

Phát triển giống tiêu lai (*Piper nigrum* L.) giữa các loài khác nhau đầy triển vọng chống chịu bệnh thối gốc rễ do *Phytophthora* gây ra

T. Vanaja, V. P. Neema, K. P. Mammootty, và R. Rajeshkumar
Trung tâm Nghiên cứu Hồ tiêu, Đại học Nông nghiệp Kerala, Ấn Độ

Tóm tắt

Lần đầu tiên trong lịch sử trồng tiêu, cây lai khác loài hữu thụ một phần chống chịu phần nào với bệnh thối gốc *Phytophthora* nguy hiểm đã được phát triển thông qua việc lai *Piper nigrum* với loài tiêu dại *Piper colubrinum*. Nghiên cứu đặc tính lai của con lai khác loài qua hình thái, giải phẫu, tế bào, và mức độ phân tử. Con lai có NST $2n=39$, là cây lai tam bội giữa loài tứ bội và loài nhị bội. Cây lai còn gọi là Culture P5PC1 đã biểu hiện đặc trưng về đặc điểm hình thái và giải phẫu với nhiều gié dài nhưng tỷ lệ đậu quả thấp. Những cặp môi RAPD gồm OPE07 và OPG08 được dùng làm marker phân tử chuyên biệt cho con lai. Đánh giá chức năng chống chịu bệnh *Phytophthora* cho thấy một phần việc chuyển những gen khác loài có tính chống chịu *Phytophthora* thối gốc vào con lai. Con lai này được đánh giá thành công đột phá cho việc chuyển gen chống chịu từ loài tiêu dại *P.colubrinum* sang loài tiêu trồng *P. nigrum*.

1. Giới thiệu

Hồ tiêu, “vua của các loại gia vị”, là cây gia vị có thu nhập chính ở nhiều quốc gia. *Piper nigrum* thuộc họ Piperaceae là cây thân leo đa niên. *P. nigrum* canh tác có hoa lưỡng tính và tự thụ là chủ yếu. *P.nigrum* là loài tứ bội với số nhiễm sắc thể $2n=52$ có số nhiễm sắc thể cơ bản ($x=13$, Jose và Sarma 1984). Bệnh thối gốc cây tiêu do nấm *Phytophthora capsici* gây ra là trở ngại chính trong sản xuất tiêu. Tất cả những giống *P. nigrum* nhạy cảm với mối nguy hiểm này và phải được kiểm soát bằng biện pháp hóa học. Chi phí cao liên quan kiểm soát bệnh này, tác động tiêu cực của sử dụng thuốc trừ nấm quá nhiều và thường xuyên, và nhu cầu “Tiêu sạch” không có dư lượng hóa chất đã dẫn đến cần thiết tìm cây tiêu chống chịu *Phytophthora*. Hơn thế nữa, những gen chống chịu trong cây trồng được xem rất quan trọng vì vấn đề ô nhiễm và dư lượng. Lai khác loài đã đóng góp đáng kể cho những cải tiến di truyền cho nhiều loại cây trồng. Trong việc phát triển lưỡng bội kép tổng hợp, lai khác loài là công cụ hữu ích. Công cụ này có ích cho việc nhập nội những biến dị bên ngoài vào và chuyển những gen mong muốn từ loài này sang loài kia (Roy 1984), tạo ra những biến thiên sinh thái-sinh lý (Prakash, 1973) và tạo ra sự đa dạng di truyền (Choudhary and Joshi 2001). Lai khác loài thành công được ghi nhận trong nhiều cây trồng ở mức độ khác nhau. Trong một số trường hợp, những cây lai thì hoàn toàn bất thụ trong khi đó những trường hợp khác thì những cây lai hữu thụ ở chừng mực

nào đó. Sasikumar và CS (1999) đã báo cáo về sự thành công của lai khác loài giữa *P. nigrum* và *P. attenuatum*.

