

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
VIỆN KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

TỔNG VĂN HẢI

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CHỈ THỊ PHÂN TỬ TRONG
CHỌN TẠO GIỐNG CÀ CHUA KHÁNG BỆNH XOĂN VÀNG LÁ
VÀ BỆNH MỐC SƯƠNG Ở MIỀN BẮC VIỆT NAM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ NÔNG NGHIỆP

HÀ NỘI - 2022

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

VIỆN KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

TỔNG VĂN HẢI

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CHỈ THỊ PHÂN TỬ TRONG
CHỌN TẠO GIỐNG CÀ CHUA KHÁNG BỆNH XOĂN VÀNG LÁ
VÀ BỆNH MỐC SƯƠNG Ở MIỀN BẮC VIỆT NAM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ NÔNG NGHIỆP

Chuyên ngành: Công nghệ Sinh học

Mã số: 9420201

Người hướng dẫn khoa học: GS.TS. Phan Hữu Tôn

HÀ NỘI - 2022

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan, đây là công trình nghiên cứu của tôi dưới sự hướng dẫn khoa học của GS. TS. Phan Hữu Tôn, các số liệu và kết quả nghiên cứu trong luận án này là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ một công trình nào khác.

Tôi xin cam đoan rằng, mọi sự giúp đỡ, hợp tác cho việc thực hiện luận án này đã được cảm ơn và các thông tin trích dẫn trong luận án này đều được chỉ dẫn rõ nguồn gốc.

Tác giả luận án

NCS. Tống Văn Hải

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận án này, tôi đã nhận được sự quan tâm, giúp đỡ của các thầy cô giáo, các tập thể, cá nhân, gia đình cùng bạn bè đồng nghiệp.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến GS. TS. Phan Hữu Tôn, Học viện Nông nghiệp Việt Nam là người tận tình giúp đỡ, hướng dẫn tôi trong suốt thời gian thực hiện đề tài.

Tôi xin chân thành cảm ơn lãnh đạo Học viện Nông nghiệp Việt Nam, các thầy cô giáo Bộ môn Sinh học Phân tử và Công nghệ Sinh học Ứng dụng - Khoa Công nghệ Sinh học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã góp ý về mặt chuyên môn và tạo mọi điều kiện thuận lợi về tài liệu khoa học, cơ sở vật chất, thiết bị phục vụ nghiên cứu để tôi hoàn thành công trình khoa học này.

Tôi xin chân thành cảm ơn tập thể lãnh đạo, các nhà khoa học và cán bộ viên chức Viện Di truyền Nông nghiệp, nơi tôi sinh hoạt khoa học, đã giúp đỡ và tạo điều kiện cho tôi trong suốt quá trình thực hiện đề tài.

Tôi xin chân thành cảm ơn tập thể cán bộ Ban Thông tin và Đào tạo - Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam đã giúp đỡ tôi trong học tập và hoàn thành luận án.

Sự thành công ngày hôm nay là kết quả sự động viên, khích lệ to lớn của gia đình, người thân đã dành thời gian, công sức và kinh phí để tôi hoàn thành công trình khoa học này.

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, Ngày tháng năm 2022

Tác giả

Tống Văn Hải

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT.....	vi
DANH MỤC BẢNG.....	viii
DANH MỤC HÌNH	xi
MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Mục tiêu của đề tài	3
3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	3
3.1. Ý nghĩa khoa học	3
3.2. Ý nghĩa thực tiễn.....	4
4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	4
4.1. Đối tượng nghiên cứu.....	4
4.2. Vật liệu nghiên cứu	4
4.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu	4
5. Những đóng góp mới của luận án	5
Chương 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU	6
1.1. Tình hình sản xuất và tiêu thụ cà chua trên thế giới và ở Việt Nam.....	6
1.1.1. Tình hình sản xuất và tiêu thụ cà chua trên thế giới	6
1.1.2. Sản xuất và tiêu thụ cà chua ở Việt Nam	8
1.2. Những nghiên cứu về bệnh xoăn vàng lá và mốc sương	11
1.2.1. Những nghiên cứu về bệnh xoăn vàng lá.....	11
1.2.2. Những nghiên cứu về bệnh mốc sương.....	15
1.3. Nghiên cứu về gen kháng bệnh xoăn vàng lá, bệnh mốc sương và các chỉ thị phân tử DNA liên kết.....	20
1.3.1. Những nghiên cứu về gen kháng bệnh xoăn vàng lá và các chỉ thị liên kết.....	20

1.3.2. Những nghiên cứu về gen kháng bệnh mốc sương và các chỉ thị liên kết.....	29
1.4. Chọn tạo giống ứng dụng MAS	33
1.4.1. Khái niệm	33
1.4.2. MAS trong chọn tạo giống kháng bệnh	34
Chương 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	48
2.1. Vật liệu nghiên cứu	48
2.2. Nội dung nghiên cứu.....	48
2.2.1. Đánh giá đặc điểm nông sinh học chính của 230 mẫu giống cà chua	48
2.2.2. Phát hiện gen kháng bệnh xoắn vàng lá và gen kháng bệnh mốc sương bằng chỉ thị phân tử.....	48
2.2.3. Xác định gen kháng bệnh xoắn vàng lá và bệnh mốc sương cà chua hữu hiệu bằng lây nhiễm nhân tạo.....	48
2.2.4. Lai, chọn tạo giống mới	49
2.3. Địa điểm và thời gian nghiên cứu	49
2.4. Phương pháp nghiên cứu.....	50
2.4.1. Phương pháp đánh giá đặc điểm nông sinh học chính của 230 mẫu giống cà chua.....	50
2.4.2. Phương pháp phát hiện gen kháng bệnh xoắn vàng lá và gen kháng bệnh mốc sương bằng chỉ thị phân tử	53
2.4.3. Phương pháp xác định gen kháng bệnh hữu hiệu bằng lây nhiễm nhân tạo	54
2.4.4. Phương pháp lai, chọn tạo giống mới	55
2.5. Phương pháp, kỹ thuật chăm sóc cây con	61
2.6. Phương pháp xử lý số liệu thí nghiệm	61
Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	62
3.1. Đặc điểm nông sinh học chính của 230 mẫu giống cà chua nghiên cứu	62
3.1.1. Nghiên cứu về kiểu hình sinh trưởng.....	62
3.1.2. Nghiên cứu về các giai đoạn sinh trưởng.....	62
3.1.3. Một số đặc điểm hình thái lá và cấu trúc cây.....	64
3.1.4. Một số đặc điểm hình thái, cấu trúc hoa và đặc điểm nở hoa.....	66
3.1.5. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất.....	68

3.1.6. Một số đặc điểm hình thái, chất lượng quả.....	71
3.2. Phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương bằng chỉ thị phân tử.....	74
3.2.1. Phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá.....	74
3.2.2. Phát hiện gen kháng bệnh mốc sương.....	81
3.3. Xác định gen kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương hữu hiệu bằng lây nhiễm nhân tạo	85
3.3.1. Lây nhiễm nhân tạo xác định gen kháng bệnh xoăn vàng lá hữu hiệu	85
3.3.2. Lây nhiễm nhân tạo xác định gen kháng bệnh mốc sương hữu hiệu.....	89
3.4. Lai, chọn tạo giống mới	91
3.4.1. Lai giữa những mẫu giống cà chua chứa gen kháng với các mẫu giống tốt.....	92
3.4.2. Chọn lọc các cá thể trong quần thể F2 mang gen kháng bệnh đồng hợp tử.....	96
3.4.3. Tách dòng.....	101
3.4.4. Đánh giá và so sánh các dòng chọn lọc	104
3.4.5. Khảo nghiệm các dòng cà chua ưu tú	114
KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ.....	137
1. Kết luận	137
2. Đề nghị.....	138
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ	139
TÀI LIỆU THAM KHẢO	140
PHỤ LỤC.....	157

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

AFLP	Amplified Flagment Length Polymorphism (Đa hình độ dài nhân bản chọn lọc)
AVRDC	Asia Vegetale Research and Developoment Center (Trung tâm nghiên cứu và phát triển rau châu Á) hiện tại đổi tên thành (<i>World Vegetable Center</i>)
Bp	Cặp bazơ (Base pairs)
BHH	Bán hữu hạn
BSA	Bovine Serum Albumin (Albumin huyết thanh bò)
CAPS	Cleaved Amplification Polymorphic Sequence (Chuỗi đa hình nhân bản được cắt hạn chế)
CIP	Center International Potato (Trung tâm khoai tây quốc tế)
CSB	Chỉ số bệnh
CTAB	Dung dịch đệm Cetyl trimethylammonium bromide
CTPT	Chỉ thị phân tử
Đ/C	Đối chứng
ĐG	Đơn giản
ĐH	Đỏ hồng
dNTP	Deoxynucleotide triphosphates
ĐT	Đỏ thẫm
DNA	Deoxyribonucleic acid
FAO	Food and Agriculture Organization (Tổ chức Nông lương thế giới)
HH	Hữu Hạn
GCA	General combinaing ability (Khả năng kết hợp chung)
ISSR	Inter - Simple Sequence Repeat (Xen giữa các trình tự lặp lại đơn giản)
KHST	Kiểu hình sinh trưởng
KLTBQ	Khối lượng trung bình quả
LCC	Lá cà chua
Maker	Chỉ thị
MAS	Marker assised selection (Chỉ thị hỗ trợ chọn lọc)
NSLT	Năng suất lý thuyết
NSTT	Năng suất thực thu

OFR	Opend reading frams (Khung đọc mở)
PCR	Polymerase Chain Reaction (Chuỗi phản ứng trùng hợp)
QTLs	Quantitative trait loci (Tính trạng số lượng)
RAPD	Random Amplified Polymorphic DNA (Đa hình các đoạn DNA nhân ngẫu nhiên)
RCB	Khối Ngẫu nhiên đủ (Randomized Completely Block)
SCAR	Sequence characterized amplified region (Vùng nhân bản chuỗi được mô tả)
SL	Số lượng
SRAP	Sequence - related amplified polymorphism (Trình tự - đa hình được khuếch đại liên quan)
SSR	Simple Sequence Repeat (Các chuỗi lặp lại đơn giản)
STS	Sequence Tagged Site (Vị trí chuỗi đánh dấu)
TG	Trung gian
TGST	Thời gian sinh trưởng
ToLCHanV	Tomato leaf curl Hanoi Virus (Vi rút xoắn vàng lá cà chua Hà Nội)
ToMoV	Tomato Mottle Virus
ToLCVV	Tomato leaf curl Vietnam virus (Vi rút xoắn lá Việt Nam)
TYLCD	Tomato yellow leaf curl diseas (Bệnh xoắn vàng lá cà chua)
TYLCV	Tomato yellow leaf curl virus (Vi rút xoắn vàng lá cà chua)
TYLCVNV	Tomato yellow leaf curl Vietnam virus (virut xoắn vàng lá Việt Nam)
TL	Tỷ lệ
TT	Thứ tự
T. Xanh	Trắng xanh
XVL	Xoắn vàng lá
VH	Vô hạn

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Diện tích, năng suất và sản lượng cà chua trên thế giới	6
Bảng 1.2. Sản lượng cà chua của 10 nước sản xuất lớn nhất thế giới từ năm 2016 đến năm 2020	7
Bảng 1.3. Diện tích, năng suất và sản lượng cà chua ở Việt Nam từ 2015-2019	9
Bảng 1.4. Diện tích, năng suất, sản lượng cà chua của 10 tỉnh thành đứng đầu cả nước trong năm 2017.....	9
Bảng 1.5. Các <i>begomovirus</i> gây bệnh xoăn vàng lá cà chua đã phát hiện ở Việt Nam	13
Bảng 1.6. Một số chỉ thị liên kết với các gen kháng bệnh xoăn vàng lá.....	28
Bảng 2.1. Chỉ thị và trình tự mỗi phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá và gen kháng bệnh mốc sương.....	54
Bảng 2.2. Các chỉ tiêu theo dõi và cách đánh giá theo QCVN01-63: 2011/BNNPTNT [1].....	57
Bảng 3.1. Thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng của các mẫu giống cà chua vụ đông 2016.....	64
Bảng 3.2. Một số đặc điểm hình thái lá và cấu trúc cây của 230 mẫu giống cà chua vụ đông 2016	66
Bảng 3.3. Các đặc điểm hình thái, cấu trúc hoa và đặc điểm nở hoa của 230 mẫu giống cà chua vụ đông 2016.....	68
Bảng 3.4. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của các mẫu giống cà chua vụ đông 2016	70
Bảng 3.5. Một số đặc điểm hình thái, chất lượng quả của 230 mẫu giống cà chua vụ đông 2016	72
Bảng 3.6. Một số đặc điểm nông sinh học của các mẫu giống tốt được sàng lọc từ 230 mẫu giống trong điều kiện vụ Đông 2016	73
Bảng 3.7. Các mẫu giống cà chua chứa gen kháng bệnh xoăn vàng lá được phát hiện bằng chỉ thị phân tử DNA	80
Bảng 3.8. Danh sách các mẫu giống chứa gen kháng <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i>	84

Bảng 3.9. Khả năng kháng bệnh xoăn vàng lá của các mẫu giống mang gen gen.....	88
Bảng 3.10. Khả năng kháng bệnh mốc sương của các mẫu giống mang gen kháng...	90
Bảng 3.11a. 19 tổ hợp lai F1 tốt chứa gen kháng bệnh xoăn vàng lá, ưu thế lai cao...	93
Bảng 3.11b. 29 tổ hợp lai F1 tốt mang gen kháng bệnh mốc sương, ưu thế lai cao....	94
Bảng 3.12. Số lượng cá thể mang gen kháng <i>Ty1</i> và <i>Ty3</i> đồng hợp tử	98
Bảng 3.13. Số lượng cá thể mang gen kháng <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i> đồng hợp tử.....	100
Bảng 3.14a. Nguồn gốc và đặc điểm của 20 dòng cà chua mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá <i>Ty1</i> và <i>Ty3</i>	101
Bảng 3.14b. Nguồn gốc và đặc điểm của 24 dòng cà chua mang gen kháng bệnh mốc sương <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i>	102
Bảng 3.15a. Một số đặc điểm nông sinh học chính của các dòng mới chọn tạo mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá trong vụ Đông 2018.....	105
Bảng 3.15b. Một số đặc điểm nông sinh học chính của các dòng mới chọn tạo mang gen kháng bệnh mốc sương trong vụ Đông 2018	106
Bảng 3.16. Đặc điểm của 9 dòng cà chua ưu tú.....	113
Bảng 3.17. Một số đặc điểm sinh trưởng, phát triển chính của 9 dòng cà chua ưu tú năm 2019 tại Gia Lâm, Hà Nội.....	115
Bảng 3.18. Một số đặc điểm hình thái và chất lượng quả của 9 dòng ưu tú khảo nghiệm vụ Đông và Xuân hè 2019 tại Gia Lâm, Hà Nội	116
Bảng 3.19. Hàm lượng một số thành phần hóa sinh trong quả của các dòng cà chua ưu tú khảo nghiệm cơ bản tại Gia Lâm, Hà Nội.....	118
Bảng 3.20. Một số yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các dòng cà chua ưu tú vụ trong Đông 2019 và Xuân hè 2019 tại Gia Lâm, Hà Nội	119
Bảng 3.21. Một số bệnh hại của các dòng cà chua ưu tú trên đồng ruộng tại Gia Lâm, Hà Nội	122
Bảng 3.22a. Khả năng kháng bệnh xoăn vàng lá bằng lây nhiễm nhân tạo tại Gia Lâm, Hà Nội	123
Bảng 3.22b. Khả năng kháng bệnh mốc sương bằng lây nhiễm nhân tạo tại Gia Lâm, Hà Nội	124

Bảng 3.23. Thời gian sinh trưởng, chiều cao cây và khả năng chống chịu bệnh hại chính của các dòng cà chua ưu tú năm 2019-2020 tại Sóc Sơn, Hà Nội	126
Bảng 3.24. Yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các dòng cà chua ưu tú khảo nghiệm tại Hà Nội vụ Đông 2019, Xuân hè 2020 và Đông 2020	128
Bảng 3.25. Thời gian sinh trưởng, chiều cao cây và khả năng chống chịu bệnh hại chính của các dòng cà chua ưu tú năm 2019-2020 tại Mộc Châu, Sơn La..	129
Bảng 3.26. Yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các dòng cà chua ưu tú khảo nghiệm tại Sơn La vụ Đông 2019, Xuân hè 2020 và Đông 2020	131
Bảng 3.27. Thời gian sinh trưởng, chiều cao cây và khả năng chống chịu bệnh hại chính của các dòng cà chua ưu tú năm 2019-2020 tại Hải Phòng	132
Bảng 3.28. Yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các dòng cà chua ưu tú khảo nghiệm tại Hải Phòng vụ Đông 2019, Xuân hè 2020 và Đông 2020.....	134

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Sản lượng cà chua của các vùng trên thế giới.....	8
Hình 1.2. Các quốc gia và vùng lãnh thổ nơi bệnh xoăn vàng lá được báo cáo được đánh dấu bằng màu đỏ cam.....	13
Hình 1.3. Cơ chế lan truyền của virus [68].....	15
Hình 1.4. Chu kì phát triển của nấm <i>P. infestans</i> [80].....	19
Hình 1.5. Bản đồ gen <i>Ty1</i> trên nhiễm sắc thể số 6 và các chỉ thị liên kết	22
Hình 1.6. Bản đồ gen <i>Ty2</i> trên nhiễm sắc thể số 11 và chỉ thị liên kết [126].....	24
Hình 1.7. Bản đồ gen <i>Ty-3</i> trên nhiễm sắc thể số 6 [76].....	25
Hình 1.8. Bản đồ phân tử gen <i>Ty4</i> trên nhiễm sắc thể số 3 [74].....	26
Hình 1.9. Bản đồ di truyền xác định vị trí và liên kết của gen <i>Ph-3</i>	32
Hình 2.1. Sơ đồ nội dung và thời gian nghiên cứu	50
Hình 2.2. Sơ đồ lai chọn tạo giống cà chua thuần.....	56
Hình 3.1. Dạng lá ở các mẫu giống cà chua nghiên cứu.....	65
Hình 3.2. Các dạng chùm hoa đơn giản (B), trung gian (A) và phức tạp (C) ở các mẫu giống nghiên cứu.....	67
Hình 3.3. Điện di sản phẩm PCR sử dụng cặp mồi nhân đoạn chỉ thị TG97 cắt bởi enzyme <i>TaqI</i>	75
Hình 3.4. Điện di sản phẩm PCR sử dụng cặp mồi T0302F/R1 nhân đoạn chỉ thị T0302 phát hiện gen <i>Ty2</i>	77
Hình 3.5. Điện di sản phẩm PCR sử dụng cặp mồi P6-25 phát hiện gen <i>Ty3</i>	78
Hình 3.6. Điện di sản phẩm PCR sử dụng chỉ thị C2_AT5g51110 phát hiện gen <i>Ty4</i>	79
Hình 3.7. Điện di sản phẩm PCR sử dụng chỉ thị TM719 phát hiện gen <i>ty5</i>	79
Hình 3.8. Điện di sản phẩm PCR cắt bởi enzyme <i>Hinf I</i> sử dụng chỉ thị UF-Ph2-1 phát hiện gen kháng bệnh mốc sương <i>Ph2</i>	82
Hình 3.9. Điện di sản phẩm PCR sử dụng chỉ thị SCU602 phát hiện gen <i>Ph3</i> ...	83
Hình 3.10. Ghép lây nhiễm nhân tạo đánh giá tính kháng bệnh xoăn vàng lá	86

Hình 3.11. Cây cà chua sau 30 ngày lây nhiễm với nguồn bệnh thu thập tại Hưng Yên.....	86
Hình 3.12. Thang điểm đánh giá bệnh mốc sương bằng lây nhiễm nhân tạo.....	91
Hình 3.13. Khả năng kháng nhiễm của các mẫu giống mang gen với isolate bệnh mốc sương thu thập tại Hà Nội.....	91
Hình 3.14. Chọn lọc cây F1 của tổ hợp lai TP130F1 (H12 x AVRDC188) bằng chỉ thị TG97 và cắt enzyme giới hạn <i>TaqI</i>	95
Hình 3.15. Xác định cây F1 của tổ hợp lai (H12 x AVRDC195) bằng chỉ thị P6-25	95
Hình 3.16. Kiểm tra con lai F1 sử dụng chỉ thị UF-Ph2-1 của các tổ hợp lai	95
Hình 3.17. Kiểm tra con lai F1 sử dụng chỉ thị SCU60 của các tổ hợp lai.....	96
Hình 3.18. Chọn lọc cá thể mang gen <i>Ty1</i> trong quần thể lai F2 bằng chỉ thị TG97 và cắt enzyme giới hạn <i>TaqI</i>	97
Hình 3.19. Chọn lọc cá thể mang gen <i>Ty3</i> từ quần thể F2 bằng chỉ thị P6-25	97
Hình 3.20. Chọn lọc cá thể mang gen <i>Ph2</i> từ quần thể lai F2 bằng chỉ thị UF- <i>Ph2-1</i> sản phẩm PCR được cắt bởi enzyme <i>HinfI</i>	99
Hình 3.21. Chọn lọc cá thể mang gen <i>Ph3</i> từ quần thể lai F2 bằng chỉ thị SCU06	99
Hình 3.22. Kiểm tra gen kháng <i>Ty1</i> của dòng cà chua TP130 bằng chỉ thị TG97 và enzyme giới hạn <i>TaqI</i>	103
Hình 3.23. Kiểm tra gen <i>Ty3</i> của dòng cà chua TP135 bằng chỉ thị P6-25	103
Hình 3.24. Kiểm tra gen <i>Ph2</i> ở các dòng bằng chỉ thị UF- <i>Ph2-1</i> , sản phẩm PCR sau khi được cắt bởi enzyme <i>HinfI</i>	104
Hình 3.25. Kiểm tra gen <i>Ph3</i> ở các dòng chọn lọc bằng chỉ thị SCU60	104
Hình 3.26. Biểu đồ năng suất thực thu của các dòng cà chua ưu tú khảo nghiệm cơ bản trong vụ Đông 2019 và Xuân hè 2019 tại Gia Lâm	120
Hình 3.27. Khả năng kháng bệnh mốc sương bằng lây nhiễm nhân tạo	125
Hình 3.28. Sơ đồ chọn tạo giống.....	136

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Cà chua là cây rau ăn quả có tên khoa học *Lycopersicon esculentum* Mill, được trồng hầu hết ở các nước trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Chúng là một nguồn dinh dưỡng tuyệt vời, cung cấp các hợp chất chống oxy hóa hoạt tính sinh học, bao gồm các khoáng chất, vitamin C và E, β -carotene, lycopene, flavonoid, axit hữu cơ, phenolic [114], [127], [128]. Ngoài đặc tính chống oxy hóa, các chất khoáng như: Natri, kali, magiê, canxi, mangan, đồng, kẽm và iốt có thể làm giảm nguy cơ mắc bệnh tim mạch và một số bệnh khác, góp phần bảo vệ sức khỏe của con người [41], [115].

Cà chua rất đa dụng, quả có thể sử dụng cho ăn tươi, nấu chín và là nguyên liệu trong công nghiệp chế biến thực phẩm. Từ cà chua có thể chế biến ra nhiều loại sản phẩm khác nhau như: Cà chua đóng hộp nguyên quả, nước cà chua cô đặc, tương cà chua, mứt cà chua, bột cà chua... Chính vì vậy cà chua là mặt hàng xuất khẩu rất giá trị và có nhu cầu cao trên thế giới, giá trị mặt hàng này hàng năm đạt 5 tỷ USD [44].

Ở Việt Nam, cà chua được trồng và tiêu thụ phổ biến trên cả nước. Số liệu thống kê năm 2020, diện tích trồng cà chua cả nước năm 2019 là 23,719 nghìn ha và sản lượng đạt 673.194,5 tấn [4]. Các tỉnh thuộc khu vực đồng bằng sông Hồng và Lâm Đồng có diện tích sản xuất cà chua chiếm trên 60% tổng diện tích sản xuất cả nước [24]. Sản xuất cà chua đem lại hiệu quả kinh tế cao, cứ 01 ha cà chua cho thu nhập từ 120-200 triệu đồng/ha/vụ, ở vụ Xuân hè và Thu đông cây cà chua cho hiệu quả cao gấp 3-5 lần so với chính vụ [18], [22]. Tuy nhiên, năng suất và chất lượng của cà chua của Việt Nam còn chưa cao, nguyên nhân là do các loại bệnh hại, trong đó bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương là hai bệnh gây hại nghiêm trọng nhất. Các vùng trồng cà chua như Bắc Giang, Hải Phòng, Sơn La, Hải Dương.... tùy từng năm mà thiệt hại do hai bệnh này gây ra từ 10-35% năng suất.

Bệnh xoắn vàng lá cà chua có tên tiếng Anh là Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) do một số loài virus thuộc chi *Begomovirus*, họ Geminiviridae gây ra, được phát hiện lần đầu tiên ở Israel vào năm 1939 [112]. Bệnh này làm thiệt hại nghiêm trọng đến năng suất, chất lượng cà chua. Năng suất thiệt hại trung bình từ 55 - 90%, thậm chí là 100% khi cây bị nhiễm nặng bệnh này [14], [38]. TYLCV được lan truyền nhờ loài bọ phấn *Bemisia tabaci*, đây là loài côn trùng có sức sinh sản nhanh và mạnh, rất khó phòng trừ. Hiện tại chưa có loại thuốc nào phòng trừ hữu hiệu bệnh này, nếu cây bị nhiễm bệnh chỉ có thể nhổ bỏ. Bệnh mốc sương cà chua do nấm *Phytophthora infestans* gây ra, là một trong những bệnh hủy diệt ở hầu hết các vùng trồng cà chua trên toàn thế giới. Việc kiểm soát bệnh mốc sương chủ yếu dựa vào việc sử dụng thuốc diệt nấm và các biện pháp canh tác. Tuy nhiên, hiệu quả của các biện pháp này không cao do sự biến đổi của các chủng *Phytophthora infestans*, phát sinh các chủng mới, và khả năng kháng thuốc diệt nấm của mầm bệnh tăng lên. Để phòng trừ hai bệnh này thì việc sử dụng giống cà chua kháng là biện pháp hiệu quả nhất, vừa tiết kiệm được chi phí và vừa an toàn với con người, vật nuôi và môi trường [22], [37], [99]. Hiện tại bộ giống cà chua có khả năng kháng bệnh xoắn vàng lá và bệnh mốc sương của Việt Nam còn khá khiêm tốn, các giống được trồng phần lớn là bị nhiễm nặng hai bệnh này. Chính vì vậy chọn tạo được giống kháng bệnh xoắn vàng lá và bệnh mốc sương là nhu cầu rất cấp thiết.

Muốn chọn tạo giống cà chua kháng bệnh thành công việc đầu tiên phải xác định được số gen kháng và gen kháng hữu hiệu ở Việt Nam. Đến nay, các nhà khoa học đã phát hiện được 6 gen kháng bệnh xoắn vàng lá cà chua đặt tên lần lượt là *Ty1*, *Ty2*, *Ty3*, *Ty4*, *ty5* và *Ty6*. Trong đó *Ty1*, *Ty2*, *Ty3* là những gen chính được sử dụng nhiều trong các chương trình chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoắn vàng lá [125]. Bên cạnh đó các gen kháng bệnh mốc sương *Ph1*, *Ph2*, *Ph3*, *Ph4* và *Ph5* cũng được phát hiện [143]. Các chỉ thị phân tử DNA liên kết với các gen trên cũng đã được phát triển. Vì vậy dựa trên PCR để phát hiện và chọn lọc các gen kháng đã và đang được sử dụng

rộng rãi trong các chương trình chọn giống cà chua, giúp cho việc chọn lọc gen kháng trở nên thuận lợi và chính xác.

