

Yamamoto T., Omura K., Adachi H., Taenaka Y., Mizuniwa S.-i., Nakahara S., Ishida T. & Dohino T., 2017. Cold disinfection of Tankan orange against *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). *Research Bulletin of the Plant Protection Service, Japan* (53): 1-9.

Zeng Y., Reddy G.V., Li Z., Qin Y., Wang Y., Pan X., Jiang F., Gao F. & Zhao Z. H., 2019. Global distribution and invasion pattern of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Applied Entomology*, 143(3): 165-176.

Study of cold treatment of exporting fresh longan to eradicate oriental fruit flies (*Bactrocera dorsalis*)

Nguyen Thi Thu Huong, Pham Thi My Nhan, Ho Thi Thu Giang, Nguyen Duc Tung

Abstract

The oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis*) is an important quarantine pest in many countries and has been recorded as causing damage to fresh longan fruit in Vietnam. This study aimed to determine the cold treatment parameters for Vietnamese longan to ensure the complete eradication of *B. dorsalis*. The third instar larva was the most tolerant stage to low temperatures at 1 - 1.5°C. The corrected mortality rate of the 3rd larvae reached 100% after 13 days of treatment while the 2nd larvae achieved this rate after 10 days and the 1st larvae and egg after 7 days. The estimated expose days for LT99 in cold treatment at 1 - 1.5°C of 3rd larvae of Oriental fruit fly was 11.53 days, the highest among four tested developmental stages. The cold treatment parameter of pulp temperature at 1.3°C for 13 days is an effective phytosanitary treatment to ensure that the *B. dorsalis* is completely eradicated on longan for export.

Keywords: Oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis*), cold treatment, cold tolerance, longan fruits

Ngày nhận bài: 05/01/2024

Người phản biện: GS.TS. Nguyễn Hồng Sơn

Ngày phản biện: 15/01/2024

Ngày duyệt đăng: 28/01/2024

ĐÁP ỨNG CỦA CÂY LÚA ĐỐI VỚI ĐIỀU KIỆN NGẬP Ở GIAI ĐOẠN NẢY MẦM

Nghị Khắc Nhu¹, Trịnh Ngọc Ái¹, Phạm Quốc An^{2,3}, Lê Cao Thăng^{4*}

TÓM TẮT

Ngập là một trong những điều kiện bất lợi từ thiên nhiên đối với cây trồng. Mức độ tác động của điều kiện ngập đến cây trồng tùy thuộc vào giống và giai đoạn phát triển. Biến đổi khí hậu đang diễn biến ngày càng phức tạp làm cho tình trạng ngập lụt trở nên khó lường, gia tăng mối lo ngại về những ảnh hưởng tiêu cực của ngập lụt tới nền sản xuất lúa gạo nói riêng và an ninh lương thực toàn cầu nói chung. Lúa là cây lương thực duy nhất có khả năng nảy mầm trong điều kiện ngập hoàn toàn. Ở giai đoạn này, cây lúa có các cơ chế khác nhau để chống chịu, tùy thuộc vào điều kiện ngập và đặc điểm của từng giống lúa. Nhiều công trình nghiên cứu đã được thực hiện nhằm làm sáng tỏ những cơ chế thích nghi ở giai đoạn này của cây lúa. Trong bài tổng quan này, những công trình đã nghiên cứu trước đây được tổng hợp lại nhằm đưa ra đáp ứng chống chịu ngập của cây lúa và vai trò của hormone trong việc kiểm soát cơ chế chống chịu ngập của cây lúa ở giai đoạn nảy mầm.

Từ khóa: Cây lúa (*Oryza sativa*), điều kiện ngập nước, đáp ứng

¹ Viện Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Trà Vinh

² Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh

³ Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh

⁴ Khoa Khoa học Cây trồng, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

* Tác giả liên hệ, email: lcthang@ctu.edu.vn

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngập là hiện tượng bất lợi phi sinh học gây tổn thất sản lượng cây trồng đứng thứ hai sau hạn hán (Bailey-Serres *et al.*, 2012) và là nhân tố tác động chính gây cản trở cho sự sinh trưởng và phát triển của lúa (Dar *et al.*, 2017). Mức độ tác hại của ngập tùy thuộc vào vị trí địa lý, giống lúa và giai đoạn sinh trưởng của cây lúa. Hiện tượng này gây tác động tiêu cực mạnh nhất ở giai đoạn nảy mầm và hình thành cây mạ của hạt lúa do hàm lượng rất thấp của O₂ và CO₂ trong môi trường nước ức chế hô hấp và quang hợp (Voeselek *et al.*, 2016). Do tình trạng thiếu hụt lao động cũng như nguồn nước tưới cho nông nghiệp, phần lớn diện tích trồng lúa trên thế giới đang chuyển dần từ lúa cấy sang gieo sạ trực tiếp. Đây là phương pháp rất nhạy cảm với điều kiện ngập sâu đòi hỏi việc sử dụng các giống lúa có khả năng nảy mầm và hình thành cây mạ trong thời gian ngắn (Nghị *et al.*, 2021). Nhiều nghiên cứu được thực hiện nhằm làm sáng tỏ cơ chế chống chịu ngập của cây lúa ở giai đoạn nảy mầm (Magneschi & Perata, 2009; Voeselek *et al.*, 2016; Ma *et al.*, 2020; Lee *et al.*, 2023).

