

ỨNG DỤNG TỪ TRƯỜNG TRONG THỨC ĐẨY SINH TRƯỞNG, PHÁT TRIỂN VÀ SINH KHỐI CỦA CÂY TRỒNG

Nguyễn Hữu Kiên¹, Chu Đức Hà^{2*}, La Việt Hồng³, Hà Thị Quyển²,
Nguyễn Lê Khanh², Phạm Châu Thùy², Trần Đăng Khoa²,
Nguyễn Đăng Cơ², Bùi Đình Tú², Lê Huy Hàm^{1,2}

TÓM TẮT

Thực vật luôn tồn tại và sinh sôi trong điều kiện từ trường (magnetic field, MF) trái đất. Tuy nhiên, cơ chế tác động của từ trường đến thực vật đến nay vẫn chưa được làm sáng tỏ. Bài báo trình bày một cách chi tiết về tác động của từ trường đến sinh trưởng, phát triển và sinh khối của cây trồng. Trong đó, xử lý MF được chứng minh có thể tăng cường hoạt tính của các enzyme phân giải giúp tăng tỷ lệ nảy mầm ở hạt. Xử lý MF cũng giúp kích thích tổng hợp sắc tố ở lá, tăng hiệu quả của quang hợp và hô hấp giúp cây sinh trưởng và phát triển tốt hơn, đồng thời cải thiện được khả năng chống chịu các điều kiện ngoại cảnh bất thuận. Mặc dù vậy, xử lý MF vẫn đặt ra một số câu hỏi liên quan đến độc tính và những tác động môi trường. Tóm lại, bài báo này đã cung cấp một cái nhìn toàn diện về một giải pháp mới trong nghiên cứu sản xuất nông nghiệp bền vững và thân thiện với môi trường.

Từ khóa: Từ trường, cây trồng, sinh trưởng, phát triển, bất lợi, tác động

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sinh trưởng và phát triển của thực vật luôn chịu sự tác động nhất định của từ trường (magnetic field, MF) trái đất. Đây được xem là yếu tố cơ bản để thực vật tồn tại thông qua quá trình quang hợp được thực hiện nhờ phát tán bức xạ điện từ và trao đổi chất nội bào nhờ sự thay đổi điện thế màng. Cơ chế ảnh hưởng của MF đến các loài thực vật, nấm và vi khuẩn đã được làm sáng tỏ một phần thông qua mô hình cộng hưởng ion - cyclotron (ion-cyclotron resonance) và mô hình cặp gốc (radical-pair) (Radhakrishnan, 2019). Cho đến nay, MF đã được tìm hiểu và bắt đầu thử nghiệm trong các lĩnh vực sinh học, đặc biệt là liên quan đến khoa học nông nghiệp.

Cụ thể, nỗ lực của các nhà khoa học đã được ghi nhận trong việc chứng minh ảnh hưởng của MF đến sự nảy mầm của hạt, thay đổi hàm lượng hóa chất, từ đó kích thích tăng trưởng và năng suất của cây trồng (Maffei, 2014). Ví dụ, ở mức cường độ MF thích hợp có thể làm tăng tỷ lệ nảy mầm của một số loại hạt nông sản và thúc đẩy quá trình sinh trưởng của cây non (da Silva and Dobránszki, 2016; De Souza *et al.*, 2006). Tuy nhiên, những hiểu biết sâu sắc về ảnh hưởng của MF đến sinh trưởng và phát triển của các loại cây trồng vẫn còn rất hạn chế.

Để định hướng nghiên cứu nông nghiệp áp dụng kỹ thuật liên ngành trong tương lai, bài báo đã tóm lược một cách toàn vẹn những thành công trong việc sử dụng MF để kích thích quá trình sinh trưởng và phát triển một số loại cây trồng ở các giai đoạn khác nhau. Đồng thời đưa ra một số đề xuất nhằm định hướng ứng dụng MF vào công nghệ tế bào thực vật ở Việt Nam.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Một số tài liệu khoa học liên quan đến MF, công nghệ sinh học thực vật và khoa học nông nghiệp đã được khai thác và tóm lược trong nghiên cứu này.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Tham khảo tài liệu từ đề tài, dự án của các đơn vị nghiên cứu, công ty, trường đại học, trên Internet, bài báo, thông tin từ hội nghị, hội thảo trong nước và quốc tế. Điều tra, khảo sát thông tin từ nhà quản lý, nhà nghiên cứu, doanh nghiệp, công ty theo mẫu phiếu chuẩn bị sẵn, phương pháp chuyên gia và tự nghiên cứu. Tham khảo đường lối, chính sách của Đảng, Nhà nước, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

