

KHẢO SÁT NGUỒN GEN CÀ CHUA CHÍN CHẬM VÀ KHÁNG VIRUS XOĂN VÀNG LÁ BẰNG CHỈ THỊ PHÂN TỬ DNA

Phan Hữu Tôn^{1,2}, Khúc Ngọc Tuyên², Tống Văn Hải^{1,2} và Nguyễn Đức Bách^{1,2}

¹ Khoa Công nghệ sinh học, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

² Trung tâm Bảo tồn và Phát triển nguồn gen cây trồng, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

Email*: phanhuuton@yahoo.com

Ngày gửi bài: 15.07.2013

Ngày chấp nhận: 21.09.2013

TÓM TẮT

Để chọn tạo thành công giống cà chua chín chậm và kháng virus xoăn vàng lá thì việc sở hữu, đánh giá và tìm được nguồn gen kháng đóng vai trò quan trọng. Trong nghiên cứu này, 200 mẫu giống cà chua đã được khảo sát về các đặc điểm nông sinh học, năng suất, khả năng chín chậm, kháng virus xoăn vàng lá. Đặc biệt là khảo sát khả năng chứa các gen kháng *Ty1*, *Ty2*, *Ty3* và gen chín chậm *rin* bằng chỉ thị phân tử DNA. Kết quả đã phát hiện được 7 mẫu giống có gen *Ty1*, 7 mẫu giống có gen *Ty3*, trong đó 2 mẫu giống chứa đồng thời gen *Ty1* và *Ty3*, phát hiện 6 mẫu giống có gen *rin*. Các mẫu giống chứa gen *Ty1* và *Ty3* đều kháng tốt với 3 nguồn bệnh thu thập từ Hà Nội, Bắc Giang và Hưng Yên. Phát hiện thấy 15 mẫu giống có đặc tính chín chậm, thời gian tồn trữ quả dài, trong đó 6 mẫu giống có chứa gen *rin*.

Từ khóa: Begomoviruses, cà chua, chỉ thị phân tử, gen chín chậm.

Application of DNA Marker to Evaluate Tomato Genetic Resource for Ripening Inhibitor Gene and Yellow Leaf Curl Virus Resistance

ABSTRACT

In order to develop the new tomato varieties with delayed ripening and strong resistance to yellow leaf curl disease, evaluation and identification of the genetic resources bearing desirable genes play a very important role. In this study, 200 tomato accessions were evaluated for bio-agronomic characteristics, yield potential, delayed ripening ability and resistance to yellow leaf curl disease by artificial infection. Application of DNA markers was carried out to identify the resistant genes *Ty1*, *Ty2*, *Ty3* and ripening inhibitor gene (*rin*) in 200 tomato accessions. Results indicated that seven tomato accessions carry resistance gene *Ty1*, 7 accessions contain *Ty3* gene, of which 2 accessions carrying both *Ty1* and *Ty3* gene, and 6 accessions carry *rin* gene. Almost the accessions containing *Ty1* and *Ty3* were strongly resistant to the virus isolates collected from Hanoi, Bacgiang and Hungyen provinces. We also found 15 accessions with slow ripening ability and long shelf life, in which 6 accessions containing ripening inhibitor gene (*rin*).

Keywords: Begomoviruses, DNA marker, ripening inhibitor gene, tomato.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cà chua (*Solanum lycopersicum*) là loại rau ăn quả quan trọng ở nước ta. Ở miền Bắc, cà chua chủ yếu được trồng từ tháng 9 đến tháng 3 năm sau và thu hoạch từ tháng 11 đến cuối tháng 5. Giá bán cà chua thời gian này thường rất thấp, người sản xuất thu được ít lợi nhuận. Trong khi đó, từ tháng 6 - 10 nhu cầu sử dụng cà chua lại

rất cao, giá bán có thể tăng gấp 2 - 3 lần so với thời điểm chính vụ. Vì thế đã có một số biện pháp kỹ thuật nhằm rải vụ như trồng sớm hoặc muộn, trồng trong nhà lưới hay dùng giống chịu nóng. Tuy nhiên, các giống đang trồng chưa có giống nào có đặc tính chín chậm, vì thế vẫn phải thu đến đâu bán ngay đến đó, thời gian rải vụ không dài. Hiện nay, nhiều nước trên thế giới đã chọn tạo được nhiều giống cà chua chín chậm nhờ sử dụng

