh hưởng bởi quần thể nấm rễ AM, kỹ thuật quản lý nước cũng như sự tương tác giữa nấm rễ và kỹ thuật quản lý nước tưới. Nấm AM hỗ trợ cho cây ký chủ phát triển trong điều kiện môi trường bị bất lợi qua các cơ chế trung

gian của quá trình trao đổi chất giữa cây và nấm dẫn đến tăng cường tốc độ quang hợp và nghiệm thức áp dụng kỹ thuật quản lý AWD có chỉ số SPAD cao hơn so với quản lý nước CF, nguyên nhân trực tiếp liên quan đến động thái đạm trong đất, đồng thời trong canh tác trong điều kiện AWD, nấm rễ sinh trưởng dễ dàng hơn và hỗ trợ cây trồng sinh trưởng tốt hơn.



Hình 3. Ảnh hưởng của quần thể nấm AM và phương pháp quản lý nước đến số chồi/chậu và chỉ số điệp lục (SPAD) của cây lúa

Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều ký tự khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép kiểm định Tukey; CF: Ngập liên tục; AWD: Khô ngập xen kẽ.

3.3. Ảnh hưởng của quần thể nấm rễ nội cộng sinh và kỹ thuật quản lý nước tưới đến năng suất cây lúa

Năng suất lúa được hình thành và chịu ảnh hưởng trực tiếp của 4 yếu tố cấu thành năng suất lúa bao gồm: Số bông/đơn vị diện tích, số hạt/bông, tỉ lệ hạt chắc và khối lượng hạt. Bên cạnh đó, chiều dài bông cũng là một yếu tố quan trọng quyết định số hạt/bông, chiều dài bông càng dài chứng tỏ số hạt/bông càng nhiều. Trong

điều kiện bổ sung nấm AM cùng kỹ thuật quản lý nước khác nhau thì thành phần năng suất ở các nghiệm thức có sự khác biệt rõ rệt ($p < 0,01$). Nghiệm thức bổ sung quần thể nấm AM có chiều dài bông dài hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không chủng nấm và nghiệm thức VT là nghiệm thức có chiều dài bông dài nhất (24,4 cm). Kỹ thuật quản lý nước AWD giúp gia tăng chiều dài bông lúa so với điều kiện nước ngập liên tục (Bảng 4).

Bảng 4. Ảnh hưởng của quần thể nấm rễ nội cộng sinh và kỹ thuật quản lý nước tưới đến chiều dài bông (cm) và số bông/bụi

	Chiều dài bông (cm)						
	ĐC	HA	VT	LM - AG	PH	VB - BN	Trung bình B
CF	21,3 ^d	22,5 ^b	22,6 ^b	21,8 ^{cd}	22,2 ^{bc}	22,5 ^{bc}	22,1 ^Y
AWD	21,3 ^d	22,5 ^b	24,3 ^a	23,6 ^a	22,7 ^b	22,5 ^{bc}	22,8 ^X
Trung bình A	21,3 ^C	22,B	23,4 ^A	22,7 ^B	22,5 ^B	22,5 ^B	
F(A)	**						
F(B)	**						

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

F(AxB)	**						
CV (%)	3,85						
	Số bông (số bông/chậu)						
CF	15,0	17,0	17,8	17,1	16,6	17,4	3,36Y
AWD	15,4	17,0	18,2	17,4	17,2	17,4	3,42X
Trung bình A	3,04C	3,40B	3,60A	3,45B	3,38B	3,48B	
F(A)	**						
F(B)	**						
F(AxB)	ns						
CV (%)	5,62						

*Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép kiểm định Tukey; (**): Khác biệt ý nghĩa ở mức $p < 0,01$; ns: Khác biệt không có ý nghĩa thống kê; CF: Ngập liên tục; AWD: Khô ngập xen kẽ.*

