

CẢI THIỆN KHẢ NĂNG RA RỄ *IN VITRO* VÀ THÍCH NGHI Ở GIAI ĐOẠN VƯỜN ƯƠM CỦA CÂY ARTICHOKE “GIỐNG TÍM” VÀ CÂY ARTICHOKE “GIỐNG XANH”

Hoàng Đắc Khải¹, Nguyễn Thị Như Mai¹, Hoàng Lê Lan Anh¹, Nguyễn Như Minh Nguyệt¹, Hồ Viết Long¹, Vũ Quốc Luận¹, Vũ Thị Hiền¹, Hoàng Thanh Tùng¹, Đỗ Mạnh Cường¹, Trần Văn Lịch¹, Trần Thị Nhung², Chu Đức Hà³, Lê Văn Thức⁴, Dương Tấn Nhựt^{1,✉}

¹Viện Nghiên cứu khoa học Tây Nguyên, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Trường Đại học Đà Lạt

³Viện Di truyền nông nghiệp

⁴Viện Nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt

✉Người chịu trách nhiệm liên lạc. E-mail: duongtannhut@gmail.com

Ngày nhận bài: 30.6.2020

Ngày nhận đăng: 10.8.2020

TÓM TẮT

Artichoke (*Cynara scolymus* L.), cây dược liệu có giá trị kinh tế, chứa hàm lượng các hợp chất phenolic, đặc biệt là cynarine có vai trò quan trọng trong việc phòng chống ung thư, bệnh tim mạch, loãng xương, đái tháo đường, thoái hóa thần kinh... Hiện nay, vi nhân giống Artichoke đã đạt một số thành tựu. Tuy nhiên, hiệu quả ra rễ cũng như chất lượng cây giống *in vitro* vẫn còn gặp nhiều hạn chế. Trong nghiên cứu này, cải thiện chất lượng cây giống Artichoke liên quan đến chất lượng chồi và loại giá thể phù hợp trong giai đoạn ra rễ *in vitro* đã được nghiên cứu trên Artichoke “giống Tím” (VA) và Artichoke “giống Xanh” (GA). Kết quả nghiên cứu cho thấy, chồi (1,5 cm) nuôi cấy trên môi trường MS bổ sung 0,5 mg/L KIN là thích hợp nhất cho giai đoạn nhân nhanh chồi VA với các chỉ tiêu như số chồi/cụm (3,67 chồi), số chồi ≥ 2 cm (3 chồi); trong khi đó, 1,0 mg/L BA thích hợp cho quá trình nhân chồi GA (5,33 chồi; 5,00 chồi; tương ứng) sau 4 tuần nuôi cấy. Ngoài ra, hiệu quả ra rễ *in vitro* gia tăng khi sử dụng 8 g/L agar thương mại đối với VA và 3 g/L gelrite đối với GA. Bên cạnh đó, hệ thống nuôi cấy túi nylon (120 mm \times 250 mm) có tiềm năng trong sản xuất cây giống (15 cây/bịch) và có thể ứng dụng trong sản xuất cây giống ở quy mô lớn. Ngoài ra, những cây con VA và GA có nguồn gốc nuôi cấy *in vitro* cho khả năng thích nghi, sinh trưởng, phát triển tốt sau 8, 12 và 20 tuần ở giai đoạn vườn ươm.

Từ khóa: Artichoke, giá thể, ra rễ *in vitro*, thích nghi vườn ươm, vi nhân giống

GIỚI THIỆU

Artichoke (*Cynara scolymus* L.) thuộc họ Asteraceae là một loại cây thân thảo lâu năm (Bianco, 2000). Cây Artichoke là cây dược liệu có giá trị kinh tế cao của Lâm Đồng. Cây Artichoke có chứa hàm lượng các hợp chất phenolic, đặc biệt là cynarine, một hợp chất có vai trò quan trọng trong việc phòng chống ung thư, bệnh tim mạch, loãng xương, đái tháo đường và các bệnh thoái hóa thần kinh (Clifford, 2006;

Pandino *et al.*, 2011).

Theo phương pháp truyền thống, cây Artichoke được nhân giống chủ yếu bằng cách tách chồi bên hoặc sử dụng lại gốc cây mẹ từ vụ trước (de Falco *et al.*, 2015). Tuy nhiên, các phương pháp này dễ lây nhiễm các nguồn bệnh từ cây mẹ, đặc biệt là các virus như: virus tiềm ẩn “S”, virus Artichoke gây đốm vòng vàng, virus gây thoái hóa Artichoke và virus cynara được bắt gặp từ các mẫu bệnh cây Artichoke trên

toàn thế giới (Minutillo *et al.*, 2012). Sự lây nhiễm các loại virus này thường gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến cả chất lượng và sản lượng cây Artichoke thương phẩm (Minutillo *et al.*, 2012). Ngoài ra, gieo hạt cũng là phương pháp được lựa chọn (Catacora *et al.*, 2019). Tuy nhiên, các phương pháp nhân giống truyền thống nói chung không thể chủ động cung cấp đủ số lượng, chất lượng và đúng thời điểm cho việc nhân trồng hàng loạt loài cây này.

Vi nhân giống cây Artichoke là một giải pháp đã và đang được nghiên cứu nhằm khắc phục các khó khăn gặp phải trong nhân giống truyền thống (Acquadro *et al.*, 2010; Ozsan, Onus, 2019). Nhân giống *in vitro* cây Artichoke lần đầu tiên được thực hiện bởi de Leo và Greco (1976). Cho đến nay đã có nhiều nghiên cứu vi nhân giống cây Artichoke được thực hiện (Bedini *et al.*, 2012; El Boullani *et al.*, 2012; López-Pérez, Martínez, 2015; Ercan *et al.*, 2016), tuy nhiên, giai đoạn ra rễ *in vitro* cây Artichoke còn nhiều hạn chế dẫn đến tỷ lệ sống sót của cây ở giai đoạn vườn ươm thấp (Ercan, 2016; Catacora *et al.*, 2019; Ozsan, Onus, 2019). Hiện nay, đã có một số nghiên cứu về việc cải thiện khả năng ra rễ cây Artichoke như bổ sung loại và nồng độ chất điều hòa sinh trưởng thực vật (Marras *et al.*, 1985; Morzadec, Hourtmant, 1997; Bedini *et al.*, 2012; López-Pérez, Martínez, 2015; Ercan, 2016), cyclodextrin kết hợp than hoạt tính (Bigot *et al.*, 1984; Brutti *et al.*, 2000) và tiền xử lý tối (López-Pérez, Martínez, 2015) nhưng kết quả thu được còn rất hạn chế. Bên cạnh đó, López-Pérez và Martínez (2015) đã báo cáo rằng khả năng ra rễ *in vitro* cây Artichoke còn phụ thuộc vào kiểu gen (giống) và các phương pháp nhân giống cụ thể cho từng giống.

Cây Artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) “giống Tím” (Violetta Artichoke) và “giống Xanh” (Green Globe Artichoke) là hai giống Artichoke có giá trị kinh tế cao và được trồng rất phổ biến tại thành phố Đà Lạt (tỉnh Lâm Đồng), nơi có diện tích trồng và sản lượng cây Artichoke lớn nhất Việt Nam. Tuy nhiên, hiện nay sản lượng và chất lượng cây Artichoke đang suy giảm nghiêm trọng bởi sự thoái hóa giống, nhiễm bệnh từ các phương pháp

nhân giống truyền thống. Ngoài ra, nguồn hạt giống cây Artichoke trong nước hoàn toàn phụ thuộc nguồn ngoại nhập, chưa chủ động được nguồn giống. Do đó, nghiên cứu nhân giống *in vitro* nhằm tạo ra cây giống Artichoke sạch bệnh với số lượng lớn, đồng nhất, chất lượng tốt và chủ động nguồn cây giống là yêu cầu cấp thiết hiện nay. Trong nghiên cứu này, hiệu quả ra rễ *in vitro* liên quan đến chất lượng của các chồi cũng như loại giá thể phù hợp đã được đánh giá trên giống VA và giống GA, từ đó nâng cao tỉ lệ sống sót của cây con khi chuyển ra vườn ươm.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vật liệu

Nguồn mẫu

Nguồn mẫu được sử dụng là các chồi *in vitro* sạch bệnh 4 tuần tuổi của Artichoke “giống Tím” và Artichoke “giống Xanh” đã được ổn định qua nhiều lần cấy chuyển và có sẵn tại Phòng Sinh học Phân tử và Chọn tạo Giống cây trồng (Viện Nghiên cứu Khoa học Tây Nguyên).

Nguồn mẫu được sử dụng cho thí nghiệm nhân nhanh chồi là các chồi (1,5 cm) với 2 - 3 lá có nguồn gốc từ nuôi cấy đỉnh sinh trưởng.

Nguồn mẫu sử dụng cho thí nghiệm ra rễ *in vitro* là các chồi (3,0 cm) với 2 - 3 lá có nguồn gốc từ giai đoạn nhân chồi được cấy chuyển sang môi trường MS (Murashige, Skoog, 1962) không bổ sung chất điều hòa sinh trưởng thực vật trong 10 ngày (López-Pérez, Martínez, 2015).