Trong điều kiện ngập, quá trình biến dưỡng chuyển đổi từ hô hấp hiếu khí sang hô hấp kỵ khí (lên men yếm khí) nhằm bảo đảm năng lượng được cung cấp liên tục cho hạt đang nảy mầm (Hsu *et al.*, 2017). Lộ trình biến dưỡng kỵ khí cung cấp 2-3 ATP cho mỗi phân tử glucose (so với 36-38 ATP/glucose trong biến dưỡng hiếu khí) (Gibbs *et al.*, 2003). Nhằm giảm thiểu tác hại của việc suy giảm nguồn cung năng lượng do thiếu oxy, hạt lúa đang nảy mầm có thể biến dưỡng một cách hiệu quả sucrose và các vật liệu dự trữ như protein, lipid, và tinh bột (Guglielminetti *et al.*, 1995), biến dưỡng sử dụng pyrophosphate vô cơ (inorganic pyrophosphate, P_{Pi}) làm nguồn năng lượng thay vì chỉ sử dụng ATP (Carystinos *et al.*, 1995), biến dưỡng cục bộ (Rolletschek *et al.*, 2011), và giảm tổng hợp protein (Branco-Price *et al.*, 2008). Do nguồn cung năng lượng giảm mạnh nên năng lượng được sử dụng cho các quá trình sinh dưỡng quan trọng của hạt. Đặc biệt là sự kéo dài lá bao mầm nhằm vượt lên mặt nước, tiếp xúc với tầng không khí phía trên và hình thành mô khí nhằm cung cấp oxy cho phần bị ngập (Kawai *et al.*, 2000).

Trong họ ngũ cốc, lúa được xem là cây duy nhất có

khả năng nảy mầm dưới nước. Đặc tính này của lúa liên quan đến khả năng sử dụng tinh bột dự trữ trong hạt dưới điều kiện ngập nhờ một hệ thống đầy đủ các enzyme (α -amylase, β -amylase, các enzyme phân hủy mạch nhánh, và α -glucosidase) cần thiết cho sự phân hủy chất dự trữ (tinh bột) từ nội nhũ thành các dạng đường đơn hòa tan đưa đến các bộ phận đang phát triển của hạt, trong đó α -amylase giữ vai trò chủ đạo (Guglielminetti *et al.*, 1995). Ở lúa, các enzyme α -amylase được mã hóa bởi ít nhất 10 gene khác nhau và được chia làm 3 nhóm chính: RAMY1 (Rice Amylase 1), RAMY2 (Rice Amylase 2) và RAMY3 (Rice Amylase 3) (Loreti *et al.*, 2003). Trong điều kiện đầy đủ O₂, hoạt động của RAMY1, RAMY2 được điều hòa bởi gibberellin (GA) và axit abscisic (ABA), trong khi đó gen RAMY3 được hoạt hóa khi lượng đường bị thiếu hụt (Hwang *et al.*, 1999).