Tương tự, số bông/chậu, khối lượng hạt chắc/chậu, tỉ lệ hạt chắc (%) bị ảnh hưởng bởi các quần thể nấm AM, kỹ thuật quản lý nước và ảnh hưởng bởi sự tương tác giữa 2 yếu tố nêu trên. Trong đó, nghiệm thức chủng quần thể VT là nghiệm thức có hiệu quả nhất trong việc gia tăng các thành phần năng suất cuối vụ (Bảng 3, 4). Tỉ lệ hạt chắc ở nghiệm thức được xử lý khô ngập xen kẽ đạt cao hơn trong điều kiện ngập liên tục,

thông qua quá trình rút nước bộ rễ lúa được kích thích ăn sâu hơn, thuận lợi cho việc huy động dưỡng chất ở giai đoạn cuối, từ đó cây lúa tích lũy được nhiều tinh bột hơn so với điều kiện thông thường [16]. Nghiệm thức được chủng với quần thể VT cùng kỹ thuật quản lý nước AWD có xu hướng giúp cây lúa gia tăng số bông tại thời điểm thu hoạch (Bảng 5).

Bảng 5. Ảnh hưởng của quần thể nấm rễ nội cộng sinh và kỹ thuật quản lý nước đến khối lượng hạt chắc và tỉ lệ hạt chắc

	Khối lượng hạt chắc (g/chậu)						
	ĐC	HA	VT	LM - AG	PH	VB - BN	Trung bình B
CF	35,1 ^{cd}	35,7 ^{bc}	37,0 ^a	34,4 ^{de}	35,1 ^{cd}	35,9 ^{bc}	35,5Y
AWD	33,8 ^e	35,7 ^{bc}	37,3 ^a	36,5 ^{ab}	37,1 ^a	35,9 ^{bc}	36,0X
Trung bình A	34,5C	35,7B	37,2A	35,4B	36,1B	35,9B	
F(A)	**						
F(B)	**						
F(AxB)	**						
CV (%)	5,16						
	Tỉ lệ hạt chắc (%)						
CF	79,9 ^e	91,1 ^c	93,8 ^{ab}	91,1 ^c	92,2 ^{bc}	91,6 ^c	89,9Y
AWD	88,7 ^d	91,1 ^c	95,2 ^a	92,0 ^c	92,1 ^c	91,6 ^c	91,8X

Trung bình A	84,3D	91,1C	94,5A	91,5BC	92,2B	91,6BC	
F(A)	**						
F(B)	**						
F(AxB)	**						
CV (%)	4,10						

*Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép kiểm định Tukey; (**): Khác biệt ý nghĩa ở mức $p < 0,01$; CF: Ngập liên tục; AWD: Khô ngập xen kẽ.*

Nấm AM hỗ trợ gia tăng chiều cao cây, gia tăng sinh trưởng và giúp cây lúa chống chịu với sự thiếu hụt nước và tăng khối lượng của hạt lúa [18], [20]. Năng suất lúa ở các nghiệm thức chủng nấm AM cao và khác biệt ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không chủng nấm ($p < 0,01$). Điều này có thể kết luận rằng, sự xâm nhiễm của nấm AM vào bộ rễ cây lúa có tác động đến sự sinh trưởng và năng suất của cây lúa trong điều kiện nhà lưới.

3.4. Ảnh hưởng của quần thể nấm rễ nội cộng sinh và kỹ thuật quản lý nước tưới đến đặc tính hóa học đất trồng lúa cuối vụ

- Giá trị pH và độ dẫn điện (EC) của đất

Kết quả ở bảng 6 cho thấy, giá trị pH và EC giữa các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Giá trị pH đất của các nghiệm thức dao động từ 5,98 - 6,51 và được đánh giá là tối hảo cho cây trồng theo thang đánh giá pH_{H2O} của Washington State University (2009) [21]. Giá trị EC của các nghiệm thức dao động từ 0,150 - 0,171 mS/cm và được đánh giá là không ảnh hưởng đến năng suất cây trồng. Đây cũng là ngưỡng pH và EC phù hợp với độ hữu dụng của một số dinh dưỡng khoáng trong đất cũng như sự hiện diện của nấm rễ AM trong đất trồng lúa.