P. colubrinum là loài tiêu hoang đại duy nhất chống chịu bệnh thối gốc *Phytophthora*. Nguồn chống chịu tiềm năng *Phytophthora capsici* ở cây tiêu đại *P. colubrinum* đã không được nghiên cứu cho tới nay. Sự đặc thù của cây tiêu là mang lợi kép, nhân giống vô tính và sinh sản sinh thực tốt trên một phạm vi rộng lớn để khai thác ưu thế lai cũng như chọn tạo giống. Trong nghiên cứu này một nỗ lực được tiến hành để chuyển tính chống chịu từ *P. colubrinum* sang *P. nigrum* thông qua lai khác loài. Sự nỗ lực này đã thành công bước đầu. Đây có thể là bước ngoặt trong canh tác và sản xuất tiêu chống chịu với bệnh thối gốc *Phytophthora*.

2. Vật liệu và phương pháp

Việc lai khác loài giữa tiêu trồng *P. nigrum* (cây tiêu đang canh tác mà bị nhiễm bệnh thối gốc rễ do *phytophthora*) và tiêu đại *P. colubrinum* (loài tiêu đại mà có khả năng chống chịu với bệnh thối rễ *phytophthora*) được thực hiện trong mùa mưa năm 2000. Nhiều giống khác nhau như *P. nigrum* viz., Panniyur-1, Panniyur-2, Panniyur-3, Panniyur-4, Panniyur-5, Panniyur-6, Panniyur-7 and Karimunda được chọn làm cây mẹ và *P. colubrinum* làm cây bố. Hạt phấn thu được từ *P. colubrinum* nổi trong nước cất, quét nhiều lần đối với những hoa cái được tách ra vì những hoa trưởng thành theo thời gian trong một gié. Thụ phấn mất 10-14 ngày thay đổi tùy giống. Mỗi ngày sau thụ phấn, gié tiêu được bao lại để tránh phấn ngoại lai. Hạt lai được thu hoạch từ tháng 2 đến tháng 3 và được gieo trong túi nhựa đựng trong chậu. Hạt nảy mầm và sống, được gieo ngoài đồng trong năm 2002. Trong năm 2004, 2005 việc lai khác loài được tiếp tục. Những dòng lai khác loài được kiểm tra dựa vào hình thái học, giải phẫu học, tế bào học, những nghiên cứu phân tử và chức năng phản ứng lại với *Phytophthora capsici*.

Về hình thái học

Những đặc trưng về hình thái học như sự tăng trưởng cây, đặc tính rễ bất định, chiều dài lá, chiều rộng lá, viền lá, hình dạng đỉnh lá, chiều dài cuống lá, chiều dài đốt, màu sắc chóp chồi, hình dạng lá, cấu trúc lá bố mẹ, và cây lai giả định được theo dõi.

Gié và đặc điểm quả như hướng gié, hình dạng gié, chiều dài gié, cuống gié, và số quả bình quân/gié được ghi nhận.

Về giải phẫu học

Phần ngang của thân của cây lai giả định và bố mẹ được quan sát.

Phân tích phân tử

Phân tích RAPD của cây lai giả định và bố mẹ được thực hiện sử dụng 33 primers ngẫu nhiên. DNA được ly trích từ những lá non, sử dụng phương pháp cetyl trimethyl ammonium bromide (CTAB) (Doyle và Doyle 1990). PCR được tiến hành trong phản ứng 25 μ l gồm 5pico mol trong 10-mer primers ngẫu nhiên (Operon technologies, Inc., Alameda, CA, USA) và 25ng gen DNA. Điều kiện khuếch đại PCR là 94 $^{\circ}$ C trong 5s, 37 $^{\circ}$ C trong 30s, 72 $^{\circ}$ C trong 60s, và mở rộng cuối cùng tại 72 $^{\circ}$ C trong 3 phút. Những đoạn RAPD được tách ra bởi electrophoresis trên giếng 1,2% agarose, và được nhuộm bằng ethidium bromide.

