

ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ VÀ THỜI GIAN XỬ LÝ COLCHICINE ĐẾN KHẢ NĂNG TẠO ĐA BỘI Ở HÀNH CÚ (*Allium cepa* L., *Aggregatum* group)

Trần Thị Minh Hằng^{1*}, Phạm Thị Minh Phượng¹, Nguyễn Thanh Tuấn¹, Phan Thị Ngán²

¹*Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam,*

²*Sinh viên lớp KHCT55B, Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

Email: ttmhang@vnua.edu.vn*

Ngày gửi bài: 09.11.2015

Ngày chấp nhận: 11.03.2016

TÓM TẮT

Giống hành củ (*Allium cepa* L., *Aggregatum* group) của Kinh Môn, Hải Dương được xử lý colchicine nhằm tạo cây đột biến đa bội, phục vụ cho công tác chọn tạo giống hành củ chất lượng cao ở Việt Nam. Nghiên cứu được tiến hành tại khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Củ hành củ được xử lý colchicine ở 10 nồng độ (0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; 1,2%; 1,4%; 1,6%; 1,8%; 2,0%) và thời gian xử lý từ 1 đến 10 ngày. Kết quả nghiên cứu cho thấy xử lý colchicine cho hành củ với nồng độ 1,0% trong thời gian 6 ngày là thích hợp nhất để tạo đột biến tứ bội với tỉ lệ cây sống sót đạt 80% và tỉ lệ cây tứ bội đạt 20% trên tổng số cây xử lý. Xử lý ở nồng độ cao hơn và số ngày dài hơn làm tăng tỉ lệ cây chết đến 100%. 36 cá thể cây tứ bội được tạo ra từ nghiên cứu này.

Từ khóa: Colchicine, đa bội, hành củ, tứ bội.

Effect of Colchicine Concentration and Duration of Treatment on Polyploidy Induction in Shallot (*Allium cepa* L., *Aggregatum* Group)

ABSTRACT

Local shallot (*Allium cepa* L.), *Aggregatum* group) variety grown in Kinh Mon, Hai Duong was treated with colchicine in order to produce polyploid materials for high-quality shallot breeding in Viet Nam. The research was carried out at Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture. The shallot bulbs were immersed in colchicine solution with different concentrations (0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; 1,2%; 1,4%; 1,6%; 1,8%; 2,0%) for one to ten days. The results revealed that colchicine treatment at concentration 1,0% for 6 days was most suitable for inducing tetraploid shallot plants with survival rate of 80%. The percentage of tetraploids was 20% in total treated bulbs. Treatment at higher concentration and longer duration increased the percentage of dead plants up to 100%. Thirty six tetraploid plants of shallot were produced.

Keywords: Colchicine, polyploidy, shallot, tetraploid.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự đa bội là yếu tố quan trọng trong tiến hóa của thực vật bậc cao dẫn đến hình thành các loài mới (Abbott and Lowe, 2004; Ainouche *et al.*, 2004; Soltis *et al.*, 2004). Nhiều nghiên cứu cho thấy các cây đa bội mang nhiều ưu điểm rõ rệt như các cơ quan dự trữ dinh dưỡng lớn hơn (Adaniya and Shira, 2001), trao đổi chất nhanh hơn, các hợp chất chuyển hóa thứ cấp

nhiều hơn (Dhawan and Lavania, 1996), tăng khả năng chống chịu bệnh hại và điều kiện ngoại cảnh bất thuận (Plaisted and Hoopes, 1989; Song *et al.*, 2012) nhờ đó cây đa bội thường có năng suất cao hơn, chất lượng tốt hơn so với cây nhị bội. Việc xử lý đa bội nhân tạo ngày càng được quan tâm trong các chương trình chọn tạo giống cây trồng. Cho đến nay, đã có rất nhiều loại cây trồng đa bội đã được chọn tạo thành công ở trên thế giới (Song *et al.*, 2012;

Kazi, 2015a). Ở Việt Nam, các nghiên cứu tạo cây đa bội cũng đã được tiến hành trên nhiều loại cây trồng như hành hoa (Nguyễn Hoàng Lộc và Lê Văn Tường Huân, 1998), dưa hấu (Lâm Ngọc Phương và Nguyễn Kim Hằng, 2010), quýt (Nguyễn Thị Ngọc Trâm và cs., 2012), cảm chương gấm (Nguyễn Thị Lý Anh và cs., 2014)...