- Hàm lượng các bon (%)

Hàm lượng các bon trong đất của các nghiệm thức bị ảnh hưởng bởi quần thể nấm AM và phương pháp quản lý nước tưới (Bảng 6). Các nghiệm thức bổ sung nấm AM có hàm lượng các bon đạt cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$) khi so sánh với nghiệm thức ĐC. Trong đó, nghiệm thức bổ sung quần thể VT có hàm lượng các bon cao nhất, đạt 3,98 %C so với các nghiệm thức còn lại (Bảng 6). Nguyên nhân có thể do sự phát triển của hệ sợi tơ nấm ra bên ngoài môi trường đất trong suốt quá trình sinh trưởng và phát triển của cây lúa và tích lũy lại trong đất khi sau khi hoàn thành chu trình phát triển. Bên cạnh đó, theo Wei và cs (2019) [22], nấm AM có thể kích thích sự phân hủy của những vật liệu có tỉ lệ C/N cao, nhưng đối với các bon hữu cơ trong đất thì nấm AM có xu hướng tiết ra các hợp chất kết dính các đoàn lạp trong đất. Với kỹ thuật quản lý AWD trong canh tác lúa đã thúc đẩy tiến trình phân hủy chất hữu cơ nhanh hơn so với điều kiện giữ nước ngập liên tục, do đó hàm lượng các bon tích lũy trong đất ngập nước cao hơn với khô ngập xen kẽ [23]. Kết quả thí nghiệm cho thấy, chủng quần thể nấm AM trong điều kiện ngập liên tục giúp gia tăng hàm lượng các bon so với nghiệm thức còn lại.

Bảng 6. Ảnh hưởng của quần thể nấm rễ nội cộng sinh và kỹ thuật quản lý nước đến giá trị pH, độ dẫn điện (EC) và hàm lượng các bon trong đất

	Giá trị pH đất						
	ĐC	HA	VT	LM - AG	PH	VB - BN	Trung bình B
CF	6,48	6,49	6,50	6,49	6,48	6,48	6,49
AWD	6,47	6,51	6,52	6,51	6,45	6,46	6,49
Trung bình A	6,48	6,50	6,51	6,50	6,47	6,47	

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

F(A)	ns						
F(B)	ns						
F(AxB)	ns						
CV (%)	4,88						
	Giá trị EC (mS/cm)						
CF	0,140	0,158	0,162	0,158	0,160	0,156	0,156
AWD	01,60	0,172	0,180	0,144	0,158	0,156	0,161
Trung bình A	0,150	0,165	0,171	0,151	0,158	0,156	
F(A)	ns						
F(B)	ns						
F(AxB)	ns						
CV (%)	12,73						
	Hàm lượng các bon (%C)						
CF	1,96f	2,74e	3,98ab	4,09a	3,98ab	3,527bc	3,38X
AWD	1,63f	3,30cd	3,98ab	3,25cde	2,95de	3,23cde	3,06Y
Trung bình A	1,79D	3,02C	3,98A	3,67AB	3,47B	3,38B	
F(A)	**						
F(B)	**						
F(AxB)	**						
CV (%)	14,98						

*Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép kiểm định Tukey; (**): Khác biệt ý nghĩa ở mức $p < 0,01$; CF: Ngập liên tục; AWD: Khô ngập xen kẽ.*

- Hàm lượng đạm tổng số (Nts) trong đất

Kết quả ở bảng 7 cho thấy, Nts không bị ảnh hưởng bởi quần thể nấm AM, kỹ thuật quản lý nước cũng như sự tương tác giữa hai nhân tố ($p > 0,01$). Hàm lượng Nts ở nghiệm thức chủng AM có xu hướng thấp hơn so với nghiệm thức không chủng nấm. Nguyên nhân có thể do nấm QT giúp gia tăng hiệu suất sử dụng đạm của cây lúa, thể hiện qua việc gia tăng chỉ số diệp lục tố của cây trồng theo giai đoạn sinh trưởng. Kết quả

này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Yang và cs (2022) [24], theo đó chủng nấm AM vào đất trồng lúa mì giúp cải thiện đáng kể hiệu suất hấp thu đạm của cây lúa. Hàm lượng Nts ở các nghiệm thức áp dụng kỹ thuật tưới AWD có xu hướng thấp hơn so với kỹ thuật tưới CF. Theo Madhavi và cs (2022) [25], trong điều kiện tưới AWD khả năng khoáng hóa N nhanh hơn từ đó làm tăng lượng N hữu dụng (dạng NH_4^+ hoặc NO_3^-) trong đất.