Về tế bào học

Thu thập những chóp rễ đang phát triển mạnh từ cành giâm của cây lai giả định và của bố mẹ từ 11 đến 12 giờ và được xử lý bằng dung dịch α -bromonaphthalene 1% ở 4-5 $^{\circ}$ C trong 4 giờ. Sau đó những vật liệu này được rửa hoàn toàn bằng nước cất và được ngâm bằng hỗn hợp ethanol, acetic acid and chloroform trong 24 giờ. Những chóp rễ này được thủy phân bằng 1N HCl ở 60 $^{\circ}$ C trong vòng 15-20 phút và được nhuộm màu bằng lactopropionic orcein 2:1 trong 4 giờ và được nén trong axit propionic 45%. Năm bảng kính mỏng rộng lớn ở giai đoạn phân bào giảm nhiễm, mỗi cái gồm 2 kính, được sử dụng cho việc đếm số nhiễm sắc thể (Sasikumar et al. 1999).

Sức sống hạt phấn

Biểu hiện sức sống hạt phấn được nghiên cứu qua nhuộm màu các thành phần của hạt phấn bằng dung dịch acetic carmine và glycerine 1% với tỷ lệ 1:1. (Choudhary and Choudhary 1989). Những hạt phấn chắc bắt màu, trái lại hạt phấn lép không bắt màu.

Đánh giá khả năng chống chịu với *Phytophthora*

Để kiểm tra việc chuyển tính chống chịu *Phytophthora* từ *P. colubrinum* sang *P. nigrum* lây nhiễm tự nhiên của cành giâm mang rễ bằng cách đặt những cành giâm trong vườn ươm bệnh có đủ áp lực lây nhiễm bệnh để gây nhiễm tất cả số cây ký chủ.

Lây nhiễm nhân tạo được làm bằng đặt nấm *Phytophthora* trên những lá và thân đang phát triển tốt cũng như phun động bào tử dạng huyền phù như quy trình chuẩn (Sarma

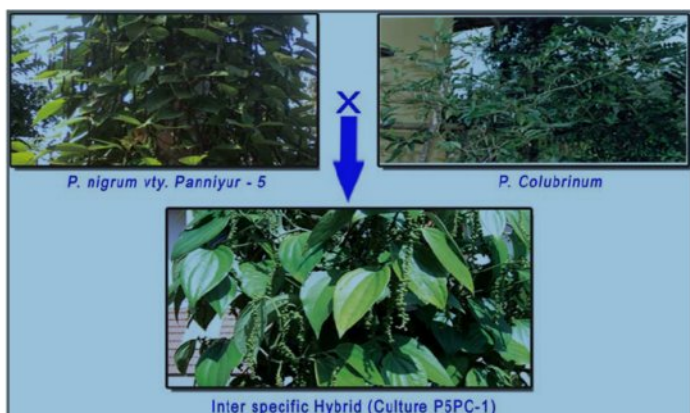
and Premkumar 1988). 25 cành giâm 6 tháng tuổi có rễ được sử dụng cho mục đích lây nhiễm.

3. Kết quả và thảo luận

P. nigrum là loài tứ bội và *P. colubrinum* là nhị bội, khả năng thành công lai khác loài thì rất thấp. Trong nghiên cứu này, một nỗ lực lặp lại liên tục lai giữa 2 loài khác nhau có mức thể bội khác nhau cuối cùng đã có kết quả, một đột phá trong lĩnh vực chọn tạo giống tiêu chống chịu bệnh *Phytophthora*. Hạt lai F1 thu được sau khi lai khác loài rất ít (9,7%) so với lai cùng loài 22%. Hạt lai khác loài này mầm 53% trong đó tỷ lệ sống của hạt lai là 52% cho thấy giảm đậu quả và sức sống của hạt lai. Trong số 12 hạt lai được trồng trong năm 2002, duy nhất hai cây lai *P. nigrum* (vty Panniyur 5) x *P. colubrinum* và *P. nigrum* (vty Panniyur 3) x *P. colubrinum* sống ngoài đồng. Những cây lai được nhân lên vô tính. Trong hai cây lai này, sự phát triển *P. nigrum* (vty Panniyur5) x *P. colubrinum* (Culture PSPC-1) được ghi nhận rất hứa hẹn, tăng trưởng sinh dưỡng mạnh và tiềm năng tạo nhiều gié dài (Hình 1). Số gié rất ít trong mùa ra hoa đầu tiên trong năm 2003. Đến năm 2005, số gié dài nhiều hơn nhưng tỷ lệ đậu quả rất thấp (21,4%/gié) cho thấy rằng những cây lai bất dục một phần. Việc lai khác loài được tiếp tục trong năm 2004 và 2005, kết quả thu được 33 hạt lai được trồng ngoài đồng trong mùa hè (kharif season) năm 2006.