Quá trình biến dưỡng carbohydrate của hạt đang nảy mầm trong điều kiện thiếu O₂ có thể chia làm 2 giai đoạn. Trong những ngày đầu tiên của sự nảy mầm, hạt khô sử dụng lượng đường có sẵn bên trong nó. Trong những ngày tiếp theo, lượng đường sẵn có này sẽ bị sử dụng hết dẫn đến việc thiếu hụt lượng đường hòa tan trong hạt, điều này sẽ kích hoạt gen *RAMY3D* tổng hợp nên enzyme α -amylase, enzyme này sẽ thủy phân tinh bột thành các dạng đường đơn cần thiết giúp cho hạt lúa hoàn thành quá trình nảy mầm (Guglielminetti *et al.*, 1995). Họ gen *RAMY3D* biểu hiện vượt trội ở hạt lúa đang nảy mầm trong điều kiện ngập và chỉ hiện diện duy nhất ở lúa, đó là lý do tại sao lúa là loài ngũ cốc duy nhất có khả năng nảy mầm dưới điều kiện ngập (Loreti *et al.*, 2003). Các enzyme liên quan đến quá trình thủy phân tinh bột thành các phân tử đường nhỏ hơn có hoạt tính tăng lên ở các giống lúa có khả năng chống chịu điều kiện ngập trong giai đoạn nảy mầm, trong khi hoạt tính của các enzyme này giảm ở các giống lúa không có khả năng chống chịu (Ismail *et al.*, 2009). Mặc dù cơ chế biến dưỡng, enzyme và hormone liên quan đến đặc tính trên đã được tìm ra, nhưng còn rất nhiều câu hỏi liên quan vẫn cần nhiều nghiên cứu chuyên sâu hơn để có câu trả lời thỏa đáng. Trong bài báo này, những kết quả nổi bật về những phương thức đáp ứng khác nhau của cây lúa đối với điều kiện ngập và vai trò của hormone, đặc biệt là auxin ở giai đoạn nảy mầm trong điều kiện ngập úng sẽ được tập trung thảo luận.

II. TÁC ĐỘNG CỦA CÁC DẠNG NGẬP TRÊN ĐỒNG RUỘNG VÀ CÁCH THÍCH NGHI CỦA CÂY LÚA

Hiện tượng ngập trên đồng ruộng được chia làm 3 loại: ngập sâu ở giai đoạn nảy mầm, ngập sâu cục bộ trong thời gian ngắn và ngập sâu kéo dài giai đoạn sau nảy mầm (Panda & Barik, 2021). Trong môi trường ngập sâu, cây lúa phát triển hai phương pháp thích ứng trái ngược nhau dựa vào sự thay đổi hoạt động biến dưỡng: phương pháp chịu đựng (quiescence) và phương pháp đào thoát (escape) (Colmer & Voeselek 2009; Pucciariello & Perata, 2013). Ở phương pháp chịu đựng, các hoạt động tăng trưởng và biến dưỡng của cây lúa được duy trì ở mức tối thiểu, chuyển sang trạng thái “im lặng” để bảo tồn năng lượng và cơ chất cho sự tăng trưởng trở lại khi mực nước rút đi. Đây là phương pháp thường thấy khi cây lúa gặp phải tình trạng ngập sâu bất ngờ trong thời gian ngắn (do mưa lớn kéo dài, vỡ đê, đập, bão) (Pucciariello & Perata, 2013).

Ở phương pháp đào thoát, cây lúa gia tăng sự tăng trưởng của thân (kéo dài thân và cuống lá) theo sự tăng nhanh của mực nước lũ, sao cho phần phía trên của cây lúa luôn nằm bên trên mặt nước. Cùng với đó là sự hình thành rễ phụ và các cấu trúc tạo điều kiện thuận lợi cho sự khuếch tán và trao đổi oxy giữa phần trên với phần bị ngập của cây lúa, đảm bảo cho các quá trình biến dưỡng hiếu khí xảy ra bình thường trong suốt thời gian ngập (Colmer & Voeselek, 2009; Nishiuchi *et al.*, 2012). Phương pháp này thường gặp khi cây lúa sống trong môi trường ngập sâu theo mùa kéo dài (mực nước có thể lên đến hơn ba mét và duy trì đến ba tháng) (Nishiuchi *et al.*, 2012).

Trong điều kiện ngập cục bộ, chỉ bộ rễ và một vài bộ phận của cây lúa bị ngập, sự quang hợp và hô hấp của cây có thể bị ức chế do tốc độ trao đổi O_2 và CO_2 bị giảm. Cây lúa thích nghi bằng cách hình thành những cấu trúc bảo vệ lớp biểu bì bị ngập và đảm bảo sự lưu thông của oxy xuyên suốt từ phần tiếp xúc với không khí với các phần bên dưới. Những cấu trúc này có thể là các mô khí (aerenchyma), các màng khí (gas film) bao quanh biểu bì hay những hàng rào ngăn chặn sự thất thoát O_2 (Nishiuchi *et al.*, 2012). Mô khí là những mô xếp hình thành dọc theo thân, bẹ lá và rễ lúa được hình thành do sự chết và phân hủy của tế bào. Mô

khí đảm bảo cho sự trao đổi không khí giữa phần ngọn và các phần bị ngập bên dưới cũng như đào thải chất độc ra khỏi các mô bị ngập (Pan *et al.* 2021). Bên cạnh mô khí, một lớp màng khí mỏng cũng được hình thành và duy trì giữa bề mặt lá bị ngập và môi trường nước xung quanh giúp duy trì quá trình hô hấp và quang hợp trong suốt thời gian ngập úng (Kurokawa *et al.*, 2018).