Trong chương trình hợp tác và trao đổi nguồn gen, Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã thu thập được 230 mẫu giống cà chua trong và ngoài nước. Để khai thác được nguồn gen này phục vụ công tác chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá và mốc sương phải tiến hành một loạt các hoạt động gồm: đánh giá nguồn gen, ứng dụng chỉ thị phân tử để phát hiện các mẫu giống chứa gen kháng bệnh, lai và sử dụng chỉ thị phân tử để chọn lọc (MAS). Với mục tiêu chọn được giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương đề tài ***“Nghiên cứu ứng dụng chỉ thị phân tử trong chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương ở miền Bắc Việt Nam”*** đã được thực hiện.

2. Mục tiêu của đề tài

Xác định được nguồn vật liệu quý về một số tính trạng như: năng suất, chất lượng quả, các gen kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương, phục vụ cho các chương trình chọn tạo giống cà chua kháng hai bệnh nói trên.

Chọn tạo được một số dòng, giống cà chua ưu tú, năng suất cao (trên 55 tấn/ha), mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá và gen kháng bệnh mốc sương bằng chỉ thị phân tử DNA, bổ sung vào nguồn giống cà chua hiện có, đáp ứng nhu cầu về giống cà chua kháng hai bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

3.1. Ý nghĩa khoa học

Bổ sung các dữ liệu khoa học mới trong nghiên cứu chọn tạo giống cà năng suất cao, chất lượng tốt, kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương.

Mở ra khả năng ứng dụng rộng rãi chỉ thị phân tử trong chọn tạo giống cà chua theo các tính trạng mục tiêu, đặc biệt là trong chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương.

Luận án là một công trình nghiên cứu khoa học khép kín: Từ nghiên cứu, đánh giá nguồn vật liệu khởi đầu, phát hiện các gen kháng bệnh xoăn vàng lá và gen kháng bệnh mốc sương bằng chỉ thị phân tử, lấy nhiễm nhân tạo phát hiện gen kháng bệnh hữu hiệu, lai và ứng dụng chỉ thị phân tử DNA chọn lọc gen kháng,

đánh giá chọn dòng ưu tú, khảo nghiệm cơ bản, khảo nghiệm sinh thái để tuyển chọn dòng/ giống ưu tú, từ đó phát triển trong sản xuất.

3.2. Ý nghĩa thực tiễn

Tạo ra nguồn vật liệu đa dạng và phong phú phục vụ hiệu quả trong chương trình chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương.

Chọn tạo được 3 dòng/giống cà chua mới, trong đó hai dòng TP130 và TP135 có khả năng kháng bệnh xoăn vàng lá, dòng P7 có khả năng kháng bệnh mốc sương, các dòng đều cho năng suất ổn định, từ đó phát triển trong sản xuất, đáp ứng được nhu cầu của thực tiễn.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

4.1. Đối tượng nghiên cứu

Cây cà chua;

Kỹ thuật chọn tạo giống kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương bằng chỉ thị phân tử.

4.2. Vật liệu nghiên cứu

230 mẫu giống cà chua thu thập được trong và ngoài nước hiện đang được lưu giữ tại Trung tâm Bảo tồn và Phát triển Nguồn gen Cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

Các chỉ thị phân tử liên kết với gen kháng virus xoăn vàng lá *Ty1*, *Ty2*, *Ty3*, *Ty4* và *ty5*, gen kháng bệnh mốc sương *Ph2*, *Ph3* đã được công bố trên các tạp chí trong và ngoài nước.

4.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Các thí nghiệm đánh giá nguồn vật liệu, lai, chọn lọc và so sánh dòng được thực hiện tại khu thí nghiệm của Trung tâm Bảo tồn và Phát triển Nguồn gen Cây trồng - Học viện nông nghiệp Việt Nam.

Các nội dung về chỉ thị phân tử được tiến hành tại phòng thí nghiệm Khoa Công nghệ sinh học - Học viện nông nghiệp Việt Nam.

Các thí nghiệm khảo nghiệm sinh thái được tiến hành tại Sóc Sơn - Hà Nội, Mộc Châu - Sơn La và Vĩnh Bảo - Hải Phòng.

Thời gian thực hiện đề tài: Từ tháng 4/2016 - 4/2022

5. Những đóng góp mới của luận án

Góp phần xây dựng được bộ cơ sở dữ liệu về đặc điểm nông sinh học của tập đoàn 230 mẫu giống cà chua, phục vụ công tác bảo tồn và khai thác nguồn gen cà chua ở Việt Nam, đặc biệt là nguồn gen mang các gen kháng bệnh xoăn vàng lá và gen kháng bệnh mốc sương.

Xác định được các gen kháng tốt với bệnh xoăn vàng lá ở Việt Nam là gen *Ty1* và *Ty3*, gen kháng tốt với bệnh mốc sương là *Ph2* và *Ph3* thông qua lây nhiễm bệnh nhân tạo. Đây được coi là cơ sở khoa học cho chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương ở miền Bắc Việt Nam.

Chọn tạo thành công 3 dòng cà chua thuần, trong đó hai dòng cà chua TP130 mang gen *Ty1* và TP135 mang gen *Ty3* kháng tốt với bệnh xoăn vàng lá. Dòng P7 mang gen kháng *Ph3* kháng tốt với bệnh mốc sương. Tất cả các dòng đều cho năng suất ổn định, đạt trên 50 tấn/ ha trong điều kiện vụ Xuân hè và trên 60 tấn/ha trong điều kiện vụ Đông, có chất lượng quả tốt, kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương, đáp ứng được nhu cầu thực tiễn sản xuất ở miền Bắc Việt Nam.

Chương 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU

1.1. Tình hình sản xuất và tiêu thụ cà chua trên thế giới và ở Việt Nam

1.1.1. Tình hình sản xuất và tiêu thụ cà chua trên thế giới

Cà chua là loại cây trồng được chấp nhận như một loại thực phẩm có khả năng thích ứng rộng mang hiệu quả kinh tế và giá trị sử dụng cao. Trên thế giới đã có nhiều giống mới được ra đời nhằm đáp ứng được nhu cầu ngày càng cao của con người cả về số lượng và chất lượng. Vì vậy diện tích, năng suất cũng như sản lượng cà chua ngày càng tăng. Sản phẩm được chế biến từ cà chua cũng rất đa dạng, nâng tầm giá trị của cà chua.

Bảng 1.1: Diện tích, năng suất và sản lượng cà chua trên thế giới

<i>Năm</i>	<i>Diện tích (ha)</i>	<i>Năng suất (tấn/ha)</i>	<i>Sản lượng (tấn)</i>
2016	4.854.457	36,54	177.382.876
2017	4.876.142	36,50	178.024.027
2018	5.004.555	36,01	180.231.376
2019	4.999.181	36,60	183.014.805
2020	5.051.983	36,98	186.821.216

Nguồn: [50]

Theo số liệu của Tổ chức Nông lương Liên hiệp quốc, diện tích cà chua sản xuất năm 2016 và 2017 đạt 4.854.457 ha và 4.876.142 ha. Năm 2018, 2019 và 2020 diện tích tăng lên, tuy nhiên con số tăng không đáng kể. Về năng suất cà chua trong 5 năm (2016-2020) dao động nhẹ, xung quanh 36,0 tấn/ ha. Về sản lượng, do diện tích tăng dần theo các năm nên sản lượng cũng tăng dần, từ 177.382.876 tấn (năm 2016) lên 186.821.216 tấn (năm 2020) [50]. Với sản lượng trên, bình quân tiêu thụ đầu người khoảng trên 22 kg quả/người/năm. Điều đó khẳng định, cây cà chua là cây trồng quan trọng trong nền nông nghiệp của nhiều nước trên thế giới.

Tính trong 5 năm gần đây từ năm 2016 đến năm 2120, châu Á có diện tích và sản lượng cà chua lớn nhất thế giới thế giới chiếm khoảng 61,3% tổng sản lượng, tiếp đó là đến châu Mỹ chiếm 13,9% tổng sản lượng. Châu Âu khoảng 12,9 %, châu Phi

khoảng 11,6 %, và các nơi khác 0,2 %. Cà chua được trồng chủ yếu ở các nước ôn đới và nhiệt đới. Trung Quốc, Ấn Độ và Mỹ là 3 nước có sản lượng cà chua đứng đầu thế giới.

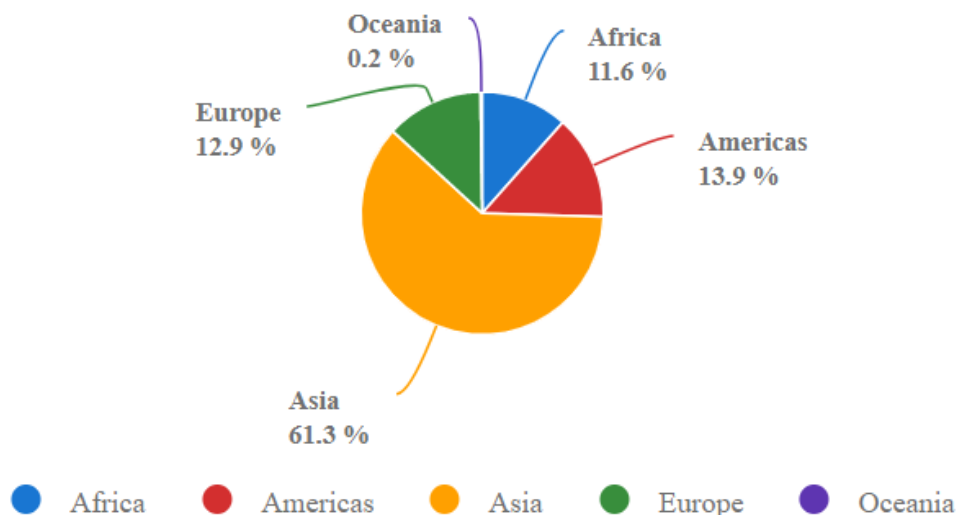
**Bảng 1.2. Sản lượng cà chua của 10 nước
sản xuất lớn nhất thế giới từ năm 2016 đến năm 2020**

ĐVT: Tấn

<i>Năm</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>
<i>Tên nước</i>					
Thế giới	177.382.876	178.024.027	180.231.376	183.014.805	186.821.216
Trung Quốc	57.432.109	59.290.552	61.027.455	62.974.342	64.865.807
Ấn Độ	18.732.000	20.708.000	19.759.000	19.007.000	20.573.000
Mỹ	29.814.000	23.422.800	13.812.400	15.878.400	18.365.700
Thổ Nhĩ Kỳ	12.600.000	12.750.000	12.150.000	12.841.990	13.204.015
Ai Cập	7.320.714	6.729.004	6.777.754	6.814.460	6.731.220
Italy	6.437.572	6.015.868	5.798.100	5.777.610	6.247.910
Iran	5.828.557	4.894.956	4.930.169	5.457.855	5.787.094
Tây Ban Nha	5.233.542	5.163.466	4.7686.00	5.000.560	4.312.900
Brazil	4.166.789	4.225.414	4.126.988	3.920.997	3.753.595
Mexico	4.047.171	4.243.058	4.559.375	4.271.914	4.137.342

Nguồn: [50]

Theo số liệu thống kê FAO năm 2020, 10 nước có sản lượng cà chua sản xuất lớn nhất là Trung Quốc, Ấn Độ, Mỹ, Ai Cập, Ý, Iran, Tây Ban Nha, Brazil, Mexico... chiếm trên 75%, tất cả các nước còn lại đạt 25% tổng sản lượng cà chua thế giới. Trung Quốc là nước đứng đầu về diện tích sản xuất cũng như sản lượng cà chua tạo ra trong 5 năm gần đây đều tăng, từ năm 2016 sản lượng đạt 57.432.109 tấn đến năm 2020 sản lượng đạt 64.865.807 tấn, tiếp đó là Ấn Độ và Thổ Nhĩ Kỳ. Trong 5 năm 2016-2020 diện tích và sản lượng cà chua của Mỹ giảm, sản lượng từ 29.814.000 tấn năm 2016 xuống còn 18.365.700 tấn năm 2020, tuy nhiên vẫn đứng thứ ba thế giới. Các nước còn lại là những nước có sản lượng gần nhau, ổn định với mức tăng trưởng khá [50].



Hình 1.1. Sản lượng cà chua của các vùng trên thế giới

Nguồn: [50]

Tình hình tiêu thụ cà chua ở các nước cũng rất khác nhau. Theo tài liệu tổng kết của Viện Nghiên cứu rau quả cho biết: Ở Hy Lạp tiêu thụ 187,1 kg cà chua/người/năm, Thổ Nhĩ Kỳ tiêu thụ 107 kg/người/năm, Italia khoảng 95 kg/người/năm [82].

1.1.2. Sản xuất và tiêu thụ cà chua ở Việt Nam

Ở Việt Nam, cà chua được trồng từ rất lâu đời, cho đến nay nó vẫn là loại rau ăn quả chủ lực được nhà nước ưu tiên phát triển. Cà chua được trồng chủ yếu ở đồng bằng và trung du phía Bắc như Hà Nội, Hải Dương, Vĩnh Phúc..... Theo số liệu thống kê của Cục trồng trọt, Bộ nông nghiệp và Phát triển nông thôn, diện tích trồng cà chua trong 5 năm từ 2015 đến 2019 tăng từ năm 2015-2017 và giảm từ năm 2017-2019 (bảng 1.3). Năm 2015 diện tích trồng cà chua của cả nước đạt 23.917,8 ha, năng suất đạt 25,79 tấn/ha, sản lượng đạt 616.840,1 tấn đến năm 2017 diện tích trồng cà chua của cả nước tăng lên 25.483,4 ha, năng suất đạt 28,71 tấn/ha, sản lượng đạt 731.628,4 tấn và đến năm 2019 diện tích giảm xuống 23.791,0 ha, năng suất đạt 26,56 tấn/ha, sản lượng đạt 673.194,5 tấn [4], [10], [25]. Như vậy diện tích, trồng cà chua hàng năm dao động trong khoảng 23-25 nghìn ha, năng suất dao động xung quanh 25-28 tấn/ ha.

Bảng 1.3. Diện tích, năng suất và sản lượng cà chua ở Việt Nam từ 2015-2019

Năm	Diện tích (ha)	Năng suất (tấn/ha)	Sản lượng (tấn)
2015	23.917,8	25,79	616.840,1
2016	23.097,7	27,40	632.876,9
2017	25.483,4	28,70	731.480,0
2018	24.156,5	27,40	660.600,0
2019	23.791,0	26,56	673.194,5

Nguồn: [25]

Do tính chất đặc trưng, như: cơ cấu mùa vụ và điều kiện sinh thái mà cây cà chua phần lớn được sản xuất tại các tỉnh thuộc đồng bằng sông Hồng và khu vực Lâm Đồng. Diện tích và sản lượng cà chua sản xuất ở hai khu vực này chiếm trên 62% sản lượng cà chua cả nước (bảng 1.4).

Bảng 1.4. Diện tích, năng suất, sản lượng cà chua của 10 tỉnh thành đứng đầu cả nước trong năm 2017

Tỉnh	Năm 2017		
	Diện tích (ha)	Năng suất (tấn/ha)	Sản lượng (tấn)
Hà Nội	1.324,2	27,25	36.084,45
Hải Dương	1.053,0	25,20	26.535,60
Hải Phòng	809,7	28,94	23.432,72
Hưng Yên	778,1	27,43	21.343,28
Nam Định	1.453,0	26,92	39.114,76
Bắc Giang	791,9	21,97	17.398,04
Nghệ An	770,5	13,16	10.139,78
Gia Lai	988,1	12,87	12.716,85
Lâm Đồng	6.275,3	46,50	291.801,45
Tiền Giang	797,7	21,77	17.365,93

Nguồn: [24]

Thời vụ gieo trồng cà chua ở đồng bằng sông Hồng: vụ Hè Thu gieo hạt trong khoảng 15/7- 20/8, vụ Đông Xuân 30/8-30/10 và vụ Xuân Hè 20/1-20/2. Các giống cà chua trồng với diện tích chủ đạo là: Mongan T11, Savior, HT160, HT42,

BM199, VL2000, Gandeva, VL3000. Các tỉnh phía Bắc có diện tích sản xuất lớn là: Hà Nội, Hải Dương, Hải Phòng, Nam Định, Bắc Giang... Đối với vùng tây nguyên như Lâm Đồng cà chua được trồng quanh năm. Các giống phổ biến trong sản xuất những năm gần đây là 386, Kim cương đỏ, Anna, Savio, Lahay, trong đó giống Lahay được dùng cho sản xuất trong nhà màng tại Lâm Đồng.

Diện tích trồng, năng suất và sản lượng cà chua tại Lâm đồng đạt cao nhất. Diện tích trồng cà chua của tỉnh này năm 2017 đạt 6.275,3 ha, năng suất đạt 46,5 và sản lượng đạt 17.365,93 tấn. Sở dĩ năng suất tại Lâm Đồng cao là do các farm đã ứng dụng tiến bộ KHKT vào trồng cà chua. Trên 80% diện tích trồng cà chua tại Lâm Đồng được trồng trong các nhà lưới, nhà màng, có hệ thống tưới, chống được côn trùng và các tác nhân ngoại cảnh. Mặt khác điều kiện thời tiết tại đây cũng rất phù hợp cho việc phát triển của cây cà chua. Cà chua là loại cây mang lại hiệu quả kinh tế cao, đặc biệt là tại các vùng chuyên canh như: huyện Đơn Dương, Đức Trọng. Tuy nhiên, một vài năm trở lại đây vùng chuyên canh này chỉ dùng 1-2 giống cà chua chủ đạo trong suốt một thời gian dài dẫn đến tình trạng thoái hóa giống, nhiễm nặng nhiều bệnh, đặc biệt là sương mai.

Đối với các tỉnh thuộc đồng bằng Sông Hồng như Hà Nội, Hải Dương, Hải Phòng, Hưng Yên, Bắc Giang...Mức độ áp dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật trên cây cà chua tại các địa phương này có sự chuyển biến rất nhanh, người dân rất tích cực tìm hiểu và áp dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật mới, công nghệ mới trong canh tác như kỹ thuật trồng cà chua trái vụ, mạnh dạn áp dụng giống mới, giải pháp bảo vệ thực vật mới, ứng dụng gốc ghép kháng bệnh... có nhiều vùng trồng cà chua chuyên nghiệp, có thị trường tiêu thụ tốt. Các vùng chuyên canh, nông dân có kinh nghiệm trồng cà chua trái vụ thường là những người có trình độ thâm canh cao. Tuy nhiên, mức độ áp dụng kỹ thuật tiên tiến và giống mới phù hợp chưa đồng đều ở các địa phương. Chính vì vậy năng suất cà chua ở vùng này chưa cao, dao động xung quanh 25 tấn/ ha. Mặt khác là do cà chua ở vùng này chủ yếu trồng trực tiếp trên đồng ruộng, chịu nhiều ảnh hưởng của môi trường, đặc biệt là sự phá hại của sâu bệnh. Bệnh hại nguy hiểm nhất làm ảnh hưởng lớn đến năng suất, chất lượng cà chua là bệnh mốc sương và xoắn vàng lá cà chua. Để nâng cao năng suất chất

lượng cà chua cho các tỉnh phía Bắc rất cần bộ giống cà chua thích ứng, đặc biệt là có khả năng kháng được bệnh mốc sương và bệnh xoắn vàng lá cà chua.

1.2. Những nghiên cứu về bệnh xoắn vàng lá và mốc sương

1.2.1. Những nghiên cứu về bệnh xoắn vàng lá

1.2.1.1. Nguyên nhân, triệu chứng và tác nhân gây bệnh

Bệnh xoắn vàng lá cà chua (*Tomato Yellow Leaf Curl Disease - TYLCD*) do *begomovirus* gây hại được ghi nhận lần đầu tiên trên thế giới từ những năm 1959 tại Israel với triệu chứng cây còi cọc, sinh trưởng kém, lá non giòn và nhỏ hẹp, lá cuộn cong lên phía trên và biến vàng. Sau đó, các vụ có dịch bệnh đã xuất hiện rải rác vào những năm 60, trở nên nghiêm trọng vào đầu những năm 70, tất cả các vùng trồng cà chua ở Trung Đông đã bị nhiễm bệnh. Hiện nay, bệnh xoắn vàng lá đã trở thành bệnh virus quan trọng nhất trên cà chua ở khắp thế giới [72]. Tại Việt Nam, bệnh xoắn vàng lá được phát hiện lần đầu tiên vào năm 1970. Bệnh phát sinh và gây hại ở hầu hết các tỉnh trong cả nước như: Hà Nội, Hải Dương, Hưng Yên, Bắc Ninh, Bắc Giang, Vĩnh Phúc, Hải Phòng... [13]. Trong những thập kỷ qua, sự xuất hiện của bệnh xoắn vàng lá đã được báo cáo ở một số quốc gia ngày càng tăng, cho thấy bệnh này là một mối đe dọa chính đối với cà chua [92], [143].

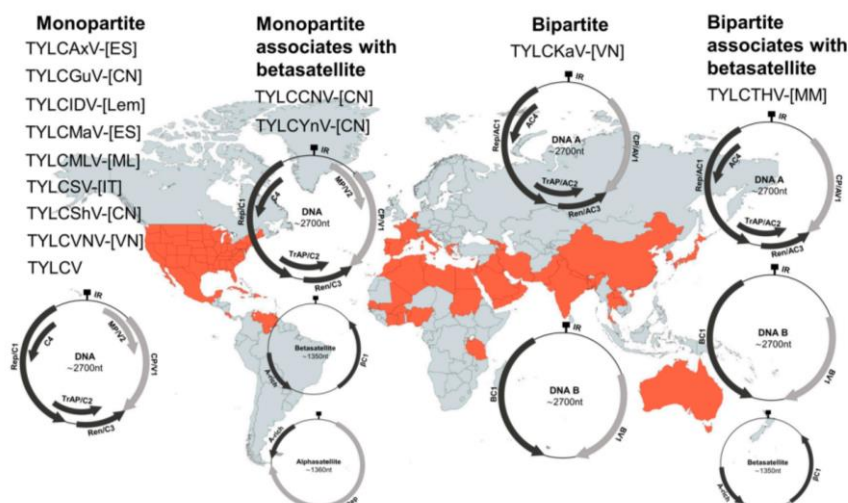
Bệnh xoắn vàng lá xuất hiện triệu chứng trong vòng 2 - 4 tuần sau khi nhiễm bệnh và phát triển đầy đủ triệu chứng trong vòng 2 tháng. Triệu chứng có thể thay đổi theo điều kiện môi trường, giai đoạn sinh trưởng và điều kiện sinh lý của cây tại thời điểm nhiễm bệnh [87], [93].

Triệu chứng sớm nhất là lá cong xuống dưới vào phía bên trong. Về sau, lá không có hình dạng, nhỏ hẹp, biến vàng từ mép và chóp lá lan vào giữa gân; lá cuộn cong lên phía trên thành hình thuyền; lá non biến vàng mạnh, giòn và nhỏ hẹp. Triệu chứng biến vàng đặc biệt rõ ở các lá non. Cuống lá có thể xoắn vặn. Cây lùn còi cọc, mọc nhiều cành nhánh nhỏ, đốt thân ngắn. Cây nhiễm sớm thường không ra quả do hoa bị rụng [14], [45], [102].

Tác nhân gây bệnh xoắn vàng lá cà chua được xem là một phức hợp gồm nhiều *begomovirus* khác nhau gọi chung là virus xoắn vàng lá cà chua - *Tomato yellow leaf*

curl virus [122]. *Begomovirus* là chi lớn nhất trong họ Geminiviridae. Các *begomovirus* có bộ gen DNA sợi vòng đơn có kích thước 2.6-2.8 kb. Chúng có bộ gen kép gồm 2 phân tử DNA gọi là DNA-A và DNA-B hoặc có bộ gen đơn tương đương DNA-A [72]. Bộ gen TYLCV đơn tương đương với DNA-A của các *begomoviruses* và chứa sáu khung đọc mở (ORF) được tổ chức theo hai hướng phiên mã được ngăn cách bởi một vùng liên gen. Dựa trên chức năng cơ bản, các protein được mã hóa bởi sáu ORF được đặt tên: protein áo (CP / V1), protein di chuyển của virus (MP / V2), protein liên kết sao chép (Rep / C1), protein hoạt hóa phiên mã (TrAP / C2), protein tăng cường sao chép (REn / C3) và một protein xác định sự biểu hiện triệu chứng và sự lây lan của virus (C4) [39], [142]. Các *begomoviruses* lưỡng cực mã hóa protein con thoi hạt nhân (BV1 / NSP) và protein chuyển động (BC1 / MP) trên thành phần DNA-B [64]. Tất cả sáu protein của các sinh vật đơn phân tử / DNA-A của các *begomoviruses* hai phân tử và cả hai protein được mã hóa bởi thành phần DNA-B của *begomoviruses* hai phân tử đều cần thiết cho sự lây nhiễm thành công trên cây ký chủ [82].

Hiện nay, trên thế giới 13 loài vi rút và hơn 25 chủng monopartite *begomovirus* gây bệnh xoắn vàng lá cà chua [49], [51]. Các vi rút này được nhóm thành vi rút đơn phân và vi rút lưỡng phân dựa trên số lượng thành phần bộ gen DNA. Sự liên kết của chúng với các tế bào alphasatellites và betasatellites được hiển thị. Các quốc gia hoặc vùng lãnh thổ nơi TYLCV đã được báo cáo chính thức được đánh dấu bằng màu đỏ cam trên bản đồ thế giới (hình 1.1) [49]. Ở Việt Nam đã phát hiện có 6 loài *begomovirus* gây ra bệnh xoắn vàng ngọn cà chua là *Tomato leaf curl Vietnam virus* (ToLCVV), *Tomato yellow leaf curl Kanchanaburi* (TYLCKaV) [45], *Tomato yellow leaf curl Vietnam virus* (TYLCVNV) [59], *Tomato leaf curl Hainan virus* (ToLCHnV), *Tomato leaf curl Hanoi virus* (ToLCHanV) [61] và *Tomato leaf curl Dan Xa virus* (ToLCDXV) [36].



Hình 1.2. Các quốc gia và vùng lãnh thổ nơi bệnh xoắn vàng lá được báo cáo được đánh dấu bằng màu đỏ cam

Bảng 1.5. Các *begomovirus* gây bệnh xoắn vàng lá cà chua đã phát hiện ở Việt Nam

STT	Tên virus	Địa điểm phát hiện	Khu vực	Tài liệu tham khảo
1	Tomato leaf curl Vietnam virus (ToLCVV)	Hà Nội	Cả nước	[45]
2	Tomato yellow leaf curl Kanchanaburi virus (TYLCKaV)	Hà Nội	Miền Trung, miền Nam	[45]
3	Tomato yellow leaf curl Vietnam virus (TYLCVNV)	Bình Dương	Miền Bắc	[59]
4	Tomato leaf curl Hainan virus (ToLCHnV)	Hà Nội	Miền Bắc	[61]
5	Tomato leaf curl Hanoi virus (ToLCHanV)	Hà Nội	Miền Bắc	[61]
6	Tomato leaf curl Dan Xa virus (ToLCDXV)*	Hà Nội	Miền Bắc	[36]

Ghi chú * ToLCDXV mới được ICTV phân loại lại, trong công bố ban đầu, virus này được các tác giả phân loại không chính xác là Tomato yellow leaf curl Vietnam virus-DX1.