Nguồn mẫu sử dụng cho thí nghiệm thuần dưỡng cây ở điều kiện vườn ươm là các cây con có nguồn gốc nuôi cấy *in vitro* trong hệ thống túi nylon.

Giá thể nuôi cấy

Thí nghiệm nhân nhanh chồi sử dụng giá thể “agar nghiên cứu” (agar NC) (Duchefa, Hà Lan).

Thí nghiệm ra rễ *in vitro* sử dụng các loại giá thể sau: “agar thương mại” (agar TM) (Công ty Cổ phần Rau quả Việt Xô, Hải Phòng, Việt Nam), agar NC, gelrite (Duchefa, Hà Lan), rockwool (RedFlag Produce, Inc., Hoa Kỳ),

vermiculite và perlite (Đại học Nông lâm, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam).

Hệ thống nuôi cấy

Thí nghiệm nhân nhanh chồi

Bình thủy tinh 250 mL có chứa 40 mL môi trường MS bổ sung 30 g/L sucrose, 8 g/L agar NC và BA (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 mg/L) hoặc KIN (0; 0,3; 0,5; 1,0 mg/L), hấp khử trùng ở 121°C, 1 atm trong vòng 20 min.

Thí nghiệm ra rễ *in vitro*

Hộp nhựa Magenta 250 mL có chứa 60 mL môi trường MS bổ sung 6 mg/L IBA (López-Pérez, Martínez, 2015), 30 g/L sucrose với giá thể khác nhau được chia thành 2 loại môi trường: (1) rắn (sử dụng các chất đông agar TM, agar NC hoặc gelrite); (2) lỏng (sử dụng các giá thể vermiculite, perlite hoặc rockwool). Môi trường rắn được làm đông bởi 8 g/L agar TM hoặc 8 g/L agar NC hoặc 3 g/L gelrite. Môi trường lỏng với 667 g/L giá thể vermiculite hoặc 667 g/L perlite hoặc 67 viên/L rockwool, các giá thể này được gói giấy và khử trùng sơ bộ bằng tủ sấy ở 100°C, trong vòng 24 h trước khi đặt vào hộp magenta để hấp khử trùng, môi trường lỏng được hấp khử trùng riêng, để nguội trong tủ cấy vô trùng và rót vào hộp Magenta.

Thí nghiệm ứng dụng hệ thống nuôi cấy túi nylon trong sản xuất cây giống

Hệ thống nuôi cấy túi nylon (120 mm × 250 mm) (Nguyễn Phúc Huy *et al.*, 2010) đã chiếu xạ vô trùng được sử dụng trong thí nghiệm này. Hệ thống bao gồm 225 mL thể tích môi trường rắn hoặc lỏng với giá thể ra rễ là kết quả tốt nhất của thí nghiệm ra rễ *in vitro*.

Phương pháp nghiên cứu

Ảnh hưởng của BA hoặc KIN lên khả năng nhân chồi

Các chồi *in vitro* (1,5 cm) VA và GA được nuôi cấy trong hệ thống bình thủy tinh với mật độ 3 chồi/bình nhằm khảo sát ảnh hưởng của BA hoặc KIN đơn lẻ đến khả năng nhân nhanh chồi

cũng như chất lượng chồi Arichoke được nhân nhanh.

Ảnh hưởng của các loại giá thể lên khả năng ra rễ *in vitro*

Các chồi *in vitro* (3 cm) VA và GA được nuôi cấy trong hệ thống nuôi cấy hộp nhựa Magenta với mật độ nuôi cấy 4 chồi/hộp nhằm khảo sát ảnh hưởng các loại giá thể khác nhau đến khả năng ra rễ *in vitro* cây Artichoke.

Ứng dụng hệ thống nuôi cấy túi nylon trong sản xuất cây giống

Các chồi *in vitro* (3 cm) VA và GA được nuôi cấy trong hệ thống nuôi cấy túi nylon (Nguyễn Phúc Huy *et al.*, 2010) với mật độ 15 chồi/bình trên loại giá thể tốt nhất ở thí nghiệm ra rễ nhằm đánh giá khả năng ra rễ *in vitro* cũng như mở rộng quy mô sản xuất cây giống.

Thích nghi và sinh trưởng ở giai đoạn vườn ươm

Cây con của hai giống Artichoke (100 cây/mỗi giống) có nguồn gốc nuôi cấy *in vitro* trong hệ thống túi nylon được thu nhận, rửa sạch. Sau đó, cây được trồng vào vỉ xốp trên giá thể xơ dừa kết hợp với cát (tỷ lệ 2:1) ở điều kiện vườn ươm và ghi nhận tỉ lệ sống sót sau 8 tuần. Cây con được tưới phun sương 2 lần/ngày trong một tuần đầu sau khi trồng, sau đó giảm số lần tưới thành 1 lần/ngày. Cây được đưa ra khỏi vườn ươm và chuyển sang chậu lớn hơn sau 12 và 20 tuần nuôi trồng nhằm đánh giá khả năng thích nghi và theo dõi sinh trưởng của các cây mô VA và GA ở giai đoạn đồng ruộng.

Điều kiện thí nghiệm

Điều kiện *in vitro*: Các chồi được đặt trong phòng nuôi với nhiệt độ $25 \pm 2^\circ\text{C}$, độ ẩm 55 - 60%, nguồn ánh sáng đèn huỳnh quang với cường độ $40 - 45 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, thời gian chiếu sáng 16 h/ngày.

Điều kiện *ex vitro*: Cây con được trồng trong vườn ươm với nhiệt độ 18 - 25°C, độ ẩm trung bình khoảng 70 - 75% với ánh sáng tự nhiên có che sáng 40% bằng lưới đen, pH của giá thể trồng cây khoảng 6,5.

Chỉ tiêu theo dõi

Thí nghiệm nhân chồi

Các chỉ tiêu theo dõi liên quan đến thí nghiệm này gồm số chồi (chồi/mẫu), chiều cao chồi (cm), chiều dài lá (cm), chiều rộng lá (cm), khối lượng tươi (g), khối lượng khô (g), SPAD (kiểm tra bằng máy SPAD-502, Minolta Co., Ltd., Osaka, Nhật Bản) - Hàm lượng chlorophyll tổng (nmol/cm²) và tỉ lệ chất khô (TLCK) của chồi Artichoke được ghi nhận sau 4 tuần nuôi cấy.

Thí nghiệm ra rễ *in vitro*

Các chỉ tiêu theo dõi liên quan đến thí nghiệm này gồm chiều cao cây (cm), số rễ (rễ/cây), tỷ lệ ra rễ (%), chiều dài rễ (cm), khối lượng tươi (g), khối lượng khô (g), SPAD (nmol/cm²); các chỉ tiêu được ghi nhận sau 4 tuần nuôi cấy.

Thí nghiệm thích nghi ngoài vườn ương

Các chỉ tiêu theo dõi liên quan đến thí nghiệm này tỉ lệ sống sót (%), chiều cao cây (cm), số lá thật (lá răng cưa/cây) và SPAD

(nmol/cm²); các chỉ tiêu được ghi nhận sau 8, 12 và 20 tuần nuôi trồng.

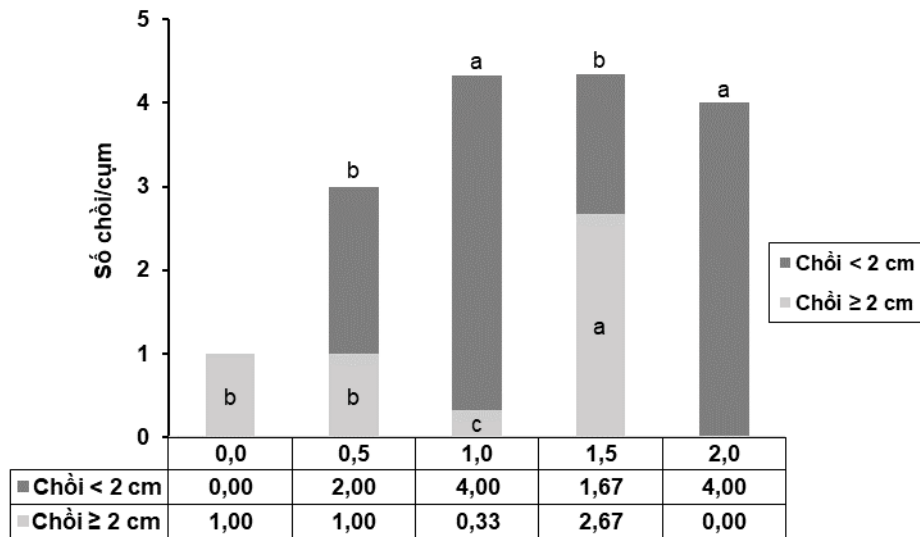
Xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên một yếu tố, lặp lại 3 lần với 12 mẫu/lần, các số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2016 và phần mềm SPSS 16.0 với phép thử Duncan và phép thử LSD (mức ý nghĩa $p \leq 0,05$) (Duncan, 1955).