các dạng đột biến chín chậm hoặc không chín như dạng đột biến chín chậm *alc* (alcobaca), ức chế sự chín *rin* (ripening inhibitor), đột biến không chín *nor* (non-ripening) và không bao giờ chín *Nr* (Never-ripening) (Foolad, 2007; Garg et al., 2008). Những đột biến này có tác dụng làm chậm quá trình chín và sự mềm hóa của quả, giúp quả có thể bảo quản được lâu trong điều kiện bình thường, vận chuyển được xa và chống thối tốt (Foolad, 2007; Garg et al., 2008; McGlasson et al., 1983). Nếu chọn tạo được giống chín chậm, chúng ta sẽ trồng được cà chua chính vụ khi thời tiết thuận lợi, cho năng suất và chất lượng cao, sau đó thu hoạch và bảo quản được lâu, khi nhu cầu tiêu thụ tăng thì xử lý ethylene làm quả chín rồi bán với giá cao. Trồng giống chín chậm còn giúp người trồng chủ động trong thu hái, quả cứng và chống thối tốt cho phép vận chuyển thuận lợi và hạn chế thất thoát sau thu hoạch.

Bên cạnh đó, cà chua bị rất nhiều loại bệnh gây hại, trong đó xoăn vàng lá do một số virus thuộc chi *Begomovirus* gây ra đang là một trong những bệnh gây hại nghiêm trọng, đặc biệt đối với cà chua sớm và trái vụ ở miền Bắc Việt Nam. Bệnh có thể gây giảm năng suất 80 - 90% nếu bị nhiễm sớm (Thơ, 1984). Sử dụng giống kháng virus là biện pháp hiệu quả nhất để phòng chống bệnh này. Hiện nay đã có 5 gen kháng virus, gồm gen *Ty1* (Zamir et al., 1994) và *Ty3* (Ji và Scott, 2006) nằm trên nhiễm sắc thể 6, gen *Ty2* nằm trên nhiễm sắc thể 11 (Hanson et al., 2006), gen *Ty4* nằm trên nhiễm sắc thể 3 (Ji et al., 2008) và gen *Ty5* nằm trên nhiễm sắc thể 4 (Anbinder et al., 2009). Đồng thời các gen này hiện cũng đã được xác định chỉ thị phân tử DNA liên kết chặt với các gen *Ty1*, *Ty2*, *Ty3* và cả gen chín chậm *rin* (Castro et al., 2007; Garcia et al., 2007; Ji et al., 2007; Zhang, 2010) điều này giúp công tác chọn tạo giống cà chua chín chậm và kháng virus xoăn vàng lá bằng chỉ thị phân tử DNA được trở nên dễ dàng hơn. Nghiên cứu này trình bày kết quả khảo sát 200 mẫu giống cà chua đã phát hiện một số mẫu giống có nhiều đặc điểm nông sinh học tốt, năng suất cao, có khả năng chín chậm, kháng virus xoăn vàng lá và chứa các gen *Ty1*, *Ty2*, *Ty3* và *rin*. Đây là nguồn gen quý phục vụ chương trình

chọn tạo giống cà chua mới chín chậm và kháng virus xoăn vàng lá.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

200 mẫu giống cà chua từ Việt Nam, Mỹ, Nhật, Pháp, Nga, và Israel đang được bảo tồn tại Trung tâm Bảo tồn và Phát triển Nguồn gen Cây trồng, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, đối chứng là giống cà chua lai F1 Savior.

2.2. Dụng cụ và hóa chất thí nghiệm

Hóa chất: CTAB, NaCl, Tris-HCl, EDTA, β - mercaptoethanol, phenol, chloroform, isoamyl alcohol, ethanol 100%, ethanol 70%, ethidium bromide, enzyme *TaqI* và dung dịch đệm, enzyme KAPATaq HotStart DNA Polymerase và dung dịch đệm, hỗn hợp 4 loại dNTP, $MgCl_2$, nước cất vô trùng, đệm điện di TAE 1X.

Dụng cụ: máy PCR, micropipet, ống ly tâm 1,5ml, máy ly tâm, bể ổn nhiệt, bộ dụng cụ điện di.