1.2.1.2. Vector lan truyền bệnh

Tất cả các *begomovirus* lan truyền ngoài tự nhiên nhờ bọ phấn (*Bemisia tabaci*) theo kiểu bền vững tuần hoàn [45]. Hiện nay, chỉ có ba loài bọ phấn được coi là các vector của virus thực vật bao gồm: *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, và *T. abutilonia*. Trong đó, *B. tabaci* là quan trọng nhất, được chứng minh là vector của hơn 100 bệnh virus (chủ yếu là các virus thuộc chi *begomovirus*) khác nhau trong vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới [87], [116].

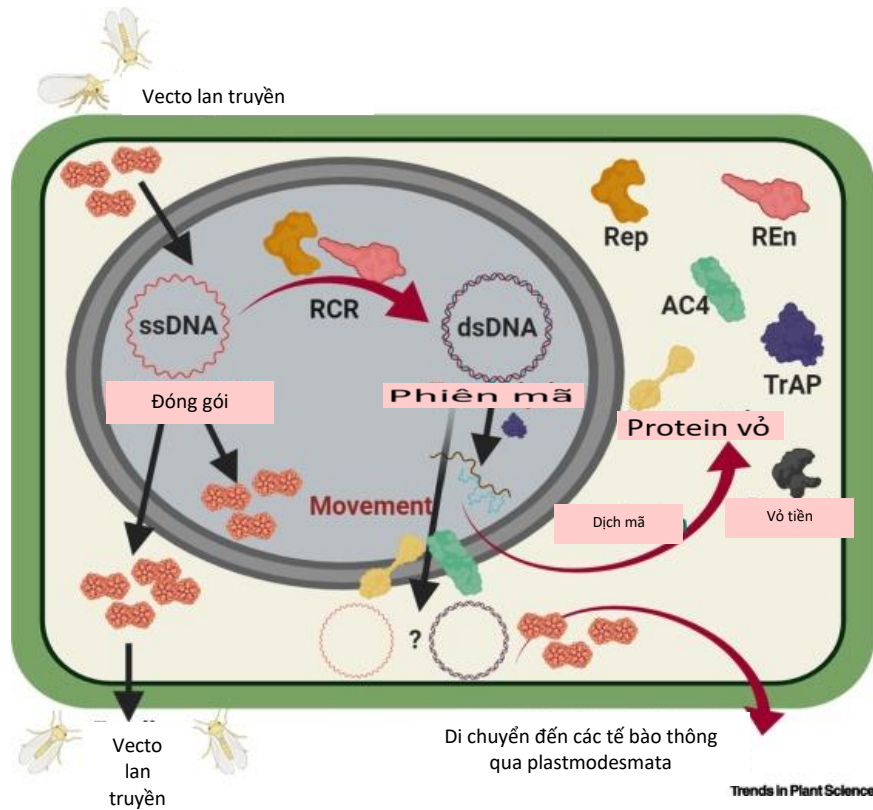
Nghiên cứu về *TYLCV* tại Israel cho thấy thời gian chích nạp và chích truyền tối thiểu của bọ phấn là khoảng 15 - 20 phút. Kể từ khi bắt đầu chích nạp, virus được phát hiện có mặt ở phần đầu sau khoảng 10 phút, ở ruột giữa sau khoảng 50 phút, ở xoang cơ thể sau khoảng 90 phút và ở tuyến nước bọt sau khoảng 7 giờ [14], [61]. Thời gian từ khi virus được phát hiện thấy ở tuyến nước bọt tới khi bọ phấn có thể truyền được bệnh là khoảng 1 giờ. Như vậy, thời kỳ ẩn của *TYLCV* trong cơ thể bọ phấn là khoảng 8 giờ (thời gian để virus nâng cao nồng độ trong cơ thể bọ phấn) [14], [81].

Bọ phấn hút dịch cây ở giai đoạn sâu non và ngay sau khi hóa trưởng thành chúng có thể truyền nhiễm virus. Bọ phấn không truyền virus cho đời sau vì có thể phát hiện thấy virus ở bất kỳ giai đoạn phát triển nào của bọ phấn trừ giai đoạn trứng. Virus có thể truyền qua giao phối từ bọ phấn đực sang bọ phấn cái và ngược lại [90]. Cho tới nay chưa có bằng chứng nào chứng tỏ virus nhân lên trong cơ thể bọ phấn [45], [90].

1.2.1.3. Cơ chế lan truyền của virus

TYLCV xâm nhập vào cây trồng qua bọ phấn trắng (*Bemisia tabaci*). Khi nhiễm vào tế bào thực vật, phần DNA vòng đơn của virus sẽ xâm nhập vào nhân của tế bào chủ và sử dụng những nguyên liệu của vật chủ để sao chép và tổng hợp ra protein vỏ, hoàn thiện cấu trúc virus. Theo Kanakala và Ghanim (2016), sự sao chép hệ gen virus bắt đầu từ một vị trí đặc biệt trong vùng mở đầu gồm khoảng 30 nucleotide và diễn ra theo 2 hướng quanh phân tử, tạo thành hai vòng khép kín. Một nuclease cắt một trong hai vòng và đầu 3'-OH của sợi bị cắt sẽ làm môi để

gắn thêm các nucleotide, sợi nguyên vẹn bổ sung được làm khuôn. Như vậy, đầu 5'-OH bị thay thế và sau đó được sao chép. Theo cách này, phân tử sợi kép được tổng hợp có thể dài gấp nhiều lần NST của virus, sau đó bị cắt thành những NST của hạt virus. Các NST này sẽ được dịch mã để tạo các protein cần thiết cho virus [68], [137].



Hình 1.3. Cơ chế lan truyền của virus [68]

1.2.2. Những nghiên cứu về bệnh mốc sương

1.2.2.1. Nguồn gốc và tác hại của bệnh mốc sương đối với sản xuất cà chua

Bệnh mốc sương cà chua có nơi gọi là bệnh sương mai, bệnh giám sương, bệnh dịch muội.... do nấm *Phytophthora infestans* gây ra, là một trong những bệnh gây hại hủy diệt ở hầu hết các vùng cà chua và khoai tây trên toàn thế giới. Bệnh có thể hại trong mọi thời gian sinh trưởng của cây. Nấm bệnh hại nhiều bộ phận của cà chua: thân, lá, quả và hạt [100],[123]. Bệnh có thể tiềm ẩn trong đất, hạt giống, và phát tán được trong không khí. Bệnh đã lan tràn khắp thế giới cùng với diện tích trồng cà chua ngày càng mở rộng từ cuối thế kỷ 19. Theo Gunto và

Giortunmơ, ở duyên hải nước Đức, bệnh đã gây thiệt hại 40-100%; theo Sedetscaia ở nước Nga, bệnh đã làm thiệt hại 60-75% thậm chí 100% cà chua. Bệnh còn phá hại nghiêm trọng ở Mỹ, ở Nam Phi và Trung Quốc. Ở Việt Nam, từ nhiều năm nay bệnh thường xuyên gây hại ở các vùng trồng cà chua, thiệt hại trung bình 6,37 %, có khi lên tới 100% không được thu hoạch [14]. Năm 1840, bệnh này gây ra nạn dịch tại Châu Âu và Mỹ, tạo ra nạn đói khoai tây nổi tiếng năm 1845 tại Ai-len. Trên một triệu người đã bị chết do nạn đói và khoảng một triệu năm trăm ngàn người phải di cư.

Năm 2000, Nga là nước có sản lượng khoai tây thứ 2 thế giới sau Trung Quốc, bệnh làm giảm 15% tổng sản lượng cây trồng [31]. Năm 2001, trên thế giới chi phí cho thuốc hoá học để phòng trừ bệnh mốc sương ước tính khoảng 3 tỷ USD [31]. Vấn đề trở nên nghiêm trọng đến mức tháng 3 năm 1996, Trung tâm Khoai tây quốc tế (C.I.P) tại Lima- Pêru phải đưa ra cảnh báo về tác hại của bệnh này.

Reverend Berkeley là người đưa ra “*lý thuyết nấm mốc sương*” năm 1845 [55]. Anton De Bary đã chứng minh một cách rõ ràng là: Bệnh mốc sương gây ra bởi một loài nấm mà ông đặt tên cho nó là *Phytophthora infestans*. Hai tác giả này cùng quan điểm và cho rằng loài nấm này được đưa vào Châu Âu từ Andes - Nam Mỹ - nơi là nguồn gốc xuất xứ của khoai tây. Một số tác giả cho rằng: bệnh *P. infestans* được đưa từ Mêhicô vào Mỹ năm 1842, sau đó tới Châu Âu năm 1845 [56]. Tại Nam Mỹ, bệnh xuất hiện tại Achentina năm 1887 và Braxin năm 1898 [36].

1.2.2.2. Triệu chứng

Triệu trứng của bệnh mốc sương hại cà chua rất đa dạng, nó tùy thuộc vào cấp bệnh và điều kiện môi trường, khi cà chua mới chớm bị bệnh trên lá lúc đầu chỉ là một điểm nhỏ (2- 10 mm) và không có giới hạn rõ rệt, mặt dưới lá chỗ có vết bệnh có lớp trắng xốp như sương muối, xuất hiện rõ nhất khi trời ẩm ướt, đó là đám cành bào tử phân sinh của nấm gây bệnh, vết bệnh tiếp tục lan rộng trên bề mặt lá, cuống lá, thân cành, quả... khi trời ẩm ướt lá bị thối nhũn và lá bệnh chết hoại khi trời nắng, khô.

Triệu chứng bệnh trên lá: Vết bệnh ban đầu là những điểm nhỏ màu xanh thẫm sau đó lan rộng ra có màu nâu thẫm, ranh giới giữa mô bệnh và mô khỏe không rõ ràng. Bệnh thường xuất hiện đầu tiên ở mép chóp lá sau đó lan rộng vào phiến lá [13], [14], [33]. Phần giữa vết bệnh hóa nâu đen do các đám mô bị chết hóa nâu, xung quanh vết bệnh thường có đám cành bào tử và bào tử phân sinh màu trắng. Khi thời tiết ẩm ướt hoặc buổi sáng sớm có sương các đám bào tử phân sinh này dày và xộp tạo ra một lớp trắng như sương muối ở mặt dưới lá bệnh [33].

Triệu chứng trên thân: Các vết bệnh lúc đầu nâu hoặc thẫm đen sau đó lan rộng ra xung quanh kết hợp với nhau tạo thành đoạn dài. Trên thân vết bệnh kéo dài thành từng đoạn vỏ và thân cây đen thối ướt. Khi điều kiện ẩm độ xuống thấp vết bệnh chết tóe lại, khi độ ẩm cao trên vết bệnh có lớp cành bào tử và bào tử phân sinh trắng như sương muối bao phủ. Bệnh làm cho thân cành bị thối, mềm có mùi mốc. Bệnh lan truyền trong cây có thể từ lá tới thân rồi quả, nhưng cũng có thể lan truyền từ gốc rễ, hạt nhiễm bệnh lên hệ thân, lá. Khi bệnh xuất hiện nếu gặp điều kiện thời tiết phù hợp như nhiệt độ $< 20^{\circ}\text{C}$, ẩm độ cao $> 80\%$ cây sẽ nhanh chóng tàn lụi có thể gây thành dịch làm giảm năng suất nghiêm trọng [14], [33], [131].

1.2.2.3. Vị trí phân loại và đặc điểm sinh học của nấm bệnh mốc sương

P. infestans thuộc lớp nấm trứng (Oomycetes), bộ nấm sương mai (Peronosporales), lớp nấm này thuộc một giới khác với giới nấm thật (true fungi), thực vật, động vật và prokaryote. Một số tác giả cho rằng lớp nấm trứng thuộc về giới Protoctista một số khác thì cho rằng nó thuộc giới Chromista [7].

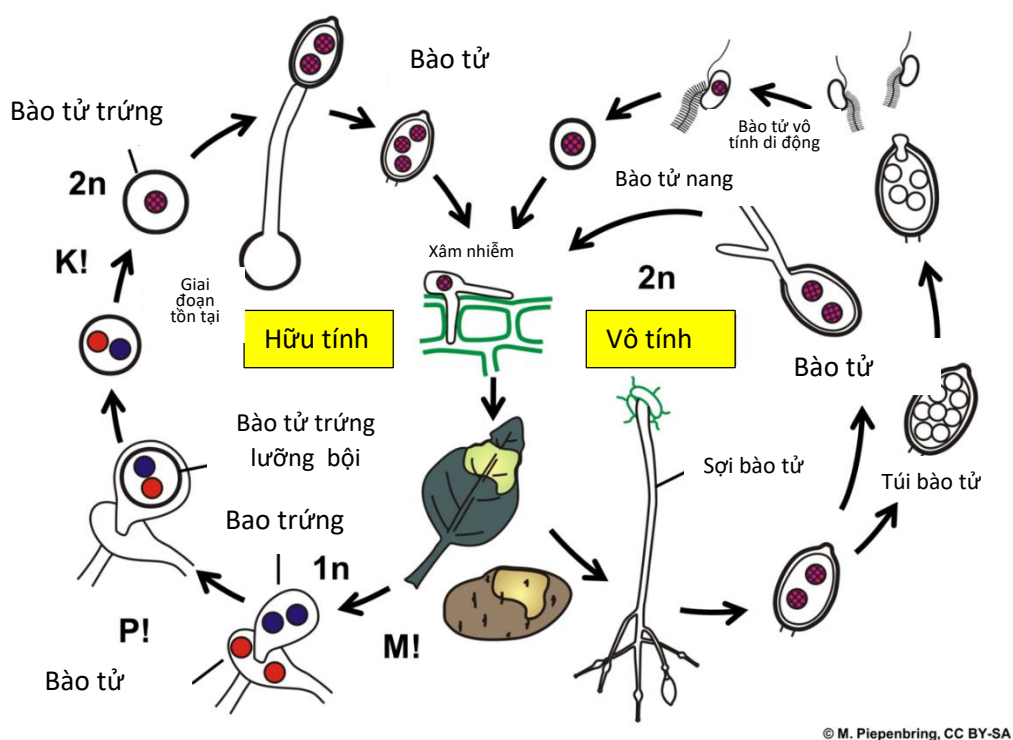
Đặc điểm chủ yếu của *P. infestans* là sợi nấm đơn bào khá phát triển, là loại nấm có chu kỳ phát triển hoàn toàn, nhưng ở điều kiện nhiệt đới chỉ thấy xuất hiện giai đoạn sinh sản vô tính và do đó chúng buộc phải ký sinh trên ký chủ. Bào tử vô tính có thể tồn tại trong đất vài ngày đến vài tuần nhưng không thể qua đông hoặc qua vụ được, tản nấm không thể tồn tại khi thiếu vắng ký chủ. Tuy nhiên khi giai đoạn sinh sản hữu tính xảy ra, bào tử trứng có thể tồn tại qua nhiều tháng, năm mà không cần có ký chủ [80]. Phương thức sinh sản vô tính là phương thức sinh sản quan trọng nhất trong việc phát tán tạo thành dịch bệnh

trên đồng ruộng. Nấm sinh sản vô tính bằng bào tử phân sinh tạo ra bởi các cành bào tử phân sinh nằm lộ trên bề mặt vết bệnh đặc biệt là dưới vết bệnh. Cành bào tử phân sinh không màu phân nhiều nhánh cấp 1 so le với nhau, trên mỗi đỉnh nhánh có nhiều chỗ phình lồi lõm, đây chính là đặc điểm riêng biệt của cành bào tử nấm *P. infestans* so với các loài *Phytophthora* khác. Bào tử phân sinh hình quả chanh yên kích thước trung bình là 22-23 x 16-22 μ m. Bào tử có 2 kiểu nảy mầm trực tiếp và gián tiếp. Nếu nhiệt độ môi trường trong khoảng 20-24 $^{\circ}$ C bào tử phân sinh sẽ trực tiếp hình thành ống mầm sau đó tạo thành sợi nấm xâm nhập vào tế bào mô cây kí chủ. Nếu nhiệt độ môi trường từ 12-18 $^{\circ}$ C trong điều kiện ẩm cao hoặc có giọt nước bào tử phân sinh sẽ giải phóng các du động bào tử (zoospore) có 2 roi. Các du động bào tử này có khả năng chuyển động nhờ có giọt nước sẽ tìm tới các lỗ khí khổng nảy mầm tạo ra các sợi nấm và xâm nhập vào cây kí chủ. Dù là phương thức nảy mầm trực tiếp hay gián tiếp nhưng khi xâm nhập sợi nấm đều dùng phương pháp cơ học là hình thành các vòi hút hình trụ hoặc hình cầu để xâm nhập vào mô lá [79].

Nấm mốc sương có chu kì phát triển hoàn toàn với giai đoạn sinh sản vô tính và hữu tính. Sinh sản vô tính bằng bào tử phân sinh [80], dưới hai hình thức nảy mầm trực tiếp và gián tiếp nảy mầm thông qua bào tử động (hình thành trong điều kiện lạnh, có giọt nước). Nấm sương mai có 2 chủng nấm A1, A2 và một dạng hữu tính. Sinh sản hữu tính phần lớn xảy ra ở các vùng lạnh ẩm, phải có đủ cả 2 chủng nấm A1, A2 hoặc có dạng hữu tính lúc này sẽ sinh ra bào tử trứng. Bào tử trứng được hình thành khi có sự kết hợp giữa A1 và A2 ở cạnh nhau, cơ quan sinh sản trên sợi nấm là bao trứng (Oogonium), và bao đực (Antheridium). Sau khi phối giao nhân của bao đực dôn sang bao trứng thụ tinh hình thành bào tử trứng lưỡng bội (Oospore) với kích thước khoảng 31 x 50 μ m [80]. Khi ở vùng khí hậu không thuận lợi cho sự hình thành bào tử trứng hoặc chỉ có 1 trong 2 chủng nấm thì nấm sương mai chỉ sinh sản theo kiểu vô tính.

Bệnh lan truyền từ cây này sang cây khác do gió lan truyền bào tử phân sinh, có thể do nước rửa trôi bào tử. Bào tử vô tính có khả năng tồn tại trong đất ẩm từ vài ngày tới vài tuần tuy vậy trong đất khô khả năng này khá hạn chế. Trong điều kiện tồn tại trên bề mặt nước có đất bào tử cũng có thể tồn tại tới vài tuần nhưng trong

điều kiện không có đất bào tử chi tồn tại được vài ngày. Khả năng qua đông của bào tử trong đất là hạn chế nhất là các tầng đất có phủ băng giá. Khả năng chịu lạnh của bào tử vô tính khá tốt khi nuôi cấy trong môi trường nhân tạo bào tử nấm có thể chịu được nhiệt độ tới -5°C trong vòng 1 ngày. Nếu bào tử nấm có khả năng nảy mầm và xâm nhập vào củ khoai tây thì khả năng qua đông của nấm lại rất cao, bào tử cũng có thể sống sót qua đông nếu nằm trên đất bám vào bề mặt củ trong quá trình bảo quản qua đông và là mầm bệnh cho vụ sau [80].



Hình 1.4. Chu kì phát triển của nấm *P. infestans* [80]

Phương thức sinh sản hữu tính có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong sự tồn dư của bệnh (đã được trình bày ở trên). Bào tử trứng có khả năng tồn tại lâu trong đất mà không mất đi khả năng nảy mầm và độc tính. Đặc biệt oospore có khả năng tồn tại trong hạt cà chua là nguồn bệnh đặc biệt cho vụ sau. Tuy vậy chỉ khi đủ cả 2 chủng nấm A1 và A2 cùng với điều kiện lạnh ẩm mới xảy ra hiện tượng sinh sản hữu tính, hiện tượng này chưa tìm thấy xảy ra ở nước ta.

P. infestans có khả năng hình thành nhiều chủng khác nhau tùy thuộc vào vùng sinh thái cũng như chế độ phòng trừ của từng vùng. Mỗi chủng khác nhau có

độc tính khác nhau và khả năng xâm nhiễm trên mỗi giống cà chua là khác nhau. Chính vì vậy việc xác định chủng nấm tại các vùng sinh thái sẽ đưa ra cơ cấu giống cây trồng thích hợp để giảm tối đa tác hại của bệnh [14].

1.2.2.4. Phân bố địa lý và phạm vi ký chủ của bệnh mốc sương

P. infestans là loài nấm dị tản có hai dạng (matin type) A1 và A2 tùy theo vùng sinh thái ở các vùng trồng cà chua và khoai tây trên thế giới. Cho tới năm 1980, chỉ có dạng A1 là phổ biến rộng rãi [80]. Dạng A1 và A2 chỉ phổ biến tại Mêhicô mà không thấy xuất hiện ở các khu vực khác. Từ năm 1980 - 1990, tình hình thay đổi một cách đột ngột, các isolate với dạng A2 lần đầu tiên được tìm thấy ở Thụy Sĩ [57], [80]. Tiếp sau đó qua các nghiên cứu của Fry năm 1993 dạng A2 cũng đã xuất hiện tại các nước Nam Âu [80]. Ngày nay tại Châu Á các isolate A2 cũng đã được phát hiện tại Nhật Bản, Triều Tiên, Ấn Độ. Người ta coi Mêhicô là nguồn gốc xuất xứ của nấm *P. infestans* gây ra dịch mốc sương cà chua, khoai tây [14].

Sau một khoảng thời gian dài ngoài vùng Mêhicô, người ta chỉ tìm thấy quần thể *P. infestans* tồn tại phương thức sinh sản vô tính thì ngày nay, sinh sản hữu tính đã xuất hiện tại một số nước Tây Âu, Mỹ, Ca-na-đa [80]. Mặc dù trên thực tế nấm gây bệnh được coi là loài ký sinh chuyên tính và có phổ ký chủ hẹp, song *P. infestans* đã được ghi nhận là gây bệnh trên nhiều loài cây. Erwin và Ribeiro (1996) đã liệt kê ra 89 loài ký chủ mà *P. infestans* có khả năng gây hại. Trong đó có hai loài ký chủ chính có ý nghĩa quan trọng trong sản xuất nông nghiệp phải kể đến là cây cà chua *L. esculentum* và cây khoai tây *S. tuberosum*. Ngoài ra, *P. infestans* còn có thể ký sinh gây hại trên ký chủ phụ là các cây cà dại thuộc *Solanum* [119].

1.3. Nghiên cứu về gen kháng bệnh xoắn vàng lá, bệnh mốc sương và các chỉ thị phân tử DNA liên kết

1.3.1. Những nghiên cứu về gen kháng bệnh xoắn vàng lá và các chỉ thị liên kết

Trong thực tế, việc ngăn chặn vi rút xâm nhập vào vật chủ chủ yếu là kiểm soát các côn trùng trung gian truyền vi rút bằng cách sử dụng các rào cản vật lý

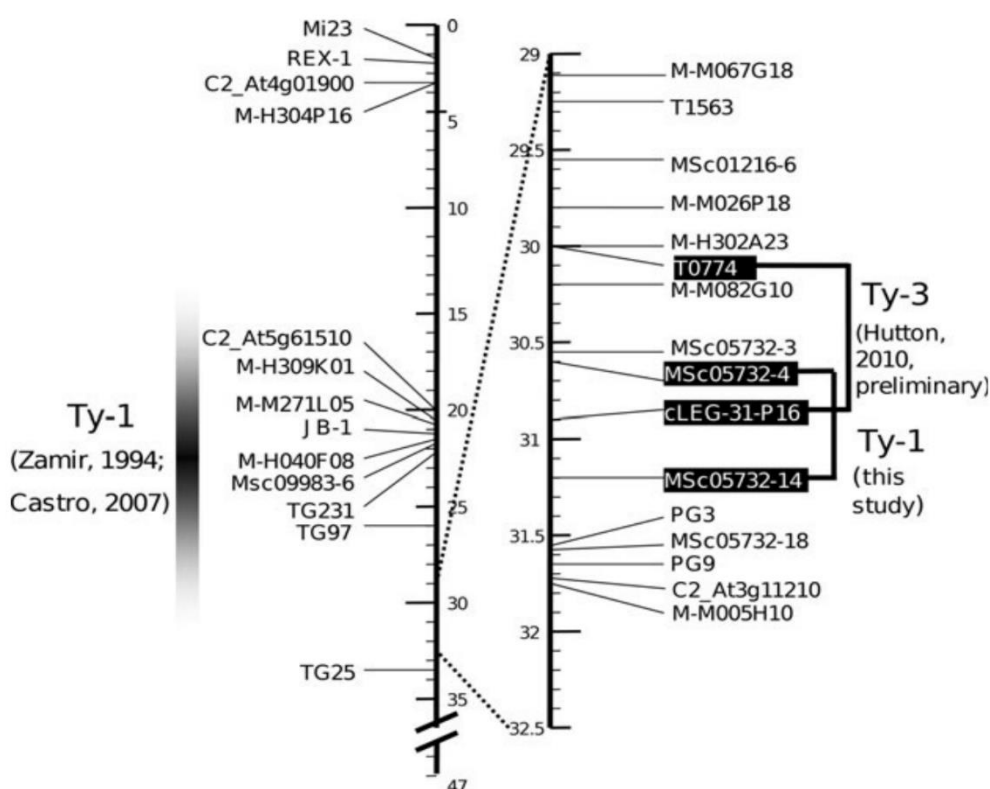
thích hợp (bẫy và lưới chắn) và các tác nhân hóa học (thuốc diệt côn trùng). Tuy nhiên, việc xây dựng các rào cản vật lý không phải lúc nào cũng khả thi và việc áp dụng các hợp chất hóa học có thể dẫn đến sự phát triển khả năng chống lại hợp chất đã sử dụng của loài bọ phấn. Phương pháp bảo vệ cây trồng tốt nhất là vật chủ có khả năng kháng vi rút và bọ phấn trắng. Trong nhân giống cà chua để kháng TYLCV, cách tiếp cận nổi bật nhất là chuyển gen kháng virus từ họ hàng cà chua hoang dã vào cà chua trồng [142].

Cho đến nay, sáu gen quy định tính kháng bệnh xoắn vàng lá *Ty1*, *Ty2*, *Ty3*, *Ty4*, *ty5* và *T-6* đã được xác định từ một số loài cà chua hoang dã, bao gồm *S. habrochaites* và *S. chilense*. Bốn trong số các gen kháng TYLCV này là *Ty1*, *Ty3*, *Ty2* và *ty5*. đã được nhân bản, đại diện cho ba lớp cơ chế bảo vệ kháng virút [142]. Trong đó *Ty1*, *Ty2*, *Ty3* là những gen chính được sử dụng nhiều trong các chương trình chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoắn vàng lá [125].

Locus *Ty1* đã được lập bản đồ đầu tiên trên nhiễm sắc thể số 6 với các chỉ thị RFLP TG297 và TG97 sử dụng các quần thể được tạo ra từ tổ hợp lai giữa dòng mẹ miễn cảm M82-1-8 (*S. lycopersicum*) với mẫu giống kháng LA1969 thuộc loài đại *S. chilense* [126], [139]. Các cây mang alen đồng hợp tử từ LA1969 nằm trong vùng giữa các chỉ thị RFLP TG297 và TG97 thể hiện tính kháng cao, không có triệu chứng bệnh khi lây nhiễm với TYLCV. Các chỉ thị dựa trên RFLP TG97 liên kết chặt với gen *Ty1* đã được phát triển tại Hebrew University of Jerusalem, Israel. Chỉ thị CAPS *JB-1* liên kết chặt với *Ty1* đã được xác định, nó cho phép chọn lọc nhanh gen *Ty1* bằng phản ứng PCR với một cặp môi đặc hiệu [39]. Marker *JB-1* có nguồn gốc từ RFLP C21, nó tạo ra 3 alen khác nhau nhờ cắt hạn chế sản phẩm PCR bằng enzyme *TaqI*. Alen 1 có kích thước gần 400bp, alen 2 hơi lớn hơn 400 bp và alen 3 có kích thước 500bp. Alen 2 và 3 là đồng trội và trội hơn alen 1. Các giống xuất hiện alen 3 là giống có gen *Ty1*, các giống có alen 1 là alen miễn cảm *Ty1*, alen 2 có nguồn gốc từ một loài cà chua đại khác.