Bảng 7. Ảnh hưởng của quần thể nấm rễ AM và kỹ thuật quản lý nước đến hàm lượng đạm tổng số trong đất

	Hàm lượng đạm tổng số (%N)						Trung bình B
	ĐC	HA	VT	LM - AG	PH	VB - BN	
CF	0,181	0,034	0,050	0,037	0,039	0,055	0,066
AWD	0,061	0,172	0,021	0,034	0,042	0,055	0,064
Trung bình A	0,121	0,103	0,035	0,035	0,041	0,055	
F(A)	ns						
F(B)	ns						
F(AxB)	ns						
CV (%)	13,1						

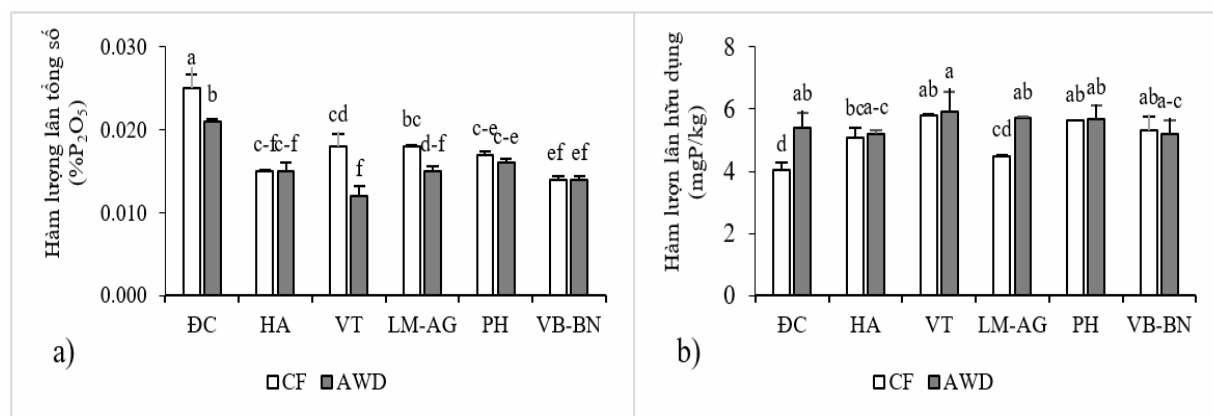
*Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép kiểm định Tukey; (**): Khác biệt ý nghĩa ở mức $p < 0,01$; CF: Ngập liên tục; AWD: Khô ngập xen kẽ.*

- Hàm lượng lân tổng số (Pts) và lân dễ tiêu (Phd) trong đất

Hàm lượng lân tổng số trong đất cuối vụ dao động 0,012 – 0,025% P_2O_5 , được đánh giá là thấp theo thang đánh giá của Nguyễn Xuân Cự (2000) [26]. Hàm lượng Pts và Pdt trong đất bị ảnh hưởng bởi kỹ thuật tưới và chủng nấm rễ AM và nghiệm thức đối chứng có hàm lượng Pts cao (Hình 4a), nhưng hàm lượng Pdt đạt thấp nhất (Hình 4b) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại trong các điều kiện tưới và chủng nấm rễ AM. Với kỹ thuật tưới AWD, hàm lượng Pdt trong các nghiệm thức được chủng với QT nấm

AM khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$) (Hình 4b).