III. VAI TRÒ CỦA CÁC HORMONE TRONG GIAI ĐOẠN NẢY MẦM CỦA HẠT LÚA Ở ĐIỀU KIỆN NGẬP

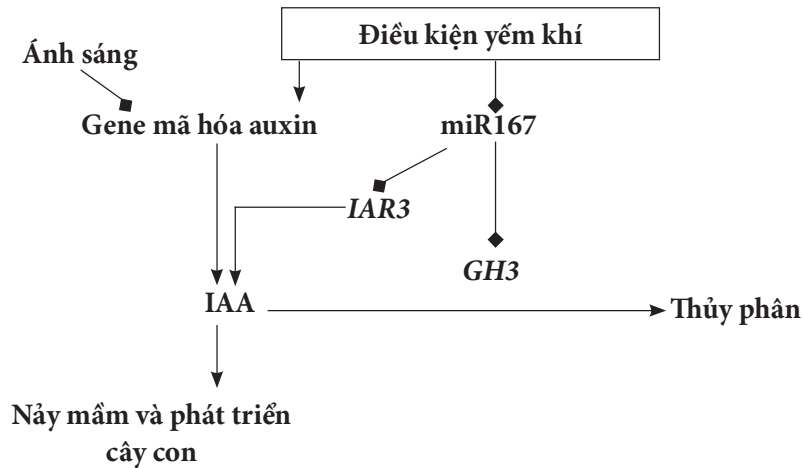
3.1. Auxin

Auxin đóng vai trò quan trọng trong các giai đoạn phát triển khác nhau của cây, bao gồm sự kéo dài của lá bao mầm trong điều kiện yếm khí. Năm 2000, Kawai và Uchimiya đề xuất vai trò của auxin trong việc điều chỉnh sự kéo dài tế bào và thúc đẩy sự kéo dài của lá bao mầm. Theo Guo và cộng sự (2016), tín hiệu auxin được kích hoạt bởi điều kiện ngập, gây ra sự kéo dài của lá bao mầm ở lúa. Wu và Yang (2020) cho rằng, auxin điều chỉnh chiều dài của lá bao mầm thông qua việc điều chỉnh sự vận chuyển đường sucrose thông qua các protein và kênh. Nhóm tác giả cũng cho rằng tín hiệu auxin điều hòa sự sản xuất năng lượng của ty thể và sự cân bằng nội môi thông qua các chất oxy hóa hoạt động (reactive oxygene species, ROS). Những nghiên cứu gần đây cho thấy, auxin được tổng hợp ở phần đỉnh của lá bao mầm và được vận chuyển đến phần gốc thông qua các protein vận chuyển đóng vai trò quan trọng quyết định chiều dài cuối cùng của lá bao mầm trong môi trường ngập (Nghị *et al.*, 2021). Nhiều công trình được công bố đã cho thấy vai trò của auxin trong việc kéo dài lá bao mầm, tuy nhiên nguồn gốc của auxin là từ nội nhũ hay từ lá bao mầm vẫn cần được làm sáng tỏ, mặc dù nồng độ auxin cao được ghi nhận là hạn chế sự phát triển của hệ rễ (Fendrych *et al.*, 2018).

Indole-3-acetic axit (IAA), một loại hormone thuộc nhóm auxin, được tổng hợp từ phần đỉnh của các mô đang phát triển (chồi, đầu rễ) và được vận chuyển qua các tế bào nhờ các kênh vận chuyển auxin. Indole-3-acetic axit kích thích sự kéo dài tế bào thông qua việc làm tăng sức trương và sự linh hoạt của thành tế bào (hoạt hóa các gen *expansin* (EXPA)), do đó đóng vai trò quan trọng

trong sự kéo dài lá bao mầm của lúa (Magneschi & Perata, 2009). Sự hình thành cây lúa và gia tăng khả năng chống chịu ngập ở giai đoạn nảy mầm được ghi nhận khi tăng nồng độ IAA nội bào (Lee *et al.*, 2023). Cân bằng nội môi và nồng độ của IAA nội bào được duy trì nhờ vai trò của microRNA167 (miR167) bằng cách kích hoạt biểu hiện của gen *glycoside hydrolase 3* (GH3) và hạn chế biểu hiện của gen *IAA-Ala Resistant 3* (IAR3) (Hình 1). Gen GH3 mã hóa các enzyme IAA-amido synthetase có

vai trò làm giảm nồng độ IAA và cân bằng nội môi. Gen IAR3 mã hóa enzyme thủy phân IAA-amino axit và phóng thích IAA. Lee và cộng sự (2023) ghi nhận điều kiện yếm khí và không có ánh sáng kích thích quá trình sinh tổng hợp auxin (IAA) và kích thích sự kéo dài lá bao mầm nhưng hạn chế sự phát triển của rễ và lá (Hình 1). Trái lại, điều kiện hiếu khí và ánh sáng hạn chế quá trình sinh tổng hợp IAA, kích thích sự phát triển của rễ và lá.