¹ Viện Di truyền Nông nghiệp, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam

² Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội

³ Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2

* Tác giả chính: E-mail: hachu_amsr@yahoo.com

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện từ tháng 1 đến tháng 6 năm 2021 tại trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Các nhà khoa học đã chứng minh rằng MF ảnh hưởng đến thực vật do tính thuận từ (paramagnetic) của lap thể trong tế bào. MF có ảnh hưởng đến sức nảy mầm của hạt, thay đổi hàm lượng hóc môn, dẫn đến tác động lên sự tăng trưởng và năng suất, đặc biệt là tăng cường tính chống chịu điều kiện bất thuận của cây trồng.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của từ trường đến quá trình sinh trưởng và phát triển của cây trồng

Bảng 1. Tóm lược ảnh hưởng của MF đến sinh trưởng và phát triển của cây trồng

Xử lý MF	Đối tượng	Ảnh hưởng	Nguồn
SMF 150 - 250 mT	Lúa gạo	Cải thiện tỷ lệ nảy mầm	(Carbonell <i>et al.</i> , 2000)
PMF 1500 nT, 10 Hz	Đậu tương	Tăng chiều cao cây, sinh khối, số lượng lá, quả, hạt, trọng lượng hạt. Tăng hàm lượng protein, hoạt tính β -amylase, acid phosphatase, polyphenol oxidase, catalase. Tăng hàm lượng Fe, Cu, Mn, Zn, Mg, K và Na. Giảm hoạt tính α -amylase, alkaline phosphatase, protease, nitrate reductase. Giảm hàm lượng Ca.	(Radhakrishnan and Ranjitha Kumari, 2012)
SMF 125 - 250 mT	Ngô	Hạt nảy mầm nhanh, tăng chiều cao cây và sinh khối.	(Flórez <i>et al.</i> , 2007)
SSMF 20 μ T ở $16^{3/2}$ Hz	Hướng dương, lúa mì	Tăng tỷ lệ nảy mầm và sinh trưởng của cây	(Fischer <i>et al.</i> , 2004)
SSMF 100 - 170 mT	Cà chua	Tăng cường sinh trưởng, tổng hợp sắc tố và năng suất quả	(De Souza <i>et al.</i> , 2006)
SSMF 1500 nT ở 100 Hz	Bông	Tăng tỷ lệ nảy mầm, sinh trưởng, tổng hợp sắc tố và năng suất bông	(Leelapriya <i>et al.</i> , 2003)
AMF 0,096 - 0,384 T	Dâu tây	Tăng năng suất quả, hàm lượng N, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Na và Zn trong cây. Giảm hàm lượng P và S.	(Matsuda <i>et al.</i> , 1993)
MF 403 A/m	Hành tây	Tăng diệp lục, protein, hoạt tính enzyme trong cây	(Novitsky <i>et al.</i> , 2001)

Ghi chú: AMF - Từ trường xoay chiều, EMF - Trường điện từ, MF - Từ trường, PMF - Từ trường dạng xung, SMF - từ trường tĩnh, SSMF - Từ trường biến thiên dạng hình sin

Một trong những nghiên cứu đầu tiên đã ghi nhận tác dụng của MF trong việc kích thích quá trình nảy mầm sớm, cải thiện tỷ lệ nảy mầm của hạt đậu tương (*Glycine max*). Cụ thể, MF, với cường độ từ trường nhất định, có thể làm tăng sự chuyển hóa năng lượng trong thực vật, làm hoạt hóa các phân tử trong chu trình trao đổi chất, tăng cường hình thành gốc hoạt hóa tự do, kết quả làm kích thích quá trình dẫn truyền điện tử và thúc đẩy trao đổi chất nội bào, từ đó thúc đẩy sức sống của hạt (da Silva and Dobránszki, 2016). Ví dụ, hạt lúa gạo (*Oryza sativa*) đặt trong từ trường tĩnh (static magnetic

field, SMF) 150 và 250 milliTesla (mT) với thời gian 20 phút cho tỷ lệ nảy mầm tăng lần lượt là 18 và 12% (sau 48 h theo dõi) (Carbonell *et al.*, 2000). Kết quả cũng được ghi nhận tương tự khi xử lý hạt bông (*Gossypium spp.*) trong điều kiện từ trường biến thiên dạng hình sin (sinusoidal magnetic field, SSMF) 1500 nanoTesla ở 100 Hz (Leelapriya *et al.*, 2003), hạt hướng dương (*Helianthus annuus*) và lúa mì (*Triticum aestivum*) trong điều kiện SSMF 20 μ T ở $16^{3/2}$ Hz (Fischer *et al.*, 2004), và ngô (*Zea mays*) trong điều kiện SMF 125 - 250 mT (Flórez *et al.*, 2007).