Hình thái học

Những đặc điểm hình thái của cây lai và bố mẹ được trình bày trong Bảng 1. Cây lai từ kết quả lai khác loài có đặc tính rễ bất định và thân mạnh của *P. colubrinum*. Đặc tính rễ bất định không nổi bật khi cây lai phát triển. Tỷ lệ đậu quả của nhiều gié rất thấp vì đặc điểm tam bội của cây lai nhưng có nhiều gié/trụ (56 gié/m²). Chiều dài gié trung bình 12,8cm. Cây lai là sự trung gian giữa những loài bố mẹ cho những đặc tính tạo rễ bất định, dài gié, dài cuống gié. Chiều dài đốt và số quả/gié thì ít hơn. Chiều dài lá và chiều rộng phiến lá lớn hơn bố mẹ. Cây lai giống cây *P. nigrum* làm mẹ về đặc tính sinh trưởng, cấu trúc lá, hương gié mọc, và hình dạng gié. Về hình dáng ngoài nói chung, cây lai thiên về với cây *P. nigrum* nhiều hơn. Cùng thời điểm cây lai thừa hưởng đặc điểm từ cây bố *P. colubrinum* về chiều dài lá, hình dạng lá, hình dạng đỉnh lá, viền lá, và màu đỉnh chồi.



Hình 1: Cây lai đầu tiên giữa *P.nigrum* và *P.colubrinum*

Bảng 1: Những đặc điểm hình thái của những loài *Piper* và cây lai khác loài

Đặc điểm	<i>P. nigrum</i> (vty Panniyur 5)	<i>P. colubrinum</i>	Hybrid (culture P5PC-1)
<i>Đặc điểm sinh dưỡng</i>			
Dạng cây phát triển	Dạng dây Leo	Dạng thân bò	Dạng dây Leo
Rễ bất định phát triển	Không	Nhiều	Một vài ở giai đoạn cây con
Viên lá	Phẳng	Gợn sóng nhẹ	Gợn sóng nhẹ
Chiều dài lá (cm)	15	13,7	13,7
Chiều rộng lá (cm)	8,3	6,2	8,4
Dạng lá	Mũi mác hơi tròn	Elip hơi tròn	Elip hơi tròn
Cấu trúc lá	Không lông	Nhẵn và sáng	Không lông
Đỉnh lá	Hơi Nhọn	Nhọn	Nhọn
Chiều dài cuống lá (cm)	1,5	1,4	1,7
Chiều dài đốt (cm)	5,6	5,5	5,1
Màu đỉnh chồi	Tím nhạt	Xanh nhạt	Xanh nhạt
<i>Đặc điểm gié và quả</i>			
Hướng gié	Rũ	Thẳng	Rũ
Hình dạng gié	Dạng hình Sợi	Dạng hình trụ	Dạng hình Sợi
Dài gié (cm)	13,1	5,1	12,8
Dài Cuống gié (cm)	1,76	1,09	1,33
Số quả bình quân/gié	51	301,6	21,4