Hình 1. Cơ chế phân tử về vai trò của điều kiện yếm khí, ánh sáng và IAA trong quá trình nảy mầm và phát triển cây con ở lúa

Ghi chú: IAA: indole-3-acetic axit; IAR3: IAA-Ala Resistant3; GH3: glycoside hydrolase 3. Mũi tên đầu hình tam giác: hiệu ứng kích thích. Mũi tên đầu hình thoi: hiệu ứng ức chế.

Guo và cộng sự (2016) đã xác định được mối tương quan giữa sự kéo dài lá bao mầm lúa và sự gia tăng cảm ứng auxin của một thụ quan được mã hóa bởi gen *OsTIR1*. Trong một nghiên cứu khác, Nghi và cộng sự (2021) báo cáo rằng, auxin được tổng hợp từ đỉnh của lá bao mầm có tác dụng gia tăng chiều dài cuối cùng của lá bao mầm dưới điều kiện ngập. Điều này có liên quan với sự biểu hiện vượt trội của các gen liên quan đến quá trình sinh tổng hợp auxin là *YUCCA7* (gen mã hóa flavin monooxygenase) và *Tryptophan Aminotransferase of Arabidopsis 2* (*TAA2*) ở phần đỉnh của các giống phát triển lá bao mầm dài so với các giống phát triển lá bao mầm ngắn. Khả năng vận chuyển nhanh auxin được tổng hợp từ đỉnh của lá bao mầm bởi các protein vận chuyển (được mã hóa bởi gen *AUX1*) đến các tế bào kế cận cũng góp phần quyết định chiều dài cuối cùng của lá bao mầm dưới điều kiện ngập (Nghi *et al.*, 2021).

3.2. Ethylene

Ethylene (ET) là hormone thực vật ở dạng khí. Ethylene có vai trò quan trọng trong sự phát triển của cây và các đáp ứng với điều kiện bất lợi của môi trường (Yu & Huang, 2017). Các nghiên cứu trước đây cho rằng, ET đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra trạng thái ngưng hoạt động của cây. Đây là trạng thái mà các hoạt động biến dưỡng của cây được giữ ở mức tối thiểu. Pearce và Jackson (1991) đã nhận định rằng, ET không có vai trò gì trong các đáp ứng đối với điều kiện yếm khí do hoạt động của ET và 1-aminocyclopropane-1-carboxylic axit (ACC, một tiền chất của ethylene) chỉ được kích hoạt khi có sự hiện diện của O₂. Trong nghiên cứu của Ismail và cộng sự (2009), sự tổng hợp ET bắt đầu từ ngày thứ hai và liên quan đến sự phát triển của cây sau khi nảy mầm, đặc biệt khi lá bao mầm tiếp xúc với tầng không khí trên mặt nước và sự phát triển của rễ bắt đầu. Tuy nhiên, theo nghiên

cứu của Miro và Ismail (2013), sự kéo dài lá bao mầm trong điều kiện đồng ruộng bị ngập vẫn có sự hiện diện của O₂ nên ET vẫn đóng vai trò tương đối trong trường hợp này. Theo nghiên cứu của Shiono và cộng sự (2022) thì nồng độ O₂ bão hòa trong nước ở 26°C là 254 μM. Sự gia tăng hàm lượng ET và auxin sẽ kích thích sự kéo dài của lá bao mầm trong điều kiện thiếu O₂ (Kim & Reiken, 2018).