Nấm rễ nội cộng sinh AM tham gia vào quá trình hòa tan P trong đất [27], kết quả trong nghiên cứu này cho thấy, các quần thể nấm AM có ảnh hưởng đến hàm lượng Pts và Pdt trong đất, đặc biệt là quần thể nấm VT. Các nghiệm thức được chủng với QT nấm VT có hàm lượng Pts thấp nhất nhưng có hàm lượng Pdt đạt cao hơn so với nghiệm thức đối chứng. Đây có thể là do nấm AM đã tiết ra enzyme hòa tan P trong đất và làm gia tăng hàm lượng Pdt trong đất so với nghiệm thức đối chứng trong điều kiện quản lý nước tưới.



Hình 4. Ảnh hưởng của quần thể nấm AM và kỹ thuật quản lý nước đến hàm lượng lân tổng số (a) và lân dễ tiêu (b) trong đất trồng lúa giai đoạn cuối vụ

Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê qua phép kiểm định Tukey; CF: Ngập liên tục; AWD: Khô ngập xen kẽ.

4. KẾT LUẬN

Hiệu quả của các quần thể nấm AM kết hợp với kỹ thuật quản lý nước giúp hỗ trợ sinh trưởng và năng suất của cây lúa trong điều kiện nhà lưới. Trong phạm vi thí nghiệm, các quần thể nấm AM khác nhau không làm thay đổi giá trị pH đất nhưng hàm lượng các bon, Pts, Phđ bị ảnh hưởng bởi các quần thể nấm AM và kỹ thuật quản lý nước tưới. Hàm lượng Pts ở các nghiệm thức chủng nấm AM dao động trong khoảng 0,141 - 0,166 %P₂O₅ và đạt thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng (0,023% P₂O₅), hàm lượng C và Phđ ở các nghiệm thức chủng AM cao hơn (lần lượt 3,02 - 3,98% C và 5,01 - 5,85 mg P/kg) nghiệm thức đối chứng không chủng nấm (1,79% C và 4,71 mg P/kg). Quần thể VT là quần thể nấm AM có hiệu quả nhất trong việc hỗ trợ cây lúa gia tăng chiều cao cây, số chồi, chỉ số diện tích lá và thành phần năng suất lúa, đồng thời giúp tăng độ hữu dụng của nguyên tố lân trong cả 2 phương pháp quản lý nước – ngập liên tục và khô ngập xen kẽ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kumar, K. A. & Rajitha, G. (2019). Alternate wetting and drying (AWD) irrigation-a smart water saving technology for rice: a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(3), 2561 - 2571.
2. Tổng cục Thống kê (2023). Tổng sản lượng lúa gạo cả nước. <https://www.gso.gov.vn/>. Truy cập ngày 15 tháng 7 năm 2023.
3. Quý Trọng, Tuấn Anh (2021). Thích ứng nguy cơ hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn ở ĐBSCL. *Tạp chí Tuyên giáo*. <https://tuyengiao.vn/chung-suc-phong-chong-thien-tai/thich-ung-nguy-co-han-han-thieu-nuoc-xam-nhap-man-o-dbscl-137261>. Truy cập ngày 21/8/2023.
4. Tisarum, R., Samphumphuang, T., Yooyoungwech, S., Singh, H. P. & Cha-um, S. (2022). Arbuscular mycorrhizal fungi modulate physiological and morphological adaptations in para rubber tree (*Hevea brasiliensis*) under water deficit stress. *Biologia*, 77 (7), 1723 - 1736.
5. Rejesus, R. M., Yorobe, J. M. J., Lampayan, R. M., Sibayan, E. B., Sander, B. O., Mendoza, M. L., et al. (2017). Adoption and Impact of Alternate Wetting and Drying (AWD) Water Management for Irrigated Rice Production in the Philippines. A Final Report submitted to the Standing Panel on Impact Assessment (SPIA).
6. Thang, T. C., Khoi, D. K., Thiep, D. H., Tinh, T. V. & Pede, V. O. (2017). Assessing the potential of climate smart agriculture in large rice field models in Vietnam. *CCAFS Working Paper*.
7. Deelstra, J., Nagothu, U. S., Kakumanu, K. R., Kaluvai, Y. R. & Kallam, S. R. (2018). Enhancing water productivity using alternative rice growing practices: a case study from Southern India. *The Journal of Agricultural Science*. 156(5), 673 - 679.
8. Mofijul Islam, S. M., Gaihre, Y. K., Shah, A. L., Singh, U., Sarkar, M. I. U., Abdus Satter, M.... & Biswas, J. C. (2016). Rice yields and nitrogen use efficiency with different fertilizers and water management under intensive lowland rice cropping systems in Bangladesh. *Nutrient cycling in agroecosystems*. 106, 143 - 156.
9. Cosme, M., Stout, M. J. & Wurst, S. (2011). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus intraradices*) on the oviposition of rice water weevil (*Lissorhoptrus oryzophilus*). *Mycorrhiza*. 21, 651 - 658.
10. Phạm Thị Hải Nghi, Phạm Bảo Lộc, Nguyễn Phúc Tuyên, Dương Minh Viễn và Đỗ Thị Xuân. Ảnh hưởng của quần thể nấm rễ nội cộng sinh lên sự sinh trưởng và phát triển của cây lúa trong điều kiện nhà lưới. *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*. 1, 54 - 60.
11. Van der Hoek, W., Sakthivadivel R., Renshaw, M., Silver, J. B., Birley, M. H., & Konradsen, F. (2001). Alternate wet/dry irrigation in rice cultivation: A practical way to save water and control malaria and Japanese encephalitis? Research Report 47, Colombo: International Water Management Institute.
12. Đỗ Thị Xuân, Trần Sỹ Nam, Nguyễn Hữu Chiêm và Phạm Thị Hải Nghi (2021). Ảnh hưởng của biochar và kỹ thuật quản lý nước lên một số đặc tính hóa học và sinh học đất cuối vụ lúa tại

quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*. 57 (Chuyên đề Môi trường & Biến đổi khí hậu), 67 - 78.

13. Trần Thị Cúc Hòa, Phạm Trung Nghĩa, Huỳnh Thị Phương Loan, Phạm Thị Hương, Hồ Thị Huỳnh Như, Đồng Thanh Liêm, Lê Thị Yến Hương, Nguyễn Trần Hải Bằng và Hà Minh Luân (2011). *Nghiên cứu chọn tạo giống lúa giàu vi chất dinh dưỡng có năng suất, chất lượng cao*. Hội thảo Quốc gia về Khoa học Cây trồng lần thứ nhất. Trang 204 - 211.

14. Yuan, Z., Cao, Q., Zhang, K., Ata-Ul-Karim, S. T., Tian, Y., Zhu, Y.... & Liu, X. (2016). Optimal leaf positions for SPAD meter measurement in rice. *Frontiers in plant science*. 7, 719.

15. Gerdemann, J. W. & Nicolson, T. H. (1963). Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological society*. 46(2), 235 - 244.

16. Nguyễn Ngọc Đệ (2008). *Giáo trình cây lúa*. Nxb Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh. 338.

17. Birhane, E., Sterck, F. J., Fetene, M., Bongers, F. & Kuyper, T. W. (2012). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance photosynthesis, water use efficiency and growth of frankincense seedlings under pulsed water availability conditions. *Oecologia*. 169(4), 895 - 904.

18. Campo, S., Martín-Cardoso, H., Olivé, M., Pla, E., Catala-Forner, M., Martínez Eixarch, M. & San Segundo, B. (2020). Effect of root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi on growth, productivity and blast resistance in rice. *Rice*. 13 (1), 1 - 14.

19. Ghosh, M., Swain, D. K., Jha, M. K. & Tewari, V. K. (2013). Precision nitrogen management using chlorophyll meter for improving growth, productivity and N use efficiency of rice in subtropical climate. *Journal of Agricultural science*. 5 (2), 253.