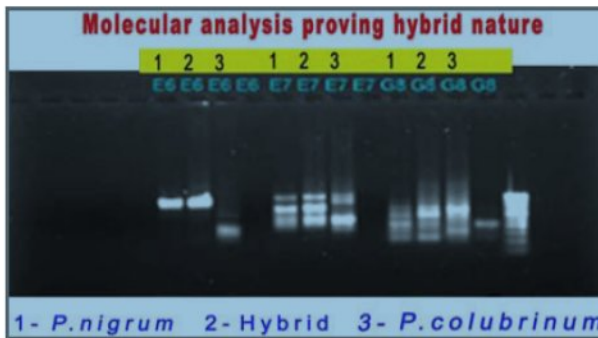
Giải phẫu học

Giải phẫu thân của những loài và cây lai cho thấy những khác biệt về cấu tạo và kích thước. Murty (1959), Pal (1961), Ravindran (1990) and Menancherry (1993) đã nghiên cứu về giải phẫu của loài *Piper*, Ravindran (2000) đã báo cáo về giải phẫu của *P. colubrinum*. Những tác giả này đã báo cáo sự hiện diện những dòng chất nhày ở trung tâm và bên ngoài của *P.nigrum* và không có những dòng chất nhày ở *P. colubrinum*. Nghiên cứu hiện tại cũng đã xác nhận kết quả này. Cây lai *P. nigrum* x *P. colubrinum*

được tìm thấy là trung gian giữa bố mẹ có ít dòng chất nhày hơn là bố/mẹ dùng làm mẹ. Bó mạch bên ngoài của *P. nigrum* hình nón trong khi bó mạch của *P. colubrinum* là hình trụ. Cây lai giả định cho thấy có cả hai loại bó mạch này.

Phân tích phân tử

Phân tích RAPD với Operon primers OPE 07 and OPG 08 (bộ thứ 2 và thứ 3 trong hình 2) đã chứng tỏ đặc tính cây lai của cây lai khác loài. Đặc điểm DNA của bố mẹ và con lai với primer OPE 07, con lai đã thừa hưởng tất cả 3 băng hình *P. nigrum* dùng làm mẹ trong đó 2 băng hình mỏng mà có ở bố (1.000 và 500 bp) xuất hiện nổi bật ở con lai. Trong trường hợp primerr OPG 08, những đặc tính của con lai và *P.colubrinum* làm bố có cùng băng hình dày đặc trung thông dụng của bố với kích thước 600 bp.



Hình 2. Phân tích phân tử của bố mẹ và con lai

Về tế bào học

Sự phân phối nhiễm sắc thể của bố mẹ và con lai giả định của chóp rễ phát triển trong thời kỳ phân bào. Mathew 1958; Anand et al. 2000 đã báo cáo trước đây số NST soma của *P. nigrum* là $2n=52$, *P.colubrinum* $2n=26$ và của con lai $2n=39$. Trong trường hợp này, lai giữa cây tứ bội và nhị bội, thu được con lai tam bội. Những cây lai tam bội có thể bất dục hoàn toàn hoặc hữu thụ 1 phần. Trong nghiên cứu này, cây lai hữu thụ một phần, phản ánh tỷ lệ đậu quả kém. Số NST cơ bản của *P. nigrum* và *P. colubrinum* có lẽ như nhau ($n=13$) nhưng khác về mức thể bội. Bất dục một phần vì các cặp NST tương đồng bất cặp không đồng đều. Khi cây lai tam bội được phát triển gần đây bất dục một phần và kế thừa một phần tính chống chịu từ *P. colubrinum*, hoàn cảnh hiện tại của cây lai không hấp dẫn người trồng tiêu nhưng sẽ mở đường tạo cây lai năng suất cao hữu thụ hoàn toàn chống chịu với *Phytophthora* gây bệnh thối gốc.

Sức sống hạt phần

Sức sống hạt phần của *P.nigrum* là 54% và *P.colubrinum* 78%. Sức sống hạt phần của con lai giả định được xác định là 7,7%. Sự bất cập của NST tương đồng không đồng đều gây ra sức sống hạt phần kém do đó tỷ lệ đậu quả kém trong nhiều gié ở những con lai F1.