3.3. Axit abscisic và axit gibberellic

Hormone gibberellic axit (GA) nội bào được tổng hợp trong phôi và được vận chuyển tới lớp tế bào vỏ cám (aleurone cells) nhằm kích thích sự tổng hợp enzyme α-amylase (được mã hóa bởi gen *αAmy*) (Kaneko *et al.*, 2002). Bằng cách gia tăng hay hạn chế mức độ biểu hiện của gen *αAmy*, nồng độ đường được duy trì trong một khoảng phù hợp trong suốt quá trình nảy mầm và phát triển thành cây trong điều kiện yếm khí (Ma *et al.*, 2020). Theo Hilhorst và Karssen (1992), nồng độ cao của abscisic axit (ABA) liên quan đến việc hình thành và duy trì trạng thái miên trạng của hạt trong khi nồng độ cao của GA kích thích quá trình nảy mầm. Nghiên cứu của Nagai và cộng sự (2010) cũng ghi nhận vai trò của GA trong việc kích thích sự kéo dài của lá bao mầm trong lộ trình phụ thuộc vào gen *CIPK15* trong điều kiện ngập. Tuy nhiên, nghiên cứu *in silico* của Mohanty và cộng sự (2012) cho thấy ABA kích thích quá trình nảy mầm và kéo dài của lá bao mầm trong khi GA hạn chế sự phát triển của lá bao mầm trong điều kiện yếm khí. Theo Miro và Ismail (2013), sự khác biệt về kết quả quan sát trong các nghiên cứu trước đây có thể là do khác biệt về điều kiện thí nghiệm bao gồm nồng độ oxy và sự khác biệt về khả năng chống chịu ngập của các giống khác nhau.

IV. KẾT LUẬN

Hormone thực vật có vai trò điều hòa quan trọng trong tính chống chịu ngập của lúa ở giai đoạn nảy mầm. Các hormone chính (ABA, GA, IAA, IA) điều hòa quá trình nảy mầm và phát triển cây con của lúa trong điều kiện ngập đã được nhận biết.

Khả năng kích thích kéo dài tế bào của auxin được cho là quyết định chiều dài cuối cùng của lá bao mầm.

Hormone ABA được xem là nhân tố chính quyết định trạng thái ngủ hay nảy mầm của hạt trong khi GA hoạt động như hoạt chất đối kháng của ABA.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bailey-Serres J., Fukao T., Gibbs D.J., Holdsworth M.J., Lee S.C., Licausi F., Perata P., Voesenek L.A., and van Dongen J.T., 2012. Making sense of low oxygen sensing. *Trends in Plant Science*, 17: 129-138.
- Branco-Price C., Kaiser K.A., Jang C.J., Larive C.K., and Bailey-Serres J., 2008. Selective mRNA translation coordinates energetic and metabolic adjustments to cellular oxygen deprivation and reoxygenation in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal*, 56: 743-755.
- Colmer T. and Voesenek L. 2009. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments. *Functional Plant Biology*, 36: 665-681.
- Carystinos G.D., MacDonald H.R., Monroy A.F., Dhindsa R.S., and Poole R.J., 1995. Vacuolar H⁺-translocating pyrophosphatase is induced by anoxia or chilling in seedlings of rice. *Plant Physiology*, 108: 641-649.
- Dar M.H., Chakravorty R., Waza S.A., Sharma M., Zaidi N.W., Singh A.N., Singh U.S., and Ismail A.M., 2017. Transforming rice cultivation in flood prone coastal Odisha to ensure food and economic security. *Food Security*, 9: 711-722.
- Fendrych M., Akhmanova M., Merrin J., Glanc M., Hagihara S., Takahashi K., Uchida N., Torii K.U., and Friml J., 2018. Rapid and reversible root growth inhibition by TIR1 auxin signalling. *Natures Plants*, 4: 453-459.
- Fukao T. and Xiong L., 2013. Genetic mechanisms conferring adaptation to submergence and drought in rice: simple or complex? *Current Opinion in Plant Biology*, 16: 196-204.
- Gibbs J., Greenway H., 2003. Mechanisms of anoxia tolerance in plants. I. Growth, survival and anaerobic catabolism. *Functional Plant Biology*, 30: 1-47
- Guo Z., Wang F., Xiang X., Ahammed G.J., Wang M., Onac E., Zhou J., Xia X., Shi K., and Yin X., 2016. Systemic induction of photosynthesis via illumination of the shoot apex is mediated sequentially by phytochrome B, auxin and hydrogen peroxide in tomato. *Plant Physiology*, 172: 1259-1272.
- Guglielminetti L., Yamaguchi J., Perata P., and Alpi A., 1995. Amylolytic activities in cereal seeds under aerobic and anaerobic conditions. *Plant Physiology*, 109: 1069-1076.
- Hwang Y.-S., Thomas B., and Rodriguez R., 1999. Differential expression of rice α-amylase genes during