Xử lý đa bội đã được nhiều nhà khoa học thực hiện thành công bằng các chất hóa học khác nhau như colchicine, colchamine, oryzalin, colcemid, trifluralin, amiprophosmethyl (APM),... Trong đó colchicine đã được chứng minh là có hiệu quả nhất và được sử dụng phổ biến nhất để tạo cây đa bội (Roy *et al.*, 2001; Kazi, 2015a, b). Tuy nhiên các nghiên cứu cũng cho thấy tùy thuộc vào từng loài cây mà yêu cầu nồng độ colchicine và thời gian xử lý rất khác nhau (Kazi, 2015a, b).

Hành củ (*Allium cepa* L. Aggregatum group) là một trong những loại rau gia vị thiết yếu, được sản xuất và sử dụng rộng rãi ở Việt Nam. Một trong những nguyên nhân hạn chế năng suất và chất lượng hành củ ở nước ta là do thiếu giống tốt. Các giống hiện trồng phổ biến là các giống địa phương, do người dân tự để giống vô tính qua nhiều năm nên chất lượng giống giảm. Trong điều kiện khí hậu ở Việt Nam, hành củ không thể ra hoa nên gây khó khăn cho chọn tạo giống bằng lai hữu tính. Đối với loại cây trồng nhân giống vô tính và bộ phận sử dụng là bộ phận sinh dưỡng như hành củ, việc tạo giống bằng xử lý đa bội thể là phương pháp rất hiệu quả. Nội dung nghiên cứu trong bài báo này nhằm xác định nồng độ và thời gian xử lý colchicine thích hợp gây đột biến đa bội cho cây hành củ.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Giống hành củ của Kinh Môn, Hải Dương được sử dụng để xử lý đột biến trong thí nghiệm này. Nghiên cứu được thực hiện tại khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Thí nghiệm 2 yếu tố với các nồng độ xử lý colchicine (C) khác nhau (C₁: 0,2%; C₂: 0,4%; C₃: 0,6%; C₄: 0,8%; C₅: 1,0%; C₆: 1,2%; C₇: 1,4%; C₈: 1,6%; C₉:

1,8%; C₁₀: 2,0%) và thời gian xử lý (N) khác nhau (N₁: 1 ngày; N₂: 2 ngày; N₃: 3 ngày; N₄: 4 ngày; N₅: 5 ngày; N₆: 6 ngày; N₇: 7 ngày; N₈: 8 ngày; N₉: 9 ngày; N₁₀: 10 ngày). Mỗi công thức thí nghiệm xử lý 5 củ.

2.1. Xử lý đa bội ở hành củ bằng dung dịch colchicine

Củ hành khô (đường kính củ 2cm, chưa nảy mầm) được cắt bằng để củ. Dùng đĩa petri sạch, đặt gác bông vào đĩa. Tẩm dung dịch colchicine vào miếng gác đặt trong đĩa petri sao cho đủ ẩm (độ ẩm khoảng 100%). Đặt để củ lên miếng gác bông tẩm dung dịch colchicine đảm bảo giữ miếng gác luôn ẩm (tẩm dung dịch colchicine ngày 3 lần vào sáng, trưa, chiều). Thời gian xử lý từ 1 đến 10 ngày và nồng độ xử lý từ 0,2% đến 2,0% colchicine tùy từng công thức. Sau khi xử lý, củ hành được rửa sạch rễ bằng nước sạch và được trồng ra chậu nhựa kích thước 30x20cm với giá thể là cát sạch, 5 củ/chậu. Sau xử lý 1 tháng, tiến hành kiểm tra số lượng nhiễm sắc thể trong tế bào chóp rễ định kỳ 1 tháng/lần.

2.2. Cố định nhiễm sắc thể

Ngắt 5 chóp rễ của mỗi củ và ngâm vào dung dịch colchicine 0,05% trong 3 giờ để cố định nhiễm sắc thể. Mẫu chóp rễ sau xử lý colchicine được bảo quản trong dung dịch Carnoy (1 axit acetic : 3 ethanol 95%, v/v) ở 4°C.