2.3. Phương pháp

2.3.1. Khảo sát đặc điểm nông sinh học, năng suất và chất lượng quả

Hạt giống được gieo trên khay, sau 30 ngày thì trồng ra ruộng theo phương pháp khảo sát tập đoàn, tuần tự không nhắc lại, mỗi mẫu giống trồng 10m², mật độ cây x hàng = 40 x 70m; trồng so le trên luống rộng 1,2m, rãnh rộng 30 cm, trồng vụ thu đông 2012. Đánh giá các chỉ tiêu: thời gian từ trồng đến ra hoa, từ trồng đến thu quả lần đầu, dạng hình sinh trưởng, chiều cao cây, đặc điểm nở hoa, đặc điểm thu quả, tỷ lệ đậu quả, số quả/cây, khối lượng quả trung bình, năng suất cá thể, chỉ số hình dạng quả, màu sắc vai quả xanh, màu sắc quả chín, số ngăn hạt/quả, độ dày thịt quả, khẩu vị, hương thơm, độ ướt thịt quả và độ brix theo tiêu chuẩn ngành 10 TCN 557-2002.

2.3.2. Phát hiện gen *Ty1*, *Ty2*, *Ty3* và *rin* bằng phương pháp PCR

Chiết xuất DNA: bằng CTAB (Doyle và Doyle, 1990) có cải tiến: nghiền 100mg mô lá

non với 350µl dịch chiết (2% CTAB (w/v); 1,5 M NaCl; 100mM Tris-HCl; 20mM EDTA; 2% β - mercaptoethanol) trong ống eppendorf 1,5 ml, thêm tiếp 350µl dịch chiết, trộn đều rồi ủ ở 65°C trong 1 giờ. Thêm 700µl dung dịch hỗn hợp phenol:chloroform:isoamyl alcohol theo tỷ lệ 25:24:1, đảo trộn nhẹ 2-3 phút, rồi ly tâm 12000 rpm/5 phút ở 4°C, hút 400µl dịch lỏng phía trên sang ống eppendorf mới. Thêm 400µl dung dịch Chloroform:Isoamyl Alcohol theo tỷ lệ 24:1, đảo trộn nhẹ 2-3 phút, ly tâm 12000 rpm/5 phút ở 4°C, hút dịch lỏng phía trên sang ống eppendorf mới. Thêm 2,5 lần thể tích ethanol 100% (lạnh) để tủa DNA, ly tâm thu tủa ở 4°C, 12000 rpm/5 phút. Rửa tủa bằng ethanol 70% rồi để khô tự nhiên. Hòa tan DNA trong 50µl đệm TE (10mM Tris-HCl, 1mM EDTA, pH 8.0), bảo quản ADN ở 0°C sử dụng cho phản ứng PCR.

Phản ứng PCR: phát hiện gen *Ty1* bằng cặp mồi JB1F: 5'- aac cat tat ccg gtt cac tc - 3' và JB1R: 5'- ttt cca ttc ctt gtt tet ctg - 3' (Castro et al., 2007); gen *Ty2* bằng cặp mồi T0302F: 5'- tgg ctc atc ctg aag ctg ata gcg c - 3' và TY2R1: 5'- tga t(t/g)t gat gtt ctc (t/a)tc tct (c/a)gc ctg - 3' (Garcia et al., 2007); gen *Ty3* bằng cặp mồi P6-25-F2: 5'- ggt agt gga aat gat gct gct c - 3' và P6-25-R5: 5'- gct ctg cct att gtc cca tat ata acc - 3' (Ji et al., 2007); gen *rin* bằng cặp mồi rinF: 5'- tta ag ttg cga aga act tgg tgt tac ctt - 3' và rinR: 5'- gcc aaa aca ctt caa ttcc ctt taa aag tt -3' (Zhang, 2010). Thành phần phản ứng 25µl gồm: 5µl PCR buffer 5X, 3µl MgCl₂ (25mM), 0,2µl dNTPs (10mM), 1,25µl mỗi xuôi (10µM), 1,25µl mỗi ngược (10µM), 0,1µl KAPATaq HotStart DNA Polymerase (5 U/µl), 1µl DNA mẫu, thêm nước cất đến 25µl. Chu kỳ nhiệt: biến tính ban đầu ở 94°C/5 phút. Thời gian các bước sau tùy mỗi gen: Gen *Ty1* chạy 20 chu kỳ đầu ở 94°C/10 giây, 55°C/30 giây, 72°C/70 giây; 10 chu kỳ sau ở 94°C/10 giây, 53°C/30 giây 72°C/70 giây. Các gen *Ty2*, *Ty3* và *rin* chạy 35 chu kỳ gồm 94°C/30 giây, 53°C/1 phút, 72 °C /1 phút. Kết thúc phản ứng bằng bước kéo dài ở 72°C/5 phút và giữ ở 4°C. Riêng gen *Ty1*, 10µl sản phẩm PCR được ủ qua đêm ở 65°C với 5 đơn vị enzyme *TaqI* để phân biệt alen kháng và mẫn cảm. Điện di sản phẩm PCR trên gel agarose 1,5% trong dung

dịch đệm TAE 1 X, hiệu điện thế 5 Vol/cm, sau đó nhuộm ethidium bromide và chụp ảnh trong buồng UV.