Gần đây, Han & cs (2012) đã phát triển thành công chỉ thị TG97, cho phép phát hiện và phân biệt kiểu gen kháng *Ty1* cả dạng đồng và dị hợp tử. Theo đó,

sản phẩm PCR tạo bởi cặp mồi TG97F/R có kích thước 398 bp, sau khi cắt bằng *TaqI*, các giống có kiểu gen kháng *Ty1* đồng hợp cho 2 vạch là 303 và 95 bp; kiểu gen *Ty1* dị hợp tử cho 3 vạch 398, 303 và 95 bp; các giống không mang alen kháng thì không bị cắt (398 bp). Ngoài ra chỉ thị CAPS TG178 cũng cho phép xác định và chọn lọc gen *Ty1*, tuy nhiên vẫn phải sử dụng enzym cắt giới hạn *TaqI* để phân biệt gen kháng và mẫn cảm [34].

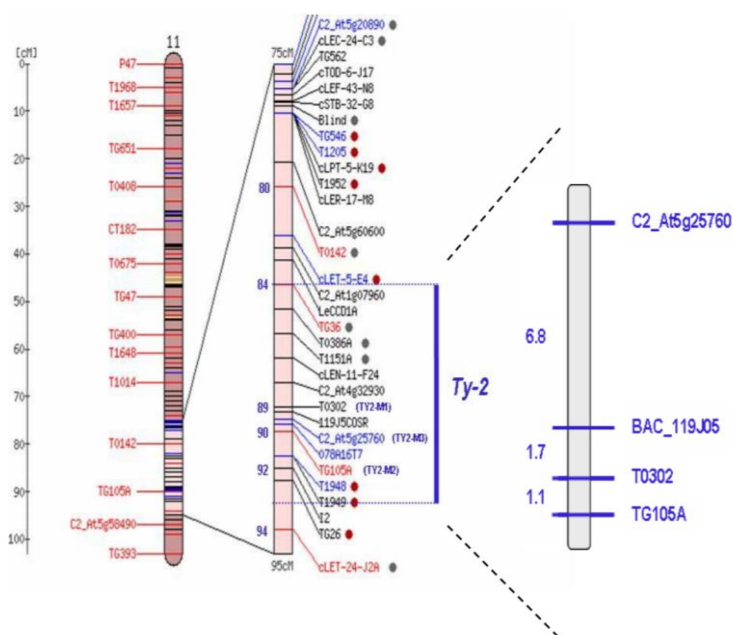


Hình 1.5. Bản đồ gen *Ty1* trên nhiễm sắc thể số 6 và các chỉ thị liên kết

Locus *Ty-2* đã được lập bản đồ trên nhiễm sắc thể số 11. Các chỉ thị tìm thấy liên kết với gen này là chỉ thị RFLP TG393 và TG36 sử dụng nguồn kháng là dòng giống H24 có nguồn gốc từ *S. habrochaites* [67]. Hiện nay, một số chỉ thị dựa trên PCR cho vùng DNA chuyển vị từ *S. habrochaites* đã được phát triển. Chỉ thị CAPS TG105A cho thấy khả năng khuếch đại mạnh và cắt hạn chế sản phẩm PCR bằng enzyme *TaqI* đã tạo ra các đoạn DNA đa hình cho *S. habrochaites* và *S. lycopersicum*. Một marker SCAR dựa trên PCR khác là T0302 cũng được phát triển cho locus *Ty-2* mà không phải dùng enzyme giới hạn. Phân tích liên kết cho thấy TG105A và T0302 liên kết chặt với nhau, khoảng cách của các marker này với

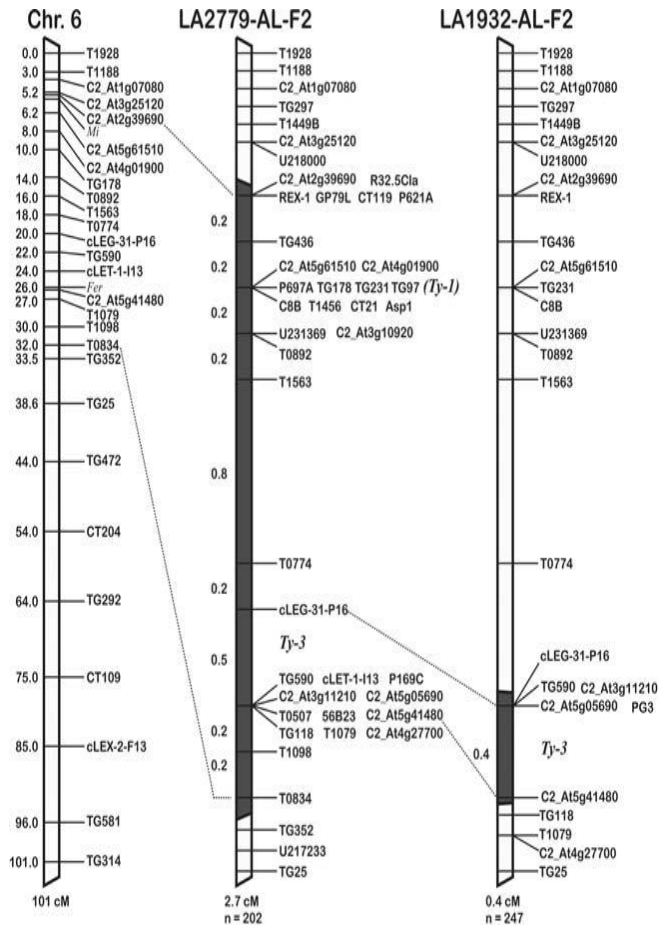
gen *Ty-2* là xấp xỉ 10 cM [78]. Ji & cs (2007a) đã lập bản đồ chi tiết cho tính kháng *Begomovirus* và nhận ra một vùng DNA lớn được chuyển vào từ *S.chilense* kéo dài từ chỉ thị phân tử C2_At2g39690 đến T0834 trong các dòng giống có nguồn gốc từ LA2779 kháng cả hai virus TYLCV và ToMoV. Trên cơ sở đó Garcia & cs (2007) đã phát triển chỉ thị SCAR T0302 liên kết với gen này Sử dụng cặp mồi T0302F/TY2R1, cho phép phát hiện được gen *Ty2* ở ba trạng thái khác nhau, đồng hợp tử trội, dị hợp tử và đồng hợp tử lặn. Sản phẩm PCR sau điện di xuất hiện vệt băng kích thước 600bp là những mẫu giống có chứa gen kháng *Ty2*, xuất hiện vệt băng kích thước 450 bp là những mẫu giống không chứa gen *Ty2* [66], [138]. Các nghiên cứu chọn tạo giống sử dụng chỉ thị phân tử để chọn lọc gen kháng *Ty2* gần đây đều chấp nhận sử dụng chỉ thị T0302 như là chỉ thị tốt nhất đối với gen kháng này và độ chính xác được đánh giá là cao hơn chỉ thị CAPS TG105A [126]. Trong các nghiên cứu phát hiện và chọn lọc gen *Ty2* thuộc các nội dung của luận án chỉ thị này cũng được sử dụng để phát hiện và chọn lọc gen này. Nghiên cứu về tính kháng của gen *Ty2*, tác giả Yamaguchi và cộng sự đã chỉ ra rằng một gen NB-LRR là TYNBS1, chịu trách nhiệm về tính kháng qua trung gian của locus kháng *Begomovirus Ty2* của cà chua. *Ty2* đã được xác định là vùng liên kết nucleotide và gen lặp lại (NB-LRR) giàu leucine [136].

Năm 2006, Agrama và Scott đã đưa ra một bản đồ QLT cho tính kháng TYLCV và ToMoV (Tomato Mottle Virus) trong các accession *S. chilense* LA2779 và LA1932 sử dụng các chỉ thị RAPD [73]. Nghiên cứu này cho thấy có 3 vùng trên nhiễm sắc thể số 6 góp phần tạo nên tính kháng cả hai virus TYLCV và ToMoV. Vùng thứ nhất chính là vùng có chứa gen kháng *Ty1*, trong khi hai vùng khác nằm hai bên sườn của locus *sp* (self-pruning) và *c* (potato leaf). Các Chỉ thị RAPD liên kết với tính kháng trong các vùng này đã được xác định bằng cách sử dụng các dòng giống kháng có nguồn gốc từ các mẫu giống LA2779 và LA1932. Sau đó, Ji & cs (2007b) đã lập một bản đồ chi tiết cho tính kháng *begomovirus* và nhận ra một vùng DNA lớn được chuyển vị từ *S. chilense* kéo dài từ marker C2_A2g39690 đến T0834 trong các dòng giống có nguồn gốc từ LA2779 kháng cả hai virus TYLCV và ToMoV.



Hình 1.6. Bản đồ gen *Ty2* trên nhiễm sắc thể số 11 và chỉ thị liên kết [126]

Một locus kháng *begomovirus* đã được lập bản đồ ở khoảng giữa marker cLEG-31-P16 và 1079 trên nhánh dài của nhiễm sắc thể số 6, và được xác định là *Ty3*. Phía trên locus *Ty3*, vùng DNA lớn được chuyển vào này cũng nối với vùng *Ty1* gần gen *Mi*, gợi ý rằng các alen tại cả hai locus *Ty1* và *Ty3* có khả năng cùng tồn tại và nối với nhau. Trái lại, các dòng giống cải tiến có nguồn gốc từ LA1932 có một vùng DNA được chuyển vào ngắn hơn, từ cLEG-31-P16 đến C2_A5g41480, vùng này cũng mang một locus kháng *begomovirus* có lẽ là một alen thuộc locus *Ty3*. Ji & Scott (2006) đã xác định rằng các locus *Ty3* định vị trong một khu vực bao gồm locus FER (25 cM, BAC clone 56B23, AY678298). Kết quả giải trình tự gen G8 của BAC clone 56B23 cho thấy trình tự tại đây là khác nhau đối với các dòng có nguồn gốc từ *S. chilense* LA2779 và LA1932. Để phân biệt hai vùng chuyển vị này, vùng LA2779 được chỉ định là *Ty3* và vùng từ LA1932 được chỉ định là *Ty3a*. Chỉ thị đồng trội FLUW25 (SCAR marker) đã được phát triển cho phép phát hiện được kháng *Ty3* và miễn cảm *Ty3* (*S. lycopersicum*) [78], nhưng không phát hiện được alen *Ty3a* [73].

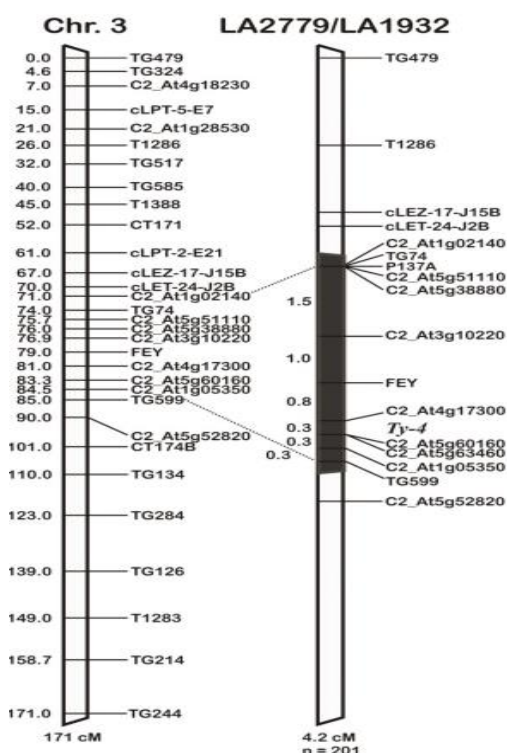


Hình 1.7. Bản đồ gen Ty-3 trên nhiễm sắc thể số 6 [76]

Để khắc phục vấn đề trên, nhóm tác giả trên đã phát triển chỉ thị đồng trội SCAR đặt tên là P6-25 cho phép phát hiện được các alen *Ty3*, *Ty3* và *Ty3a* [73]. Dùng cặp mồi P6-25 F/R cho phép khuếch đại đoạn trình tự 660bp của alen *Ty3b* và 630bp với alen *Ty3a*, 320bp của alen mất cảm *Ty3*, kiểu gen dị hợp tử sẽ cho 2 vạch băng 630bp hoặc 660bp và 320bp. Khi sử dụng cặp mồi P6-25F/R để sàng lọc một số giống lai (F1) thương mại, Ji & cs (2007a) đã thu được hai băng có kích thước 660bp và 320bp ở các giống khác nhau. Các đoạn DNA này được giải trình tự và cho thấy 100% tương đồng với đoạn từ *S. chilense* LA1969. Vùng chuyển vị mới được phát hiện có nguồn gốc từ *S. chilense* LA1969 này được gọi là *Ty3b* [78].

Gen *Ty4* là gen trội được phát hiện bởi Ji & cs (2008). Tác giả đã phát hiện một vùng chuyển vị *S. chilense* 14 cM trên vai dài của nhiễm sắc thể số 3 trong một số dòng, giống kháng có nguồn gốc từ LA1932 [77]. Một locus kháng

begomovirus mới là *Ty4* được lập bản đồ với các marker vào khoảng 2,3 cM giữa C2_At4g17300 và C2_At5g60160 trong vùng chuyển vị. Chỉ thị C2_AT5g51110 được xác định là liên kết với gen này [74]. Để tạo ra một marker hiệu quả liên kết với gen kháng *Ty4*, tác giả Lee & cs (2021) tập trung vào tám gen liên quan đến khả năng kháng bệnh ở vùng này: Solyc11g019710, Solyc11g019730, Solyc11g019800, Solyc11g019830, Solyc11g019840, Solyc11g019850 và Solyc11g019850. Tác giả đã xác định các điểm đánh dấu được liên kết chặt chẽ với Solyc11g019800 và Solyc11g019900. Phân tích trình tự của các alen miễn cảm và kháng ở locus Solyc11g019800 xác định 10 SNP. Marker trình tự đa hình được khuếch đại (dCAPS) phân tách có nguồn gốc được phát triển dựa trên SNP (T / A) nằm ở vị trí 79 của exon 1 [88]. Tuy nhiên, các nhà khoa học đã sử dụng chỉ thị C2_AT5g51110 để phát hiện gen *Ty4*. Những mẫu giống mang gen *Ty4* thì vệt băng có kích thước khoảng 325 bp được nhân lên, còn không chứa gen thì không có sản phẩm PCR được nhân lên [121].



Hình 1.8. Bản đồ phân tử gen *Ty4* trên nhiễm sắc thể số 3 [74].

Phân tích quần thể phân ly về locus *Ty3* và *Ty4* đã chứng minh rằng *Ty3*

giải thích 59,6% biến dị kiểu hình kháng (phenotypic variation), trong khi *Ty4* chỉ giải thích cho 15,7%, điều này gợi ý rằng *Ty4* tạo ra một hiệu lực kháng TYLCV nhỏ hơn. Các dòng tái tổ hợp mang cả *Ty3* và *Ty4* có mức kháng cao hơn với TYLCV [74].

Anbinder & cs (2009) đã lập bản đồ một QLT lớn và bốn QLT phụ nhỏ góp phần tạo nên tính kháng TYLCV trong dòng, giống TY172 có nguồn gốc từ *S. peruvianum*. QLT lớn được đặt tên là *ty5*, được lập bản đồ trên nhiễm sắc thể số 4 trong vùng lân cận của marker SINAC1 và chịu trách nhiệm 39,7 - 46,6% biến dị kiểu hình [86]. Đã có nhiều cố gắng trong việc nhận diện và lập bản đồ các gen qui định tính kháng TYLCV trong *S. pimpinellifolium* và *S. cheesmaniae* nhưng không tạo ra được các bản đồ tốt cũng như không tìm ra được các marker liên kết chặt phù hợp cho MAS. Vị trí kháng *ty5* thường được phát hiện bằng điểm đánh dấu CAPS SINAC1. Các dấu hiệu CAPS không thực tế cho các xét nghiệm PCR multiplex, do đó, một chỉ thị chẩn đoán mới cho alen kháng *ty5* là rất cần thiết. Sáu chỉ thị SSR nằm trên nhiễm sắc thể 4 giữa vị trí 1,45 và 7,34 Mb và điểm đánh dấu xung quanh SINAC1 (ở vị trí 2,856 Mb) đã được sàng lọc để dự đoán chính xác kiểu gen *ty5* trong các dòng giống. Qua đó chỉ ra rằng hai trong số sáu chỉ thị SSR cho đa hình giữa các cây mang alen miễn cảm và kháng *ty5*. Một trong những chỉ thị này là SLM4-34, tạo ra một số đoạn PCR với nhiều kích thước khác nhau, trong khi TM273 tạo ra một sản phẩm PCR duy nhất đặc trưng cho kiểu gen miễn cảm và kháng *ty5* trong vật liệu giống thuần. Ở *S. chilense* miễn cảm với *ty5*, TM273 tạo ra các kiểu băng khác với *S. lycopersicum*, cho thấy sự hiện diện của các alen khác nhau tại vị trí này ở loài này so với cà chua trồng. Chỉ thị TM719 cũng là chỉ thị có thể phân biệt được các alen khác nhau của *ty5* giữa cà chua dại và cà chua trồng. Vì thế chúng cũng được sử dụng nhiều trong phát hiện gen kháng *ty5*. Sử dụng cặp mồi nhân chỉ thị TM719 bằng PCR phát hiện gen *ty5*, nếu giống chứa gen thì sản phẩm PCR nhân lên có kích thước 237bp còn mẫu giống không chứa gen thì không có sản phẩm PCR hoặc có đoạn kích thước quá nhỏ [42], [121].

Như vậy, cho tới nay 5 gen kháng bệnh xoăn vàng lá đã được xác định, đó là các gen *Ty1*, *Ty2*, *Ty3*, *Ty4* và *ty5*. Các chỉ thị phân tử DNA liên kết với các gen này cũng đã được phát hiện, vì vậy dựa trên PCR để phát hiện và chọn lọc các gen kháng đã và đang được sử dụng rộng rãi trong các chương trình chọn giống cà chua trên thế giới. Các marker thường được sử dụng là các marker TG97 phát hiện và chọn lọc gen *Ty1*. Marker T0302 dùng để phát hiện và chọn lọc gen *Ty2*. Marker P6-25 sử dụng để phát hiện và chọn lọc gen kháng *Ty3* [3], [22]. Các marker C2_AT5g51110 và TM719 lần lượt dùng để phát hiện gen *Ty4* và *ty5*.

Bảng 1.6. Một số chỉ thị liên kết với các gen kháng bệnh xoăn vàng lá

STT	Tên chỉ thị	Trình tự mỗi	Gen liên kết	Tham khảo
1	TG97	TG97F: 5'- taa tcc gtc gtt acc tct cct t - 3' TG97R: 5'- cgg atg act tca ata gca atg a - 3'	<i>Ty1</i>	[63]
2	<i>JB1</i>	JB1F: aac cat tat ccg gtt cac tc JB1R: ttt cca ttc ctt gtt tct ctg	<i>Ty1</i>	[40]
3	TG178	TG178F: gag tcc cta acg aat ggt cct act TG178R: gca gac aaa tgc tca aag gtc aca cc	<i>Ty1</i>	[34]
4	T0302	T0302F: 5'- tgg ctc atc ctg aag ctg ata ggc c - 3' T0302R: 5'- tga t(t/g)t gat gtt ctc (t/a)tc tct (c/a)gc ctg - 3'	<i>Ty2</i>	[53], [138]
5	TES0344	F: gcctttcccacttatattctctc R: acacatacagacgttccgctca	<i>Ty2</i>	[138]
6	P6-25	P6-25-F2: 5'- ggt agt gga aat gat gct gct c - 3' P6-25-R5: 5'- gct ctg cct att gtc cca tat ata acc - 3'	<i>Ty3</i>	[73]
7	FER-G8F	FER-G8F1: cat ccc gtg cat cat cca aag tga c FER-G8R1: cta agg gtg tac ccc aag gga ac	<i>Ty3</i>	[73]
8	C2_AT5g51110 (<i>TaqI</i>)	F: 5'- tgg tgg aag gca cag ggc ac - 3' R: 5'- tct tta ctt gat cta ttt tag cag c -3'	<i>Ty4</i>	[74]
9	C2_At4g17300 (<i>AflI</i>)	F: atttaaccgtgtctgggcaactcaatgg R: gctcaacttgc aaatcacatccccatttcac	<i>Ty4</i>	[74]
10	C2_At5g60160 (<i>NlaIII</i>)	F: ttctcgcggcctttctctc R: tcgtgatcgcaaacatatactcgc	<i>Ty4</i>	[74]
11	TM719	F: 5'- tcg att tgg aat gag ttt tc -3' R: 5'- tga aat aga ttt gtc agg tggt-3'	<i>ty5</i>	[42]
12	TM273	F: 5'- ggtgctcatggatagcttac - 3' R: 5'- ctatatagcgatagcaccac - 3'	<i>ty5</i>	[42]
13	TM81	F: 5'- gtatggagagtcgagtcctcg - 3' R: 5' - ccatgataagtagcgagagg - 3'	<i>ty5</i>	[42]

Gần đây, một locus kháng *begomovirus* mới đã được phát hiện, gen *Ty-6*, có nguồn gốc từ *S. chilense* nằm trên nhánh dài của nhiễm sắc thể 10 [54], [70], [88]. *Ty6* tạo ra khả năng chống lại virus gây bệnh cà chua (ToMoV) cho thấy rằng, *Ty6* kiểm soát cả hai loại vi rút mono và bi-partite trong cà chua. *Ty6* kháng ở mức độ trung bình đối với TYLCV, nhưng mức độ kháng cao đối với vi rút gây bệnh cà chua (ToMoV). Việc sử dụng hiệu quả nhất của *Ty6* là kết hợp với các gen *Ty* khác như *Ty3* hoặc *ty5* [88], [124]. Tuy nhiên, chưa xác định được chính xác vị trí của nó trong hệ gen. Vì vậy, cần có những nghiên cứu sâu hơn về locus kháng này nhằm góp phần cung cấp thêm nguồn gen kháng cho các chương trình chọn tạo giống kháng.

1.3.2. Những nghiên cứu về gen kháng bệnh mốc sương và các chỉ thị liên kết

Để phòng trừ bệnh mốc sương cà chua phải kết hợp các mặt: biện pháp kỹ thuật canh tác, giống kháng bệnh, sử dụng thuốc hóa học, đồng thời phải dự báo thời gian phát sinh ổ bệnh đầu tiên [14]. Trong đó lai tạo các giống mới có khả năng kháng *P. infestans* là cách hiệu quả nhất để giảm thiểu thiệt hại do bệnh mốc sương gây ra. Do đó, việc sử dụng hiệu quả các gen kháng mới trong lai tạo là điều cần thiết. Tính kháng đối với *P. infestans* được quy định bởi gen kháng và một số locus tính trạng số lượng (QTL). Trong nhiều thập kỷ qua, các nhà nghiên cứu đã xác định được các gen quy định tính kháng bệnh mốc sương, bao gồm *Ph1*, *Ph2*, *Ph3*, *Ph4* và *Ph5* trong các loài cà chua dại [143]. Các tác giả cũng xác định được các chỉ thị liên kết với các gen nói trên nhằm phục vụ nghiên cứu và chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương.

Gen *Ph1* được phát hiện rất sớm từ những năm 1965 bởi ClaYPerge và cộng sự. Chúng được xác định là nằm trên nhiễm sắc thể số 7. Gen *Ph2* nằm trên nhiễm sắc thể số 10 [101] và gen *Ph3* trên nhiễm sắc thể 9 [43]. Tuy nhiên những gen này không thể hiện tính kháng đối với tất cả các isolate của nấm mốc sương. *Ph1* là gen trội duy nhất tạo được tính kháng với chủng T-0, nhưng nó đã nhanh chóng bị gây nhiễm bởi các chủng gây bệnh mới [111]. Gen kháng *Ph2* trội không hoàn toàn (có trong giống cà chua Perialine, Macline, Piline) có hiệu lực với chủng T0,

ít tác dụng đối với chủng T1. Gen *Ph2* đúng ra chỉ làm giảm bớt tốc độ phát triển bệnh, và nó thường không kháng được khi gặp các chủng độc hơn [35]. Một gen kháng mạnh hơn nhiều so với 2 gen kể trên là *Ph3* đã được tìm thấy trong mẫu giống L3708 thuộc loài đại *S. pimpinellifolium* (còn được biết đến là LA1269 hoặc PI365957). Gen này tạo ra tính kháng trội không hoàn toàn kháng lại một loạt khá rộng các chủng *P. infestans* [110], trong khi đó gen *Ph1* và *Ph2* không thể hiện tính kháng với chủng này. Giống cà chua mang gen kháng *Ph1* hay gen *Ph2* không thể hiện khả năng kháng tốt đối với các chủng mốc sương tại Israel. Điều đó chứng tỏ các gen trên chỉ mang tính kháng chuyên tính với một hoặc một số chủng *P. infestans* nhất định. Trái lại, nấm *Phytophthora infestans* có khả năng sinh sản hữu tính tạo ra các dạng tái tổ hợp mới rất nhanh nên giống cà chua mang gen kháng trên rất dễ bị nhiễm bệnh bởi các chủng mới. Phương pháp sử dụng nhiều gen, mỗi gen có vai trò nhất định liên quan đến tính kháng, nhằm tạo ra các giống cà chua kháng bệnh ổn định (Durable resistance) đã được nghiên cứu. Các giống và chua có chứa các gen *Ph2* và *Ph3* đã chứng minh mức độ kháng chấp nhận được khi được lây nhiễm chủng nấm bệnh *P. infestans* EG_7. Cho đến nay, những gen này đã được sử dụng trong các giống cây trồng thương mại và mang lại lợi ích trực tiếp cho nông dân bằng cách giảm sự phụ thuộc của họ vào thuốc diệt nấm để kiểm soát *P. infestans*, do đó giảm chi phí sản xuất của họ [32]. Gen *Ph4* đã được phát hiện trong *S. habrochaites* 'LA1033' và được báo cáo là một QTL tiềm năng. Gen *Ph5* được xác định trong *S. pimpinellifolium* accession PI 270443, có khả năng kháng ít nhất 7 mầm bệnh mốc sương [52]. Từ trước đến nay, *Ph5* được kiểm soát bởi hai vị trí, một trên nhiễm sắc thể 1 là *Ph5-1* và một trên nhiễm sắc thể 10 là *Ph5-2* [96], [97].