Đánh giá tính chống chịu với *Phytophthora*

Khi cành giâm mang rễ của cây lai (CultureP5PC-1) được lây nhiễm tự nhiên với *Phytophthora* gây thối gốc bằng cách đặt những cành giâm mang rễ trong vườn ươm bệnh với những giống nhạy cảm, tất cả những cành giâm mang rễ của những giống nhạy cảm đã chết ngoại trừ những cành giâm mang rễ của con lai sống với những tế bào chết cục bộ có quang vàng (Bảng 2). Điều này có lẽ tạo tế bào chết vì phản ứng tăng nhạy cảm kích thích những tế bào xung quanh nơi nhiễm, mà tất cả phản ứng với sự tấn công mầm bệnh và tạo ra những dấu hiệu để kích hoạt những phản ứng phòng vệ (Gross et al. 1993).

Bảng 2: Phản ứng của các loài *Piper* và những cây lai khác loài đối với *Phytophthora capsici* khi lây nhiễm tự nhiên.

Loài/cây lai	Quan sát tỷ lệ nhiễm 2 tuần/lần						Ghi chú
	Sau 7 ngày ở vườn ươm bệnh		Sau 21 ngày ở vườn ươm bệnh		Sau 35 ngày ở vườn ươm bệnh		
	% cành héo	% lá nhiễm bệnh ở cành sống	% cành héo	% lá nhiễm bệnh ở cành sống	% cành héo	% lá nhiễm bệnh ở cành sống	
<i>P.nigrum</i>	100	NA					Tất cả cành héo trong 1 tuần
<i>P. colubrinum</i>	0	0	0	0	0	0	Không nhiễm
<i>P. colubrinum</i> x <i>P.nigrum</i>	0	0	0	0	0	0	Không nhiễm

Kết quả của lây nhiễm nhân tạo được trình bày trong Bảng 3. Khi có sự lan rộng bệnh liên tục của giống nhạy cảm, ở cây lai giả định mặc dù những lá được lây nhiễm đã bị nhiễm, không có sự lan rộng việc nhiễm bệnh ở những cành giâm.

Khi lây nhiễm nhân tạo được tiến hành thông qua phun bào tử cành giâm mang rễ của những giống nhạy cảm bị chết vì lá, cổ rễ và rễ bị nhiễm bệnh sau 13 ngày lây nhiễm (Bảng 4). Tại cùng thời điểm, khoảng 20 ngày sau lây nhiễm, rễ và cổ rễ cành giâm cây lai không nhiễm bệnh mặc dù có những lá rụng vì nhiễm bệnh. Hơn thế nữa, về sau cành giâm của những cây lai được trẻ hóa lại.

Bảng 3: Phản ứng của các loài *Piper* và những cây lai khác loài đối với *Phytophthora capsici* khi lây nhiễm tự nhiên trên lá và thân của cây đang phát triển tốt

Loài/Lai	Quan sát tỷ lệ lá nhiễm bệnh				
	3DAI	6DAI	9DAI	12DAI	15DAI
<i>Piper nigrum</i>					
Tỷ lệ lá nhiễm	33	50	75	80	Tất cả lá nhiễm bệnh rụng
Kích thước vết bệnh	1cm	1,5cm	4,5cm	6,7cm	
<i>P. colubrinum</i>	Không nhiễm	Không nhiễm	Không nhiễm	Không nhiễm	Không nhiễm
<i>P. nigrum</i> x <i>P. colubrinum</i>					
Tỷ lệ lá nhiễm	17	17	Những lá nhiễm bệnh rụng và không lây nhiễm những lá cận bên	Nhiễm bệnh không lan rộng hơn, cành giảm mang rễ vẫn khỏe	Nhiễm bệnh không lan rộng hơn, cành giảm có rễ vẫn khỏe
Kích thước vết bệnh	1cm	2,3cm			

DAI: ngày sau lây nhiễm

Bảng 4: Phản ứng của các loài *Piper* và những cây lai khác loài đối với *Phytophthora capsici* khi lây nhiễm nhân tạo thông qua phun bào tử