2.3.3. Lây nhiễm nhân tạo bệnh virus xoắn vàng lá

Chồi bệnh dài 4-5cm được tách ra từ những cây cà chua có triệu chứng bệnh điển hình thu từ Kiến Thụy - Hải Phòng, Văn Giang - Hưng Yên và Việt Yên - Bắc Giang ghép lên giống mẫn cảm Hồng lan 50 ngày tuổi để nhân và duy trì các nguồn bệnh. Các giống đánh giá được gieo trong bầu ngày 15/9/2012 (vụ đông), sau 30 ngày tuổi thì tiến hành ghép nêm với chồi bệnh, vị trí ghép ở phần thân phía trên 3 lá thật đầu tiên, mỗi giống ghép 10 cây, sau 10 ngày thì trồng ra ruộng. Sau 40 ngày ghép tiến hành đánh giá mức độ nặng nhẹ theo thang điểm từ 0 - 4 (Lapidot và Friedmann, 2002): 0 - không có triệu chứng bệnh; 1 - cạnh lá hơi vàng; 2 - một số lá chết cuối bị biến vàng và số ít bị xoắn; 3 - nhiều lá biến vàng, xoắn, và cong lên, cây tiếp tục phát triển; 4 - cây còi cọc và biến vàng rất nghiêm trọng, lá xoắn và cong, cây ngừng phát triển.

2.3.4. Đánh giá tính chín chậm

Tiến hành trong vụ đông 2012, mỗi giống theo dõi 10 quả to tối đa về các chỉ tiêu: thời gian quả chín tính từ khi quả to tối đa đến bắt đầu chín (khi < 10% diện tích bề mặt quả chuyển màu chín), rồi tiến hành thu quả, đặt lên giàn, để trong phòng thoáng và tiếp tục theo dõi các chỉ tiêu: thời gian quả chín hoàn toàn tính từ khi quả bắt đầu chín đến khi trên 90% bề mặt quả chuyển màu chín và thời gian tồn trữ quả tính từ khi quả bắt đầu chín đến khi mồm hoặc có dấu hiệu thối hỏng.

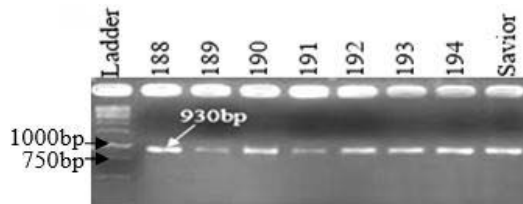
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định gen *Ty1*, *Ty2*, *Ty3* và *rin*

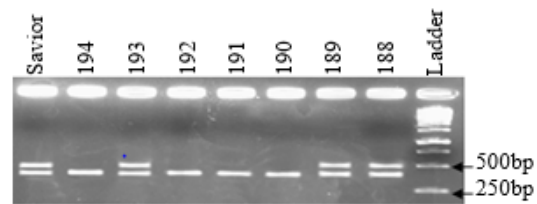
Gen *Ty1* được Zamir et al. (1994) xác định nằm trên nhiễm sắc thể số 6, nằm giữa chỉ thị TG297 và TG97. Castro et al. (2007) dựa trên cơ sở chỉ thị RFLP CT21 công bố liên kết với gen *Ty1* với khoảng cách 8,6cM, đã thiết kế cặp mồi JB-1F/R chuyển thành phương pháp PCR để