Đối với QTL liên kết với gen kháng bệnh sương mai của cà chua cũng đã được một số tác giả nghiên cứu. Trong 5 gen kháng mốc sương được phát hiện là *Ph1*, *Ph2*, *Ph3*, *Ph4* và *Ph5* thì các gen *Ph1*, *Ph2* và *Ph3* được sử dụng phổ biến để tạo ra các giống cà chua kháng. Tuy nhiên, gen *Ph1* chỉ tạo được khả năng kháng hẹp với một

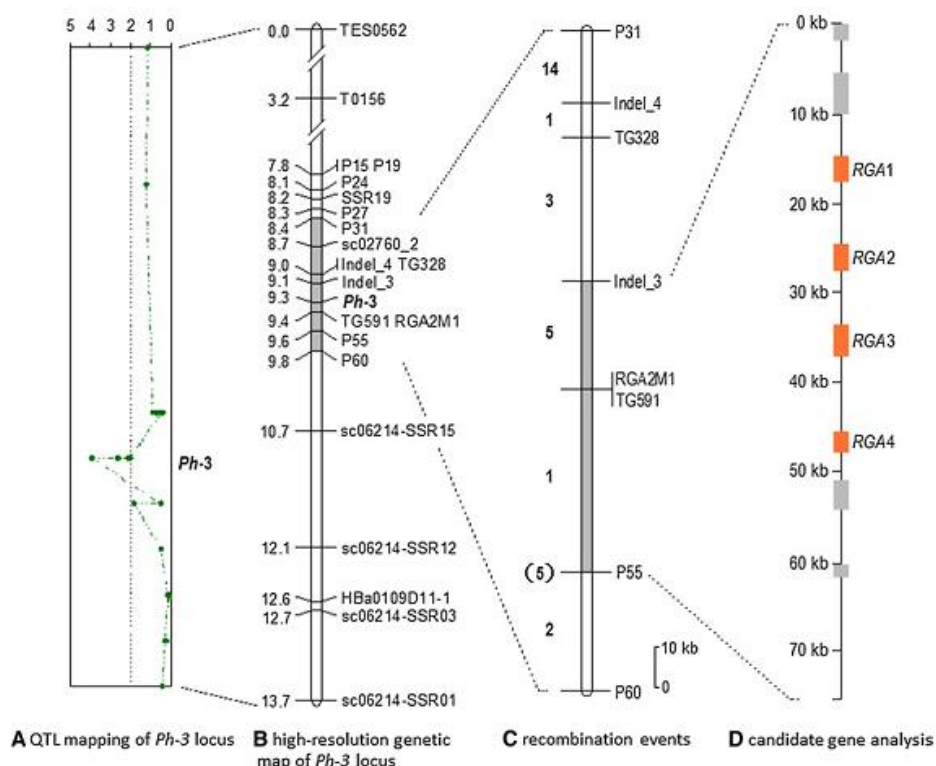
vài chủng, trong khi đó, gen *Ph2* có khả năng kháng tốt hơn và gen *Ph3* tạo được khả năng kháng phổ rộng với nhiều isolate *P. infestant* [143].

Theo tác giả Panthee & cs (2012), chỉ thị dTG63 là chỉ thị CAPS, liên kết với gen *Ph2* trên nhiễm sắc thể số 10. Tuy nhiên để phân biệt các alen khác nhau của gen *Ph2* thì phải sử dụng enzyme cắt giới hạn *HinfI* để cắt sản phẩm PCR sau khi nhân chỉ thị dTG63 [109]. Tương tự theo Reza & cs (2015) đã xác định được chỉ thị UF-Ph2-1 liên kết chặt với gen *Ph2*. Sản phẩm PCR sử dụng cặp mồi nhân vùng chỉ thị UF-Ph2-1 có kích thước khoảng 498 bp ở cả những giống kháng và nhiễm. Sử dụng enzyme cắt giới hạn *HinfI* cắt sản phẩm PCR trên ta có thể phân biệt được các trạng thái của các alen. Nếu là alen kháng (dạng đồng hợp tử trội) xuất hiện 3 vạch băng kích thước 355, 125 và 27 bp, nếu là alen nhiễm (đồng hợp tử lặn) xuất hiện 2 vạch băng kích thước 480 và 27 bp, nếu là alen dị hợp xuất hiện 4 vạch băng 480, 355, 125 và 27 bp. Tuy nhiên vạch băng 27 bp có kích thước nhỏ nên khi điện di chúng di chuyển ra khỏi bản gel nên không quan sát thấy [117]. Chỉ thị UF-Ph2-1 đã được Trần Ngọc Hùng & cs (2020a) ứng dụng thành công trong chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương [143].

Trong nghiên cứu của Zhi & cs (2021) đã chỉ ra rằng hai chỉ thị CC-Ase và InDel-c liên kết rất gần với gen *Ph2*, lần lượt là 74,29 và 100%. Tuy nhiên, rất ít giống cây trồng có độ bền cao được thử nghiệm bằng cách sử dụng các marker này để phát triển trong nghiên cứu. Do đó, có thể cần phải xác minh tính tổng quát và tính chính xác của các marker trong một quần thể lớn hơn ở một nghiên cứu trong tương lai [143].

Năm 2012, gen kháng *Ph3* đã được lập bản đồ (hình 1.9), liên kết chặt với chỉ thị RFLP TG591. *Ph3* cung cấp khả năng chống lại một loạt các chủng mầm bệnh và do đó gen này được sử dụng đưa vào các giống cà chua thương mại thông qua nhiều chương trình nhân giống cà chua. Một marker *Ph3* đã được công bố bao gồm hai vùng khuếch đại đặc trưng trình tự (SCAR) và một vùng đa hình khuếch đại được phân tách (CAPS) [110], [132]. Các nhà khoa học đã phát triển thành công chỉ thị RAPD CCPB272-03740 (trình tự mồi GGTCGATCTG) liên kết chặt với gen kháng

Ph-3 (5.8 cM). Truong & cs (2013) đã phát triển chỉ thị đồng trội SCAR có tên SCU602 cho phép phát hiện dễ dàng các mẫu giống mang gen *Ph3* cả ở dạng dị và đồng hợp tử. SCU602 sử dụng cặp môi SCU602F3/R3, liên kết chặt và cho phép xác định alen kháng *Ph3* (sản phẩm PCR 400 bp) và alen mất cảm (450bp) có thể sử dụng hiệu quả để chọn lọc kiểu gen kháng [132]. Những nghiên cứu này tạo điều kiện thuận lợi cho việc sàng lọc vật liệu mang gen kháng và quy tụ các gen kháng tạo ra khả năng kháng rộng và bền vững hơn.



Hình 1.9. Bản đồ di truyền xác định vị trí và liên kết của gen *Ph-3*

(Nguồn: [94])

Một nghiên cứu khác của tác giả Reza & cs (2015) đã chỉ ra 7 chỉ thị để phát hiện và chọn lọc gen kháng *Ph3*. Các chỉ thị UF-Ph3-1; UF-Ph3-2; UF-Ph3-3; UF-Ph3-4; UF-Ph3-5; UF-Ph3-6 và UF-Ph3-7. Chúng đều là các chỉ thị SCAR cho phép phân biệt các trạng thái alen khác nhau của gen *Ph3* mà không cần sử dụng đến enzyme cắt giới hạn. Chúng hoàn toàn có thể được sử dụng trong nghiên cứu phát hiện và chọn lọc gen kháng *Ph3* [117]. Panthee & cs (2012) cũng tìm ra 4 chỉ thị đồng trội SCAR liên kết với gen *Ph3* là các chỉ thị NC-LB-9-6676; NC-LB-9-6677;

NC-LB-9-6678 và NC-LB-9-6679. Bằng kỹ thuật PCR các chỉ thị đã tạo ra các đoạn DNA có kích thước khác nhau. Với chỉ thị NC-LB-9-6676, sản phẩm PCR là 2 đoạn DNA kích thước 1000 bp và 1300 bp lần lượt của kiểu gen kháng và mẫn cảm. Tương tự chỉ thị NC-LB-9-6677 là 1000 bp và 1250 bp, chỉ thị NC-LB-9-6678 là 600 bp và 900 bp và chỉ thị NC-LB-9-6679 là 1000 bp và 1200 bp. Khi sử dụng các chỉ thị này để phát hiện gen kháng *Ph3* thì đều cho ra kết quả tương tự nhau [109].

Vì hai gen *Ph2* và *Ph3* là các gen được quan tâm nghiên cứu nhiều cũng như khả năng kháng tốt đối với các chủng gây bệnh mốc sương trên thế giới, nên trong nghiên cứu này sẽ tập trung vào nghiên cứu hai gen kháng bệnh mốc sương cà chua là *Ph2* và *Ph3*.

1.4. Chọn tạo giống ứng dụng MAS

1.4.1. Khái niệm

Marker assisted selection (MAS) là “chọn giống thông minh” hoặc công nghệ chọn giống cây trồng nhanh và chính xác. Nó là một công cụ được sử dụng trong các Viện nghiên cứu, các công ty để phát triển nhanh các giống cải tiến, mang lại khả năng chọn lọc các tính trạng mong muốn bằng cách sử dụng các dấu hiệu DNA. Các chỉ thị phân tử có thể được sử dụng để hỗ trợ các nhà chọn giống chọn lọc gen hoặc các đoạn nhiễm sắc thể cụ thể được biết là ảnh hưởng đến kiểu hình quan tâm có mặt trong các cá thể hoặc quần thể quan tâm hay không. Do đó, tiềm năng của MAS chuyển từ chọn lọc kiểu hình sang chọn lọc dựa trên kiểu gen bằng cách sử dụng các dấu hiệu liên kết với các gen quan tâm. Nhờ sự ra đời của các chỉ thị DNA vào cuối những năm 1970 mà giờ đây người ta có thể nhắm mục tiêu trực tiếp vào các vùng gen có liên quan đến sự biểu hiện của các đặc điểm quan tâm [69]. Đây là phương pháp được thế giới ủng hộ mạnh mẽ bởi vì kỹ thuật này đã rút ngắn được thời gian lai tạo giống và có thể cho kết quả sau ba thế hệ chọn lọc. MAS cho phép lựa chọn kiểu gen không bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường. MAS cũng làm tăng hiệu quả của các lựa chọn vì nó có thể được sử dụng trong giai đoạn cây giống, nó cũng phân biệt các đồng hợp tử với dị hợp tử, lựa chọn cho một số đặc tính cùng lúc.

1.4.2. MAS trong chọn tạo giống kháng bệnh

Bệnh cây là kết quả của sự lây nhiễm của các sinh vật khác gây ảnh hưởng xấu đến sự phát triển, chức năng sinh lý và năng suất của cây trồng. Bệnh hại cây trồng có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến nền kinh tế của một quốc gia. Do đó, quản lý dịch bệnh luôn là một trong những mục tiêu chính của bất kỳ chương trình cải tiến, chọn tạo giống cây trồng nào. Có ít nhất 50000 bệnh hại kinh tế cây trồng và hàng năm bệnh mới được phát hiện [69]. Các bệnh thực vật đôi khi được phân nhóm theo các triệu chứng mà chúng gây ra (thối rữa, héo rũ, đốm lá, cháy lá, bệnh gỉ sắt, bệnh xì mũ), đối với cơ quan thực vật mà chúng ảnh hưởng (bệnh rễ, bệnh thối thân, bệnh trên lá), hoặc theo các loại của cây bị ảnh hưởng (bệnh đồng ruộng, bệnh rau, bệnh cỏ, ...). Sử dụng gen kháng thực vật để phát triển các giống kháng bệnh là một giải pháp thay thế thuận tiện cho các biện pháp khác như thuốc trừ sâu hoặc các phương pháp kiểm soát hóa học khác được sử dụng để bảo vệ cây trồng khỏi dịch bệnh [60]. Đó là mục tiêu của việc chọn tạo giống cây trồng, xác định các cây kháng bệnh, sau đó được lai với các cây trồng mẫn cảm nhưng có thể chấp nhận được về mặt nông học, năng suất cũng như chất lượng. Một chương trình lai backcross với cây bố mẹ mẫn cảm và chọn lọc các kiểu hình kháng dẫn đến việc chọn tạo ra các cây giống với cây bố mẹ mẫn cảm nhưng có sức đề kháng. Các nhà chọn giống đã phát triển thành công các dòng kháng bệnh bằng cách tích hợp gen kháng vào giống cây trồng của họ. Tuy nhiên, không phải lúc nào cũng vậy, do quá trình chọn giống thông thường rất mất thời gian (khoảng 10 năm), và đến thời điểm này, trong một số trường hợp, mầm bệnh đã phát triển thành một biến thể mới mà giống cây trồng cải tiến không được công nhận, dẫn đến tính mẫn cảm. Chỉ thị DNA có tiềm năng to lớn để cải thiện hiệu quả và độ chính xác của chọn giống cây trồng thông thường thông qua chọn lọc có hỗ trợ chỉ thị phân tử (MAS) bằng cách giảm sự phụ thuộc vào các quy trình sàng lọc khó khăn và tốn công. Đặc biệt là đối với sức đề kháng bền vững hoặc không có đặc hiệu, điều đó trở thành một thách thức và là cách tốt nhất để vượt qua sự tiến hóa của mầm bệnh thành chủng mới. Việc sử dụng các chỉ thị phân tử trong chọn lọc có thể hỗ trợ việc nhân giống thông thường, đặc biệt là đối với một số tính trạng cần nhiều công

sức để quản lý. Xu & Crouch (2008) chỉ ra bốn loại đặc điểm mà chỉ thị DNA sẽ hữu ích. (i) Các tính trạng khó quản lý thông qua chọn lọc kiểu hình thông thường vì chúng tốn kém hoặc tốn thời gian để đo lường, khả năng thâm nhập thấp hoặc di truyền phức tạp; (ii) Các tính trạng mà sự lựa chọn của chúng phụ thuộc vào các môi trường cụ thể hoặc các giai đoạn phát triển của vật chủ; (iii) Duy trì các alen lặn trong quá trình lai xa hoặc để tăng tốc độ lai giống nói chung; và (iv) Quy tụ nhiều đặc điểm đơn gen hoặc một số QTL để kháng một bệnh với sự di truyền phức tạp [135]. Một số nghiên cứu đã báo cáo sự xuất hiện của các chỉ thị phân tử như một công cụ hỗ trợ phương pháp phân loại kiểu hình để cải thiện các đặc điểm liên quan. Ví dụ, Miklas & cs (2006) đã báo cáo trên cây đậu rằng chiến lược hiệu quả nhất để cải thiện tính kháng của cây đậu đối với bệnh bạc lá vi khuẩn thông thường là sự kết hợp của MAS với sự chọn lọc kiểu hình định kỳ, vì nó cho phép giữ lại QTL nhỏ và chọn lọc tương tác góp phần cải thiện khả năng kháng bệnh [98]. Wilde & cs (2008) đã ghi nhận hiệu quả của MAS với sự kết hợp chọn lọc kiểu hình trong việc cải thiện khả năng chống lại bệnh bạc lá do Fusarium. Một trong những ứng dụng thành công của MAS trong việc tạo giống kháng bệnh là ở Indonesia, và cho ra đời hai giống lúa “Angke” và “Conde”, có khả năng kháng bệnh bạc lá do vi khuẩn [69].

MAS là một công nghệ đã chứng minh được giá trị của nó. Do số lượng QTL, các gen và chỉ thị được xác định MAS có thể trở nên có giá trị hơn. Nhiều tổ chức và khu vực tư nhân đã thành công trong việc triển khai MAS và tạo ra các dòng, giống mới với các đặc điểm mong muốn. Nhưng chi phí vẫn giảm và các chiến lược tối ưu hóa để tích hợp MAS với lựa chọn kiểu hình là cần thiết trước khi công nghệ này có thể phát huy hết tiềm năng của nó.

1.4.3. MAS trong chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá và mốc bệnh sương

Chọn lọc có hỗ trợ của chỉ thị phân tử (MAS) được sử dụng trong tạo giống cây trồng với ba mục đích chính, (i) Tích lũy các alen thuận lợi bằng cách theo dõi qua các thế hệ của các alen mong muốn lặn hoặc trội (ii) Xác định kiểu gen của

các cá thể mong muốn từ quần thể phân ly/ dòng dựa trên một trong hai phần là alen hoặc toàn bộ bộ gen (iii) Sự xâm nhập của các alen thuận lợi từ bố mẹ cho vào cây trồng ưu tú bằng cách phá vỡ các locus liên kết không mong muốn. Các thuật ngữ chung được sử dụng trong các kỹ thuật nhân giống phân tử hiện đại bao gồm chọn lọc trên toàn bộ bộ gen (GWS) hoặc chọn lọc bộ gen (GS), chọn lọc phủ hệ được hỗ trợ chỉ thị (MAPS), chọn lọc có sự hỗ trợ của chỉ thị (MAS), lai ngược có hỗ trợ đánh dấu (MABC) và đánh dấu -lựa chọn lặp lại có hỗ trợ của chỉ thị (MARS). Trong số các loại cây họ cà, cà chua là một trong những loại cây được nghiên cứu nhiều nhất dựa trên các nghiên cứu về gen. MAS là một phương pháp chọn lọc gián tiếp tính trạng dựa trên kiểu gen của một điểm đánh dấu liên quan thay vì đặc điểm quan tâm [108]. Trong vài thập kỷ qua, MAS là kỹ thuật được các nhà lai tạo sử dụng phổ biến nhất để phát triển các giống cây trồng mới. Ngoài ra, MAS là một cách xây dựng để quy tụ gen hoặc xác định các locus tính trạng số lượng (QTL), đặc biệt đối với các tính trạng có hệ số di truyền thấp [71]. Các loại chỉ thị liên kết khác nhau đã được xác định trong chương trình tạo giống cà chua theo phương pháp di truyền Mendel đơn giản. Những chỉ thị này rất hữu ích để chọn cây hoặc dòng có đặc điểm quan tâm. Có hơn 1300 chỉ thị đã được xác định trong cà chua [108]. Như vậy vấn đề quan trọng nhất trong việc ứng dụng chỉ thị phân tử trong chọn tạo giống cây trồng là các QTL hoặc gen có tác dụng chính phải được lập bản đồ với độ chính xác cao. Ngoài ra, những gen này không được có bất kỳ ảnh hưởng tiêu cực nào đến các tính trạng khác. Việc sử dụng MAS trong chọn tạo giống cà chua bắt đầu từ những năm 1930, sớm hơn nhiều so với nhiều loài cây trồng khác [62]. Nó được sử dụng để cải thiện nhiều đặc điểm hình thái, sinh lý và kháng bệnh. Mặc dù các gen kháng hoặc QTL đã được xác định đối với nhiều bệnh nấm ở cà chua, nhưng chỉ một số ít trong số này được sử dụng cho MAS, trong khi với các gen khác, các chỉ thị liên quan đến gen/ locus kháng bệnh đã được xác định, nhưng không có báo cáo về các chỉ thị dựa trên cơ sở PCR được phát triển để tạo giống kháng [108].

1.4.3.1. Các nghiên cứu MAS trong chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoắn lá

Lapidot và Friedmann (2002) tuyên bố rằng không có rào cản vật lý và hóa học nào giúp kiểm soát bộ phận trắng trong một đợt bùng phát nghiêm trọng, và cách tiếp cận tốt nhất sẽ là phát triển các giống kháng bệnh bằng cách sử dụng kỹ thuật di truyền hoặc cổ điển để kiểm soát TYLCV trên cà chua [134]. Trong thực tế, việc ngăn chặn vi rút xâm nhiễm vào vật chủ chủ yếu kiểm soát côn trùng trung gian truyền vi rút bằng cách sử dụng các rào cản vật lý thích hợp như bẫy, lưới chắn và các tác nhân hóa học (thuốc diệt côn trùng). Tuy nhiên, việc xây dựng các rào cản vật lý không phải lúc nào cũng khả thi và việc áp dụng các hợp chất hóa học có thể dẫn đến khả năng kháng thuốc của bộ phận trắng [91]. Phương pháp bảo vệ cây trồng tốt nhất là vật chủ kháng vi rút hoặc bộ phận trắng. Trong chọn tạo giống cà chua kháng TYLCV, cách tiếp cận nổi bật nhất là chuyển các gen kháng vi rút từ họ hàng cà chua dại vào cà chua trồng [137]. Cho đến nay, sáu gen kháng đã được phát hiện là: *Ty1*, *Ty2*, *Ty3*, *Ty4*, *ty5* và *Ty6* từ một số loài cà chua hoang dã, bao gồm *S. habrochaites* và *S. chilense*. Bốn trong số các gen kháng TYLCV này là *Ty1*, *Ty3*, *Ty2* và *ty5* đã được nhân bản, đại diện cho ba lớp cơ chế bảo vệ kháng vi-rút [47], [58], [125]. Những phát hiện này là tiền đề cho chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoắn vàng lá.

Các chiến lược chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoắn vàng lá chủ yếu tập trung vào các gen kháng có nguồn gốc hoang dại. Sự ra đời của tính kháng di truyền chống lại một số bệnh đã được chứng minh là thành công trong các chương trình chọn tạo giống cà chua thương mại [88]. Mặc dù nhiều gen kháng TYLCV đã được nghiên cứu, nhưng hầu hết các giống cà chua thương mại đều có một gen kháng TYLCV duy nhất, thường là gen *Ty1* hoặc *Ty3*. Sự xuất hiện của các chủng TYLCV mới kháng lại *Ty1/3*, hoặc bùng phát kháng *Ty1/3* do các điều kiện môi trường cụ thể, đã nhiều lần được báo cáo [107]. Do đó, phải quy tụ nhiều gen kháng vào một giống cà chua là cần thiết để đạt được khả năng kháng TYLCV lâu bền và đáng tin cậy [118]. Việc sử dụng chỉ thị phân tử để chọn lọc gen kháng mục tiêu (MAS) là điều cần thiết cho các chương trình quy tụ nhiều gen kháng vào một

giống hiệu quả [88]. Singh & cs (2019) đã chuyển thành công gen kháng bệnh xoắn vàng lá vào cà chua trồng thương mại bằng cách lai từ họ hàng hoang dã của nó [129]. Kumar & cs (2014) đã báo cáo việc quy tụ gen *Ty2* thành công cho hai giống cây trồng miễn cảm với TYLCV và tạo ra các con lai có tính kháng TYLCV trong suốt vòng đời [84].

Các nghiên cứu gần đây nhằm hướng tới việc sử dụng chỉ thị phân tử để quy tụ các gen kháng bệnh xoắn lá cà chua (TLCV) vào các giống cà chua miễn cảm với bệnh này. Tác giả Kumar & cs (2014) đã quy tụ gen kháng bệnh và hai giống miễn cảm là Pbc và H-86. Các giống cho gen kháng bệnh là EC-538408 (*Solanum chilense*) và EC-520061 (*S. peruvianum*). Tác giả đã sử dụng chỉ thị SSR-218 và SSR306 để chọn lọc gen kháng *Ty2* ở các thế hệ backcross. Hai chỉ thị này cho phép phân biệt giữa các thể đồng hợp tử và dị hợp tử trong giai đoạn cây con trước khi thụ phấn, hỗ trợ việc loại bỏ các cây lai backcross (BC) không mang gen đích. Qua đó đã tạo ra giống Pbc và H-86 từ một giống miễn cảm thành giống kháng [84].

Tiến bộ vượt bậc đã được thực hiện trong việc xác định đặc điểm di truyền của các gen kháng bệnh ở cà chua. Việc chọn tạo giống cà chua kháng được TYLCV chủ yếu dựa trên *Ty3* như một gen kháng đặc biệt có nguồn gốc từ loài cà chua hoang dã. Việc cải tiến hoặc phát triển giống cây trồng có thể đạt được thông qua việc sử dụng MAS. Vì vậy việc sử dụng các chỉ thị nhằm phát hiện chính xác và dễ dàng gen mục tiêu sẽ có tầm quan trọng đáng kể đối với việc chọn lọc trong các chương trình nhân giống. Tác giả Adedze & cs (2018) đã thực hiện phát triển một chỉ thị mới dựa trên trình tự gen *Ty3* có thể được sử dụng cho MAS trong chương trình chọn giống cà chua kháng TYLCV. Chỉ thị mới được phát triển có tên là ACY. Độ tin cậy và độ chính xác của ACY được đánh giá dựa trên chỉ thị liên kết gen *Ty3* với chỉ thị P6-25 thông qua sàng lọc các cây cà chua lai kháng và miễn cảm, và phân ly di truyền bằng cách sử dụng quần thể F2 có nguồn gốc từ cây lai thương mại AG208 kháng. Với việc sử dụng tin sinh học và các công cụ phân tích trình tự DNA, tác giả đã quan sát thấy sự mất đoạn 10 nucleotide trong trình tự gen *Ty3* đối với giống cà chua miễn cảm. ACY là một chỉ thị dựa trên indel đồng

trội tạo ra các dải vệt băng đa hình rõ ràng để phân biệt giống mẫn cảm và giống kháng. Kết quả thu được tương quan với tỷ lệ phân ly 3: 1 (gen kháng trội). Chỉ thị này hiện đang được các nhà chọn giống sử dụng để sàng các gen kháng *Ty3* [28]. Chọn lọc hỗ trợ của chỉ thị (MAS) được tác giả Zengin & cs (2019) thực hiện ở thế hệ F1 và F2 đối với tính kháng TYLCV ở các gen *Ty3a* và *Ty1*. Kết quả có tổng số 95 kiểu gen ở F3 được phát triển bằng phương pháp chọn lọc chỉ thị phân tử. Tác giả đã xác định được 30 kiểu gen có gen *Ty3a* và *Ty1* là đồng hợp tử kháng, 9 kiểu gen mang các gen này ở dạng dị hợp tử và 56 kiểu gen được xác định là mẫn cảm. Các kiểu gen kháng đồng hợp tử gen *Ty3a* và *Ty1* sẽ được gây dưỡng và phát triển thành giống cà chua mới kháng bệnh xoăn vàng lá [140]. Một số nghiên cứu về việc sử dụng MAS được thực hiện ở Guatemala báo cáo rằng đã quy tụ được hai gen kháng vào một giống. Các dòng cà chua mang cả hai gen *Ty3* và *Ty4* có mức độ kháng TYLCV cao hơn so với các dòng chỉ có *Ty3* [134]. Nevame & cs (2018) đã báo cáo một chỉ thị phân tử mới cho gen *Ty3* và tuyên bố rằng phép lai cà chua mang gen kháng *Ty2* và *Ty3* có thể giảm thiểu tác động của vi rút so với một gen đơn lẻ [104]. Dhaliwal & cs (2020) đã xem xét tầm quan trọng của việc sở hữu gen kháng TYLCV ở cả bố và mẹ khi phát triển tính kháng hiệu quả ở cà chua lai vì gen *Ty* đóng góp một phần ưu thế [47].

Bệnh xoăn vàng lá cà chua (TYLCV) là một loại bệnh gây hại cho sản xuất cà chua trên toàn thế giới. Khả năng kháng TYLCV đã được nghiên cứu kỹ lưỡng và các gen kháng bệnh cùng với các chỉ thị phân tử liên kết với các gen cũng đã được phát hiện. Việc xác định được các chỉ thị phân tử DNA liên kết với các gen kháng mục tiêu là cơ sở khoa học cho việc ứng dụng MAS trong chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá ở hiện tại và tương lai.

1.4.3.2. Các nghiên cứu MAS trong chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương

Năm gen kháng bệnh mốc sương đã được chuyển từ *S.pimpinellifolium* vào cà chua trồng [106] và gen kháng *Ph2* và *Ph3* đã được sử dụng rộng rãi trong các giống cây thương mại [141]. Con lai F1 với các gen *Ph2* và *Ph3* kết hợp được thương mại hóa ở Hoa Kỳ, ví dụ: các giống Mountain Magic, Mountain Merit,

Defiant, Cherry Bomb, Iron Lady và Jasper [46]. Cũng tương tự như chọn lọc gen kháng bệnh xoăn vàng lá bằng MAS thì chỉ thị phân tử là tiền đề để chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương.