Phương pháp nhuộm nhiễm sắc thể

Thủy phân chóp rễ trong dung dịch HCl 1N ở 60°C trong 6 phút. Chóp rễ thủy phân được nhuộm trong dung dịch Feulgen (0,5% Fuchsin gốc).

2.3. Quan sát và đếm nhiễm sắc thể

Tán đều tế bào chóp rễ đã xử lý trong dung dịch axit acetic 45% trên lam kính, soi dưới kính hiển vi Primo Star, Carl Zeiss, Đức và hình ảnh được chụp bằng máy ảnh kỹ thuật số Canon IXY trên vật kính 100. Đếm số lượng nhiễm sắc thể trong mỗi tế bào. Quan sát 5 chóp rễ/củ, mỗi chóp rễ quan sát và đếm số lượng NST của 10-20 tế bào.

Các chỉ tiêu theo dõi: tỉ lệ cây sống (%), tỉ lệ cây đột biến đa bội (%), số lượng nhiễm sắc thể

2n ở mỗi công thức, đặc điểm hình thái của lá và rễ hành củ sau khi xử lý colchicine.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian xử lý colchicine đến khả năng sống sót của hành củ

Thời gian và nồng độ xử lý colchicine có ảnh hưởng rõ rệt đến khả năng sống sót của các cây hành củ sau xử lý. Số liệu ở bảng 1 cho thấy nhìn chung các công thức xử lý ở nồng độ càng thấp và thời gian xử lý càng ngắn thì số cây sống sót càng nhiều. Kết quả này cũng giống với kết quả nghiên cứu của các tác giả khác khi nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian và nồng độ xử lý colchicine đến khả năng sống sót của các đối tượng cây trồng khác nhau như lan Ngọc điểm (*Rhynchostylis gigantea* var. *rubrum* Sagarik) (Kerdsuwan and Te-chato, 2012), lúa mì (*Triticum aestivum*) (Siddiqi and Marwat, 1983), cỏ vĩ thảo (*Brachiara brizantha*) (Pinheiro *et al.*, 2000), cẩm chướng gấm (Nguyễn Thị Lý Anh và cs., 2014). Nghiên cứu của Siddiqi và Marwat (1983) cho thấy nồng độ và thời gian xử lý colchicine càng cao càng làm giảm sức sống của cây. Eigsti và Dustin (1957) cũng đã chứng minh rằng colchicine có ảnh hưởng đến quá trình trao đổi chất, qua đó tác động đến các phản ứng

enzyme và gây hại cho thực vật. Theo Eigsti (1938), khi tăng nồng độ và thời gian xử lý cho hành tây (*Allium cepa*) đến 1,0% colchicine và 108 giờ, khả năng gây chết các mô phân sinh càng tăng. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy khi xử lý trên 8 ngày và nồng độ trên 1,4% colchicine làm giảm tỉ lệ sống sót xuống bằng 0.

Kết quả đánh giá ảnh hưởng riêng rẽ của từng yếu tố thời gian và nồng độ xử lý colchicine đến khả năng sống của hành củ được trình bày trong bảng 2 và bảng 3. Số liệu ở bảng 2 cho thấy khi tăng nồng độ xử lý colchicine từ 0,2% đến 2,0%, tỉ lệ cây sống có xu hướng giảm dần. Tỉ lệ cây sống đạt cao nhất (72% số cây sống) ở nồng độ xử lý thấp nhất (0,2% colchicine) và đạt thấp nhất (30% số cây sống) ở nồng độ xử lý cao nhất (2,0% colchicine). Khi tăng thời gian xử lý colchicine từ 1 đến 10 ngày, tỉ lệ cây sống giảm từ 78% (xử lý 1 ngày) xuống còn 4% (xử lý 10 ngày) (Bảng 3). Tỉ lệ cây sống giảm mạnh khi xử lý colchicine trên 8 ngày.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian xử lý colchicine đến đặc điểm hình thái rễ và lá cây hành củ

Ở các công thức xử lý colchicine, rễ và lá hành mới xuất hiện ngay sau khi xử lý đều bị biến dạng phồng to (Hình 1). Những rễ và lá bị