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Ảnh hưởng của BA hoặc KIN lên khả năng nhân nhanh chồi

Đối với VA, hiệu quả nhân chồi đạt cao nhất (4,00 - 4,44 chồi) ở nghiệm thức bổ sung 1 - 2 mg/L BA cao gấp khoảng 4 lần so với đối chứng (1 chồi) (Bảng 1). Tuy nhiên, số chồi có chiều cao ≥ 2 cm chỉ đạt từ 0 - 2,67 chồi được ghi nhận trên môi trường chứa 1 - 2 mg/L BA. Bên cạnh đó, chiều cao chồi, chiều dài lá và chiều rộng lá ở các nghiệm thức 1 - 2 mg/L BA đều giảm đáng kể so với đối chứng (Bảng 1 và Hình 1).



Hình 1. Ảnh hưởng của BA lên khả năng nhân nhanh chồi VA sau 4 tuần nuôi cấy.

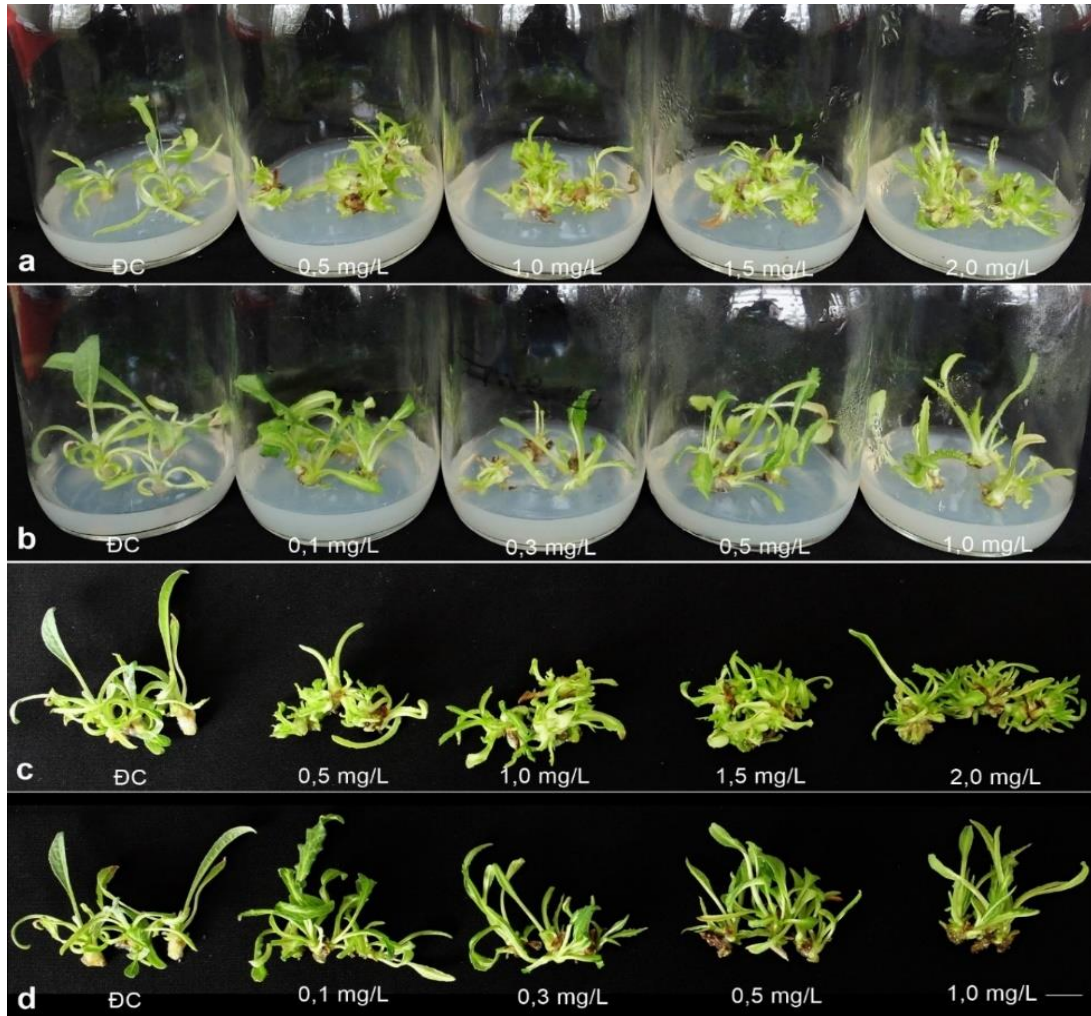
Quan sát hình thái cho thấy, các chồi được nhân nhanh trong nghiệm thức bổ sung 1 mg/L BA có hiện tượng xoắn lá; trong khi đó, nghiệm thức bổ sung 1,5 mg/L hoặc 2,0 mg/L BA có hiện

tượng thủy tinh thể, đồng thời TLCK của cụm chồi chỉ đạt 4,76% và 2,43%; tương ứng (Hình 2 và Hình 4). Kết quả ghi nhận được cho thấy môi trường nuôi cấy bổ sung BA kích thích gia tăng

đáng kể số lượng chồi nhưng lại làm giảm chất lượng các chồi được nhân nhanh. Trong khi đó, môi trường nuôi cấy bổ sung KIN, hiệu quả nhân chồi ở nghiệm thức 0,5 mg/L KIN (3,67 chồi) cao gấp 3,67 lần so với đối chứng và hơn 81% số chồi (3 chồi) thu được trong nghiệm thức này đạt kích thước ≥ 2 cm là tối ưu nhất (Hình 3). Quan sát hình thái cho thấy, chồi trong nghiệm thức này có kích thước đồng đều nhau, chồi to, khỏe và lá có màu xanh đậm, điều này cho thấy KIN có ảnh hưởng tích cực đến chất lượng chồi được nhân nhanh (Hình 2).

Đối với GA, số lượng chồi đạt cao nhất (5,33 chồi/mẫu) khi bổ sung 1,0 mg/L BA và hơn 93%

số chồi có kích thước ≥ 2 cm. Quan sát hình thái cho thấy các chồi được nhân nhanh trong nghiệm thức này có kích thước đồng đều nhau, chồi to, khỏe và không ghi nhận hiện tượng thủy tinh thể (Bảng 2, Hình 5 và Hình 6). Trên môi trường bổ sung 1,0 mg/L KIN, hiệu quả nhân chồi cao gấp 4,00 lần so với đối chứng (4,00 chồi và 1 chồi, tương ứng). Tuy nhiên, chỉ 25% số chồi (1 chồi) của nghiệm thức này đạt chiều cao ≥ 2 cm, thấp hơn đáng kể so với nghiệm thức 0,5 mg/L KIN (74%) (Hình 7). Hình thái chồi được nuôi cấy trên môi trường chứa KIN thể hiện rõ sự khác so với nghiệm thức bổ sung BA và đối chứng, chồi nhỏ, dài, lá to có màu xanh đậm (Hình 6).

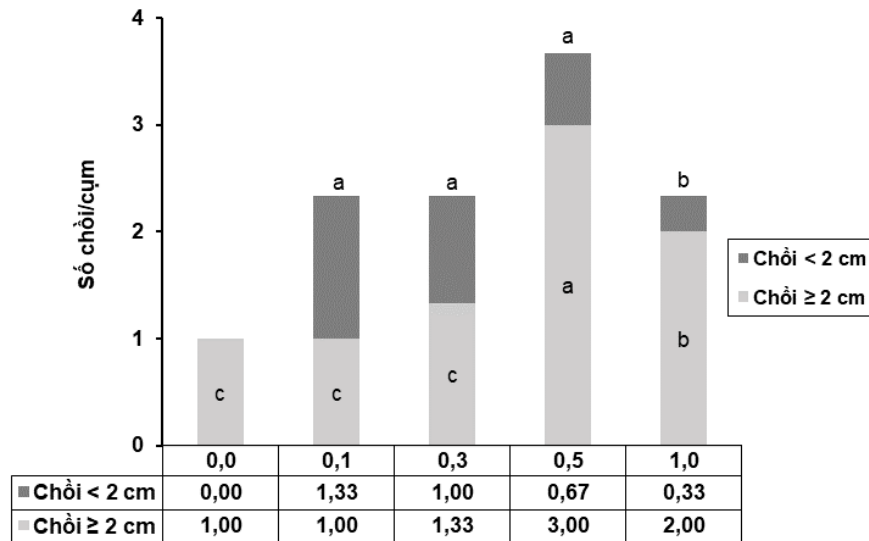


Hình 2. Ảnh hưởng của BA hoặc KIN lên khả năng nhân chồi VA sau 4 tuần nuôi cấy; a, c: Môi trường bổ sung BA; b, d: Môi trường bổ sung KIN. Thanh bar = 1 mm.

Bảng 1. Ảnh hưởng của BA hoặc KIN lên khả năng nhân nhanh chồi VA sau 4 tuần nuôi cấy.