phát hiện gen *Ty1*. Sản phẩm nhân PCR thu được có kích thước khoảng 900bp (hình 1a), sau khi cắt bằng enzyme *TaqI*, mẫu giống không chứa gen *Ty1* hay chứa alen lặn *ty1* sẽ cho một vạch băng dài 400bp, mẫu giống chứa gen *Ty1* sẽ có 2 vạch băng dài 400bp và 500bp. Theo Garcia và Maxwell (2011), nguyên nhân khác nhau này là do sản phẩm PCR từ alen kháng *Ty1* chỉ có một vị trí cắt của *TaqI* tạo ra hai vạch băng khoảng 400 và 500 bp, còn alen mất *ty1* có 2 vị trí cắt tạo ra 3 sản phẩm, nhưng trong đó 2 sản phẩm có cùng kích thước ~ 400 và 1 sản phẩm có kích thước <100bp nên chỉ thấy một vạch ~ 400bp. Kết quả điện di sản phẩm PCR với chỉ thị JB-1 (Hình 1a) chúng tôi đã thu được vạch băng khoảng 900bp rõ nét ở tất cả các mẫu giống. Sau khi ủ sản phẩm PCR với *TaqI*, tất cả các mẫu giống đều có chung một băng khoảng hơn 400bp, riêng các mẫu giống 139, 154, 188, 189, 193, 198 và Savior xuất hiện thêm một băng 500bp tương ứng với gen kháng *Ty1* (Hình 1b). Như vậy, trong số 200 mẫu giống phân tích, đã phát hiện có 7 mẫu giống mang gen *Ty1* gồm 139, 154, 188, 189, 193, 198 và Savior, có 3 mẫu giống cà chua đại *S. chilense* là

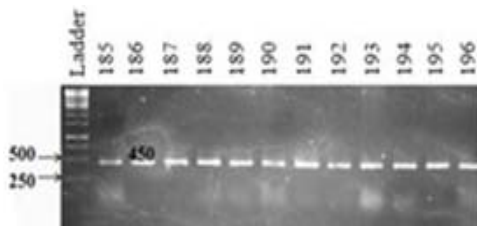
số 154, 188 và 193. Còn lại đều thuộc loài cà chua trồng *S. lycopersicum*. Gen *Ty2* được Hanson et al. (2006) xác định nằm trên nhánh dài nhiễm sắc thể 11, nằm giữa chỉ thị TG36 và TG26. Garcia et al. (2007) đã phát triển chỉ thị SCAR T0302 liên kết chặt với gen *Ty2*, sử dụng cặp mồi T0302F/TY2R1, cho phép phát hiện được kiểu gen kháng đồng và dị hợp tử. Sản phẩm PCR sau điện di có một băng dài 600bp là những mẫu giống có chứa gen kháng *Ty2* đồng hợp tử, giống có một băng dài 450bp là không chứa gen *Ty2*, còn giống nào có ba băng 450, 600 và 700 bp là những giống chứa gen *Ty2* dị hợp tử. Kết quả cho thấy toàn bộ 200 mẫu giống đều cho một vạch băng dài 450bp (Hình 2), chứng tỏ không có mẫu giống nào có chứa gen kháng *Ty2*. Theo Ji et al. (2007), gen *Ty3* có nguồn gốc từ các mẫu giống LA2779, LA1932 và LA1969 thuộc loài đại *S. chileense*, gen này nằm trên nhiễm sắc thể 6, cách gen G8 5cM. Trình tự gen G8 ở 3 mẫu cà chua đại này có sự khác nhau (Ji et al., 2007). Cặp mồi P6-25 F2/R5 được thiết kế để nhân lên vùng DNA bao gồm gen G8, tạo ra sản phẩm PCR là một băng dài 450bp với alen kháng *Ty3* từ LA2779, một băng 630 bp với alen



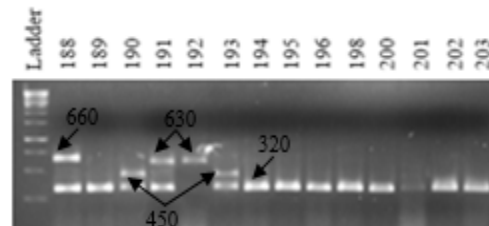
Hình 1a. Ảnh điện di sản phẩm PCR gen *Ty1* bằng cặp mồi Jb-1F/R



Hình 1b. Sản phẩm PCR gen *Ty1* với chỉ thị Jb-1 sau khi cắt bằng *TaqI*.