Tiếp theo, MF được ghi nhận có ảnh hưởng tích cực đến giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng của cây trồng bằng cách kích thích sự phát triển của chồi và rễ. Bitonti và cộng tác viên, (2006) đã chứng minh rằng, các tế bào metaxylem trong chóp rễ cảm ứng với trường điện từ, từ đó làm gia tăng tỷ lệ kéo dài rễ thông qua điều hòa auxin. Hơn nữa, thực vật đặt trong MF thích hợp có thể thúc đẩy quang hợp, làm gia tăng diện tích và trọng lượng khô của lá (da Silva and Dobránszki, 2016). Ví dụ, xử lý hạt đậu tương trong SMF 200 mT làm chiều cao cây vượt 138%, diện tích lá tăng sinh khối tích lũy tăng 131 và 205% so với đối chứng (Baghel *et al.*, 2016). Trước đó, hạt cà chua (*Solanum lycopersicum*) giống Campbell-28 được xử lý trong SSMF 100 - 170 mT, sau đó canh tác trên đồng ruộng đã thể hiện sự vượt trội so với đối chứng ở giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng, kích thước lá, thân và rễ (lần lượt tăng 17,5; 14,1 và 17% (De Souza *et al.*, 2006).

Tương tự, MF cũng có những ảnh hưởng tích cực đến cây trồng ở giai đoạn sinh trưởng sinh thực. Tuy nhiên, những báo cáo về thử nghiệm MF đến cây trồng ở giai đoạn này vẫn rất hạn chế. Từ rất sớm, MF ở cường độ 480 A/m ở 7 Hz được chứng minh tăng cường các tính trạng năng suất, bao gồm chỉ tiêu số lượng hoa, số quả/cây và trọng lượng quả ở giống dâu tây “Nyoho” (Matsuda *et al.*, 1993). Các ảnh hưởng tương tự cũng đã được ghi nhận khi áp dụng trên một số loại cây trồng khác, như kiều mạch (*Fagopyrum esculentum*), đậu cove (*Pisum sativum*), lúa mì, cà chua, tiêu (*Piper nigrum*), đậu tương và bông (Radhakrishnan, 2019).

Nghiên cứu về ảnh hưởng của MF đến các quá trình sinh hóa của cây trồng như làm thay đổi hoạt tính của enzyme, chất điều hòa sinh trưởng, sự trao đổi ion và nước cũng đã được tiến hành (Radhakrishnan, 2019, Sarraf *et al.*, 2020). Trong hướng nghiên cứu, cây đậu tương non giống CO-3 được xử lý trong điều kiện 1500 nT, 10 Hz có hàm lượng enzyme α -amylase giảm 50%, β - amylase tăng 2%. Hai enzyme này tham gia xúc tác quá trình thủy phân tinh bột thành dạng đường đơn, từ đó cung cấp năng lượng cho các quá trình sinh học của cây (Radhakrishnan and Ranjitha Kumari, 2012). Bên cạnh đó, cây được xử lý MF cũng thể hiện hoạt tính của enzyme phosphatase tăng 9% và alkaline phosphatase giảm 57% (Radhakrishnan and Ranjitha Kumari, 2012). Trong đó, phosphatase đóng vai trò hỗ trợ quá trình phân hủy các hợp chất phosphate khó tan và hỗ trợ hấp thụ các hợp chất phosphate hữu cơ từ đất, đồng thời tham gia vào quá trình biệt

hóa ở mô, vì vậy, tăng cường hoạt tính của enzyme này có thể liên quan đến quá trình tổng hợp hay hoạt hóa chức năng của protein. Một số nhóm enzyme khác, như protease, nitrate reductase cũng bị giảm hoạt tính trong mẫu cây xử lý MF (Radhakrishnan and Ranjitha Kumari, 2012). Cụ thể, khi ngô được xử lý với SMF 100 - 200 mT và lúa mì xử lý với SMF 2,9 - 3,7 mT đều làm giảm hoạt tính của các enzyme chống ôxi hóa, như peroxidase, catalase, superoxide dismutase và ascorbate peroxidase (Anand *et al.*, 2012, Sen and Alikamanoglu, 2014). Bên cạnh đó, tăng cường độ từ trường từ 0,0005 đến 0,1 T giúp kích thích quá trình quang hợp và sinh trưởng của *Spirulina platensis*, và MF cũng làm tăng hàm lượng diệp lục ở cây hành tây (*Allium cepa*), bông, khoai tây và một số loài *Solanum* spp. hoang dại (Radhakrishnan, 2019).