Cytokinin (mg/L)	Tổng số chồi/cụm	Chiều cao chồi (cm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Khối lượng tươi (g)	Khối lượng khô (g)	Mô tả hình thái chồi	
ĐC	0	1,00e*	3,97ab	3,35b	0,63b	0,45b	0,03b	Chồi nhỏ dài, lá to
	0,1	2,33d	4,73a	4,01a	0,97a	0,48b	0,02c	Chồi nhỏ dài, lá xanh
	0,3	2,33d	2,43cd	1,81de	0,27cde	0,54ab	0,04a	Chồi không đồng đều, lá nhỏ
KIN	0,5	3,67b	4,23ab	3,63ab	0,67b	0,52ab	0,04a	Chồi đều, to khỏe, lá xanh
	1,0	2,33d	3,17bc	2,50c	0,53bc	0,41b	0,02c	Chồi to dài, lá nhỏ
	0,5	3,00c	1,73d	1,10f	0,27cde	0,47b	0,03b	Chồi thấp, lá nhỏ
BA	1,0	4,33a	1,97cd	1,33ef	0,27cde	0,48b	0,03b	Chồi thấp, lá xoăn
	1,5	4,44a	2,53cd	1,88d	0,23de	0,63ab	0,03b	Chồi thấp, bị thủy tinh thể
	2,0	4,00ab	1,93cd	1,30ef	0,18e	0,82a	0,02c	Chồi thấp, bị thủy tinh thể

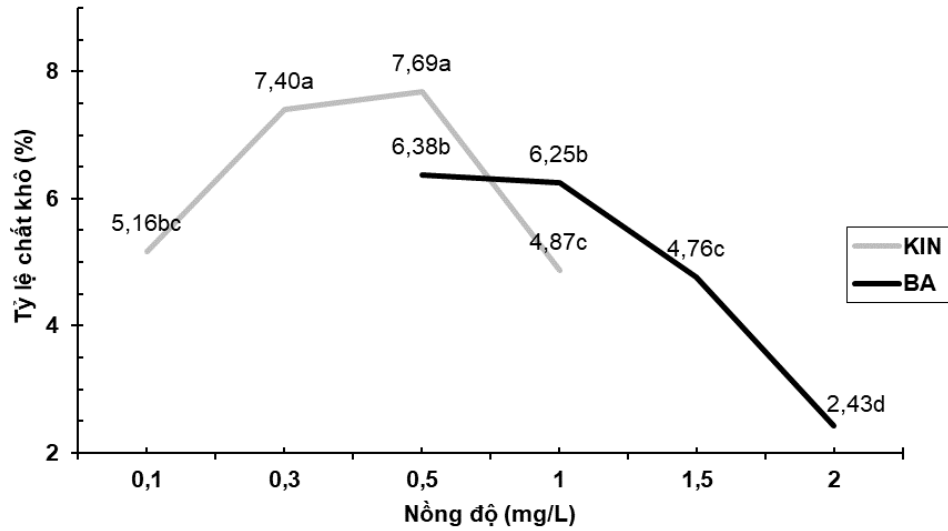
Ghi chú: *Những ký tự khác nhau (a, b, c...) trong cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với độ tin cậy $p \leq 0,05$ trong phép thử Duncan.

**Hình 3.** Ảnh hưởng của KIN lên khả năng nhân nhanh chồi VA sau 4 tuần nuôi cấy.

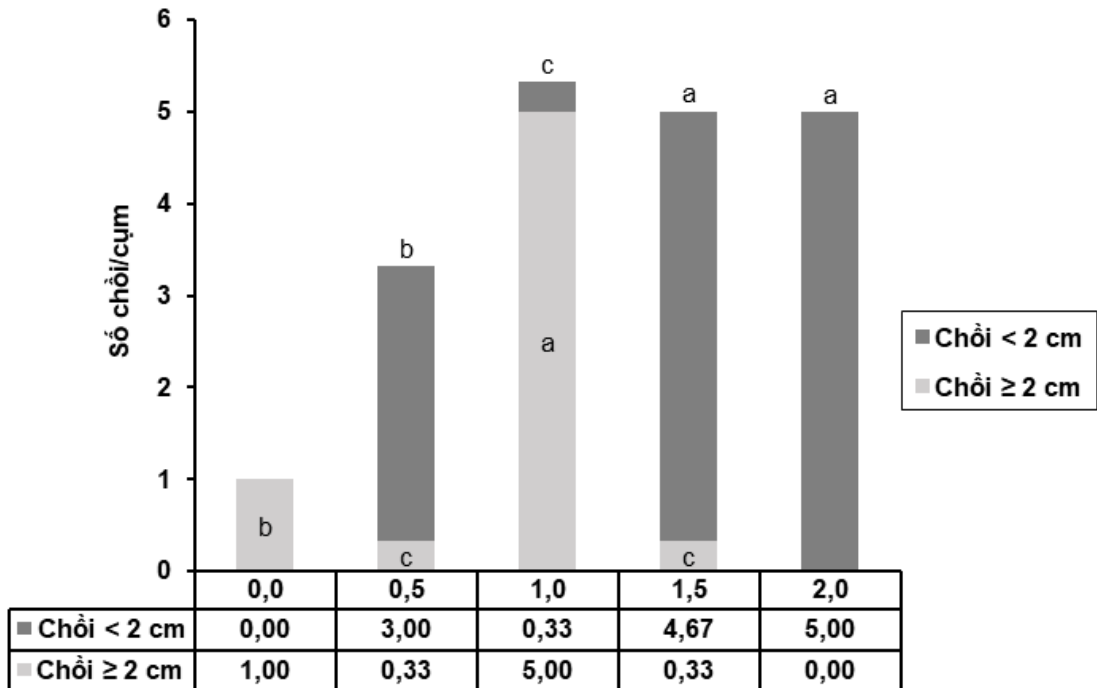
Kết quả từ thí nghiệm này cho thấy BA kích thích tạo chồi Artichoke nhiều hơn so với KIN được ghi nhận trên giống VA và giống GA. Kết quả của nghiên cứu này cũng tương tự với nghiên cứu của Brutti và đtg (2000), El-Zeiny và đtg (2013). Tuy nhiên, BA cũng là tác nhân kích thích gia tăng sự tích lũy nước trong

thực vật (Catacora *et al.*, 2019) gây ra hiện tượng thủy tinh thể của các chồi VA. Ngược lại, trên GA không ghi nhận hiện tượng này, điều này chứng tỏ sự đáp ứng không giống nhau giữa các giống Artichoke trên cùng điều kiện nuôi cấy (Iapichino, 1996; Bedini *et al.*, 2012). Tóm lại, môi trường bổ sung 0,5 mg/L

KIN là môi trường thích hợp cho giai đoạn nhân nhanh chồi VA và môi trường bổ sung 1,0 mg/L BA là môi trường thích hợp cho giai đoạn nhân nhanh chồi GA.



Hình 4. Ảnh hưởng của BA hoặc KIN lên TLCK của cụm chồi VA sau 4 tuần nuôi cấy.



Hình 5. Ảnh hưởng của BA lên khả năng nhân nhanh chồi GA sau 4 tuần nuôi cấy.

Bảng 2. Ảnh hưởng của BA hoặc KIN lên khả năng nhân nhanh chồi GA sau 4 tuần nuôi cấy.

Cytokinin (mg/L)	Tổng số chồi/cụm	Chiều cao chồi (cm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Khối lượng tươi (g)	Khối lượng khô (g)	TLCK (%)	Ghi chú	
ĐC	0	1,00d*	4,70a	3,99a	0,57a	0,47bc	0,03abcd	6,38b	Chồi nhỏ dài, xuất hiện nhiều lá vàng
	0,1	2,67cd	4,10ab	3,42b	0,53ab	0,67abc	0,05a	7,46a	Chồi nhỏ dài, lá xanh
	0,3	3,00bcd	2,90c	2,37d	0,41c	0,61abc	0,04abcd	6,55b	Chồi không đồng đều
	0,5	2,67cd	3,13bc	2,80c	0,43c	0,47bc	0,03cd	6,38b	Chồi không đồng đều
	1,0	4,00abc	3,60abc	2,76c	0,51b	0,64abc	0,03bcd	4,68cd	Chồi to dài, lá xanh
KIN	0,5	3,33bcd	2,83c	2,11e	0,30d	0,78ab	0,04abc	5,12c	Chồi không đồng đều
	1,0	5,33a	3,60abc	2,83c	0,42c	0,81a	0,05ab	6,17b	Chồi đều, to khỏe
	1,5	5,00ab	3,43bc	2,79c	0,28d	0,48bc	0,03cd	6,25b	Chồi thấp, bị thủy tinh thể
	2,0	5,00ab	2,63c	2,74c	0,29d	0,42c	0,02d	4,76cd	Chồi thấp, lá nhỏ