Bảng 1. Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian xử lý colchicine đến số cây sống sót của hành củ (số cây sống)

Thời gian xử lý (ngày)	Nồng độ xử lý (%)									
	C ₁ 0,2	C ₂ 0,4	C ₃ 0,6	C ₄ 0,8	C ₅ 1,0	C ₆ 1,2	C ₇ 1,4	C ₈ 1,6	C ₉ 1,8	C ₁₀ 2,0
N ₁ (1 ngày)	4 ^a	3	4	4	5	5	5	4	2	3
N ₂ (2 ngày)	3	3	4	5	2	4	2	1	3	1
N ₃ (3 ngày)	2	3	2	3	1	5	5	2	4	1
N ₄ (4 ngày)	4	3	1	2	5	3	3	1	1	0
N ₅ (5 ngày)	4	5	4	3	2	1	2	3	3	2
N ₆ (6 ngày)	4	3	3	5	4	3	2	3	2	2
N ₇ (7 ngày)	5	5	5	5	5	5	3	1	3	5
N ₈ (8 ngày)	5	5	3	3	3	3	0	0	1	1
N ₉ (9 ngày)	5	3	3	1	0	0	0	0	1	0
N ₁₀ (10 ngày)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

Ghi chú: ^asố cây sống trên tổng số 5 cây xử lý ở mỗi công thức.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ colchicine đến khả năng sống của hành củ

Ký hiệu công thức	Nồng độ colchicine (%)	Tổng số cây sống	Tỷ lệ cây sống (%)
C ₁	0,2	36	72
C ₂	0,4	35	70
C ₃	0,6	29	58
C ₄	0,8	31	62
C ₅	1,0	27	54
C ₆	1,2	29	58
C ₇	1,4	22	44
C ₈	1,6	15	30
C ₉	1,8	20	40
C ₁₀	2,0	15	30

Bảng 3. Ảnh hưởng của thời gian xử lý colchicine đến khả năng sống của hành củ

Ký hiệu công thức	Thời gian xử lý (ngày)	Tổng số cây sống	Tỷ lệ cây sống (%)
N ₁	1	39	78
N ₂	2	28	56
N ₃	3	28	56
N ₄	4	23	46
N ₅	5	29	58
N ₆	6	31	62
N ₇	7	42	84
N ₈	8	24	48
N ₉	9	13	26
N ₁₀	10	2	4

biến dạng này thường không sinh trưởng, phát triển bình thường và bị hỏng. Tuy nhiên những lá và rễ xuất hiện sau khi xử lý càng lâu thì càng ít bị ảnh hưởng. Ở những công thức xử lý với nồng độ cao (trên 1,0%) và thời gian dài (trên 8 ngày), rễ và lá bị tổn thương lâu và khó phục hồi nhất. Vì vậy những công thức này có tỉ

lệ cây chết rất cao. Nghiên cứu của Eigsti (1938) trên hành tây cũng cho thấy có mối tương quan chặt giữa nồng độ và thời gian xử lý colchicine đến sự biến dạng về hình thái. Khi tăng nồng độ và thời gian xử lý colchicine, sự dị dạng về cấu trúc cây và dị dạng về tế bào của hành tây càng tăng (Eigsti, 1938).

**Hình 1. Lá và rễ hành củ bị biến dạng do ảnh hưởng của colchicine**

Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian xử lý Colchicine đến khả năng tạo đa bội ở hành củ (*Allium cepa* L., *Aggregatum* group)

3.3. Ảnh hưởng của thời gian và nồng độ xử lý colchicine đến khả năng đột biến đa bội của hành củ