3.2. Ảnh hưởng của từ trường đến tính chống chịu bất lợi phi sinh học ở cây trồng

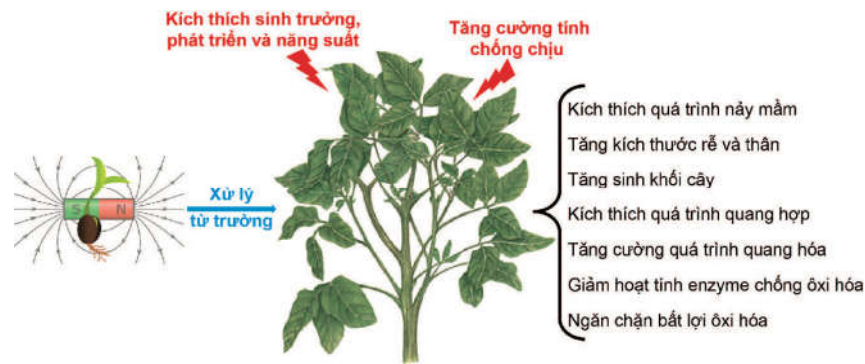
Canh tác cây trồng luôn đối mặt với rất nhiều trạng thái thời tiết cực đoan, bao gồm hạn hán, xâm nhập mặn, tích lũy kim loại nặng trong đất, cũng như những bất lợi phi sinh học khác, liên quan đến ánh sáng và nhiệt độ. MF tác động đến các quá trình chuyển hóa trong cây, vì vậy cũng có thể thúc đẩy cơ chế đáp ứng và chống chịu bất lợi ở cây trồng.

MF có thể thúc đẩy quá trình phát triển của hệ thống mô xylem và phloem, cải thiện quá trình vận chuyển và hấp thụ nước cũng như chất dinh dưỡng, từ đó cải thiện sinh trưởng của cây trong điều kiện thiếu hụt về nguồn nước (Radhakrishnan, 2019). Cải thiện tỷ lệ thẩm thấu qua màng tế bào được ghi nhận ở các hạt thực vật có xử lý MF, dẫn đến thay đổi các kênh trao đổi ion qua màng, từ đó mang lại tiềm năng kháng lại tình trạng bất lợi về thẩm thấu gây ra bởi hạn. Ở cây có xử lý MF, hiện tượng tăng cường hoạt động của kênh Ca^{2+} trên màng đóng vai trò quan trọng trong cơ chế chịu hạn ở cây trồng thông qua điều hòa hóc môn (đặc biệt là axit abscisic), nó cho phép ngăn chặn các tổn thương ở lớp màng sinh chất và màng của các bào quan tham gia vào quá trình quang hợp. Theo đó, MF tăng cường tổng hợp diệp lục và carotenoid trong lá thông qua quá trình tăng cường protein và axit gibberellic. Ngoài ra, MF cũng tăng độ dẫn khí khổng ở lá, nồng độ CO_2 dưới khí khổng để giảm thiểu tác động của hạn hán đối với thực vật (Radhakrishnan, 2019). Xử lý EMF 100 - 150 mT trên cây ngô có thể thúc đẩy quá trình sinh trưởng,

tăng cường tốc độ quang hợp và hô hấp, kích thích tổng hợp diệp lục, đồng thời cải thiện độ dẫn khí khổng (Javed *et al.*, 2011). Kết quả tương tự cũng được ghi nhận khi xử lý ngô với SMF 100 - 200 mT (Anand *et al.*, 2012).

Tương tự như hạn hán, hàm lượng muối cao trong đất cũng gây ra những bất lợi về thẩm thấu, làm tổn thương đến màng tế bào, đồng thời sự tích tụ quá mức của Na^+ và Cl^- cũng làm thay đổi cấu trúc protein. Xử lý hạt giống với MF có thể tăng cường khả năng hấp thụ nước trong hạt và thúc đẩy sự nảy mầm trong điều kiện đất mặn. Cụ thể, xử lý hạt ngô với MF 15 - 150 mT trong 6 h có thể làm giảm tích lũy proline do hạt được tăng cường khả năng hấp thụ nước, đồng thời giảm thiểu sự