- seedling development under anoxia. *Plant Molecular Biology*, 40: 911-920.
- Hilhorst H. and Karssen C.**, 1992. Seed dormancy and germination: the role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants. *Plant Growth Regulation* 11: 225-238.
- Hsu S.K., Tung C.W.**, 2017. RNA-seq analysis of diverse rice genotypes to identify the genes controlling coleoptile growth during submerged germination. *Frontiers in Plant Science*, 8: 762.
- Ismail A.M., Ella E.S., Vergara G.V., and Mackill D.J.**, 2009. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice (*Oryza sativa*). *Annals of Botany*, 103: 197-209.
- Kaneko M., Itoh H., Ueguchi-Tanaka M., Ashikari M., and Matsuoka M.**, 2002. The α -amylase induction in endosperm during rice seed germination is caused by gibberellin synthesized in epithelium. *Plant Physiology*, 128: 1264-1270.
- Kawai M. and Uchimiya H.**, 2000. Coleoptile senescence in rice (*Oryza sativa* L.). *Annals of Botany*, 86: 405-414.
- Kim S.M., and Reinke R.F.**, 2018. Identification of QTLs for tolerance to hypoxia during germination in rice. *Euphytica*, 214 (9), 160.
- Kurokawa Y., Nagai K., Huan P.D., Shimazaki K., Qu H., Mori Y., Toda Y., Kuroha T., Hayashi N. and Aiga D.**, 2018. Rice leaf hydrophobicity and gas films are conferred by a wax synthesis gene (*LGF 1*) and contribute to flood tolerance. *New Phytologist*, 218: 1558-1569.
- Lee K.W., Chen J.J.W., Wu C.S., Chang H.C., Chen H.Y., Kuo H.H., Lee Y.S., Chang Y.L., Chang H.C., Shiue S.Y., Wu Y.C., Ho Y.C., and Chen P.W.**, 2023. Auxin plays a role in the adaptation of rice to anaerobic germination and seedling establishment. *Plant, Cell & Environment*, 46: 1157-1175.
- Loreti E., Alpi A., and Perata P.**, 2003. α -Amylase expression under anoxia in rice seedlings: an update. *Russian Journal of Plant Physiology*, 50: 737-743.
- Ma M., Cen W., Li R., Wang S., and Luo J.**, 2020. The molecular regulatory pathways and metabolic adaptation in the seed germination and early seedling growth of rice in response to low O₂ stress. *Plants*, 9: 136
- Magneschi L. and Perata P.**, 2009. Rice germination and seedling growth in the absence of oxygen. *Annals of Botany*, 103: 181-196.
- Miro B. and Ismail A.**, 2013. Tolerance of anaerobic conditions caused by flooding during germination and early growth in rice (*Oryza sativa* L.). *Frontiers in Plant Science*, 4: 269. doi:10.3389/fpls.2013.00269.
- Mohanty B., Herath V., Wijaya E., Yeo H.C., de Los Reyes B.G., and Lee D.Y.**, 2012. Patterns of cis-element enrichment reveal potential regulatory modules involved in the transcriptional regulation of anoxia response of japonica rice. *Gen*, 511: 235-242.
- Nagai K., Hattori Y., and Ashikari M.**, 2010. Stunt or elongate? Two opposite strategies by which rice adapts to floods. *Journal of Plant Research*, 123: 303-309.
- Nghi K.N., Tagliani A., Mariotti L., Weits D.A., Perata P., and Pucciariello C.**, 2021. Auxin is required for the long coleoptile trait in japonica rice under submergence. *New Phytologist*, 229: 85-93.
- Nishiuchi S., Yamauchi T., Takahashi H., Kotula L., and Nakazono M.**, 2012. Mechanisms for coping with submergence and waterlogging in rice. *Rice*, 5: 1-14.
- Pan R., Han H., Medison M.B., Abou-Elwafa S.F., Liu Y., Yang X., and Zhang W.**, 2021. Aerenchyma formation in the root of leaf-vegetable sweet potato: Programmed cell death initiated by ethylene-mediated H₂O₂ accumulation. *Physiologia Plantarum*, 173: 2361-2375.
- Panda D. and Barik J.**, 2021. Flooding tolerance in rice: Focus on mechanisms and approaches. *Rice Science*, 28: 43-57.
- Pearce D.H. and Jackson M.B.**, 1991. Comparison of growth responses of barnyard grass (*Echinochloa oryzoides*) and rice (*Oryza sativa*) to submergence, ethylene, carbon dioxide and oxygen shortage. *Annals of Botany*, 68: 201-209.
- Pucciariello C. and Perata P.**, 2013. Quiescence in rice submergence tolerance: an evolutionary hypothesis. *Trends in Plant Science*, 18: 377-381.
- Rolletschek, H., Melkus G., Grafahrend-Belau E., Fuchs J., Heinzl N., Schreiber F., Jakob P.M., and Borisjuk L.**, 2011. Combined noninvasive imaging and modeling approaches reveal metabolic compartmentation in the barley endosperm. *The Plant Cell* 23: 3041-3054.
- Shiono K., Yoshikawa M., Kreszies T., Yamada S., Hojo Y., Matsuura T., Mori I.C., Schreiber L., and Yoshioka T.**, 2022. Abscisic acid is required for exodermal suberization to form a barrier to radial oxygen loss in the adventitious roots of rice (*Oryza sativa*). *New Phytologist*, 233: 655-669.
- Voesenek L.A., Sasidharan R., Visser E.J., and Bailey-Serres J.**, 2016. Flooding stress signaling through perturbations in oxygen, ethylene, nitric oxide and light. *New Phytologist*, 209: 39-43.
- Wu Y.S. and Yang C.Y.**, 2020. Comprehensive transcriptomic analysis of auxin responses in submerged rice coleoptile growth. *International Journal of Molecular Sciences*, 21: 1292.
- Yu Y. and Huang R.**, 2017. Integration of ethylene and light signaling affects hypocotyl growth in Arabidopsis. *Frontiers in Plant Science*, 8: 57.