Nghiên cứu của Hindmarsh (1953) cho thấy colchicine phá hủy thoi vô sắc ở tất cả các giai đoạn phân chia nhiễm sắc thể trong tế bào đang phân chia của chóp rễ hành tây và ngăn cản sự hình thành thoi vô sắc ở tế bào bắt đầu phân chia. Vì vậy khi xử lý, colchicine được hấp thụ vào tế bào đang phân chia làm cho nhiễm sắc thể sau khi phân tách không được đi về hai cực của tế bào và ngăn cản quá trình phân chia tế bào. Kết quả xử lý colchicine sẽ tạo nên tế bào có số nhiễm sắc thể gấp đôi so với bình thường. Trong nghiên cứu của chúng tôi, số lượng nhiễm

sắc thể trong tế bào chóp rễ của các cây hành củ ở các công thức thí nghiệm được quan sát và đếm. Ngoài các cây nhị bội ($2n = 2x = 16$ nhiễm sắc thể), các dạng đa bội quan sát được là tứ bội ($2n = 4x = 32$ nhiễm sắc thể) và dạng khảm (vừa có cả tế bào $2x$, vừa có cả tế bào $4x$) (Hình 2). Bảng 4 trình bày số cây đa bội (tứ bội và đa bội khảm) ở các công thức xử lý colchicine. Số liệu bảng 4 cho thấy xử lý colchicine cho hành củ với nồng độ trên 0,4% và thời gian xử lý từ 1 đến 8 ngày có khả năng tạo đột biến đa bội, chủ yếu là dạng tứ bội. Khi xử lý colchicine với nồng độ trên 1,0% trong 9 - 10 ngày, chúng tôi không thu được cây đa bội chủ yếu vì không còn cây sống sót.



Hình 2. Nhiễm sắc thể trong tế bào soma của các công thức xử lý colchicine

Ghi chú: A: nhị bội (công thức N_1C_5); B: tứ bội (công thức N_7C_5); C: đa bội khảm (công thức N_4C_6)

Bảng 4. Ảnh hưởng của nồng độ và thời gian xử lý colchicine đến số lượng cây hành củ đột biến đa bội (số cây đa bội)

Thời gian xử lý (ngày)	Nồng độ xử lý (%)									
	C ₁ 0,2	C ₂ 0,4	C ₃ 0,6	C ₄ 0,8	C ₅ 1,0	C ₆ 1,2	C ₇ 1,4	C ₈ 1,6	C ₉ 1,8	C ₁₀ 2,0
N ₁ (1 ngày)	0(4) ^a	1(3)	3(4)	3(4)	0(5)	0(5)	0(5)	0(4)	0(2)	2(3)
N ₂ (2 ngày)	0(3)	0(3)	0(4)	0(5)	2(2)	0(4)	0(2)	0(1)	2(3)	1(1)
N ₃ (3 ngày)	0(2)	0(3)	0(2)	0(3)	1(1)	0(5)	0(5)	1(2)	0(4)	1(1)
N ₄ (4 ngày)	1(4)	0(3)	0(1)	0(2)	3(5)	0(3)	1(3)	1(1)	1(1)	0(0)
N ₅ (5 ngày)	0(4)	0(5)	0(4)	0(3)	0(2)	0(1)	1(2)	0(3)	0(3)	2(2)
N ₆ (6 ngày)	0(4)	0(3)	0(3)	0(5)	3(4)	2(3)	1(2)	3(3)	2(2)	0(2)
N ₇ (7 ngày)	0(5)	0(5)	3(5)	0(5)	2(5)	0(5)	0(3)	1(1)	2(3)	0(5)
N ₈ (8 ngày)	0(5)	0(5)	2(3)	2(3)	0(3)	0(3)	0(0)	0(0)	1(1)	1(1)
N ₉ (9 ngày)	0(5)	0(3)	0(3)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(0)
N ₁₀ (10 ngày)	0(0)	0(2)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

Ghi chú: ^a số trong ngoặc đơn là số cây sống ở mỗi công thức thí nghiệm.

Để thấy được ảnh hưởng riêng rẽ của nồng độ và thời gian xử lý colchicine đến mức độ đa bội của hành củ, chúng tôi tổng hợp số liệu về số lượng các cây theo độ bội và tính tỉ lệ cây tứ bội trên tổng số cây theo dõi (Bảng 5 và 6). Số liệu bảng 5 cho thấy ở nồng độ xử lý thấp dưới 0,4% colchicine, khả năng tạo đột biến đa bội ở hành củ rất thấp. Cả 2 nồng độ C_1 và C_2 đều chỉ tạo được duy nhất một cây đa bội trong tổng số 35 - 36 cây theo dõi và đều là dạng thể khảm. Số cây tứ bội thu được nhiều nhất ở các công thức xử lý colchicine với nồng độ 2,0% (7 cây tứ bội) và nồng độ 1,0% (6 cây tứ bội). Xử lý với nồng độ

cao nhất 2,0% (C_{10}), mặc dù tỉ lệ cây tứ bội đạt cao nhất với 46,7% trong tổng số cây theo dõi nhưng lại có số cây sống sót ít nhất và chi phí hóa chất cao nhất. Tuy nhiên ở nồng độ này không xuất hiện thể khảm.