tích lũy quá mức của H_2O_2 (nguyên nhân chính gây ra bất lợi ôxi hóa trong tế bào), từ đó cải thiện khả năng nảy mầm và sinh trưởng của ngô trong điều kiện mặn (Karimi *et al.*, 2017). Ngoài ra, một nghiên cứu cho thấy hoạt tính của α -amylase và protease trong hạt đậu tương và ngô xử lý MF tăng lên nhanh nhằm phân giải các chất dinh dưỡng trong nội nhũ, đồng thời tăng khả năng hấp thụ nước, từ đó kích thích nhanh quá trình nảy mầm và hạn chế tác động do nồng độ muối cao (Kataria *et al.*, 2017). Tác dụng tăng cường khả năng chịu mặn của MF cũng được ghi nhận với cơ chế tương tự như chịu hạn, đó là do khi cây được xử lý với MF có thể giúp tăng độ dẫn khí khổng ở lá, nồng độ CO_2 dưới khí khổng (Radhakrishnan, 2019).



Hình 1. Tóm lược tác động của từ trường đến sinh trưởng và phát triển của thực vật

Tồn dư kim loại nặng trong đất canh tác nông nghiệp cũng là một trong những bất lợi mà cây trồng gặp phải. Gần đây, mức độ tác động của Cd và As đến đậu xanh (*Vigna radiata*) và loài *Prosopis juliflora* × *P. velutina* được giảm thiểu bằng cách xử lý với MF (Chen *et al.*, 2011, Flores-Tavizón *et al.*, 2012). MF kích hoạt quá trình phân bào, quang hợp và sinh trưởng của cây bị nhiễm Cd thông qua con đường tín hiệu nitric oxide. Ví dụ, cây đậu xanh được xử lý bằng MF 600 mT cho thấy mức độ tích lũy của các dạng chứa ôxi nguyên tử hoạt hóa, như H_2O_2 , O_2^- và malondialdehyde thấp hơn, trong khi hàm lượng diệp lục, tốc độ quang hợp, độ dẫn điện của khí khổng tăng, đồng thời cũng thúc đẩy sinh tổng hợp C và N trong điều kiện nhiễm Cd (Chen *et al.*, 2011). Tương tự, MF có thể làm tăng sức đề kháng đối với độc tính của As trong cây bằng cách điều hòa kênh trao đổi ion trên màng tế bào thực vật (Radhakrishnan, 2019).

Năng suất cây trồng cũng bị ảnh hưởng nhiều bởi chế độ nhiệt độ và ánh sáng. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, cải xoong (*Lepidium sativum*) xử lý MF có thể ít bị ảnh hưởng của hiện tượng sốc nhiệt (40, 42 và 45°C

trong 40 phút) thông qua cảm ứng biểu hiện của các gen mã hóa protein HSP (heat shock protein) (Ružič and Jerman, 2002). Xử lý hạt ngô với MF 150 mT giúp ổn định tính thẩm của màng tế bào và điều hòa kênh vận chuyển ion, giúp cải thiện khả năng chống chịu lạnh của cây (Afzal *et al.*, 2015). Bản chất sự tác động của MF giúp tăng cường tính chống chịu lạnh ở ngô được chứng minh là do MF thúc đẩy các quá trình trao đổi thứ cấp, như quang hợp, hô hấp và độ dẫn của khí khổng trên cây (Afzal *et al.*, 2015). Việc kích thích tổng hợp chất diệp lục và phenol khi xử lý MF cũng được giả thuyết là lý do kim hãm sự tích lũy quá mức của các gốc tự do ôxi hóa, từ đó hạn chế những tổn thương do bất lợi phi sinh học nói chung và bất lợi về ánh sáng và nhiệt độ nói riêng (Radhakrishnan, 2019). Hơn nữa, xử lý với MF có thể kiểm soát quá trình chuyển hóa và tổng hợp lipid ở thực vật khi tiếp xúc với ánh sáng và nhiệt độ (Radhakrishnan, 2019, Sarraf *et al.*, 2020). Xử lý MF giúp hàm lượng các axit béo, đặc biệt là axit erucic, tăng 25% khi cây được trồng trong điều kiện có tác động của ánh sáng và nhiệt độ (Novitskaya *et al.*, 2010).