Moreau & cs (1998) sử dụng các chỉ thị RFLP và AFLP (đa hình độ dài phân mảnh khuếch đại) đã xác định vị trí gen *Ph2* góp phần vào sự đề kháng một phần. Gen này nằm ở phần cuối của nhánh dài của nhiễm sắc thể số 10 giữa các chỉ thị RFLP CP105 và TG233. Yi-peng & cs (2009) xác định RAPD marker kháng bệnh mốc sương trên cà chua. Chỉ thị này được thiết kế là CCPB272-03740 và nó được liên kết chặt chẽ với gen kháng *Ph3*. Chỉ thị AFLP L87 đã được chuyển đổi thành công thành chỉ thị SCAR được liên kết với gen *Ph3* và có thể được sử dụng để chọn lọc cây cà chua kháng bệnh mốc sương [110].

Một nỗ lực toàn diện đã được khởi xướng tại Đại học Bang Pennsylvania với mục tiêu xác định các nguồn kháng bệnh mốc sương mới cũng như xác định, lập bản đồ và quy tụ các gen kháng bệnh mốc sương trong các dòng cà chua thương mại. Việc sàng lọc ~300 mẫu thuộc *S. pimpinelifolium* đã dẫn đến việc xác định một số nguồn kháng bệnh mới [52]. Một dòng mới tạo ra PSLP153, biểu hiện tính kháng mạnh đối với ít nhất 7 chủng *P. infestans*, đã được chọn để xác định và lập bản đồ gen kháng bệnh. Phương pháp tiếp cận chọn lọc kiểu gen, sử dụng quần thể F2 và F3 của con lai giữa PSLP153 và dòng mẫn cảm và sử dụng các chỉ thị phân tử (MAS) khác nhau bao gồm RFLP, SSR, EST, CAPS và AFLP, dẫn đến việc xác định và lập bản đồ gen kháng mới. Bằng việc ứng dụng chỉ thị phân tử trong chọn tạo giống (MAS) rất nhiều giống đã cà chua kháng bệnh mốc sương đã được tạo ra. Giống New Yorker OP chứa gen *Ph1*; Legend OP chứa gen *Ph2*; Plum Regal chứa gen *Ph3*; JTO- 545 chứa gen *Ph3*; Mountain Magic chứa gen *Ph2* và *Ph3*; Defiant PHR chứa gen *Ph2* và *Ph3*; NC123S x CU-TR5 chứa gen *Ph2* và *Ph3*; NC123S x CU-TR3 chứa gen *Ph2* và *Ph3*; Brandywine x CU-TR3 chứa gen *Ph2* và *Ph3*. Một chương trình đánh giá khả năng kháng của các giống chứa gen nêu trên của Đại học Correl đã khẳng định rằng các giống được quy tụ 2 gen *Ph2* và *Ph3* có khả năng kháng tốt đối với các chủng mốc sương ở Mỹ, ký hiệu từ US-1 đến US22, US23. Tuy nhiên những gen này ở trạng thái dị hợp tử thì khả năng

kháng của chúng bị giảm [95]. Một thí nghiệm tương tự, tác giả sử dụng 39 dòng/giống cà chua (*Solanum lycopersicum*) đã được đánh giá về khả năng kháng bệnh mốc sương trong ba thí nghiệm đồng ruộng riêng biệt. Trong mỗi thử nghiệm, bệnh mốc sương do các chủng *Phytophthora infestans* US-23 gây ra trên đồng ruộng. Các giống có gen kháng bệnh mốc sương *Ph1*, *Ph2*, *Ph3*, và *Ph2 + Ph3* đã được đưa vào, cùng với một số giống địa phương có tính kháng theo báo cáo của người trồng và các giống không có khả năng kháng. Tất cả sáu giống có chứa đồng thời *Ph2 + Ph3*, cùng với NC25P, là giống đồng hợp tử gen *Ph3*, cho thấy mức độ kháng cao. Giống F1 Plum Regal, dị hợp tử chỉ với gen *Ph3* cho thấy sức đề kháng trung bình. Giống Legend, giống duy nhất chỉ chứa gen *Ph2*, cũng cho thấy sức đề kháng ở mức trung bình. Ba giống địa phương, Matt's Wild Cherry, Lemon Drop và Mr. Stripey, cho thấy mức độ đề kháng cao so với các giống chứa *Ph2 + Ph3*. Giống New York, chỉ chứa gen *Ph1*, không có triệu chứng kháng [65]. Qua đây nhận thấy gen *Ph3* hoặc sự kết hợp giữa *Ph2* và *Ph3* kháng tốt với bệnh mốc sương hơn là gen kháng *Ph1*. Các giống chỉ chứa gen *Ph2*, hoặc dị hợp tử với *Ph3* thì kháng ở mức trung bình. Như vậy việc ứng dụng MAS để quy tụ nhiều gen vào một giống sẽ tạo ra tính kháng mạnh và bền vững hơn. Việc không ngừng nghiên cứu để có được chỉ thị liên kết chặt với các gen đóng vai trò là chìa khóa.

Theo nghiên cứu của Wang & cs (2016) chỉ thị đặc trưng cho gen *Ph3* là Ph3.gsm / HincII đã được phát triển và hiệu quả của nó được so sánh với các chỉ thị của gen *Ph3* khác, bao gồm SCU602F3R3 [132], SCAR-Ph3-3 [110] và TG328 / BstNI [120]. Ph3.gsm / HincII đã phân biệt đáng tin cậy *Ph3* với các SIRGA bằng các đa hình nucleotide và có thể phân biệt các chất tương đồng với sự khác biệt. Do đó, Ph3.gsm / HincII có sức mạnh và tiềm năng để phân biệt alen kháng với các alen mẫn cảm, và do đó có thể rất hữu ích cho MAS. Các nhà lai tạo có thể chỉ cần tìm kiếm sự hiện diện của các đoạn 291 và 258 bp để xác định một cá thể chứa *Ph3*. Chương trình nhân giống cà chua của AVRDC đã thường xuyên sử dụng chỉ thị Ph3.gsm / HincII để đánh giá sự hiện diện của *Ph3* trong nhiều phép lai khác nhau và các kiểu hình dài rất rõ ràng. Bởi vì *Ph3* được sử dụng rộng rãi trong các

chương trình chọn giống, chỉ thị Ph3.gsm / HincII có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc quy tụ một số gen kháng bệnh mốc sương để tạo ra tính kháng bền vững [133].

1.5. Một số nghiên cứu và thành tựu về chọn tạo giống kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương ở Việt Nam

Ở Việt Nam công tác chọn tạo giống cà chua được quan tâm từ những năm 1970. Tuy nhiên chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương trong những năm gần đây mới được quan tâm.

Trong giai đoạn 1970 -1990, giống cà chua Ba Lan, giống cà chua Số 7 và Số 214 đã được chọn tạo bởi Viện cây Lương thực và Cây thực phẩm. Giai đoạn 1990-1999 các nghiên cứu chọn giống theo hướng thâm canh, giống chịu nhiệt để trồng trái vụ. Phương pháp lai tạo cũng được cải tiến nhiều, như phương pháp lai hữu tính tạo quần thể chọn lọc, phương pháp gây đột biến hoá học, lý học. Kết quả đã chọn tạo được các giống cà chua như: Hồng Lan của Viện cây Lương thực và cây thực phẩm; Giống SB2 và Giống cà SB3 của Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam; Giống CS1 và Giống cà chua P375 của Trung tâm Kỹ thuật Rau quả Hà Nội; Giống MV1 của tác giả Nguyễn Hồng Minh, Học viện Nông nghiệp Việt Nam [2]. Từ giai đoạn 2000 đến nay, các nghiên cứu chọn tạo giống trong giai đoạn này là: tập trung chọn tạo giống cà chua thuần, tạo giống ưu thế lai có năng suất cao, chất lượng tốt phục vụ nội tiêu và chế biến... Bước đầu nghiên cứu ứng dụng công nghệ sinh học trong chọn tạo dòng thuần, chuyển gen kháng bệnh, gen quy định một số tính trạng chất lượng...không những thế chương trình chọn tạo giống cà chua lai chất lượng và kháng bệnh cũng được quan tâm. Trong chương trình hỗ trợ ngành nông nghiệp (APS) hợp phần giống cây trồng năm 2005, Bộ Nông nghiệp và PTNT đã giới thiệu 575 giống cây trồng mới trong đó có 22 giống cà chua, bao gồm cả giống được chọn tạo trong nước và giống nhập nội. Một số giống điển hình như: Giống cà chua Lai Số 1, giống cà chua Lai VT3, do Viện Cây lương thực và Cây thực phẩm chọn tạo [19]. Giống cà chua Lai số 9 do Viện Nghiên cứu Rau quả chọn tạo và một loạt các giống cà chua mang thương hiệu HT do tác giả Nguyễn Hồng Minh & cs, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

chọn tạo như: HT7 [15], HT12 [16], HT160 [15], HT144 [17], các giống này đều có khả năng chịu nóng tốt, chống chịu khá với bệnh mốc sương, xoắn vàng lá và héo xanh.

Từ khi chuyển sang kinh tế thị trường, nhiều công ty giống trong và ngoài nước tham gia tích cực vào quá trình nhập nội và tuyển chọn giống cho sản xuất như Công ty Trang Nông với các giống TN148, TN002, TN52, TN54, Công ty Hoa Sen với các giống VL2000, VL2910. Công ty Syngenta chuyển giao các giống cà chua đặc biệt như Savior, Anna, Kim cương đỏ... được trồng ở một số vùng trong nước. Giống cà chua Savior chống chịu tốt với bệnh virus xoắn vàng lá, sinh trưởng bán hữu hạn, khả năng chịu mưa, chịu nhiệt tốt, quả cứng, dạng trứng đẹp, thuận lợi cho vận chuyển và chế biến. Viện Nghiên cứu Rau quả đã nghiên cứu chọn tạo thành công giống FM29 có khả năng chống chịu tốt với bệnh xoắn vàng lá virus, năng suất trung bình 45-50 tấn/ha vụ xuân hè và 55-60 tấn/ha vụ đông xuân, thích hợp trồng trên nhiều loại đất [26].

1.5.1. Những nghiên cứu và thành tựu trong chọn tạo giống kháng bệnh xoắn vàng lá của Việt Nam

Để phục vụ đắc lực trong công tác chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoắn vàng lá các nghiên cứu về bệnh và nguồn gen cũng được tập trung. Gần đây, dựa vào các phân tích phân tử, có ít nhất 3 *Begomovirus* gây ra bệnh xoắn vàng lá cà chua ở Việt Nam được phát hiện, gồm tomato leaf curl Vietnam virus, (ToLCVV), tomato yellow leaf curl Vietnam virus (TYLCVNV) và tomato yellow leaf curl Kanchanaburi (TYLCKaV) [6]. Trong số 3 virus trên, 2 virus được phân lập trên mẫu cà chua gây bệnh xoắn vàng lá ở miền Bắc là ToLCVV và TLCVNV. Cũng dựa trên các phân tích phân tử, Việt Nam được coi là trung tâm đa dạng của *Begomovirus* [9]. Mặc dù vậy, số lượng *begomovirus* được xác định trên thực vật của Việt Nam vẫn còn ít, chỉ gồm 19 virus được phân lập từ nhiều loài cây, trong đó nhiều loài là cây dại [19]. Kết quả trên gợi ý rằng nhiều *begomovirus* nữa đang gây hại trên cà chua và các cây trồng khác ở Việt Nam cần phải được xác định.. Việc phòng trừ *begomovirus* trên cà chua nhìn chung là khó

và chủ yếu hiện nay dựa vào các chiến lược sau: (i) tạo giống kháng bệnh dựa vào nguồn gen kháng bệnh có nguồn gốc từ cà chua dại; (ii) tạo giống kháng bệnh dựa vào gen của tác nhân gây bệnh, trong đó gen của *begomovirus* được chuyển vào cây và thông qua cơ chế siRNA để tạo tính kháng và (iii) phòng chống tổng hợp, trong đó thành phần chủ chốt là tiêu diệt bộ phận, cắt nguồn ký chủ của virus, nhổ bỏ cây bệnh, sử dụng giống kháng. Hiện nay các gen kháng bệnh xoăn vàng lá đã được xác định và các chỉ thị phân tử liên kết với các gen cũng đã được phát hiện, vì vậy sử dụng MAS trong chọn tạo giống đã trở lên hiệu quả và chính xác hơn.

Phan Hữu Tôn & cs (2013), nghiên cứu, đánh giá 200 nguồn gen cà chua có nguồn gốc của Việt Nam, Mỹ, Nhật, Pháp, Nga và Israel trên đồng ruộng và kiểm tra phát hiện gen *Ty1*, *Ty2* và *Ty3* bằng phương pháp PCR đã phát hiện được 7 mẫu giống có gen *Ty1* và 7 mẫu giống có gen *Ty3*, trong đó có 3 mẫu giống chứa gen đồng hợp tử *Ty3/Ty3* [22]. Đây là nguồn vật liệu quý giá trong chọn tạo giống cà chua kháng bệnh này.

Nghiên cứu tạo cây kháng bệnh virus xoăn vàng lá do virus bằng kỹ thuật chuyển gen tại Trường Đại học Nông lâm Thái Nguyên đã xác định được 13/15 mẫu cà chua nhiễm bệnh thu ở Thái Nguyên và vùng lân cận dương tính với TYLCV. Gen CP của hai dòng TYLCV-DDd và TYLCV-QTd được giải trình tự và đăng ký trên GenBank (FN826907 và FN826908). Vòng DNA-A của TYLCV-QTd phân lập được có chiều dài 2744 nucleotide gồm có 2 gen xuôi chiều (Pre-CP, CP) và 4 gen theo chiều bổ sung (C1, C2, C3, C4). Trình tự nucleotide cho thấy hai chủng virus phân lập được đều thuộc nhóm gây bệnh phổ biến ở Việt Nam. Cấu trúc RNAi mang gen CP và C1 của TYLCV đã được chuyển vào cà chua PT18 thông qua vi khuẩn *Agrobacterium tumefaciens*. Tỷ lệ cây T10 kháng hoàn toàn với virus TYLCV gây bệnh xoăn vàng lá cà chua là 4/21 dòng. Các dòng LCP1-4, LCP1-16 cho kết quả phân ly gen T1 tỷ lệ 3:1 theo quy luật di truyền đơn gen của Mendel [27].

Trong những năm gần đây Trần Ngọc Hùng & cs (2020a), đã ứng dụng chỉ thị phân tử và lây nhiễm nhân tạo chọn tạo thành công dòng cà chua AV10 mang gen *Ty2* và *Ty3*, kháng bệnh xoăn vàng lá. Đây là nguồn vật liệu để chọn tạo thành công giống

cà chua lai CVR9 kháng bệnh mốc sương và xoắn vàng lá [11].

Trong chương trình hợp tác với Trung tâm Rau thế giới (WorldVeg), Viện Nghiên cứu Rau quả đã tiến hành đánh giá các dòng, giống cà chua nhập nội với mục đích lựa chọn dòng, giống cà chua phù hợp với điều kiện khí hậu nhiệt đới tại Việt Nam. Với 18 dòng, giống cà chua nhập nội và 6 dòng, giống tại địa phương của Việt Nam. Kết quả khảo nghiệm đã xác định được các dòng cà chua nhập nội có ưu tú là: AVTO1314 và AVTO1219 mang đặc điểm nông sinh học tốt, cho năng suất cao và khả năng chống chịu bệnh hại tốt [10]. Gần đây, giống cà chua lai VT15 do tác giả Đoàn Xuân Cảnh, Viện cây lương thực và Cây thực phẩm chọn tạo có chứa hai gen kháng là *Ty2* và *Ty3* kháng tốt với bệnh xoắn vàng lá [132].

1.5.2. Những nghiên cứu và thành tựu chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương của Việt Nam

Việt Nam ở giai đoạn gần đây có nhiều chương trình, dự án chọn tạo giống rau, các cơ quan thuộc Bộ Nông nghiệp & PTNT như Viện nghiên cứu rau quả, Viện cây lương thực và Cây thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam... đã chọn tạo ra một số giống cà chua mới vào sản xuất. Giống cà chua phục vụ chế biến PT18 (Viện nghiên cứu rau quả), giống C95, VT3 (Viện cây lương thực & cây thực phẩm), các giống cà chua lai F1: FM 20, FM29, lai số 4, lai số 9 (Viện nghiên cứu rau quả), HT7, HT21, HT42, HT160 (Học viện Nông nghiệp Việt Nam)... So với các giống cà chua truyền thống (cà chua Ba lan, cà chua Pháp, cà chua Hồng lan...) các giống mới tạo ra thể hiện vượt trội về năng suất và chất lượng. Điều đáng chú ý là hầu hết các giống được chọn tạo trên chưa hoặc ít chú ý đến tính kháng bệnh mốc sương. Bên cạnh các giống cà chua được đưa vào sản xuất trong thời gian qua, tại Viện Nghiên cứu Rau Quả còn có trên 1000 dòng, giống cà chua đã được xác có các tính trạng quý: kháng bệnh héo xanh vi khuẩn, kháng bệnh virus xoắn vàng lá, chất lượng quả tốt... Các dòng cà chua này đã được nghiên cứu phân lập thành từng nhóm theo yêu cầu của chọn giống : nhóm cà chua chín sớm, nhóm cà chua có chất lượng cao, nhóm cà chua có đặc điểm nông sinh học phù hợp cho chế biến, nhóm giống cà chua dùng cho ăn tươi, nhóm cà chua

dạng quả nhỏ..... Một số dòng thể hiện tính kháng bệnh mốc sương ngoài đồng ruộng tốt. Hàng trăm dòng đã được ứng dụng công nghệ sinh học để đánh giá dạng di truyền, đó là nguồn vật liệu quý giá và là cơ sở dùng để tạo các giống cà chua mới, kháng bệnh mốc sương trong thời gian tới [23].

Trung tâm Bảo tồn và Phát triển Nguồn gen Cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam trong thời gian qua đã thu thập và lưu giữ 559 mẫu giống cà chua trong và ngoài nước. Tất cả các mẫu giống đã được đánh giá đặc điểm nông học trong các vụ khác nhau trong năm. Ngoài ra các mẫu giống cũng được đánh giá bằng chỉ thị phân tử phát hiện các gen chin chậm, gen kháng bệnh xoắn vàng lá, gen kháng bệnh mốc sương, bệnh héo xanh, tuyến trùng. Với bệnh mốc sương đã phát hiện được 3 mẫu giống chứa gen *Ph3* và 2 mẫu giống chứa gen *Ph2*. Đây cũng là nguồn gen quý phục vụ cho chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương [23].

Gần đây Trần Ngọc Hùng & cs (2020b) đã tiến hành quy tụ gen *Ph2* và *Ph3* trong chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương. Thông qua lai tạo và chọn lọc bằng chỉ thị phân tử UF-Ph2-1 liên kết với gen *Ph2* và chỉ thị Ph3-gsm1 cho gen *Ph3* đã quy tụ được các gen này trong dòng cà chua F5 có đặc điểm nông sinh học tốt. Tính kháng bệnh mốc sương của dòng cà chua F5 mang cả 2 gen *Ph2* và *Ph3* cao hơn hẳn dòng bố mẹ chỉ mang 1 gen, và là nguồn vật liệu tốt cho chọn giống cà chua. Một nghiên cứu khác của Trần Ngọc Hùng, chọn lọc bằng chỉ thị phân tử và lây nhiễm nhân tạo đã chọn lọc được dòng cà chua TP85 mang gen kháng bệnh mốc sương *Ph3* và dòng AV10 mang gen kháng bệnh xoắn vàng lá *Ty2*. Từ nguồn vật liệu này tác giả đã tạo ra tổ hợp lai cà chua CVR9 mang đồng thời các gen nói trên. Qua đánh giá tính kháng bệnh trong điều kiện có kiểm soát CVR9 kháng được bệnh mốc sương, bệnh xoắn vàng lá và héo xanh vi khuẩn. Giống thích hợp trong vụ thu đông ở các tỉnh thuộc đồng bằng sông Hồng và cho năng suất khoảng 70 tấn/ ha [12].

Nhìn chung gần đây công tác chọn tạo giống cà chua ngày càng được quan tâm. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đã tài trợ những đề tài nghiên cứu về cà chua như: “Nghiên cứu chọn tạo giống cà chua chín chậm và kháng vi rút

xoăn vàng lá bằng chỉ thị phân tử DNA”; “Nghiên cứu chọn tạo giống cà chua lai F1 chống chịu bệnh sương mai và bệnh xoăn vàng lá bằng chỉ thị phân tử” ..., nhưng kết quả đạt được còn khá khiêm tốn. Cần có những nghiên cứu tiếp để tạo ra những giống cà chua mới kháng được hai bệnh nêu trên, đáp ứng nhu cầu thị trường, nâng cao năng suất, chất lượng cà chua của Miền Bắc nói riêng và Việt Nam nói chung.

Chương 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu bao gồm 230 mẫu giống cà chua được thu thập ở Việt Nam và các nước trên thế giới như Pháp, Iserel, Đài Loan, Nhật, Nga, Trung Quốc... Danh mục nguồn vật liệu được trình bày ở bảng 1, phần phụ lục II.

Giống đối chứng C155, PT18 và Hồng Lan được cung cấp bởi Trung tâm Bảo tồn và Phát triển Nguồn gen Cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Trong đó giống Hồng Lan là giống chuẩn nhiễm bệnh xoăn vàng lá, sử dụng làm đối chứng trong lây nhiễm nhân tạo bệnh xoăn vàng lá. Giống PT18 là giống chuẩn nhiễm bệnh mốc sương sử dụng làm đối chứng trong lây nhiễm nhân tạo bệnh mốc sương. Giống C155 sử dụng làm giống đối chứng trong khảo nghiệm cơ bản và khảo nghiệm vùng sinh thái.

Nguồn bệnh xoăn vàng lá được thu thập ở Bắc Giang, Hải Phòng, Hưng Yên và 01 cấu trúc xâm nhiễm ToLCHnV (mã GenBank HQ162269) gây bệnh xoăn vàng lá trên cà chua tại Việt Nam [61].

6 isolate bệnh mốc sương thu thập tại Hà Nội, Hải Dương, Thái Bình, Hải Phòng, Thanh Hoá và Sơn La.

2.2. Nội dung nghiên cứu

2.2.1. Đánh giá đặc điểm nông sinh học chính của 230 mẫu giống cà chua

Đánh giá tập đoàn 230 mẫu giống cà chua về hình thái, sinh trưởng phát triển, sâu bệnh hại, năng suất, yếu tố cấu thành năng suất và chất lượng quả.

2.2.2. Phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá và gen kháng bệnh mốc sương bằng chỉ thị phân tử

Sử dụng chỉ thị phân tử DNA phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá *Ty1*, *Ty2*, *Ty3*, *Ty4*, *ty5* và gen kháng bệnh mốc sương *Ph2* và *Ph3* của 230 mẫu giống cà chua

2.2.3. Xác định gen kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương cà chua hữu hiệu bằng lây nhiễm nhân tạo

Xác định gen kháng hữu hiệu với bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương bằng cách lây nhiễm nhân tạo trên các mẫu giống mang các gen kháng bệnh

xoăn vàng lá và bệnh mốc sương với các mẫu bệnh thu thập ở các vùng sinh thái khác nhau.

2.2.4. Lai, chọn tạo giống mới

Lai giữa các mẫu giống tốt với các mẫu giống chứa gen kháng bệnh mục tiêu. Ứng dụng chỉ thị phân tử DNA chọn lọc các cá thể chứa các gen kháng đồng hợp tử trong các quần thể F2 tốt.

Các cá thể F2 được chọn lọc mang các gen mục tiêu được duy trì và cho tự thụ qua nhiều thế hệ. Tách dòng tốt ở thế hệ F6, F7, so sánh đánh giá dòng về các đặc điểm nông sinh học, năng suất và khả năng kháng bệnh, chọn dòng tốt nhất để tiến hành khảo nghiệm cơ bản và khảo nghiệm sinh thái.

2.3. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Các thí nghiệm nghiên cứu đánh giá nguồn vật liệu, dòng chọn lọc, đánh giá và tuyển chọn các dòng ưu tú, lây nhiễm nhân tạo bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương được thực hiện tại Trung tâm Bảo tồn và Phát triển Nguồn gen Cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

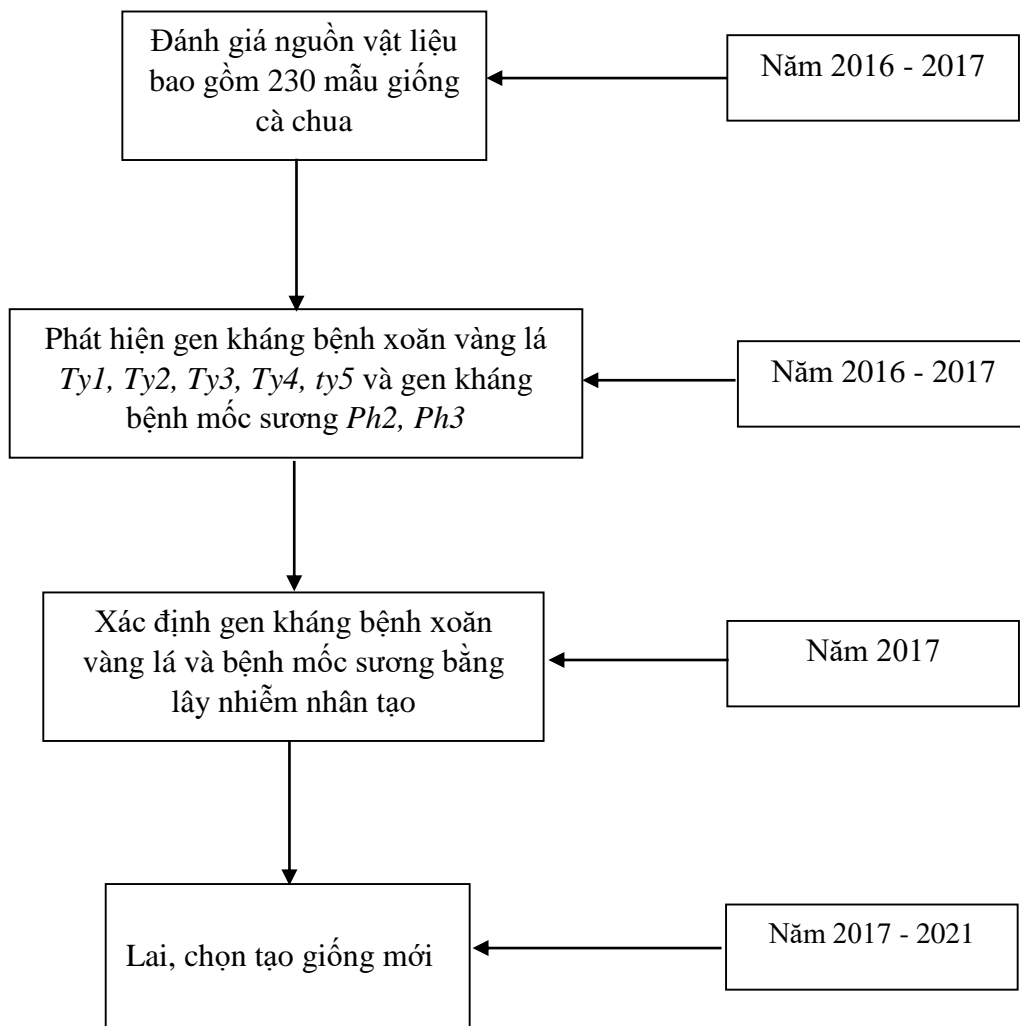
Các thí nghiệm nghiên cứu phát hiện và chọn lọc gen kháng bệnh xoăn vàng lá và gen kháng bệnh mốc sương bằng chỉ thị phân tử được thực hiện tại phòng thí nghiệm Khoa Công nghệ sinh học, Học Viện Nông nghiệp Việt Nam.