Có sự biến động lớn về số lượng cá thể tứ bội ở các công thức xử lý colchicine với thời gian khác nhau. Trừ các công thức xử lý 9 và 10 ngày (N_9 và N_{10}), các công thức xử lý từ 1 đến 8 ngày đều tạo cây đa bội và chủ yếu là cây tứ bội. Xử lý colchicine với thời gian 6 ngày (N_6) cho số cây tứ bội nhiều nhất là 10 cây.

Bảng 5. Ảnh hưởng của nồng độ xử lý colchicine đến mức độ đa bội của hành củ

Ký hiệu công thức	Nồng độ colchicine (%)	Số cây theo dõi	Số cây nhị bội $2n = 2x$	Số cây tứ bội $2n = 4x$	Số cây đa bội khảm	Tỉ lệ cây tứ bội (%)
C_1	0,2	36	35	0	1	0,0
C_2	0,4	35	34	0	1	0,0
C_3	0,6	29	19	5	5	17,2
C_4	0,8	31	26	5	0	16,1
C_5	1,0	27	16	6	5	22,2
C_6	1,2	29	27	2	0	6,9
C_7	1,4	22	18	2	1	9,1
C_8	1,6	15	9	4	2	26,7
C_9	1,8	20	13	5	3	25,0
C_{10}	2,0	15	8	7	0	46,7

Ghi chú: * Tỉ lệ cây tứ bội tính trên tổng số cây theo dõi.

Bảng 6. Ảnh hưởng của thời gian xử lý colchicine đến mức độ đột biến đa bội của hành củ

Ký hiệu công thức	Thời gian xử lý (ngày)	Số cây theo dõi	Số cây nhị bội $2n = 2x$	Số cây tứ bội $2n = 4x$	Số cây đa bội khảm	Tỉ lệ cây tứ bội (%)
N_1	1	39	30	5	4	12,8
N_2	2	28	23	3	2	10,7
N_3	3	28	25	2	1	7,1
N_4	4	23	16	3	4	17,4
N_5	5	29	26	3	0	6,9
N_6	6	31	20	10	1	32,3
N_7	7	42	32	5	5	16,7
N_8	8	24	18	5	1	20,8
N_9	9	13	13	0	0	0,0
N_{10}	10	2	2	0	0	0,0

Ghi chú: * Tỉ lệ cây tứ bội tính trên tổng số cây theo dõi.

4. KẾT LUẬN

- Xử lý colchicine cho hành củ với nồng độ 1,0% trong thời gian 6 ngày là thích hợp nhất để tạo cây đột biến tứ bội với tỉ lệ cây sống sót đạt 80% và tỉ lệ cây tứ bội đạt 20% trên tổng số cây xử lý.

- Xử lý colchicine cho hành củ ở nồng độ cao (> 1,0%) và số ngày dài (> 6 ngày) làm tăng tỉ lệ cây chết. Tỉ lệ cây chết lên đến 100% ở công thức xử lý với nồng độ trên 1,0% colchicine trong 9 - 10 ngày.