Bảng 2. Tóm lược ảnh hưởng của MF đến tính chống chịu bất lợi phi sinh học của các đối tượng cây trồng

Xử lý MF	Đối tượng	Ảnh hưởng	Nguồn
Cải thiện khả năng chống chịu hạn			
EMF 100 - 150 mT	Ngô	Cải thiện sinh trưởng, diệp lục, cường độ quang hợp, tốc độ hô hấp, độ dẫn khí khổng, nồng độ CO ₂ dưới khí khổng	(Javed <i>et al.</i> , 2011)
SMF 100 - 200 mT	Ngô	Tăng cường sinh trưởng, lượng nước trong lá. Cải thiện quang hợp và độ dẫn khí khổng.	(Anand <i>et al.</i> , 2012)
SMF 2,9 - 4,7 mT	Lúa mì	Tăng cường diệp lục và carotenoid. Giảm hoạt tính superoxide dismutase, peroxidase, ascorbate peroxidase và catalase.	(Sen and Alikamanoglu, 2014)
Cải thiện khả năng chống chịu mặn			
SMF 4 - 7 mT	Lúa mì, đậu cô ve	Tăng cường tỷ lệ nảy mầm, sinh khối và sinh trưởng của cây.	(Cakmak <i>et al.</i> , 2010)
SMF 200 mT	Đậu tương, ngô	Tăng nảy mầm hạt, sinh trưởng cây non. Tăng hoạt tính α -amylase, protease.	(Kataria <i>et al.</i> , 2017)
SMF 200 mT	Đậu tương	Tăng số lượng nốt sần, sinh khối, năng suất. Tăng sinh tổng hợp sắc tố, cường độ quang hợp, hoạt động khí khổng, hô hấp, chuyển hóa C và N.	(Baghel <i>et al.</i> , 2016)
PMF 1500 nT ở 1,0 Hz	Đậu tương	Tăng sinh khối callus, hàm lượng đường, protein, phenol, flavonoid, flavonol, alkaloid và saponin. Giảm hoạt tính catalase. Kim hãm ôxi hóa lipid.	(Radhakrishnan <i>et al.</i> , 2012)
Cải thiện khả năng chống chịu kim loại nặng			
MF 600 mT	Đậu xanh	Tăng sinh trưởng, quang hợp. Tăng hoạt tính nitric oxide synthase và con đường tín hiệu nitric oxide. Kim hãm ôxi hóa lipid, H ₂ O ₂ , O ₂ ⁻ và rò rỉ electron.	(Chen <i>et al.</i> , 2011)
Cải thiện khả năng chống chịu nhiệt độ và ánh sáng bất lợi			
MF 150 mT	Ngô	Tăng sinh trưởng, diệp lục, phenolic tổng số, trao đổi khí gas. Tăng chống chịu lạnh. Giảm tính thấm của màng.	(Afzal <i>et al.</i> , 2015)
MF 400 A/m	Củ cải	Tăng chống chịu lạnh và ánh sáng.	(Novitskaya <i>et al.</i> , 2010)

Ghi chú: EMF - Trường điện từ, MF - Từ trường, PMF - Từ trường dạng xung, SMF - từ trường tĩnh.

3.3. Đề xuất định hướng nghiên cứu dựa trên những ứng dụng của từ trường

Mặc dù cơ chế ảnh hưởng của MF đến cây trồng ở cấp độ phân tử vẫn chưa thực sự rõ ràng nhưng tác động tích cực của MF đến các quá trình sinh

lý, sinh hóa trong cây trồng nhằm kích thích sinh trưởng và phát triển, cải thiện khả năng chống chịu điều kiện bất thuận là không thể phủ nhận. Vì thế, những phân tích hệ gen học (genomic), hệ phiên mã học (transcriptomic) và hệ protein học

(proteomic) trên cây xử lý MF cũng cần được tìm hiểu nhằm đưa ra một bức tranh về biểu hiện của toàn hệ gen, từ đó giải thích cho sự tăng/giảm các quá trình trao đổi chất diễn ra trong cây (Huyan *et al.*, 2020).

Bên cạnh đó, các nghiên cứu ứng dụng MF trên cây trồng trong tương lai cần xem xét đến ba vấn đề, đó là (i) xử lý MF có ảnh hưởng đến thể hệ tiếp theo của cây trồng hay không, (ii) việc xử lý MF lên cây trồng có tạo ra bất kỳ độc tính nào trong các sản phẩm nông sản được thu hoạch hay không và (iii) việc xử lý MF lên cây trồng có ảnh hưởng đến vi sinh vật đất cũng như hệ sinh thái đồng ruộng hay không (Radhakrishnan, 2019, Sarraf *et al.*, 2020).

Có thể thấy rằng, MF mang lại tiềm năng ứng dụng to lớn trong công nghệ tế bào thực vật. Các nghiên cứu *in vitro* đã chứng minh rằng, mẫu nuôi cấy mô đặt trong môi trường MF thích hợp có thể đẩy nhanh quá trình trao đổi chất (da Silva and Dobránszki, 2016), làm gia tăng khả năng tái sinh chồi cũng như trọng lượng tươi của cây con tái sinh. Đây là một hướng nghiên cứu có tiềm năng rất lớn khi ứng dụng xử lý MF vào quy trình nuôi cấy mô một số loài cây trồng có giá trị kinh tế hiện nay, như cây dược liệu, sắn và các cây hoa.