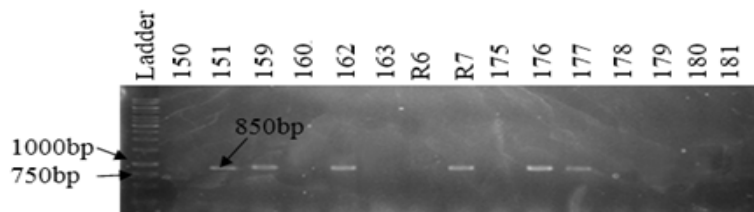
Hình 2. Ảnh điện di sản phẩm PCR phát hiện gen *Ty2* với cặp mồi T0302F/TY2R1



Hình 3. Ảnh điện di sản phẩm PCR phát hiện gen *Ty3* với cặp mồi P6-25F2/R5

Ty3 từ LA1932, và một băng 660bp với alen *Ty3* từ LA1969, alen mẫn cảm *ty3* cho một vạch băng dài 320bp. Để phân biệt các alen kháng *Ty3* từ 3 mẫu cà chua đại này, alen từ LA2779 được gọi là *Ty3*, từ LA1932 là *Ty3a* và từ LA1969 là *Ty3b*. Do đó, con lai dị hợp tử F1 mang gen *Ty3* sẽ cho 2 vạch băng là 320 bp và 450bp (*Ty3*) hoặc 630bp (*Ty3a*) hoặc 660 bp (*Ty3b*). Kết quả phân tích (Hình 4) cho thấy phần lớn các giống đều có một băng 320bp, chứng tỏ chúng có kiểu gen mẫn cảm đồng hợp tử lặn *ty3/ty3*, 3 giống 192, 165 và 166 có một băng dài 630bp có kiểu gen *Ty3a/Ty3a*. Bốn giống cho 2 vạch băng là: 191 có 2 vạch băng dài 630bp (*Ty3a*) và 320bp (*ty3*), 188 cho hai băng 660 (*Ty3b*) và 320bp (*ty3*), 190 và 193 cho hai băng 450 (*Ty3*) và 320bp (*ty3*) (Hình 3) là những giống có kiểu gen kháng *Ty3* dị hợp tử. Bốn giống này đều thuộc loài cà chua đại *S. chilense*, có thể do giao phấn tự nhiên nên đã mang các gen kháng dị hợp tử. Như vậy, trong số 200 mẫu giống nghiên cứu chúng tôi đã phát hiện được 3 mẫu giống mang gen kháng đồng hợp tử *Ty3/Ty3* là: 192, 165 và 166, bốn mẫu giống mang gen dị hợp tử *Ty3/ty3* là: 188, 190, 191 và 193.

Gen ức chế sự chín *rin* đã được xác định nằm trên nhiễm sắc thể số 5 (Vrebalov et al. (2002). Để phát hiện gen này, Zhang (2010) đã thiết kế cặp mồi rinF/R dựa trên trình tự phần cuối của gen *rin* được công bố bởi Vrebalov et al. (2002). Cặp mồi này nhân PCR cho sản phẩm là một băng dài 850bp ở các mẫu giống có gen *rin*, mẫu giống không chứa gen *rin* sẽ không nhân lên. Kết quả phân tích PCR thu được 6/200 mẫu giống xuất hiện vạch băng dài 850bp, gồm: 151, 159, 162, 176, 177 và R7 (Hình 4). Như vậy, đã phát hiện được 6 mẫu giống mang gen ức chế sự chín *rin*.



Hình 4. Ảnh điện di sản phẩm PCR phát hiện gen *rin*

3.2. Khả năng kháng virus xoăn vàng lá

Để đánh giá khả năng kháng virus xoăn vàng lá của 200 mẫu, chúng tôi ghép đoạn chồi bệnh lên cây nghiên cứu ở 30 ngày tuổi, sử dụng 3 nguồn bệnh được thu thập từ Hải Phòng, Hưng Yên và Bắc Giang. Kết quả ở bảng 1 cho thấy tất cả các mẫu giống chứa gen kháng đều kháng tốt với cả 3 nguồn bệnh. Những mẫu giống chứa gen *Ty1* biểu hiện kháng tốt đối với cả 3 nguồn bệnh đạt điểm từ 0 - 2. Tương tự như vậy đối với những mẫu giống chứa gen *Ty3* cũng kháng tốt với cả 3 nguồn bệnh với điểm kháng là 1/0/0. Riêng mẫu giống số 188 và 193 chứa cả hai gen *Ty1* và *Ty3* thì kháng hoàn toàn, không biểu hiện triệu chứng bệnh điểm kháng 0/0/0. Giống đối chứng Savior mang gen kháng *Ty1* kháng tốt với nguồn bệnh thu từ Hải Phòng và Hưng yên, kháng vừa với nguồn bệnh thu từ Bắc Giang lần lượt đạt điểm 1, 1 và 2. Các mẫu giống khác không có gen kháng đều nhiễm và nhiễm nặng với điểm kháng 3 hoặc 4 (số liệu không được trình bày trong bài báo này).