- Tổng số 36 cá thể cây hành củ tứ bội đã được tạo ra từ nghiên cứu này.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo là một trong những kết quả nghiên cứu của đề tài Khoa học công nghệ cấp Bộ "Chọn tạo giống hành củ (*Allium cepa* L., *Aggregatum* group) chịu nhiệt cho sản xuất trái vụ ở vùng Đồng bằng sông Hồng", mã số: B 2014-11-44. Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn Bộ Giáo dục và Đào tạo, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã hỗ trợ kinh phí và tạo điều kiện giúp chúng tôi hoàn thành được nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abbott R. J., and Lowe A. J. (2004). Origins, establishment and evolution of new polyploid species: *Senecio cambrensis* and *S. eboracensis* in the British Isles. *Biological Journal of the Linnean Society*, 82: 467-474.
- Ainouche M., Baumel A., and Salmon A. (2004). *Spartina anglica* C. E. Hubbard: A natural model system for studying early evolutionary changes that effect allopolyploid genomes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 82: 475-484.
- Adaniya S., Shira D. (2001). In vitro induction of tetraploid ginger (*Zingiber officinali* Roscoe) and its pollen fertility and germinability. *Sci. Hort.*, 88: 277-287.
- Nguyễn Thị Lý Anh, Nguyễn Thị Thanh Phương, Hồ Thị Thu Thanh, Lê Hải Hà, Nguyễn Thị Hân (2014). Tạo dòng cẩm chương gấm (*Dianthus chinensis*) đa bội bằng xử lý colchicine *in vitro*. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, 12(8): 1322-1330.
- Dhawan O.P. and Lavania U.C. (1996). Enhancing the productivity of secondary metabolites via induced polyploidy: a review. *Euphytica*, 87: 81-89.
- Eigsti O. J. and Dustin P. (1957). Colchicine in agriculture, medicine, biology and chemistry. The London State College Press, pp. 102-118.
- Eigsti O. J. (1938). A cytological study of colchicine effects in the induction of polyploidy in plants. *Botany*, 28: 56-63.
- Hindmarsh M. M. (1953). The effects of colchicine on spindle of root-tip cells. *Biol. Abstr.*, 28(11): 2488.
- Kazi N. A. (2015a). Polyploidy in vegetables. *Journal of Global Biosciences Vol.4* (3): 1774-1779.
- Kazi N. A. (2015b). Polyploidy in Solanaceous crops. *Asian Journal of Multidisciplinary Studies*, 3(4): 69-73.
- Kerdsuwan N. and Te-chato S. (2012). Effects of colchicine on survival rate, morphological, physiological and cytological characters of chang daeng orchid (*Rhynchostylis gigantea* var. *rubrum* Sagarik) *in vitro*. *Journal of Agricultural Technology*, 8(4): 1451-1460.
- Nguyễn Hoàng Lộc, Lê Văn Tường Huân (1998). Tạo cây hành hương (*Allium fistulosum* L.) đa bội thông qua nuôi cấy callus. *Tạp chí Sinh học*, 20(2): 44-48.
- Lâm Ngọc Phương và Nguyễn Kim Hằng (2010). Tạp cây dưa hấu tứ bội bằng xử lý colchicine *in vitro*. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, 16a: 234-244.
- Pinheiro A. A., Pozzobon M. T., Valle C. B., Pentedo M. I. O., and Carnero V. T. C. (2000). Duplication of the chromosome number of diploid *Brachiaria brizantha* plants using colchicine. *Plant Cell Report*, 19: 274-278.
- Plaisted, R.L., and R.W. Hoopes. (1989). The past record and future prospects for the use of exotic potato germplasm. *Am. Potato J.*, 66: 603-627.
- Roy A.T., Leggett G., Koutoulis A. (2001). *In vitro* tetraploid induction and generation of tetraploids from mixoploids in hop (*Humulus lupulus* L.). *Plant Cell Rep.*, 20: 489-495.
- Siddiqi S. H. and Marwat K. B. (1983). Cytomorphological effects of colchicine on wheat (*Triticum aestivum*). *Pakistan J. Agric. Res.*, 4(2): 120-125.
- Soltis D. E., Soltis P. S., Pires J. C., Kovarik A., Tate J. A., Mavrodiev E. (2004). Recent and recurrent polyploidy in *Tragopogon* (Asteraceae): cytogenetic, genomic and genetic comparisons. *Biological Journal of the Linnean Society*, 82: 485-501.
- Song C., Liu S. J., Xiao J., He W. G., Zhou Y., Qin Q., Zhang C., and Liu Y. (2012). Polyploid organisms. *Sci China Life Sci.*, 55: 301-311.
- Nguyễn Thị Ngọc Trâm, Trần Nhân Dũng và Đỗ Tấn Khang (2012). Đánh giá hiệu quả của colchicine trong chọn tạo giống quýt hồng Lai Vung tứ bội (*Citrus reticulata* Blanco). *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, 23a: 174-183.