Khảo nghiệm sinh thái một số dòng/ giống cà chua ưu tú tại huyện Sóc Sơn - Hà Nội, huyện Vĩnh Bảo - Hải Phòng và huyện Mộc Châu - Sơn La.

Thời gian thực hiện từ tháng 6/2016 đến năm 12/2021

Năm 2016-2017: Đánh giá nguồn gen 230 mẫu giống cà chua thu thập ở trong và ngoài nước về các đặc điểm nông sinh học chính, năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất. Sử dụng chỉ thị phân tử DNA xác định các dòng/ giống cà chua trong tập đoàn mang gen kháng viruts xoăn vàng lá *Ty1*, *Ty2*, *Ty3*, *Ty4*, *ty5* và gen kháng bệnh mốc sương *Ph2* và *Ph3*. Xác định khả năng kháng hữu hiệu của các mẫu giống mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá và gen mốc sương bằng lây nhiễm nhân tạo các mẫu bệnh thu thập ở các vùng khác nhau. Lai các mẫu giống tốt với các các mẫu giống mang gen mục tiêu, sử dụng chỉ thị phân tử DNA chọn lọc cá thể mang gen kháng đồng hợp tử trong quần thể phân ly F2.

Năm 2018-2021: Duy trì dòng tốt chứa gen mục tiêu, chọn lọc, đánh giá và so sánh các dòng, khảo nghiệm cơ bản và khảo nghiệm sinh thái.



Hình 2.1. Sơ đồ nội dung và thời gian nghiên cứu

2.4. Phương pháp nghiên cứu

2.4.1. Phương pháp đánh giá đặc điểm nông sinh học chính của 230 mẫu giống cà chua

* Phương pháp bố trí thí nghiệm

Các thí nghiệm khảo sát đánh giá nguồn vật liệu cà chua gồm 230 mẫu giống được bố trí tuần tự không nhắc lại, giống cà chua C155 làm đối chứng, diện tích ô thí nghiệm là 10m²/giống, trồng 30 cây/ô. Thí nghiệm tiến hành trong vụ

Đông năm 2016 tại Trung tâm Bảo tồn và Phát triển Nguồn gen Cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Gia Lâm, Hà Nội.

Đánh giá nguồn gen theo tiêu chuẩn ngành về khảo nghiệm tính khác biệt, tính đồng nhất, tính ổn định (DUS) đối với cà chua (10TCN 557-2002), TCN 219-2006 và theo QCVN01-63: 2011/BNNPTNT [1], các chỉ tiêu theo dõi chính gồm:

** Thời gian qua giai đoạn sinh sinh trưởng và phát triển:*

- + Thời gian từ gieo hạt- mọc mầm (ngày).
- + Thời gian từ mọc mầm- trồng cây (ngày).
- + Thời gian từ trồng - ra hoa đầu (ngày).
- + Thời gian từ trồng - thu quả đầu (ngày).
- + Thời gian thu quả (ngày).
- + Thời gian sinh trưởng (ngày).

Ngày bắt đầu được tính khi có 20% số cây được biểu hiện tính trạng theo dõi.
Ngày ra rộ được tính khi có 75% số cây được biểu hiện tính trạng theo dõi.

** Một số đặc điểm hình thái thân lá chính*

- + Dạng hình sinh trưởng (hữu hạn, vô hạn hoặc bán hữu hạn).
- + Chiều cao cây cuối cùng (cm).
- + Chiều cao từ gốc đến chùm hoa đầu (cm).
- + Số đốt trên thân chính (đốt thân).
- + Số nhánh/thân chính (nhánh).
- + Màu sắc thân lá (xanh đậm, xanh nhạt, xanh).
- + Dạng lá (lá cà chua thường, lá khoai tây).
- + Dạng chùm hoa, chùm quả (đơn giản, trung gian, phức tạp).

Cách quan trắc và thu thập số liệu: lấy mẫu 10 cây/ô, theo đường chéo góc, bắt đầu từ cây thứ 3 cách đầu ô để theo dõi, quan trắc các tính trạng đề cập.

** Đặc điểm năng suất và yếu tố cấu thành năng suất*

- + Tổng số chùm hoa/cây (chùm), số hoa/chùm (hoa).
- + Số chùm quả (chùm), số quả/chùm (quả).
- + Tổng số quả/cây (quả).

- + Khối lượng quả (gam).
- + Năng suất cá thể (kg/cây).
- + Năng suất lý thuyết (tấn/ha).
- + Năng suất thực thu (kg/ô) hoặc (tấn/ha).

Cách quan trắc và thu thập số liệu:

- Phương pháp lấy mẫu: Định cây theo dõi, cố định 10 cây/ô (theo dõi các chỉ tiêu yêu cầu đã định).

- Năng suất cá thể: kg/cây.

- Năng suất Lý thuyết (tấn/ha) = Số quả trung bình/cây × Khối lượng trung bình quả × mật độ trồng/ha.

$$\text{- Năng suất thực thu} = \frac{\text{Tổng khối lượng quả thu hoạch (kg/ô)}}{\text{Tổng diện tích ô (m}^2\text{)}} \times 10.000$$

* *Đặc điểm hình thái và chất lượng quả*

- + Màu sắc vai quả: Quan sát quả trước khi chín, chùm quả 2 đến chùm quả 3.
- + Màu sắc quả chín hoàn toàn: Quan sát khi quả chín hoàn toàn, chùm quả 2 đến chùm quả 3, có 3 mức đánh giá: Đỏ: chín đỏ đều khắp quả, có trường hợp có vùng màu vàng cơ bản bao quanh vùng cuống quả; Đỏ vàng: chín có đốm vàng nhiều hơn ở vùng cuống và rải rác ở thân quả; Vàng, da cam.
- + Chiều cao quả (H), đường kính quả (D) (cm).
- + Chỉ số dạng quả (I=H/D).
 - Nếu $H/D < 0,85$ dạng quả tròn dẹt.
 - Nếu $H/D = 0,85$ đến 1,0 dạng quả tròn.
 - Nếu $H/D > 1,0$, dạng quả tròn dài.
- + Chiều dày cùi quả (mm): Đo từ vỏ đến chỗ tiếp xúc ngăn hạt tại phần lớn nhất của quả, chùm quả 2 đến chùm quả 3. Số quả mẫu: 10/lần nhắc
- + Số ngăn quả (ô quả): Bỏ đôi quả theo chiều ngang, quan sát số ngăn hạt của 10 quả, tính trung bình.

2.4.2. Phương pháp phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá và gen kháng bệnh mốc sương bằng chỉ thị phân tử

2.4.2.1. Phương pháp chiết tách DNA

DNA được chiết tách từ lá non của cây 20 ngày tuổi bằng phương pháp CTAB được mô tả bởi Doyle & Doyle (1990) có cải tiến [48], cụ thể như sau: Lấy 0,1g lá non ở cây khỏe, nghiền nhỏ sau đó thêm 800 μ l đệm chiết tách gồm (NaCl 1,5M, EDTA 50mM, Tris-HCl 100mM, CTAB 2%, β mercaptoethanol 1%), tiếp tục nghiền đều cho đến khi dịch chuyển sang màu xanh đậm. Chuyển dịch nghiền vào ống Eppendorf 1,5ml, ủ ở nhiệt độ 65 $^{\circ}$ C trong 30 phút. Sau khi ủ mẫu được giữ ở nhiệt độ phòng trong 5 phút, sau đó bổ sung thêm 800 μ l hỗn hợp Chloroform: Isoamylalcol theo tỷ lệ (24:1), lắc nhẹ rồi ly tâm 13.000 vòng/phút trong 15 phút. Sau ly tâm dịch mẫu tạo thành 3 lớp, chuyển phần dịch ở lớp trên cùng sang ống Eppendorf mới. Thêm 800 μ l Isopropanol và lắc đều rồi đặt ở -20 $^{\circ}$ C trong 30 phút, sau đó ly tâm 13.000 vòng/phút trong 15 phút, thu kết tủa DNA dưới đáy ống. Rửa kết tủa bằng Ethanol 70%, để khô ở nhiệt độ phòng. Hòa tan kết tủa DNA bằng 50 μ l dung dịch TE (Tris-HCl 10mM, EDTA 1mM) rồi bảo quản ở -20 $^{\circ}$ C.

2.4.2.2. Phương pháp PCR phát hiện gen kháng

Thành phần phản ứng PCR 20 μ l gồm: 10 μ l PCR 2X master mix của Fermentas; 1 μ l (10 μ M) mỗi mỗi loại; 7 μ l nước free nuclease và 1ml DNA tổng số tương đương (10 ng).

Chu kỳ nhiệt: Với gen *Ty1*: 20 chu kỳ đầu ở 94 $^{\circ}$ C/ 10 giây, 55 $^{\circ}$ C/ 30 giây và 72 $^{\circ}$ C/ 70 giây; 10 chu kỳ sau ở 94 $^{\circ}$ C/ 10 giây, 53 $^{\circ}$ C/ 30 giây và 72 $^{\circ}$ C/ 70 giây; kết thúc bằng bước kéo dài ở 72 $^{\circ}$ C/ 10 phút [63]. Với gen *Ty2*, *Ty3*, *Ty4* và *ty5*: Biến tính ban đầu ở 94 $^{\circ}$ C/ 5 phút, sau đó thiết lập 34 chu kỳ gồm 94 $^{\circ}$ C/ 30 giây, 53 $^{\circ}$ C/ 1 phút, 72 $^{\circ}$ C/ 1 phút; kết thúc phản ứng bằng bước kéo dài ở 72 $^{\circ}$ C/ 5 phút và giữ ở 4 $^{\circ}$ C. Riêng gen *Ty1*, 10 μ l sản phẩm PCR được ủ qua đêm ở 65 $^{\circ}$ C với 5 đơn vị enzyme *TaqI* để phân biệt alen kháng và mẫn cảm.

Chu kỳ nhiệt với gen Ph2 và Ph3: Biến tính ban đầu 94 $^{\circ}$ C/ 3 phút, thiết lập 35 chu kỳ gồm: 94 $^{\circ}$ C/ 1 phút, 55 $^{\circ}$ C/ 1 phút, 72 $^{\circ}$ C/ 2 phút; kết thúc phản ứng 72 $^{\circ}$ C/ 7 phút và giữ ở 4 $^{\circ}$ C. Sản phẩm PCR phát hiện gen *Ph2* ủ qua đêm ở 65 $^{\circ}$ C

với 5 đơn vị enzyme *Hinf*I để phân biệt alen kháng và mẫn cảm.

Điện di: Điện di sản phẩm PCR trên gel agarose 1,5% trong dung dịch đệm TAE 1X và bổ sung thêm chất nhuộm redsafe. Quan sát hình ảnh điện trong buồng UV.

Các chỉ thị và môi phát hiện các gen Ty và Ph được tổng hợp ở bảng 2.1

Bảng 2.1. Chỉ thị và trình tự môi phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá và gen kháng bệnh mốc sương

ST T	Tên chỉ thị	Trình tự môi	Gen liên kết	Tham khảo
1	TG97	TG97F: 5'- taa tcc gtc gtt acc tct cct t - 3' TG97R: 5'- cgg atg act tca ata gca atg a - 3'	<i>Ty1</i>	[63]
2	T0302	T0302F: 5'- tgg ctc atc ctg aag ctg ata gcg c - 3' T0302R: 5'- tga t(t/g)t gat gtt ctc (t/a)tc tct (c/a)gc ctg - 3'	<i>Ty2</i>	[53]
3	P6-25	P6-25-F2: 5'- ggt agt gga aat gat gct gct c - 3' P6-25-R5: 5'- gct ctg cct att gtc cca tat ata acc - 3'	<i>Ty3</i>	[73]
4	C2_AT5g 51110	F: 5'- tgg tgg aag gca cag ggc ac - 3' R: 5'- tct tta ctt gat cta ttt tag cag c -3'	<i>Ty4</i>	[74]
5	TM719	F: 5'- tcg att tgg aat gag ttt tc -3' R: 5'- tga aat aga ttt gtc agg tgtt-3'	<i>ty5</i>	[42]
6	UF-Ph2	F: 5'- ttg ggg cag tgt tgt att cgt - 3' R: 5'- tcg aca tct tga gct ggt agg - 3'	<i>Ph2</i>	[112]
7	SCU602F 3R3	F3: 5'- aca aac taa atg gcc aag tg - 3' R3: 3'- agg gct ctt ctc gat agt a - 5'	<i>Ph3</i>	[132]

2.4.3. Phương pháp xác định gen kháng bệnh hữu hiệu bằng lây nhiễm nhân tạo

2.4.3.1. Lây nhiễm nhân tạo virus gây bệnh xoăn 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. Cấu trúc xâm nhiễm ToLCHnV (mã GenBank HQ162269) cũng được lây nhiễm trên giống Hồng Lan bằng phương pháp tiêm mặt dưới lá [29] để nhân nguồn bệnh phục vụ lây nhiễm nhân tạo bằng phương pháp ghép. Sau ghép xuất triệu chứng bệnh xoăn vàng lá trên giống chuẩn nhiễm Hồng Lan chứng tỏ nguồn bệnh đã được nhân và duy trì thành công. Các dòng cà chua cần đánh giá được gieo trong nhà lưới để cách ly côn trùng, 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 dòng 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 [85]: 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.

2.4.3.2. *Lây nhiễm nhân tạo bệnh mốc sương*

Mẫu nấm *P. infestans* được thu thập tại Sóc Sơn - Hà Nội, Quỳnh Phụ - Thái Bình, Vĩnh Bảo - Hải Phòng, Tứ Kỳ - Hải Dương, Đông Sơn - Thanh Hoá, Mộc Châu - Sơn La trên cây cà chua bị bệnh sương mai điển hình. Nấm bệnh được phân lập theo Sobkowiak & Śliwka (2017). Cắt mẫu bệnh kích thước (10 x 10 mm) tiếp giáp giữa mô bệnh và mô khoẻ. Khử trùng mẫu bệnh bằng dung dịch Sodium hypochlorite 0,5% trong 1 phút. Rửa sạch bằng nước cất, thấm khô và đặt vào môi trường Rye A có bổ sung 100ppm ampicillin, 50 ppm nystatin và 10 ppm pentachloronitrobenzene. Sau đó đặt mẫu trong tủ định ôn 20⁰ C, hàng ngày quan sát dưới kính hiển vi. Khi sợi nấm phát triển cấy chuyển sang môi trường Pea-agar tạo sợi nấm và bào tử phục vụ cho lây nhiễm nhân tạo [130].

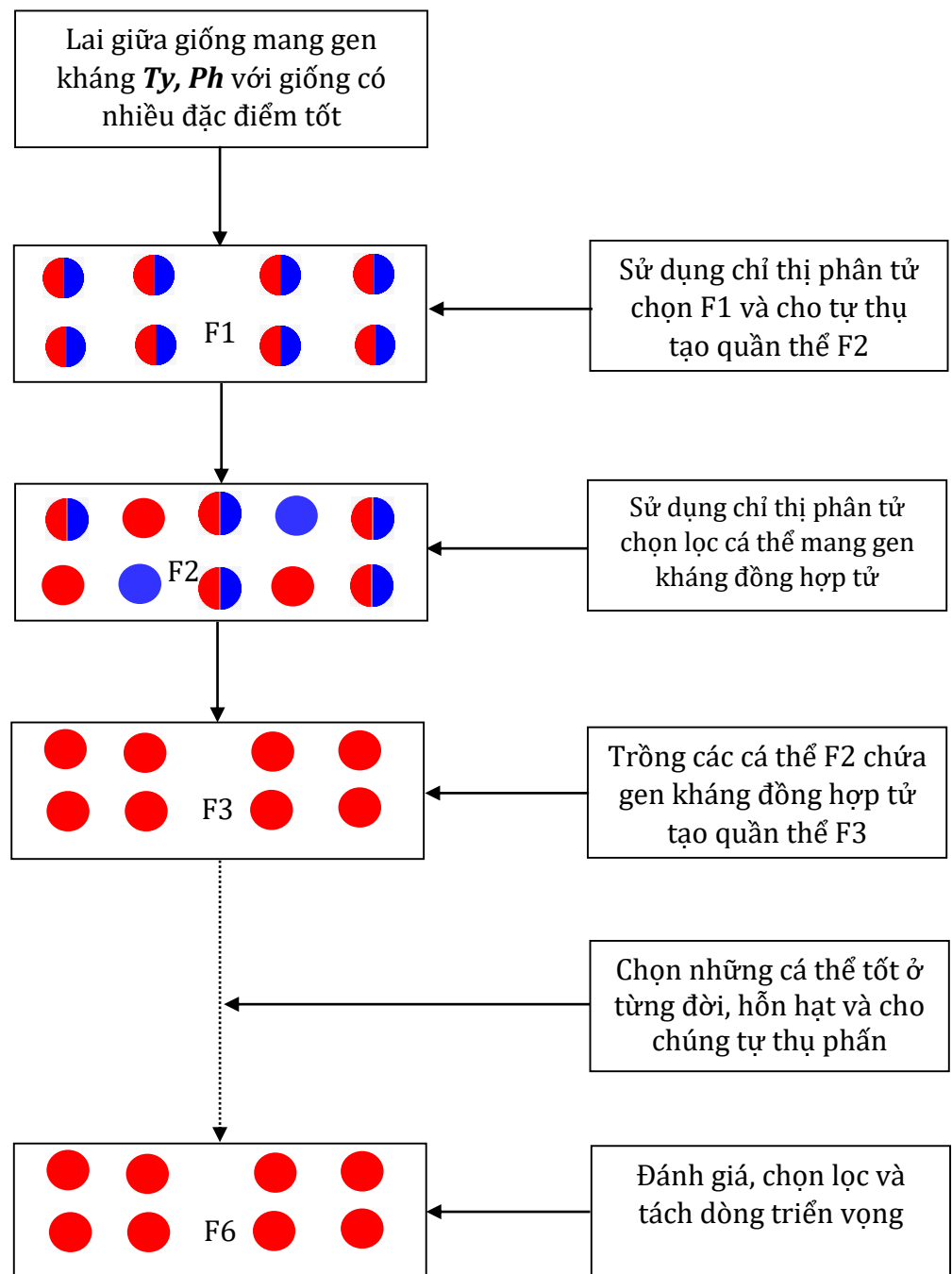
Bệnh mốc sương được lây bệnh trên lá tách rời. Sau khi gieo 30 - 35 ngày, cây xuất hiện 5 - 6 lá thật. Ngắt lá thật thứ 4 (đã phát triển đầy đủ), sạch bệnh và ghi thẻ đánh dấu tương ứng với mẫu giống nghiên cứu, giữ trong giấy ẩm và mát. Đặt úp lá cà chua lên giấy ẩm trong đĩa Petri, sau đó dùng micropipet nhỏ vào giữa mỗi lá 30 µl dung dịch bào tử (10⁴ - 10⁵ bào tử/ml) nấm mốc sương. Với mỗi mẫu giống được lây lặp lại 5 lần. Sau khi lây nhiễm, hộp petri được đậy kín lại, giữ trong tủ định ôn 17°C. Đánh giá bệnh sau 6-7 ngày lây nhiễm dựa theo chỉ số bệnh: Kháng mạnh (điểm 1): không có triệu chứng vết bệnh trên lá; Kháng (điểm 1,1 - 2,0): xuất hiện các chấm bệnh nhỏ trên lá; Kháng vừa (điểm 2,1 - 3,0): vết bệnh có đường kính chỗ lớn nhất không quá 1 cm; Nhiễm nhẹ (điểm 3,1- 4,0): vết bệnh lan rộng ~ 1,5 cm; Nhiễm trung bình (điểm 4,1 - 5,0): vết bệnh lan rộng ~ 50% diện tích lá; Nhiễm nặng (điểm 5,1 -6,0): vết bệnh lan rộng trên 50% diện tích lá [8], [103].

2.4.4. Phương pháp lai, chọn tạo giống mới

2.4.4.1. *Phương pháp lai và chọn lọc tạo dòng, giống cà chua mới*

Quần thể lai F1 được tạo ra bằng phương pháp lai đơn, dòng mẹ là các mẫu giống tốt đã được đánh giá và sàng lọc, dòng bố là các dòng mang gen kháng *Ty* hoặc

gen *Ph*. Từ thế hệ F2 phương pháp chọn lọc phả hệ và chỉ thị phân tử DNA được sử dụng để chọn cá thể mang gen đồng hợp tử (phương pháp chiết tách DNA và chọn lọc gen tiến hành tương tự nội dung 2.4.2). Các cá thể mang gen kháng đồng hợp tử của mỗi tổ hợp cho tự thụ qua nhiều thế hệ, đến thế hệ F6 tiến hành tách dòng dựa trên kiểu hình. Sơ đồ lai và chọn tạo giống được mô tả ở hình 2.2.



Hình 2.2. Sơ đồ lai chọn tạo giống cà chua thuần

2.4.4.2. Thí nghiệm so sánh, khảo nghiệm cơ bản, khảo nghiệm sinh thái

Các thí nghiệm so sánh, khảo nghiệm các dòng cà chua ưu tú được bố trí theo phương pháp khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh (RCBD), 3 lần nhắc lại, diện tích ô 10m²/ô và trồng 30 cây/ô, đối chứng là giống cà chua C155, được tiến hành tại Trung tâm Bảo tồn và Phát triển Nguồn gen Cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

Thí nghiệm khảo nghiệm sinh thái được tiến hành tại Sóc Sơn - Hà Nội, Vĩnh Bảo - Hải Phòng và Mộc Châu - Sơn La trong 3 vụ liên tiếp (Đông 2019, Xuân hè 2020 và Đông 2020). Thí nghiệm được bố trí theo phương pháp khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh (RCBD), 3 lần nhắc lại, diện tích ô 20m²/ô và trồng 60 cây/ô, đối chứng là giống cà chua C155. Các chỉ tiêu theo dõi, đánh giá theo QCVN01-63: 2011/BNNPTNT được mô tả ở bảng 2.2.

**Bảng 2.2. Các chỉ tiêu theo dõi và cách đánh giá
theo QCVN01-63: 2011/BNNPTNT [1]**

TT	Chỉ tiêu	Giai đoạn	Đơn vị tính/Điểm	Mức độ biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1	Kiểu hình sinh trưởng	Ra hoa	1 2 3	Hữu hạn: Cây ra hoa rõ, thân chính ngừng sinh trưởng Bán hữu hạn: Trung gian giữa hữu hạn và vô hạn Vô hạn: Cây ra hoa, thân chính vẫn tiếp tục sinh trưởng	Quan sát đặc tính ra hoa và sinh trưởng của các cây trên ô
2	Ngày ra hoa	Ra hoa	ngày	Ngày có khoảng 50% số cây trên ô có hoa đầu	Quan sát các cây trên ô
3	Màu vai quả	Trước khi quả chín	1 9	Không có Có	Quan sát quả trước khi chín, chòm quả 2 đến chòm quả 3

4	Ngày thu quả đợt 1	Quả chín	ngày	Ngày có khoảng 50% số cây trên ô có quả chín có thể thu hoạch	Quan sát các cây trên ô
5	Ngày kết thúc thu hoạch	Quả chín	ngày	Ngày thu hết quả thương phẩm	Quan sát các cây trên ô
6	Màu quả chín	Quả chín	1 2 3 4	Đỏ Hồng Vàng Màu khác	Quan sát khi quả chín hoàn toàn, chòm quả 2 đến chòm quả 3
7	Dạng quả theo mặt cắt dọc	Quả chín	1 3 5 7 9	Dẹt: dưới 0,6 Tròn dẹt: 0,6 đến dưới 0,9 Tròn: 0,9 đến 1,1 Tròn dài: trên 1,1 đến 1,3 Dài: trên 1,3	Quan sát mặt cắt đi qua đỉnh và đáy quả, chòm quả 2 đến chòm quả 3. Đo và tính tỷ lệ chiều cao/đường kính của quả Số quả mẫu: 10/lần nhắc
8	Độ cứng của quả	Quả chín	3 5 7	Mềm Trung bình Cứng	Dùng tay nắn khi quả chín hoàn toàn, chòm quả 2 đến chòm quả 3
9	Tỷ lệ quả nứt	Quả chín	%		Quan sát quả chín hoàn toàn, tính tỷ lệ quả bị nứt
10	Đường kính quả	Quả chín	cm		Đo đường kính mặt cắt ngang phần lớn nhất của quả, chòm quả 2 đến chòm quả 3. Số quả mẫu: 10/lần nhắc

11	Độ dày thịt quả	Quả chín	mm		Đo từ vỏ đến chỗ tiếp xúc gân hạt tại phần lớn nhất của quả, chùm quả 2 đến chùm quả 3. Số quả mẫu: 10/lần nhắc
12	Số quả /cây	Quả chín	quả		Tổng số quả của các lần thu trên cây. Số cây mẫu: 5/lần nhắc
13	Khối lượng quả/cây	Quả chín	kg		Tổng khối lượng quả thu trên cây. Số cây mẫu: 5/lần nhắc
14	Năng suất	Quả chín	kg/ô		Tổng khối lượng quả đến kết thúc thu hoạch, (lấy 1 chữ số sau dấu phẩy)
15	Bệnh mốc sương (<i>Phytophthora infestans</i> Debary)	Sau trồng 30, 60 và 90 ngày	1 3 5 7 9	Không bệnh Có dưới 20% diện tích thân lá nhiễm bệnh Có 20% đến 50% diện tích thân lá nhiễm bệnh Có trên 50% đến 75% diện tích thân lá nhiễm bệnh Có trên 75% đến 100% diện tích thân lá nhiễm bệnh	Quan sát mức độ nhiễm bệnh trên thân lá
16	Bệnh vi rút	Từ trồng đến thu hoạch	% cây		Đếm số cây có triệu chứng bệnh, tính tỷ lệ % cây bệnh

17	Bệnh héo xanh vi khuẩn <i>Ralstonia solanacerum</i> Smith	Từ trồng đến thu hoạch	% cây		Đếm số cây có triệu chứng bệnh, tính tỷ lệ % cây bệnh
18	Sâu xanh đục quả <i>Heliothis armigera</i> <i>Hiibner</i>	Đậu quả đến thu hoạch	% quả		Đếm số quả bị hại, tính tỷ lệ % quả bị hại
19	Chất lượng quả sau thu hoạch: - Độ Brix - Hàm lượng chất khô - Hàm lượng đường tổng số - Hàm lượng vitamin C - Hàm lượng a xít	Quả chín	% % % chất khô mg/100g %		Phân tích một lần trong quá trình khảo nghiệm. Phân tích sau khi thu mẫu không quá 3 ngày; chùng quả 2 đến chùng quả 3; theo phương pháp của phòng thử nghiệm được công nhận hoặc chỉ định.

- + Hàm lượng chất khô hòa tan: sử dụng máy đo độ Brix (%): Đo khi quả chín hoàn toàn, lấy ngẫu nhiên quả của lứa 2-3 của 5 cây mẫu, phân tích chậm nhất sau thu hoạch 3 ngày, gồm các mức thấp (dưới 3.5%), trung bình (3.6-4.4%), cao (4.5 – 6.0%) và rất cao (trên 6%).
- + Xác định hàm lượng chất khô trong quả cà chua: áp dụng phương pháp sấy khô đến trọng lượng không đổi.
- + Xác định hàm lượng đường trong quả cà chua: Áp dụng phương pháp Bertrand.
- + Xác định hàm lượng Vitamin C trong quả cà chua: áp dụng phương pháp Tilman.