IV. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Từ trường có khả năng kích thích sinh trưởng, phát triển và sinh khối của cây trồng. Xử lý MF ở cường độ nhất định có thể cải thiện tính chống chịu bất lợi phi sinh học ở cây trồng. Các nghiên cứu đã chứng minh rằng, xử lý MF có thể giúp tăng cường trao đổi thứ cấp, hàm lượng sắc tố được tổng hợp nhiều, tốc độ quang hợp, độ dẫn điện của khí khổng tăng, đồng thời cũng thúc đẩy sinh tổng hợp C và N. Các thay đổi ở cấp độ tế bào này làm cho cây trồng sinh trưởng tốt, thúc đẩy chiều cao cây, sinh khối, số lượng lá, quả, hạt, trọng lượng hạt. Hơn nữa, tác động của MF giúp quá trình quang hợp, hô hấp và hoạt động của khí khổng trở nên hiệu quả hơn cũng làm cải thiện khả năng chống chịu hạn, mặn, hay các bất lợi về ánh sáng và nhiệt độ.

4.2. Đề nghị

Cần tiến hành đánh giá ảnh hưởng của từ trường nam châm và nước từ hóa đến sinh trưởng và phát triển của các cây trồng có giá trị kinh tế cao.

LỜI CẢM ƠN

Công trình nghiên cứu là sản phẩm khoa học công nghệ của đề tài khoa học công nghệ “Nghiên cứu ảnh hưởng của từ trường lên khả năng nảy mầm của hạt và cây nuôi cấy mô” - mã số CN20.36 thuộc trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Afzal, I., Noor, M., Bakhtavar, M., Ahmad, A., Haq, Z., 2015. Improvement of spring maize (*Zea mays*) performance through physical and physiological seed enhancements. *Seed Sci. Technol.*, 43(2): 238-249.
- Anand, A., Nagarajan, S., Verma, A., Joshi, D., Pathak, P., Bhardwaj, J., 2012. Pre-treatment of seeds with static magnetic field ameliorates soil water stress in seedlings of maize (*Zea mays* L.). *Indian J. Biochem. Biophys.*, 49(1): 63-70.
- Baghel, L., Kataria, S., Guruprasad, K., 2016. Static magnetic field treatment of seeds improves carbon and nitrogen metabolism under salinity stress in soybean. *Bioelectromagnetics*, 37(7): 455-470.
- Bitonti, M., Mazzuca S., Innocenti A., 2006. Magnetic field affects meristem activity and cell differentiation in *Zea mays* roots. *Plant Biosyst.*, 140: 87-93.
- Cakmak, T., Dumrupinar, R., Erdal, S., 2010. Acceleration of germination and early growth of wheat and bean seedlings grown under various magnetic field and osmotic conditions. *Bioelectromagnetics*, 31: 120-129.
- Carbonell, M., Amaya, J., 2000. Stimulation of germination of rice (*Oryza sativa* L.) by a static magnetic field. *Electromagn. Biol. Med.*, 19(1): 121-128.
- Chen, Y., Li, R., He, J.-M., 2011. Magnetic field can alleviate toxicological effect induced by cadmium in mungbean seedlings. *Ecotoxicology*, 20(4): 760-769.
- da Silva, J., Dobránszki, J., 2016. Magnetic fields: how is plant growth and development impacted? *Protoplasma*, 253(2): 231-248.
- De Souza, A., Garcí, D., Sueiro, L., Gilart, F., Porras, E., Licea, L., 2006. Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. *Bioelectromagnetics*, 27(4): 247-257.
- Fischer, G., Tausz, M., Köck, M., Grill, D., 2004. Effects of weak $16 \frac{3}{2}$ Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. *Bioelectromagnetics*, 25(8): 638-641.
- Flores-Tavizón, E., Mokgalaka-Matlala, N., Elizalde Galindo, J., Castillo-Michelle, H., Peralta-Videa, J., Gardea-Torresdey, J., 2012. Magnetic field effect on