20. Liu, L., Li, D., Ma, Y., Shen, H., Zhao, S. & Wang, Y. (2021). Combined application of

arbuscular mycorrhizal fungi and exogenous melatonin alleviates drought stress and improves plant growth in tobacco seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*. 40(3), 1074 - 1087.

21. Washington State University (2009). Washington State University Tree Fruit Research & Extension Center 4 July 2009 <<http://www.tfrec.wsu.edu/>>.

22. Wei, L., Vosátka, M., Cai, B., Ding, J., Lu, C., Xu, J.... & Liu, C. (2019). The role of arbuscular mycorrhiza fungi in the decomposition of fresh residue and soil organic carbon: a mini-review. *Soil Science Society of America Journal*. 83(3), 511 - 517.

23. Oliver, V., Cochran, N., Magnusson, J., Brachi, E., Monaco, S., Volante, A.... & Teh, Y. A. (2019). Effects of water management and cultivar on carbon dynamics, plant productivity and biomass allocation in European rice systems. *Science of the Total Environment*. 685, 1139 - 1151.

24. Yang, H., Fang, C., Li, Y., Wu, Y., Fransson, P., Rillig, M. C.... & Weih, M. (2022). Temporal complementarity between roots and mycorrhizal fungi drives wheat nitrogen use efficiency. *New Phytologist*.

25. Madhavi, P., Jayasree, G., Anjaiah, T., Pratibha, G. & Hussain, S. A. (2022). Water Management Practices and Nitrogen Sources Effects on N-mineralization and Use Efficiency in Rabi Paddy (*Oryza sativa* L.) in Southern Telangana. *International Journal of Environment and Climate Change*. 12 (1), 134 - 140.

26. Nguyễn Xuân Cự (2000). Đánh giá khả năng cung cấp và xác định nhu cầu dinh dưỡng photpho cho cây lúa nước trên đất phù sa sông Hồng. Thông báo Khoa học của các trường đại học, Bộ Giáo dục và Đào tạo - phần Khoa học Môi trường, 162 - 170.

27. Anand, K., Pandey, G. K., Kaur, T., Pericak, O., Olson, C., Mohan, R.... & Yadav, A. N. (2022). Arbuscular mycorrhizal fungi as a potential biofertilizers for agricultural sustainability. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*. 10 (1), 90 - 107.

EFFECTS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND WATER MANAGEMENT REGIMES ON RICE YIELD AND SOME SOIL CHEMICAL PROPERTIES UNDER THE GREENHOUSE CONDITION

Do Thi Xuan¹, Nguyen Quoc Khuong², Le Thi Hoang Yen, Pham Thi Hai Nghi¹

¹Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

²College of Agriculture, Can Tho University

³Institute of Microbiology and Biotechnology - Vietnam National University, Hanoi

Summary

The study was conducted with an aim of evaluating the effect of arbuscular mycorrhizal fungal (AM) populations and water management regimes on some soil chemical parameters and rice yields of OM5451 variety under the greenhouse conditions. The experiment was set up as completely randomized design with two factors including five AM populations and two water management regimes of continuous flooding and alternative wetting and drying, with a total of 12 treatments and 5 replications each. Results showed that the application of either the AM population or water management regimes as well as the combination of these two methods enhanced the total carbon content (3.02 - 3.98% C) and available nutrients from the soil, especially available phosphorus in the soil (5.01 - 5.85 mg P/kg) compared control treatment (1.79% C and 4.71 mg P/kg, respectively). The agronomic parameters including plant height, tiller per pot, chlorophyll index according to the growth stage, and rice yields of the treatments inoculated with the AM populations increased significantly compared to those of the control treatment. Among the five AM populations, the VT population was the most effective AM fungal population which enhanced plant height, tiller per pot, chlorophyll index, and yield in both water management methods - continuous flooding and alternative wetting and drying.

Keywords: *Alternative wetting and drying, arbuscular mycorrhizal population, continuous flooding, OM5451 variety, soil chemical parameters.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Như Kiều

Ngày nhận bài: 5/7/2023

Ngày thông qua phản biện: 02/8/2023

Ngày duyệt đăng: 13/11/2023