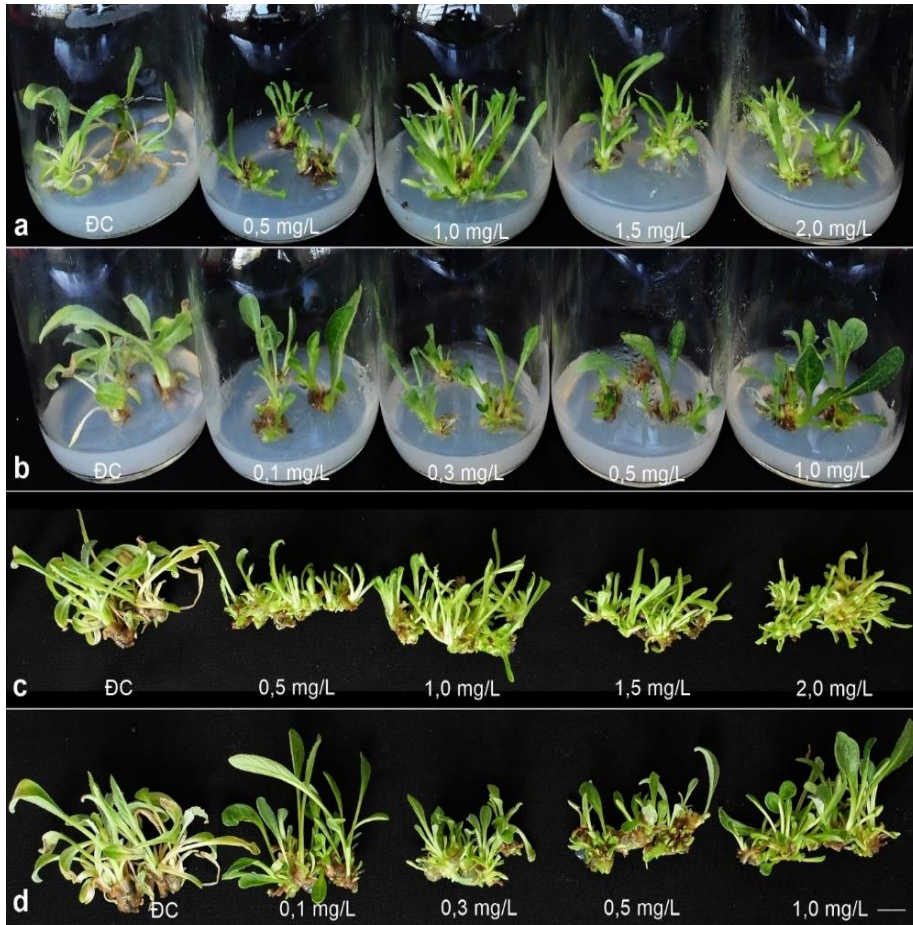
Ghi chú: *Những ký tự khác nhau (a, b, c...) trong cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với độ tin cậy $p \leq 0,05$ trong phép thử Duncan.

Ảnh hưởng của các loại giá thể lên khả năng ra rễ *in vitro*

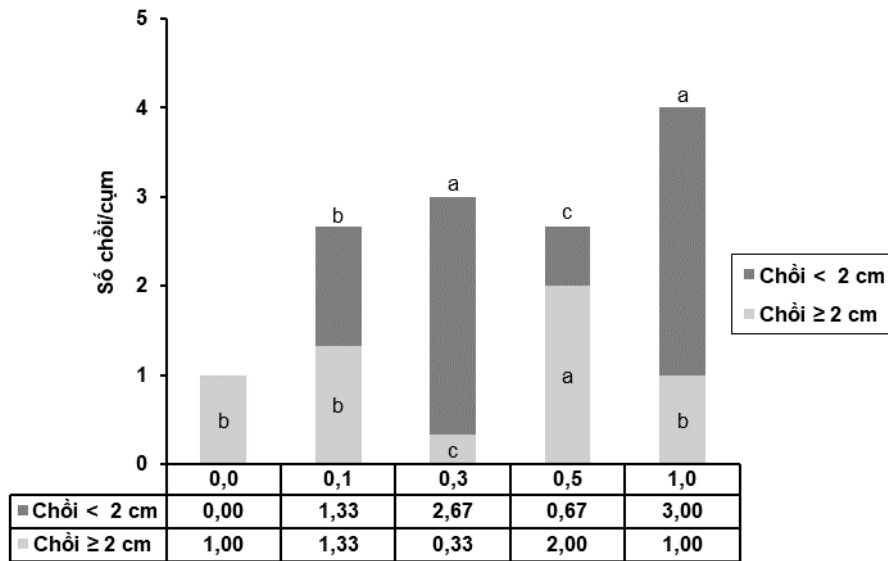
Đối với VA, khi sử dụng giá thể rockwool tỷ lệ ra rễ (90,00%) và số rễ/cây (5,00 rễ) đạt cao hơn so với giá thể agar TM (75,67% và 3,67 rễ; tương ứng) hoặc giá thể gelrite (72,00%; 3,67 rễ; tương ứng). Tuy nhiên, trên giá thể rockwool, một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây như chiều cao cây (3,83 cm), chiều dài rễ (3,03 cm), chiều dài lá (3,73 cm), chiều rộng lá (0,29 cm) và khối lượng tươi cây (0,85 g) đều giảm đáng kể so với cây trên giá thể agar TM (Bảng 3). Quan sát hình thái cho thấy rễ dài và mỏng trên giá thể rockwool; trong khi rễ được hình thành trên giá thể agar TM dài, to và chắc khỏe. Hiệu quả ra rễ VA trên giá thể gelrite

có tỷ lệ ra rễ (72,00%) và số rễ/cây (3,67 rễ) không có sự khác biệt đáng kể so với hiệu quả được ghi nhận trên giá thể agar TM; tuy nhiên, chiều dài rễ (1,77 cm) và khối lượng tươi cây (0,72 g) lại thấp hơn so với nghiệm thức agar TM (3,53 cm; 0,91 g; tương ứng). Ngoài ra, khả năng ra rễ đã giảm đáng kể trên giá thể agar NC, giá thể perlite và giá thể vermiculite cũng đã được ghi nhận (Hình 8; Bảng 3).

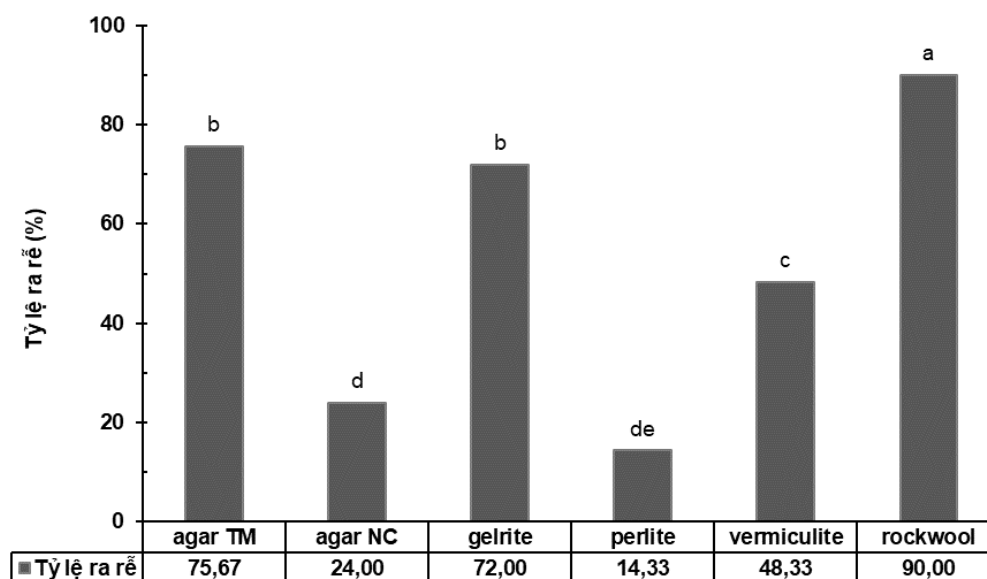
Đối với GA, hiệu quả ra rễ tốt nhất được ghi nhận trên giá thể gelrite với số rễ/cây (5,00 rễ) và tỷ lệ ra rễ (80,00%), số lá mới (3,33 lá), chiều rộng lá (0,94 cm), khối lượng tươi (0,81 g) và khối lượng khô (0,07 g) đều cao hơn đáng kể so với cây trong nghiệm thức giá thể agar TM (Bảng 4).



Hình 6. Ảnh hưởng của BA hoặc KIN lên khả năng nhân chồi GA sau 4 tuần nuôi cấy; a, c: Môi trường bổ sung BA; b, d: Môi trường bổ sung KIN. Thanh bar = 1 mm.



Hình 7. Ảnh hưởng của KIN lên khả năng nhân nhanh chồi GA sau 4 tuần nuôi cấy.



Hình 8. Ảnh hưởng của các loại giá thể lên khả năng ra rễ *in vitro* cây VA sau 4 tuần nuôi cấy.

Bảng 3. Ảnh hưởng của các loại giá thể khác nhau lên khả năng ra rễ cây VA sau 4 tuần nuôi cấy.