- growth, arsenic uptake, and total amylolytic activity on mesquite (*Prosopis juliflora* × *P. velutina*) seeds. *J. Appl. Phys.*, 111(7): B321.
- Flórez, M., Carbonell, M., Martínez, E.**, 2007. Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects on germination and early growth. *Environ. Exp. Bot.*, 9(1): 68-75.
- Huyan, T., Peng, H., Cai, S., Li, Q.**, 2020. Transcriptome analysis reveals the negative effect of 16 T high static magnetic field on osteoclastogenesis of RAW264.7 Cells, 2020: 5762932.
- Javed, N., Ashraf, M., Qurainy, F.**, 2011. Alleviation of adverse effects of drought stress on growth and some potential physiological attributes in maize (*Zea mays* L.) by seed electromagnetic treatment. *Photochem. Photobiol.*, 87(6): 1354-1362.
- Karimi, S., Eshghi, S., Karimi, S., Hasannezhadian, S.**, 2017. Inducing salt tolerance in sweet corn by magnetic priming. *Acta. Agric. Slov.*, 109(1): 14.
- Kataria, S., Baghel, L., Guruprasad, K.**, 2017. Pre-treatment of seeds with static magnetic field improves germination and early growth characteristics under salt stress in maize and soybean. *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, 10: 83-90.
- Leelapriya, T., Dhilip, K., Sanker Narayan, P.**, 2003. Effect of weak sinusoidal magnetic field on germination and yield of cotton (*Gossypium* spp.). *Electromagn. Biol. Med.*, 22(2-3): 117-125.
- Maffei, M.**, 2014. Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Front. Plant Sci.*, 5: 445.
- Matsuda, T., Asou, H., Kobayashi, M., Yonekura, M.**, 1993. Influences of magnetic fields on growth and fruit production of strawberry. In, 1993. *Int. Soc. Horticult. Sci.*, Leuven, Belgium, pp 378-380.
- Novitskaya, G., Molokanov, D., Kocheshkova, T., Novitskii, Y.**, 2010. Effect of weak constant magnetic field on the composition and content of lipids in radish seedlings at various temperatures. *Russ. J. Plant Physiol.*, 57: 52-61.
- Novitsky, Y.I., Novitskaya, G.V., Kocheshkoiva, T.K., Nechiporenko, G.A., Dobrovolskii, M.V.**, 2001. Growth of green onions in a weak permanent magnetic field. *Russ. J. Plant Physiol.*, 48: 709-715.
- Radhakrishnan, R.**, 2019. Magnetic field regulates plant functions, growth and enhances tolerance against environmental stresses. *Physiol. Mol. Biol.*, 25(5): 1107-1119.
- Radhakrishnan, R., Ranjitha Kumari, B.**, 2012. Pulsed magnetic field: A contemporary approach offers to enhance plant growth and yield of soybean. *Plant Physiol. Biochem.*, 51: 139-144.
- Ružič, R., Jerman, I.**, 2002. Weak magnetic field decreases heat stress in cress seedlings. *Electromagn. Biol. Med.*, 21(1): 69-80.
- Sarraf, M., Kataria, S., Taimourya, H., Santos, L., Menegatti, R., Jain, M., Ihtisham, M., Liu, S.**, 2020. Magnetic field (MF) applications in plants: An overview. *Plants*, 9(9): 1139.
- Sen, A., Alikamanoglu, S.**, 2014. Effects of static magnetic field pretreatment with and without PEG 6000 or NaCl exposure on wheat biochemical parameters. *Russ. J. Plant Physiol.*, 61(5): 646-655.

Application of the magnetic field on the acceleration of the growth, development and biomass of the crop

Nguyen Huu Kien, Chu Duc Ha, La Viet Hong, Ha Thi Quyen,
Nguyen Le Khanh, Pham Chau Thuy, Tran Dang Khoa,
Nguyen Dang Co, Bui Dinh Tu, Le Huy Ham

Abstract

Plants always survive and generate under the Earth's magnetic field (MF). However, the effects of the MF on plant species have not been clearly demonstrated. In this review, a comprehensive understanding of the impact of the MF on the growth, development and biomass of crops has been provided and discussed. Among them, the application of MF could enhance the activity of some degrading enzymes, thus, increase the seed germination and vigor. Great efforts have been made in order to demonstrate that MF could promote the biosynthesis of photosynthetic pigments in leaves, improve the efficiency of photosynthesis and spiration, and consequently enhance the stress tolerance in crops. Additionally, it would be very important to raise a question on the toxicity and effects of the MF-treated plants. Taken together, our review could provide an intensive foundation for further sustainable and eco-friendly research and production in agriculture.

Keywords: Magnetic field, crop, growth, development, stress, effect

Ngày nhận bài: 04/7/2021
Ngày phản biện: 20/7/2021

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thanh Hải
Ngày duyệt đăng: 30/7/2021