Response of rice to flooding conditions at the germination stage

La Cao Thang, Trinh Ngoc Ai, Pham Quoc An, Nghi Khắc Nhu

Abstract

Flooding is one of the adverse natural conditions for plants. The impact degree of flooded conditions on plants depends on the variety and stage of development. Climate change is becoming increasingly complicated, making flooding more unpredictable, increasing concerns about the negative effects of flooding on rice production in particular and global food security demand in general. Rice is the only food crop that can germinate under completely submerged conditions. At this stage, rice plants have different mechanisms to withstand flooding, depending on flooding conditions and the characteristics of each rice variety. Numerous studies have been carried out to elucidate the adaptive mechanisms at this stage of rice plants. In this review, previous studies are synthesized to present the submergence response of rice plants and the role of hormones in controlling the submergence tolerance mechanism of rice plants at the germination stage.

Keywords: Rice (*Oryza sativa*), flooding conditions, response

Ngày nhận bài: 17/10/2023

Người phản biện: TS. Trần Đình Giỏi

Ngày phản biện: 21/11/2023

Ngày duyệt đăng: 28/01/2024

MỐI QUAN HỆ TUỔI GIAI ĐOẠN GIỮA GỐC GHÉP VÀ CÀNH GHÉP TRONG KỸ THUẬT TOP-WORKING TRÊN CÂY LÊ

Bùi Quang Đăng¹, Lê Thị Mỹ Hà², Nguyễn Thị Hiền²,
Vũ Mạnh Hải¹, Đào Thế Anh¹

TÓM TẮT

Nhằm mục đích nâng cao hiệu quả của kỹ thuật ghép cải tạo cũng như thu thập, trao đổi giống cây ăn quả, nghiên cứu xác định tuổi giai đoạn thích hợp của tổ hợp gốc ghép và cành ghép đã được tiến hành trên giống lê nhập nội tại huyện Trảng Định, tỉnh Lạng Sơn trong 3 năm từ 2020 đến 2023. Kết quả bước đầu cho thấy, trong phạm vi biến động tuổi giai đoạn từ 9 đến 11, các tổ hợp có độ tuổi giai đoạn khác nhau không ảnh hưởng đến tỷ lệ ghép sống và thời gian bật mầm của cành ghép, nhưng có tác động đến tỷ lệ đậu quả và kích thước quả. Trong 3 tổ hợp nghiên cứu, hai tổ hợp có tuổi giai đoạn cao hơn có tỷ lệ đậu quả cao hơn và kích thước quả lớn hơn đáng kể so với tổ hợp tuổi giai đoạn thấp hơn.

Từ khóa: Cây lê, gốc ghép, cành ghép, tuổi giai đoạn, kỹ thuật Top-working

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một số tỉnh miền núi phía Bắc nước ta có các tiểu vùng khí hậu phù hợp để phát triển cây ăn quả ôn đới nhưng chủ yếu là các giống địa phương, đặc biệt cây lê cho năng suất và chất lượng còn thấp. Ở các tỉnh miền núi phía Bắc có độ lạnh từ âm 15 CU đến 686 CU trong 5 năm (2015 - 2019), phù

hợp với phát triển một số cây ăn quả ôn đới như lê, mận, hồng, đào (Vũ Mạnh Hải và cs., 2021), tại Sapa độ lạnh trung bình 10 năm là 615,8 CU (Lê Đức Khánh, 2007; Đặng Vũ Thị Thanh và Lê Đức Khánh, 2013), năm 2005 có độ lạnh cao lên đến 731 CU (Vu Mạnh Hải *et al.*, 2005). Kỹ thuật ghép Top-working (ghép cải tạo trên cây lớn tuổi)

¹ Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam (VAAS)

² Viện Nghiên cứu Rau quả (FAVRI)

* Tác giả liên hệ, email: dangvrq@gmail.com