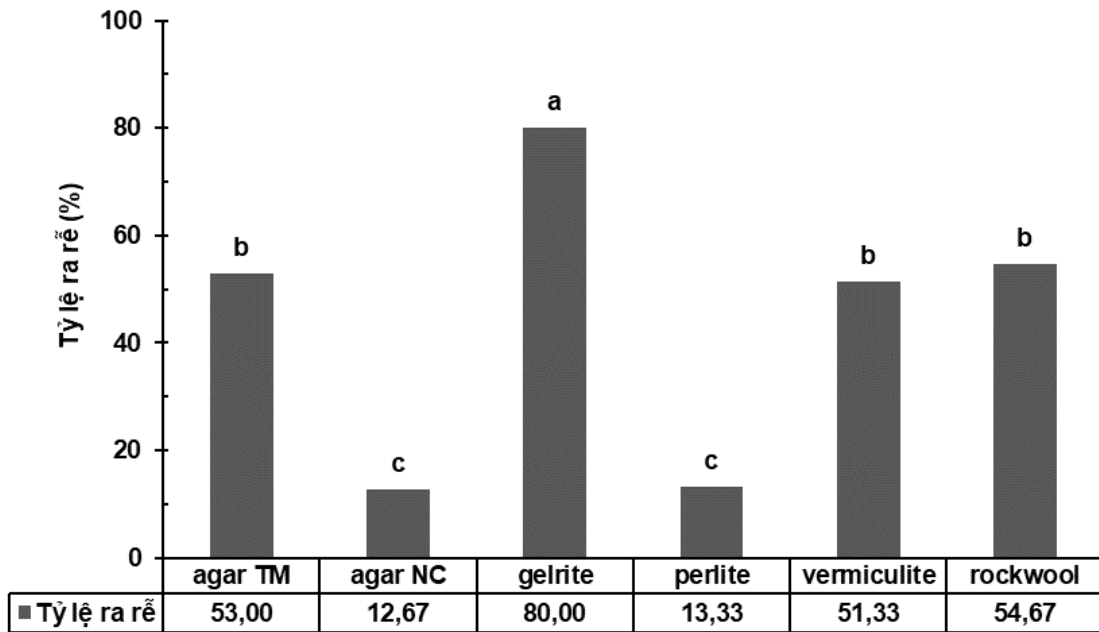
Giá thể	Chiều cao cây (cm)	Số rễ/cây	Chiều dài rễ (cm)	Số lá mới/cây	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	SPAD (nmol/cm ²)	Khối lượng tươi (g)	Khối lượng khô (g)	Ghi chú
Agar TM	6,17a	3,67b	3,53a	3,00a	5,33a	1,03a	33,53ab	0,91a	0,08a	Rễ dài, to và chắc khỏe
Agar NC	3,10b	0,33d	0,23e	2,00b	2,20c	0,27c	34,53ab	0,47c	0,03c	Rễ ngắn, nhỏ và mềm
Gelrite	5,17ab	3,67b	1,77c	2,67a	5,17ab	0,73ab	36,33ab	0,72b	0,06abc	Rễ ngắn, nhỏ và có phát sinh thêm rễ thứ cấp
Perlite	3,20b	0,67d	0,33e	1,33c	3,50bc	0,40bc	23,93c	0,57c	0,04bc	Rễ ngắn, nhỏ và giòn dễ gãy
Vermiculite	6,33a	1,33c	1,10d	2,33ab	5,33ab	0,87a	38,87a	0,85b	0,07ab	Rễ dài, to và chắc khỏe
Rockwool	3,83b	5,00a	3,03b	2,67a	3,73bc	0,29c	33,56ab	0,44c	0,07ab	Rễ dài, nhỏ và nhiều lông hút

Ghi chú: *Những ký tự khác nhau (a, b, c...) trong cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với độ tin cậy $p \leq 0,05$ trong phép thử Duncan.

Bảng 4. Ảnh hưởng của các loại giá thể khác nhau lên khả năng ra rễ GA sau 4 tuần nuôi cấy.

Giá thể	Chiều cao cây (cm)	Số rễ/cây	Chiều dài rễ (cm)	Số lá mới/cây	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	SPAD (nmol/cm ²)	Khối lượng tươi (g)	Khối lượng khô (g)	Ghi chú
Agar TM	5,33a*	3,67b	1,87a	3,33a	5,17a	0,87ab	33,67a	0,84a	0,07a	Rễ dài, to và chắc khỏe
Agar NC	4,67ab	0,67c	0,13b	2,67b	4,63ab	0,73b	28,20ab	0,54c	0,04b	Rễ ngắn, nhỏ và mềm
Gelrite	4,33b	5,00a	1,10ab	3,33a	4,37ab	0,94a	32,67a	0,81a	0,07a	Rễ dài, nhỏ và có phát sinh thêm rễ thứ cấp
Perlite	4,67a	0,33c	0,10b	2,33ab	4,83a	0,95a	29,57ab	0,55c	0,04b	Rễ ngắn, nhỏ và giòn dễ gãy
Vermiculite	4,67a	3,97b	1,77a	2,67b	4,83a	0,91a	34,43a	0,70ab	0,07a	Rễ dài, to và chắc khỏe
Rockwool	5,00a	3,63bc	1,10ab	1,67c	4,20b	0,92a	33,67a	0,66bc	0,06ab	Rễ dài, nhỏ và nhiều lông hút

Ghi chú: *Những ký tự khác nhau (a, b, c...) trong cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với độ tin cậy $P \leq 0,05$ trong phép thử Duncan.



Hình 9. Ảnh hưởng của các loại giá thể lên khả năng ra rễ *in vitro* GA sau 4 tuần nuôi cấy.



Hình 10. Ảnh hưởng của các loại giá thể lên khả năng ra rễ *in vitro* GA sau 4 tuần nuôi cấy. **a, a₁**: Giá thể agar TM (rễ - mũi tên); **b, b₁**: Giá thể gelrite; **c, c₁, c₂**: Giá thể rockwool; **d**: Giá thể agar TM, agar NC, gelrite, perlite, vermiculite, rockwool (từ trái sang phải). Thanh bar = 1 mm.

Quan sát hình thái cho thấy, rễ nhỏ, dài và có phát sinh thêm các rễ phụ trên giá thể gelrite (Hình 10). Bên cạnh đó, khả năng ra rễ và các chỉ tiêu về sinh trưởng của cây trong nghiệm thức agar TM, vermiculite và rockwool như chiều cao cây, chiều dài rễ, số lá mới, khối lượng tươi và khối lượng khô không có sự khác biệt đáng kể về mặt thống kê. Bên cạnh đó, hiệu quả ra rễ GA đã giảm đáng kể trên giá thể agar nghiên cứu và giá thể perlite đã được ghi nhận (Bảng 4 và Hình 9); kết quả tương tự đã được ghi nhận trên VA. Do đó, giá thể agar NC và giá thể perlite không phù hợp trong giai đoạn ra rễ *in vitro* VA và GA. Tóm lại, thông qua kết quả thu được về hiệu quả ra rễ *in vitro* và chất lượng cây giống trên các giá thể được khảo sát, giá thể agar thương mại được đề xuất cho mục đích cải thiện khả năng ra rễ và nâng cao chất lượng cây mô VA và giá thể gelrite cho cây mô GA.

Ứng dụng hệ thống nuôi cây túi nylon trong sản xuất cây giống

Hiệu quả ra rễ của VA và GA đều không có sự thay đổi đáng kể khi được nuôi cấy trong hệ

thống túi nylon. Đối với VA, tỷ lệ ra rễ đạt 81,33%, số rễ/cây là 3,33 rễ (Bảng 5), tuy nhiên, bên cạnh hình thái rễ phát triển bình thường (Hình 11b, b₁), hình thái rễ bất thường như sự phòng chóp rễ và cấu trúc mô dưới biểu bì toi xóp và rời rạc cũng đã được ghi nhận trên VA với số lượng không đáng kể (Hình 11c, c₁). Mô rễ xóp này rất dễ bị tổn thương tạo điều kiện cho sự xâm nhập của nấm bệnh và vi khuẩn vào mô mạch bởi cấu trúc vỏ không tốt, dễ bị mọng nước, thối rễ khi cho cây con thích nghi ở điều kiện vườn ươm. Nguyên nhân của hiện tượng phòng rễ là do sự thiếu hụt oxy trong túi nuôi cấy (stress lưu thông khí). Mức oxy giảm trong giá thể có mối liên quan với tỷ lệ ra rễ kém và sự giảm chiều dài rễ cũng như ảnh hưởng đến hô hấp của rễ (Keatmetha, Suksa-Ard, 2004; Labrousse *et al.*, 2012), từ đó dẫn đến sự thích nghi kém của cây khi chuyển ra vườn ươm (Labrousse *et al.*, 2012; Barpete *et al.*, 2014). Tuy nhiên, để giảm khắc phục số ít hiện tượng bất thường này thông qua việc giảm mật độ nuôi cấy mẫu nhằm đảm bảo sự cung cấp đầy đủ lượng oxy cần thiết cho sự cảm ứng tạo rễ và sinh trưởng tốt của các cây con

(Keatmetha, Suksa-Ard, 2004; Labrousse *et al.*, 2012).