Loài/Lai	Quan sát tỷ lệ lá nhiễm bệnh				
	4DAI	7DAI	10DAI	13DAI	15DAI
<i>P. nigrum</i>					
Tỷ lệ lá nhiễm	25	50	100	Toàn cành giảm chết vì lá và cổ rễ nhiễm bệnh	
Kích thước vết bệnh	0,5cm	1cm	4,2cm		
Nhiễm cổ rễ	Không	Không	Có		
<i>P. colubrinum</i>	Không nhiễm	Không nhiễm	Không nhiễm	Không nhiễm	Không nhiễm
<i>P. nigrum</i> x <i>P. colubrinum</i>					
Tỷ lệ lá nhiễm	Không	25	78	93	Tất cả lá rụng
Kích thước vết bệnh	NA	2,3cm	3,5cm	4,5cm	NA
Cổ rễ nhiễm bệnh	Không	Không	Không	Không	Không

DAI: ngày sau nhiễm

Kết quả lây nhiễm tính chống chịu *Phytophthora* cho thấy rằng cây lai đã thừa hưởng một phần cơ chế chống chịu từ bố. Có hơn một gen liên quan xác định cơ chế chống chịu và chúng có lẽ mang tính trội phần nào. Đặc tính đa gen về cơ chế chống chịu bệnh thối gốc *Phytophthora* trên cây tiêu đã được báo cáo trước đó (Annual report 2004–2005 of IISR). Do vậy lai hồi giao của cây lai khác loài hữu thụ một phần nhờ chuyển một phần những

gen chống chịu, với cả bố mẹ và chọn lọc từ thế hệ thứ hai và lai hồi giao lại phải được thực hiện để nhận giống chống chịu *Phytophthora* thối gốc hữu thụ hoàn toàn.

4. Kết luận

Cây tiêu lai khác loài hữu thụ một phần chống chịu với bệnh phytophthora được phát triển lần đầu thông qua lai khác loài giữa cây tiêu trồng *P. nigrum* và cây tiêu dại *P. colubrinum*. Cây tiêu lai này có nhiều gié trên một đơn vị diện tích và gié dài nhưng đậu quả thấp. Một trong những khó khăn của việc khai thác biến dị xa cho cải tiến cây trồng là thiếu tính biểu hiện của những gen khác loài. Tuy nhiên, kết quả của nghiên cứu này cho thấy sự thể hiện phần nào của những gen khác loài chống chịu với *Phytophthora capsici*. Điều này sẽ có cây lai thử nghiệm của những loài *P. nigrum* canh tác hữu thụ chống chịu hoàn toàn *Phytophthora* có thể được phát triển thông qua lai hồi giao với bố mẹ hoặc chọn từ những thế hệ mẹ tiên tiến rồi sau đó lai tái tục với bố mẹ. Cây lai này sẽ là nguồn vật liệu để sản xuất NILs dẫn đến tìm ra và nhân dòng của những gen mang tính chống chịu bệnh *Phytophthora* gây thối gốc. Nhiễm sắc thể của *P. nigrum* có khuynh hướng thích bắt cặp với nhiễm sắc thể tương đồng riêng của nó hơn là với nhiễm sắc thể tương đồng của *P. colubrinum*. Do vậy, Kimber (1984) đã chỉ ra chuyển gen bởi tái kết hợp đồng thời giống cái có khả năng thành công thấp trong việc kết hợp cây lai mới vì mức bắt cặp nhiễm sắc thể thấp. Do đó, thay đổi cách tiếp cận sẽ phải được tận dụng để thành công trong chuyển gen. Đối với mục tiêu này, hạt giống nhị bội kép từ cây lai F1 có thể là vật liệu khởi đầu tốt nhất cho việc sản xuất những dòng bổ sung khác loài và những dòng thay thế khác loài, và để tạo thuận lợi cho những nghiên cứu về cải thiện tính di truyền cho cây tiêu.

Lược dịch: ThS. Nguyễn Tiến Hải