3.3. Đánh giá tính chín chậm của các mẫu giống

Tính chín chậm của quả thể hiện thông qua các chỉ tiêu như thời gian quả đạt kích thước tối đa đến bắt đầu chín, thời gian từ bắt đầu chín đến chín hoàn toàn và thời gian tồn trữ quả. Kết quả đánh giá đã phát hiện 15 mẫu giống có đặc tính chín chậm (Bảng 2), các giống chín chậm chủ yếu biểu hiện thông qua thời gian từ bắt đầu chín đến chín hoàn toàn dài từ 11,7 (mẫu giống 172) đến 29,6 ngày (mẫu giống 179), thời gian này ở đối chứng Savior không chín chậm là 6,7 ngày. Bên cạnh đó, giống chín chậm có thời gian tồn trữ quả dài do sự mềm hóa và sự chín kéo dài hơn bình thường (Foolad, 2007; Garg et al., 2008).

Bảng 1. Phản ứng của các mẫu giống mang gen kháng với 3 nguồn virus xoăn vàng lá

Mẫu giống	Loài	Gen kháng	Điểm kháng		
			Nguồn bệnh Hải Phòng	Nguồn bệnh Hưng Yên	Nguồn bệnh Bắc Giang
139	<i>Solanum lycopersicum</i>	Ty1	0	0	1
154	<i>Solanum chilense</i>	Ty1	0	0	1
165	<i>Solanum lycopersicum</i>	Ty3/Ty3	1	0	0
166	<i>Solanum lycopersicum</i>	Ty3/Ty3	1	0	0
188	<i>Solanum chilense</i>	Ty1, Ty3/ty3	0	0	0
189	<i>Solanum lycopersicum</i>	Ty1	0	0	2
190	<i>Solanum chilense</i>	Ty3/ty3	1	0	0
191	<i>Solanum chilense</i>	Ty3/ty3	1	0	0
192	<i>Solanum lycopersicum</i>	Ty3/Ty3	1	0	0
193	<i>Solanum chilense</i>	Ty1, Ty3/ty3	0	0	1
198	<i>Solanum lycopersicum</i>	Ty1	0	0	1
Savior	<i>Solanum lycopersicum</i>	Ty1	1	1	2

Bảng 2. Đặc tính chín chậm của một số mẫu giống cà chua

Mẫu giống	Gen	Thời gian (ngày)		
		Quả bắt đầu chín	Quả chín hoàn toàn	Thời gian tồn trữ
151	<i>rin</i>	14,2	13,0	46,3
152	-	16,6	29,2	51,0
159	<i>rin</i>	14,6	12,2	54,2
160	-	11,0	24,6	42,0
162	<i>rin</i>	11,3	13,1	54,5
163	-	12,0	25,0	63,2
172	-	12,5	11,7	45,0
175	-	10,8	10,4	42,2
176	<i>rin</i>	21,7	21,2	68,0
177	<i>rin</i>	13,5	14,2	42,3
178	-	11,6	18,3	67,5
179	-	16,8	29,6	65,5
180	-	10,6	19,4	47,0
181	-	10,8	17,3	51,0
R7	<i>rin</i>	13,2	21,5	54,0
Savior	-	5,2	6,7	21,5

Chú thích: “-”: không mang gen *rin*

Kết quả đánh giá của chúng tôi cũng cho thấy các giống bình thường đều có thời gian bảo quản ngắn, phần lớn đạt dưới 20 ngày, trong khi các giống chín chậm có thời gian tồn trữ dài từ 42,0 (giống số 160) đến 68,0 ngày (giống 176), giống đối chứng chỉ có 21,5 ngày. Trong số các

giống biểu hiện tính chín chậm, chỉ có 6 giống mang gen *rin* là: 151, 159, 162, 176, 177 và R7. Các giống còn lại không chứa gen *rin*, có thể chứa một gen chín chậm khác. Một quan sát thú vị nữa là quả của các giống có đặc tính chín chậm khi chín hoàn toàn đều có màu vàng.