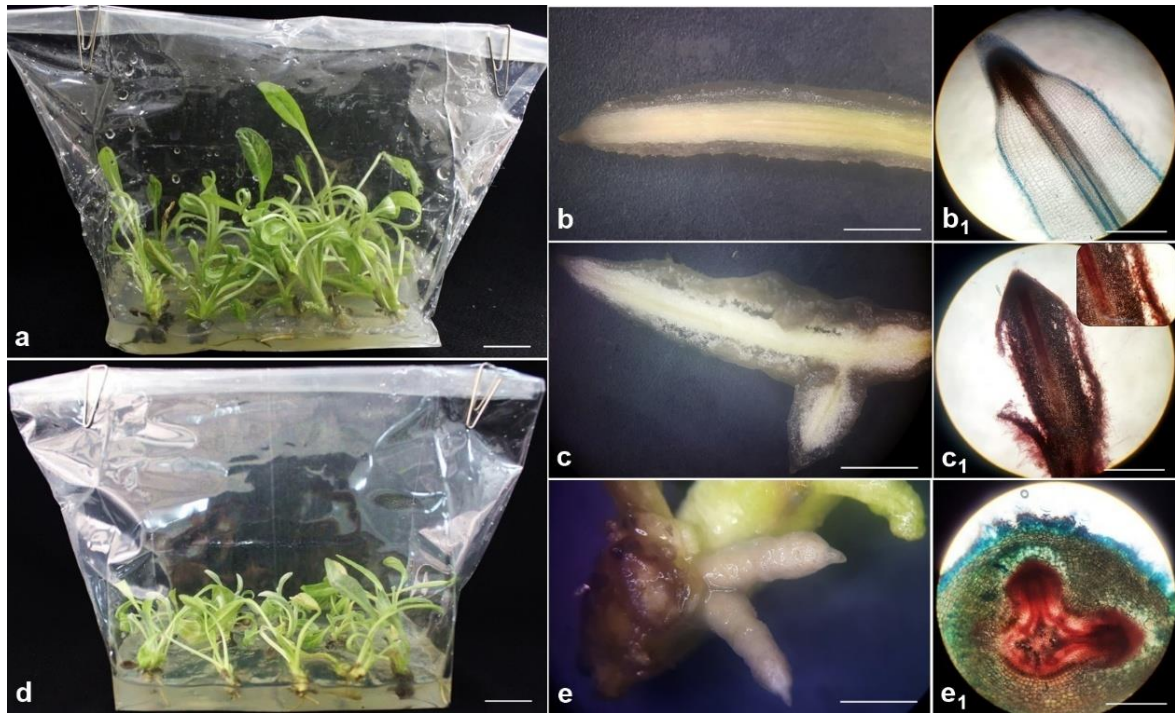
Đối với GA, tỷ lệ ra rễ đạt 77,00% với số rễ/cây là 3,67 rễ (Bảng 5). Ngoài ra, kết quả không ghi nhận hình thái rễ bất thường nào trên GA. Mặt khác, đã có sự phát triển thêm các rễ phụ (Hình 11e). Quan sát hình thái giải phẫu của rễ cho thấy sự phát sinh thêm các rễ bên từ mô mạch dẫn của rễ chính (Hình 11e₁). Trong vi

nhân giống thực vật, túi nylon được biết đến như một hệ thống nuôi cấy tiện dụng với các ưu điểm nhẹ, dễ khử trùng, dễ mua và giá thành rẻ (Nguyễn Phúc Huy *et al.*, 2010). Do đó, việc ứng dụng và thử nghiệm khả năng ra rễ *in vitro* của cây Artichoke trong túi nylon rất quan trọng, kết quả đã chỉ ra rằng hệ thống nuôi cấy túi nylon phù hợp cho mục đích sản xuất cây giống Artichoke với số lượng lớn đã được đánh giá trên giống VA và giống GA.

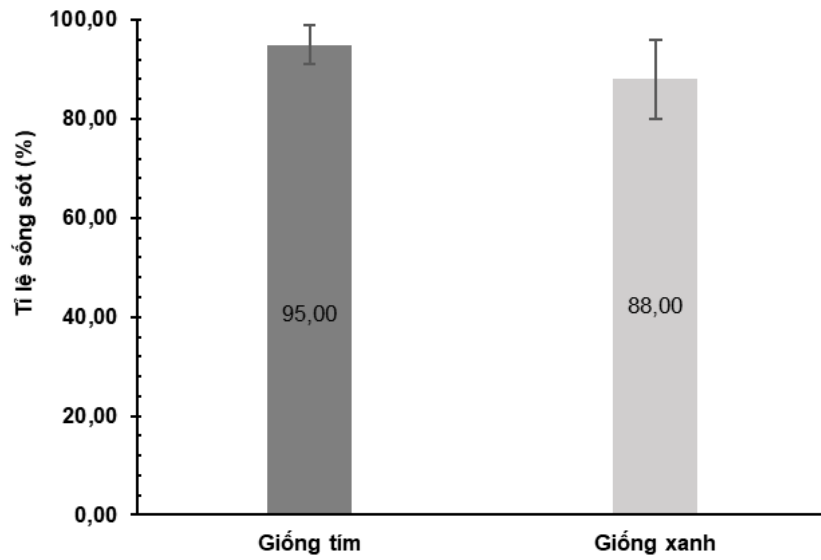
Bảng 5. Khả năng ra rễ của các chồi VA và GA trong túi nylon sau 4 tuần nuôi cấy.

Giống	Chiều cao cây (cm)	Tỷ lệ ra rễ (%)	Số rễ/cây	Chiều dài rễ (cm)	SPAD (nmol/cm ²)	Khối lượng tươi (g)	Khối lượng khô (g)
VA	7,77 ± 0,21*	81,33 ± 2,67	3,33 ± 0,33	4,37 ± 0,12	27,20 ± 0,78	0,98 ± 0,02	0,08 ± 0,01
GA	4,97 ± 0,17	77,00 ± 2,33	3,67 ± 0,67	3,67 ± 0,08	25,87 ± 0,65	0,88 ± 0,01	0,07 ± 0,01

Ghi chú: * Giá trị trung bình ± SE



Hình 11. Khả năng ra rễ của các chồi VA và GA trong hệ thống nuôi cấy túi nylon. a: Cây VA trên giá thể agar TM; b, b₁: Chóp rễ VA bình thường (mặt cắt dọc rễ); c, c₁: Cấu trúc xóp bất thường của chóp rễ VA được nuôi cấy trong túi nuôi cấy nylon sản xuất (mặt cắt dọc rễ); d: GA trên giá thể agar thương mại; e, e₁: Rễ GA và sự phát sinh rễ thứ cấp (mặt cắt ngang rễ). Thanh bar = 1 mm.



Hình 12. Tỉ lệ sống sót của cây mô VA và GA sau 8 tuần nuôi trồng trong điều kiện vườn ươm.



Hình 13. Cây mô VA và GA được trồng trong điều kiện vườn ươm. **a, b**: Cây mô VA và GA được trồng ra vườn ươm sau 8 tuần (tương ứng); **c**: Cây mô VA và GA được trồng ra vườn ươm sau 12 tuần; **d**: Cây mô VA phát triển các chồi bên sau 20 tuần trồng trong vườn ươm; **e**: Cây mô GA sau 20 tuần trồng trong vườn ươm.

Bảng 6. Thích nghi và sinh trưởng ở giai đoạn vườn ươm của VA và GA có nguồn gốc nuôi cấy mô.

Thời gian (tuần)	Chiều cao cây (cm)		Số lá răng cưa		SPAD (nmol/cm ²)		Ghi chú	
	VA	GA	VA	GA	VA	GA	VA	GA
8	7,94 ± 0,15*	8,96 ± 0,09	1,80 ± 0,20	2,80 ± 0,20	30,58 ± 0,75	28,78 ± 0,31	-	Xuất hiện lá răng cưa
12	23,84 ± 0,63	25,1 ± 0,38	2,60 ± 0,24	3,60 ± 0,24	37,50 ± 0,86	37,42 ± 0,82	Tán lá cây đứng	Tán lá cây đứng
20	110,18 ± 1,21	117,32 ± 0,50	5,80 ± 0,20	6,00 ± 0,32	44,76 ± 0,71	39,64 ± 0,65	Phát triển thêm các chồi con	-

Ghi chú: * Giá trị trung bình ± SE.

Thích nghi và sinh trưởng ở giai đoạn vườn ươm

Sau 8 tuần ở điều kiện vườn ươm, tỷ lệ sống sót của cây mô Artichoke tương đối cao với VA là 95,00% và GA là 88,00% (Hình 12). Bên cạnh đó, cây mô Artichoke sinh trưởng khỏe mạnh và các chỉ tiêu theo dõi về sinh trưởng của cây mô Artichoke được ghi nhận và thể hiện trong Bảng 6. Các chỉ tiêu về chiều cao cây, số lá răng cưa, SPAD của cả hai giống không có sự khác biệt lớn trong các khoảng thời gian trồng tăng từ 8 tuần – 20 tuần.

Quan sát hình thái cho thấy, trong 8 tuần đầu tiên, cây Artichoke của cả hai giống đều phát triển tán lá xòe tròn xung quanh gốc, cây đều, khỏe, khả năng ra rễ mới tốt, lá dày và có màu xanh đậm (Hình 13a, b). Sau 12 tuần nuôi trồng, cây con cả hai giống phát triển nhanh và tồn tại hoàn toàn dạng lá răng cưa với tán lá đứng (Hình 13c).

Sau 20 tuần trồng, cây mô VA đã xuất hiện thêm nhiều chồi con xung quanh gốc (Hình 13d); trong khi GA không xuất hiện chồi con (Hình 13e). Từ đó có thể thấy sử dụng loại giá thể phù hợp đã giúp nâng cao hiệu quả ra rễ *in vitro* và chất lượng cây mô Artichoke, ngoài ra còn giúp tăng khả năng thích nghi, sinh trưởng và phát triển của cây con ở điều kiện *ex vitro* một cách hiệu quả. Comino và đtg (2019) đã báo cáo rằng cây giống Artichoke có nguồn gốc *in vitro* có khả năng sinh trưởng và phát triển tốt khi được trồng trên đồng ruộng từ đó giúp cải thiện năng suất,

nâng cao đáng kể hiệu quả kinh tế cho người trồng cây Artichoke.

KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu đã cho thấy hiệu quả nhân nhanh chồi cây Artichoke phụ thuộc vào loại và nồng độ cytokinin được bổ sung vào môi trường nuôi cấy cho từng giống khác nhau (0,5 mg/L KIN đối với VA, bổ sung 1,0 mg/L BA đối với GA). Agar TM là giá thể giúp cải thiện khả năng ra rễ *in vitro* và chất lượng cây con Artichoke “giống Tím” (giá thể gelrite trên GA). Ngoài ra, hệ thống nuôi cấy túi nylon là hệ thống có tiềm năng ứng dụng sản xuất cây giống Artichoke với số lượng lớn có chất lượng đồng đều. Những cây con Artichoke có nguồn gốc nuôi cấy *in vitro* có sinh trưởng và phát triển tốt trong điều kiện vườn ươm.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự hỗ trợ kinh phí của đề tài cấp Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Lâm Đồng “Nghiên cứu tuyển chọn bộ giống Artichoke chất lượng cao tại Lâm Đồng”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Acquadro A, Papanice MA, Lanteri S, Bottalico G, Portis E, Campanale A, Gallitelli D (2010) Production and fingerprinting of virus-free clones in a reflowering Globe Artichoke. *PCTOC* 100(3): 329-337.
- Barpete S, Khawar KM, Özcan S (2014) Differential competence for *in vitro* adventitious rooting of Grass pea (*Lathyrus sativus* L). *PCTOC* 119(1): 39-50.

- Bedini L, Lucchesini M, Bertozzi F, Graifenberg A (2012) Plant tissue cultures from four Tuscan Globe Artichoke cultivars. *Open Life Sci* 7(4): 680-689.
- Bianco P, Robey PG (2000) Marrow stromal stem cells. *J Clin Invest* 105(12): 1663-1668.
- Bigot C, Foury C, Casenave M, Delacroix E, Delage C, Godin B, Lebœuf J (1984) Multiplication *in vitro* d'Artichaut (*Cynara scolymus* L.) à partir de semences: comparaison au champ de quelques clones à la lignée dont ils sont issus. *Agronomie* 4(8): 669-710.
- Brutti C, Apostolo NM, Ferrarotti SA, Llorente BE, Krymkiewicz N (2000) Micropropagation of *Cynara scolymus* L. employing cyclodextrins to promote rhizogenesis. *Sci Hort* 83(1): 1-10.
- Catacora E, Olivera J, Ramos Z, Alve Z, Pinedo R (2019) Micropropagation of clonal lines of thorny Artichoke (*Cynara scolymus* L.). *PJA* 3(1): 29-38.
- Clifford MN, Brown JE (2006) Dietary Flavonoids and Health - Broadening the Perspective. In: Andersen ØM, Markham KR (Eds). *Flavonoid: Chemistry, Biochemistry and Applications*. CRC Press, pp. 319-370.
- Comino C, Moglia A, Repetto A, Tavazza R (2019) Globe artichoke tissue culture and its biotechnological application. In: Portis E, Acquadro A, Lanteri S (Eds). *The Globe Artichoke Genome*. Springer, pp. 41-64.
- de Falco B, Incerti, G, Amato, M, Lanzotti, V (2015) Artichoke: botanical, agronomical, phytochemical, and pharmacological overview. *Phytochem Rev* 14(6): 993-1018.
- de Leo P, Greco B (1976) A new technique for propagation of Artichoke: *in vitro* culture of apical meristems. Proceeding II International Congress Artichoke. Medica, Italy, 657-665.
- Duncan DB (1955) Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11(1): 1-42.
- El-Boullani R, Elmoslih A, El-Finti A, El-Mousadik A, Serghini MA (2013) Effect of decapitation and size of explants on *in vitro* multiplication rate of globe artichoke. *Acta Hort* (983): 325-329.
- El-Zeiny OAH, El-Behairy UA, Zocchi G, Rashwan MM (2013) Commercial production of Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.) *in vitro*. *EJAR* 91(3): 933-1007.
- Ercan N (2016) Effects of various growth regulators on *in vitro* rooting of Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.). *J Agri Sci Technol A* 6, 335-340.
- Iapichino, G (1996) Micropropagation of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) from underground dormant buds ("ovoli"). *In Vitro Cell Dev Biol Plant* 32(4): 249-252.
- Labrousse, P, Delmail, D, Decou, R, Carlué, M, Lhernould, S, Krausz, P (2012) Nemesia root hair response to paper pulp substrate for micropropagation. *Sci World J* 2012: 1-7.
- López-Pérez AJ, Martínez JA (2015) *In vitro* root induction improvement by culture in darkness for different Globe Artichoke cultivars. *In Vitro Cell Dev Biol* 51(2): 160-165.
- Marras F, Foddai A, Corda P (1985) La difesa del carciofo dalle malattie crittogamiche. *Inf Fitopatol* 35(8):19-24.
- Minutillo SA, Mascia T, Gallitelli D (2012) A DNA probe mix for the multiplex detection of ten Artichoke viruses. *Eur J Plant Pathol* 134(3): 459-465.
- Morzadec JM, Hourmant A (1997) *In vitro* rooting improvement of Globe Artichoke (cv. Camus de Bretagne) by GA₃. *Sci Hort* 72(1): 59-62.
- Murashige T, Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bio assays with Tobacco tissue cultures. *Physiol Plant* 15(3): 473-497.
- Nguyễn Phúc Huy, Nguyễn Ánh Nguyệt, Nguyễn Thành Hải, Thái Thương Hiền, Phan Lê Hà Nguyễn, Hoàng Trần Minh Thu, Nguyễn Văn Bình, Dương Tấn Nhựt (2010) Hệ thống nuôi cấy túi nylon trong nhân giống cây African violet và cây Cúc. *Tạp chí Công nghệ Sinh học* 8(3B): 1361-1371.
- Ozsan T, Onus AN (2019) A protocol on *in vitro* rooting of 'Bayrampaşa' Artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Mediterr Agric Sci* 32(2): 129-134.
- Pandino G, Lombardo, S Mauromicale, G Williamson, G (2011) Phenolic acids and flavonoids in leaf and floral stem of cultivated and wild *Cynara cardunculus* L. genotypes. *Food Chem* 126(2): 417-422.

IMPROVED *IN VITRO* ROOTING AND ACCLIMATIZATION OF “VIOLETTA” ARTICHOKE AND “GREEN GLOBE” ARTICHOKE

Hoang Dac Khai¹, Nguyen Thi Nhu Mai¹, Hoang Le Lan Anh¹, Nguyen Nhu Minh Nguyet¹, Ho Viet Long¹, Vu Quoc Luan¹, Vu Thi Hien¹, Hoang Thanh Tung¹, Do Manh Cuong¹, Tran Van Lich¹, Tran Thi Nhung², Chu Duc Ha³, Le Van Thuc⁴, Duong Tan Nhut¹, ✉

¹Tay Nguyen Institute for Scientific Research, Vietnam Academy of Science and Technology

²Dalat University

³Agricultural Genetics Institute

⁴Dalat Nuclear Research Institute

SUMMARY

Artichoke (*Cynara scolymus* L.), a medicinal plant with high economic value, contains high levels of phenolic compounds; especially cynarine, which plays an important role in preventing cancer, cardiovascular disease, osteoporosis, diabetes and neurodegeneration, etc. Currently, Artichoke micropropagation has achieved some success; however, the rooting efficiency and plantlet quality are still limited. In this study, improving the quality of Artichoke plantlet related to the shoot quality and suitable substrates in *in vitro* rooting stage was studied on “Violetta” Artichoke (VA) and “Green Globe” Artichoke (GA). The results showed that shoots (1.5 cm) cultured on MS medium supplemented 0.5 mg/L KIN were most suitable to shoot multiplication of VA with the number of shoots/explant (3.67 shoots), number of shoots \geq 2 cm (3 shoots); while, 1.0 mg/L BA was suitable to shoot multiplication of GA (5.33 shoots; 5.00 shoots; respectively) after 4 weeks of culture. Besides, the *in vitro* rooting was improved using 8 g/L commercial agar for VA; meanwhile, 3 g/L gelrite for GA. In addition, the nylon bag culture system (120 mm \times 250 mm) has potential in plantlet production (15 plants/bag) and can be applied for large scale micropropagation. In addition, VA and GA plantlets derived from *in vitro* culture gave the good acclimatization, growth and development after 8, 12 and 20 weeks cultivating at the green house conditions.

Keywords: *Acclimatization, Artichoke, micropropagation, substrate, in vitro rooting*