- + Các tính trạng về quả được quan trắc ngẫu nhiên 10 quả/ô, quả thu ở chùm thứ 2 và thứ 3 của cây.

2.5. Phương pháp, kỹ thuật chăm sóc cây con

* *Kỹ thuật sản xuất cây con.* Cây giống được sản xuất theo kỹ thuật khay bầu, hỗn hợp giá thể gieo hạt: 40% bột xơ dừa + 20% than trấu hun và 40% đất phù sa đập nhỏ. Hạt được gieo vào khay xếp, đặt trong nhà lưới, mật độ gieo: 560 cây/m².

* *Kỹ thuật trồng cây ở các thí nghiệm:*

Luống trồng rộng 1,4 m, trồng 2 hàng/luống, mật độ trồng 3,0 vạn cây/ha (30 cây/10m²), khoảng cách cây × cây = 40cm, hàng cách hàng = 80cm.

Lượng phân bón: 300 kg urê + 250 kg kali Clorua + 500 kg Supe lân/1 ha.

Cắm giàn theo kiểu chữ A, tưới nước, chăm sóc và phòng trừ sâu bệnh theo quy trình trồng cà chua theo Tạ Thu Cúc (2009).

* *Kỹ thuật thu hoạch quả.* Thu hoạch khi quả chín hoàn toàn: thu cả thể, thu ô thí nghiệm, phân loại quả theo yêu cầu nội dung nghiên cứu.

2.6. Phương pháp xử lý số liệu thí nghiệm

- Số liệu thống kê sinh học trên đồng ruộng được xử lý trên chương trình Excell 2011 trên máy vi tính.

- Phân tích phương sai ANOVA, hệ số biến động CV(%), sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa LSD_{0,05} bằng phần mềm IRRISTAT ver. 5.0.

Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm nông sinh học chính của 230 mẫu giống cà chua nghiên cứu

Trong chọn tạo giống cây trồng, nguồn gen hay nguồn vật liệu ban đầu đóng vai trò quyết định. Vật liệu ban đầu càng đa dạng, phong phú bao nhiêu thì công tác chọn tạo giống càng thành công bấy nhiêu [23]. Ý thức được tầm quan trọng của nguồn gen, trong thời gian qua Trung tâm Bảo tồn và Phát triển Nguồn gen Cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã thu thập được tập đoàn các giống cà chua rất đa dạng và phong phú từ các nước như: Viện nghiên cứu rau Châu Á (Đài Loan), Iserel, Mỹ, Pháp, Nhật Bản, Trung Quốc, Nga, Việt Nam.... Để phục vụ công tác chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương, 230 mẫu giống cà chua đã được đánh giá về các đặc điểm nông sinh học, năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất, từ đó chọn ra các mẫu giống tốt sử dụng làm nguồn vật liệu để lai tạo. Danh sách 230 mẫu giống cà chua được tổng hợp ở bảng 1 phần phụ lục II.

3.1.1. Nghiên cứu về kiểu hình sinh trưởng

Kiểu hình sinh trưởng là yếu tố được các nhà chọn giống và người sản xuất quan tâm. Căn cứ vào dạng hình sinh trưởng, người sản xuất có chế độ chăm sóc hợp lý như làm giàn, tía cành, bón phân. Hiện nay, cà chua thường được phân thành 3 nhóm dựa vào kiểu sinh trưởng là kiểu hữu hạn, bán hữu hạn và vô hạn.

Kết quả theo dõi, quan sát đặc điểm sinh trưởng của chiều cao cây và ra hoa của 230 mẫu giống nghiên cứu được phân thành 3 nhóm kiểu hình sinh trưởng. Kiểu hình sinh trưởng bán hữu hạn có 112 mẫu giống. Kiểu hình sinh trưởng hữu hạn có 49 mẫu giống và kiểu hình sinh trưởng vô hạn có 69 mẫu giống (bảng 2 phần phụ lục II).

3.1.2. Nghiên cứu về các giai đoạn sinh trưởng

Cũng như các loại cây trồng khác, để hoàn thành chu kỳ sống cây cà chua phải trải qua các thời kỳ sinh trưởng khác nhau. Mỗi thời kỳ đều có tác động hoặc gián tiếp hoặc trực tiếp đến năng suất và chất lượng quả. Các thời kỳ này dài hay ngắn được quy định bởi yếu tố di truyền của giống. Ngoài ra, điều kiện ngoại cảnh và các biện pháp kỹ thuật cũng góp phần quan trọng làm thay đổi thời gian các giai đoạn sinh trưởng của cây. Đánh giá thời gian qua các giai đoạn trưởng của các mẫu

giống cà chua giúp xác định được các đặc điểm cơ bản của giống như chín sớm hay muộn, thời gian sinh trưởng ngắn hay dài từ đó có kế hoạch bố trí trồng phù hợp để quá trình ra hoa trùng khớp phục vụ quá trình lai. Các giai đoạn chính trong chu kỳ phát triển của cây cà chua gồm: Từ trồng đến ra hoa, thu quả lần đầu và kết thúc thu hoạch. Dựa vào thời gian sinh trưởng của các mẫu giống nghiên cứu mà phân cà chua thành 3 nhóm: Nhóm chín sớm có thời gian từ trồng đến ra hoa đầu 20 - 25 ngày và thu quả đầu trong khoảng từ 55 - 60 ngày. Nhóm trung bình có thời gian từ trồng đến ra hoa đầu 25 - 30 ngày và thu quả đầu 61 - 70 ngày. Nhóm chín muộn thời gian từ trồng đến ra hoa đầu > 30 ngày và thu quả đầu > 70 ngày. Kết quả theo dõi về thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng của 230 mẫu giống cà chua trong vụ đông 2016 được trình bày trong bảng 3.1 và bảng 2 (phần phụ lục II).

Thời gian từ trồng - ra hoa: Đây là thời kỳ cây hoàn thành giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng và bước sang giai đoạn sinh trưởng sinh thực. Thông thường nếu cây ra hoa sớm thì quả cũng chín sớm, cho thu hoạch sớm, là một đặc điểm rất quan trọng trong sản xuất. Kết quả theo dõi 230 mẫu giống cà chua nghiên cứu cho thấy: 56 mẫu giống có thời gian từ trồng đến ra hoa trong khoảng thời gian từ 20 - 25 ngày. 106 mẫu giống có thời gian từ trồng đến ra hoa trong khoảng từ 26 - 30 ngày và 68 mẫu giống có thời gian từ trồng đến ra hoa là trên 30 ngày, (bảng 3.1). Giống đối chứng C155 có thời gian từ trồng đến ra hoa là 27 ngày sau khi trồng.

Thời gian từ trồng đến thu quả đợt 1: Thời gian này là chỉ tiêu đánh giá tính chín sớm hay muộn của giống. Giống cà chua tốt, được ưa chuộng phải là giống chín sớm, cho thu hoạch sớm. Chỉ tiêu này phụ thuộc vào đặc điểm của giống, các yếu tố ánh sáng và nhiệt độ cũng có ảnh hưởng rất lớn. Nhiệt độ cao, số giờ chiếu sáng nhiều sẽ thúc đẩy quá trình chín diễn ra nhanh hơn. Kết quả đánh giá cho thấy có 51 mẫu giống chín sớm trước 61 ngày sau trồng, trong đó sớm nhất là mẫu giống Us09 (48 ngày sau trồng) và các mẫu giống Us01, Us02, Us10, Us 11 Us 12 (50 ngày sau trồng). Có 108 mẫu giống chín trung bình với thời gian từ trồng đến khi 50% số cây có quả chín và dao động từ 61-70 ngày và 71 mẫu giống chín muộn, có thời gian từ trồng đến thu hoạch lần 1 đạt trên 70 ngày. Giống đối chứng C155 có thời gian thu quả lần 1 là 68 ngày, thuộc nhóm trung bình.

Thời gian từ trồng đến kết thúc thu hoạch hay khi thu hết quả thương phẩm:
 Chỉ tiêu này được nghiên cứu trên các giống hữu hạn và bán hữu hạn. Các giống sinh trưởng vô hạn có đặc điểm ra hoa liên tục, thời gian sinh trưởng kéo dài không xác định nên không có thời gian sinh trưởng xác định. Qua theo dõi nhận thấy thời gian sinh trưởng dao động từ 81 đến 130 ngày. Trong đó 52 mẫu giống có thời gian sinh trưởng ngắn (<110 ngày), 67 mẫu có thời gian sinh trưởng trung bình (111-120 ngày), 42 mẫu giống có thời gian sinh trưởng dài (121-130 ngày).

Bảng 3.1. Thời gian qua các giai đoạn sinh trưởng của các mẫu giống cà chua vụ đông 2016

Chỉ tiêu nghiên cứu		Nhóm giống			Tổng số
		Hữu hạn	Bán hữu hạn	Vô hạn	
Thời gian	20-25 ngày	48	8	0	56
(TG) từ trồng	26-30 ngày	1	102	3	106
đến ra hoa	Trên 30 ngày	0	2	66	68
Tổng số:		49	112	69	230
TG từ trồng	Nhóm chín sớm	46	5	0	51
	Nhóm chín TB	3	105	0	108
	Nhóm chín muộn	0	2	69	71
Tổng số:		49	112	69	230
TG từ trồng	< 110 ngày	47	1	-	52
đến kết thúc	111 - 120 ngày	2	65	-	67
thu hoạch	121 - 130 ngày	0	42	-	42
Tổng số:		49	112	-	161

3.1.3. Một số đặc điểm hình thái lá và cấu trúc cây

Độ xanh lá: Lá là cơ quan quang hợp chính, cung cấp năng lượng cho các quá trình sinh lý, sinh hoá của cây. Mức độ xanh của lá là đặc trưng của từng giống, nó cũng chịu ảnh hưởng của điều kiện ngoại cảnh nếu có ảnh hưởng đến tích lũy hàm lượng diệp lục. Các mẫu giống có màu sắc lá càng xanh thì sự quang hợp diễn ra càng thuận lợi. Đây cũng là một trong những đặc điểm hình thái đặc trưng của

giống. Kết quả nghiên cứu 230 mẫu giống cho thấy có 21 mẫu giống lá có màu xanh nhạt, 155 mẫu lá màu xanh và 54 mẫu có màu xanh đậm (bảng 3.2 và bảng 2 phần phụ lục).

Đặc điểm lá: Tùy theo mức độ phân thùy của lá người ta phân biệt 2 dạng lá: dạng lá kép lông chim và dạng lá khoai tây. Các mẫu giống có dạng lá khoai tây thường có số lá trên cây ít, lá dài, to bản và cuống lá ngắn hơn dạng lá bình thường. Kết quả quan sát cho thấy đa số các mẫu giống đều có dạng lá kép lông chim, gồm 216 mẫu giống, trong đó 4 mẫu giống cà chua dại Ru1, Ru2, Ru13 và Ru14 có dạng lá kép lông chim với bề mặt lá nhỏ, lá xẻ thùy nhiều, lá ngắn (hình 3.1a) và 14 mẫu giống có lá dạng như lá khoai tây (hình 3.1b).



Hình 3.1. Dạng lá ở các mẫu giống cà chua nghiên cứu

Số đốt từ gốc đến chùm hoa đầu có tương quan với thời gian từ trồng đến ra hoa và với thời gian từ trồng đến quả chín [13]. Cụ thể, số đốt dưới chùm hoa đầu càng ít thì thời gian từ gieo đến ra hoa và đến chín càng ngắn, do đó cho thu hoạch sớm hơn. Kết quả đánh giá 230 mẫu giống cho thấy nhóm bán hữu hạn có số đốt đến chùm hoa 1 dao động từ 6,5 - 11,5 đốt, nhóm hữu hạn dao động từ 6,0 - 9,9 đốt, nhóm vô hạn dao động từ 8,9 đến 13,6 đốt. Đối chứng C155 thuộc nhóm bán hữu hạn có số đốt là 10,0 (bảng 3.2 và bảng 2 phần phụ lục). Như vậy các mẫu giống có kiểu hình sinh trưởng hữu hạn thì luôn có số đốt từ gốc đến chùm hoa thứ nhất cao hơn là kiểu hình sinh trưởng hữu hạn và bán hữu hạn.

Chiều cao thân chính phụ thuộc vào đặc điểm của giống và điều kiện chăm sóc cũng như điều kiện ngoại cảnh. Với điều kiện chăm sóc tốt, không bị sâu bệnh

hại, thời tiết thuận lợi thì chiều cao cây cao hơn. Kết quả đánh giá chiều cao thân chính của 230 mẫu giống cho thấy nhóm mẫu giống có kiểu sinh trưởng bán hữu hạn có chiều cao thân chính dao động từ 76 - 131,5 cm. Mẫu giống có chiều cao thấp nhất thuộc nhóm này là dòng H81 (76cm), mẫu giống có chiều cao cao nhất là AVRDC178 (131,5 cm). Nhóm mẫu giống có kiểu sinh trưởng hữu hạn có chiều cao thân dao động từ 54 - 65,9 cm. Đối với các giống sinh trưởng vô hạn, chúng tôi không đánh giá chiều cao thân chính do chiều cao của chúng không xác định. Nhìn chung, các giống có chiều cao cây cao hơn thì số chùm hoa trên thân chính thường nhiều hơn, do đó năng suất cá thể thường cao hơn. Các giống thấp cây có số chùm hoa trên thân chính ít, do đó năng suất cá thể cũng thấp hơn (bảng 3.2 và bảng 2 phần phụ lục).

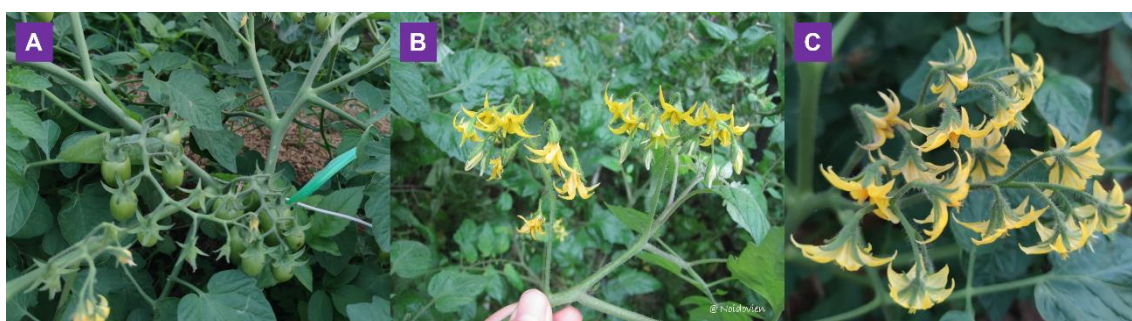
Bảng 3.2. Một số đặc điểm hình thái lá và cấu trúc cây của 230 mẫu giống cà chua vụ đông 2016

	Tính trạng	Nhóm giống			Tổng số
		Hữu hạn	Bán HH	Vô hạn	
Độ xanh của lá	Xanh nhạt	0	2	19	21
	Xanh	37	68	50	155
	Xanh đậm	12	42	0	54
Tổng:		49	112	69	230
Dạng lá	Khoai tây	3	6	5	14
	Cà chua	46	106	64	216
Tổng:		49	112	69	230
Chiều cao	Số đốt dưới chùm hoa đầu	6,5-9,9	6,5-11,5	8,9-13,6	-
	Chiều cao (cm)	54,0-65,9	76,0-131,5	-	-

3.1.4. Một số đặc điểm hình thái, cấu trúc hoa và đặc điểm nở hoa

Các đặc điểm về cấu trúc chùm hoa gồm dạng chùm hoa, đặc điểm nở hoa, số hoa/chùm là đặc điểm đặc trưng của giống, ít chịu tác động của điều kiện ngoại cảnh. Có 3 dạng chùm hoa gồm: Dạng đơn giản với một trục chính, hoa mọc so le trên trục. Dạng trung gian có 2 trục chính và dạng phức tạp có nhiều trục chính

(hình 3.2). Kết quả nghiên cứu cho thấy đối chứng C155 và 131 mẫu giống có dạng chùm hoa đơn giản, chiếm đa số trong các mẫu nghiên cứu, 23 mẫu giống có dạng chùm phức tạp, 76 mẫu giống dạng chùm trung gian. Đặc biệt có 6 mẫu giống có dạng chùm hoa vừa đơn giản và vừa phức tạp, là các mẫu giống Fr31, AVRDC193, Ru11, Us1, Us2 và Us3.



Hình 3.2. Các dạng chùm hoa đơn giản (B), trung gian (A) và phức tạp (C) ở các mẫu giống nghiên cứu

Đặc điểm nở hoa liên quan đến đặc điểm chín của quả. Giống nở hoa đồng bộ, tập trung thì quả chín tập trung, thuận lợi cho thu hoạch, đặc biệt là thu hoạch bằng máy, nở hoa rải rác thì quả chín rải rác, thuận lợi cho việc rải vụ. Kết quả đánh giá cho thấy có 126 mẫu giống nở hoa tập trung và 104 mẫu giống nở hoa rải rác, không đồng bộ (Bảng 3.3 và bảng 3 phần phụ lục II). Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy các mẫu giống sinh trưởng hữu hạn và bán hữu hạn đều có đặc điểm là hoa nở rộ, tập trung, do đó quả đậu và chín tập trung, thuận lợi cho thu hoạch. Các mẫu giống sinh trưởng vô hạn nở hoa rải rác, cây vừa sinh trưởng vừa ra hoa, do đó quả đậu và chín rải rác, tốn công thu hoạch hơn.

Số hoa/chùm là một trong những yếu tố quyết định đến năng suất của giống. Số hoa/ chùm nhiều, tỷ lệ đậu quả cao dẫn đến số quả nhiều, năng suất thường cao hơn. Kết quả đánh giá cho thấy các mẫu giống nghiên cứu có số hoa dao động từ 3,4 - 17,5 hoa/chùm. Một số mẫu giống có số hoa/ chùm rất cao như: AVRDC164 (17,5 hoa/ chùm) hay Ru09 (16,1 hoa/ chùm). Có thể chia các mẫu giống thành 4 nhóm theo số hoa/chùm. Qua đó nhận thấy có 7 mẫu giống có số hoa/ chùm thấp (< 4 hoa/ chùm), 123 mẫu giống có số hoa/ chùm trung bình (4-7 hoa/ chùm), 75

mẫu giống có số hoa/ chùm nhiều (7,1-10 hoa/ chùm) và 25 mẫu giống có số hoa/ chùm rất nhiều (> 10 hoa/ chùm) (bảng 3.3).

Bảng 3.3. Các đặc điểm hình thái, cấu trúc hoa và đặc điểm nở hoa của 230 mẫu giống cà chua vụ đông 2016

Tính trạng		Nhóm giống			Tổng số
		Hữu hạn	Bán HH	Vô hạn	
Đặc điểm chùm hoa	Đơn giản	33	56	42	131
	Trung gian	8	49	19	76
	Phức tạp	8	7	8	23
Tổng:		49	112	69	230
Đặc điểm nở hoa	Tập trung	45	80	1	126
	Rải rác	4	32	68	104
Tổng:		49	112	69	230
Số chùm hoa	< 4 chùm hoa	1	5	1	7
	4 - 7 chùm hoa	26	63	34	123
	7,1 - 10 chùm hoa	17	32	26	75
	> 10 chùm hoa	5	12	8	25
Tổng:		49	112	69	230

3.1.5. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất

Năng suất là yếu tố quyết định đánh giá một giống tốt. Có nhiều yếu tố để cấu thành nên năng suất như: Số hoa/ chùm, số quả/ chùm, tỷ lệ đậu quả, số chùm quả/ cây, khối lượng trung bình quả, số quả/ cây.

Số quả/chùm phụ thuộc vào số hoa/chùm và tỷ lệ đậu quả. Các giống có số hoa/chùm nhiều và tỷ lệ đậu quả cao thì số quả/chùm nhiều, là yếu tố quyết định trực tiếp đến năng suất của giống. Kết quả đánh giá cho thấy số quả/chùm dao động từ 1,3 - 8,8 quả/chùm, có 4 mẫu giống có nhiều quả/chùm nhất, đều có trên 7 quả/chùm là các mẫu giống Is01(7,2 quả/ chùm), AVRDC 164 (7,5 quả/ chùm), Ru02 (7,8 quả/ chùm) và Is13 (8,8 quả/ chùm) (bảng 3 phần phụ lục II).

Tỷ lệ đậu quả là chỉ tiêu quan trọng nhất quyết định năng suất cũng như thể hiện khả năng thích ứng của giống với điều kiện sinh thái của vùng. Tỷ lệ đậu quả chịu ảnh hưởng rất lớn của điều kiện ngoại cảnh, đặc biệt là nhiệt độ và lượng mưa.

Nhiệt độ cao, mưa nhiều làm giảm tỉ lệ đậu quả. Nghiên cứu cho thấy tỉ lệ đậu quả dao động từ 22,41 - 94,44 %. Có 90 mẫu giống cho tỉ lệ đậu quả thấp dưới 50%, 108 mẫu giống có tỉ lệ đậu quả từ 50 - 70% và 32 mẫu giống có tỉ lệ đậu quả đạt trên 70% (Bảng 3.4 và bảng 3 phần phụ lục II).

Số chùm quả/cây là yếu tố ảnh hưởng tới số quả/cây, số chùm nhiều thì giống thường có nhiều quả. Các mẫu giống nghiên cứu có số chùm quả/cây dao động từ 1,5 - 15,2 chùm. Các mẫu giống có số chùm quả/cây ít do các chùm hoa về sau thường không đậu quả do thời tiết lạnh, một số giống có các chùm hoa về sau bị thoái hóa, do đó số chùm quả/cây thấp. Trong tổng số 230 mẫu giống có 35 mẫu giống có số chùm quả/ cây thấp (< 5 chùm quả), 176 mẫu giống có số chùm quả/ cây trung bình (5-10 chùm/ quả) và 19 mẫu giống có trên 10 chùm quả/ cây. Qua nghiên cứu nhận thấy những mẫu giống có kiểu sinh trưởng vô hạn thường có số chùm quả nhiều hơn các mẫu giống có kiểu sinh trưởng hữu hạn hoặc bán hữu hạn (Bảng 3.5 và bảng 3 phần phụ lục II).

Số quả/cây và khối lượng quả trung bình là hai yếu tố quyết định trực tiếp năng suất của giống. Số quả càng nhiều và khối lượng quả càng cao thì giống càng có tiềm năng năng suất cao. Theo Kiều Thị Thu (1998), dựa vào số quả/cây có thể chia ra 3 nhóm: sai quả (trên 19 quả), ít quả (dưới 12 quả) và trung bình (12 đến 18 quả) [21]. Kết quả nghiên cứu các mẫu giống cho thấy số quả/cây dao động từ 5,3 – 92,7 quả. Trong tổng số 230 mẫu giống nghiên cứu có 18 mẫu giống thuộc nhóm ít quả, 48 mẫu giống thuộc nhóm trung bình và 164 mẫu giống còn lại thuộc nhóm sai quả (Bảng 3.4 và bảng 3 phần phụ lục II).

Kết quả nghiên cứu về khối lượng quả cho thấy khối lượng quả dao động từ 17,4 - 211 g/quả. Dựa vào khối lượng quả, một số tác giả chia cà chua thành 3 nhóm: Nhóm quả nhỏ <50g, nhóm quả trung bình 50-100g và quả to >100g [5], [20]. Theo đó, nhóm quả nhỏ có 68 mẫu giống, nhóm trung bình có 139 mẫu giống và nhóm quả to gồm 23 mẫu giống còn lại (Bảng 3.4 và bảng 3 phần phụ lục II). Các mẫu giống có số quả nhiều chủ yếu thuộc loại quả nhỏ và có kiểu sinh trưởng vô hạn.

Năng suất cá thể là một chỉ tiêu giúp xác định tiềm năng năng suất của giống và được quyết định bởi hai yếu tố là số quả/cây và khối lượng trung bình quả. Năng suất cá thể phụ thuộc vào đặc tính di truyền của giống, các yếu tố cấu thành năng suất, ngoài ra còn phụ thuộc vào điều kiện ngoại cảnh và kỹ thuật chăm sóc. Qua nghiên cứu tổng hợp ở bảng 3.4 và bảng 3 phần phụ lục nhận thấy có 13 mẫu giống cho khối lượng trên 2000 g/ cây, 196 mẫu giống cho khối lượng từ 1000 đến 2000 g/ cây và 21 mẫu giống cho khối lượng quả nhỏ hơn 1000 g/ cây. Một số mẫu giống cho năng suất cao trên 2000 g gồm các mẫu giống: Cà chua Hồng, H1, H2, H3, H5, H6, H8, H9, H10, H12, H13, H14 và Cn08.

Bảng 3.4. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của các mẫu giống cà chua vụ đông 2016

Tình trạng	Mức độ biểu hiện	Nhóm giống nghiên cứu			Tổng số
		Hữu hạn	Bán hữu hạn	Vô hạn	
Tỷ lệ đậu quả (%)	<50	26	41	23	90
	50-70	17	57	34	108
	>70	6	14	12	32
Số quả/ cây (quả)	<12	6	9	3	18
	12-19	16	23	9	48
	>19	27	80	57	164
Số chùm quả/cây (chùm)	<5	13	17	5	35
	5-10	34	88	54	176
	>10	2	7	10	19
Khối lượng quả (g)	<50	5	21	42	68
	50-100	37	79	23	139
	>100	7	12	4	23
Năng suất cá thể (g)	<1000	5	4	12	21
	1000 -2000	44	95	57	196
	>2000	0	13	0	13

Năng suất thực thu là năng suất mà giống đó đạt được trên một đơn vị diện tích. Mục đích cuối cùng của người nông dân là đạt được năng suất thực cao, vì vậy nếu như giống có tiềm năng năng suất cao mà năng suất thực thu lại thấp thì giống đó chưa đạt được yêu cầu của thực tiễn sản xuất. Năng suất thực thu của

giống cao hay thấp phụ thuộc vào đặc tính của giống và khả năng thích ứng của giống đó với cơ cấu mùa vụ và điều kiện ngoại cảnh của từng vùng. Qua kết quả nghiên cứu tổng hợp ở bảng 3 phần phụ lục nhận thấy năng suất thực thu của các mẫu giống dao động trong khoảng 15,24 tấn đến 65,2 tấn/ ha. Mẫu giống đạt năng suất thực thu cao nhất là mẫu giống Dòng H6, đạt 62,5 tấn/ ha. Qua theo dõi chúng tôi cũng nhận thấy những mẫu giống có năng suất cá thể cao thì đều cho năng suất thực thu cao như các dòng: H1, H2, H3, H5, H6, H8, H9, H10, H12, H13, H14 và Cn08. Các mẫu giống này năng suất đều đạt trên 55 tấn/ ha. Những mẫu giống cho năng suất cá thể cao sẽ là nguồn gen để lai tạo từ đó tạo ra các giống mới năng suất cao.

3.1.6. Một số đặc điểm hình thái, chất lượng quả

Cùng với năng suất quả, đặc điểm hình thái và chất lượng quả là các chỉ tiêu quan trọng được các nhà chọn giống, người sản xuất và người tiêu dùng quan tâm. Các giống có quả màu đỏ đẹp, độ brix cao, vị ngọt, quả chắc, chịu vận chuyển tốt là những yêu cầu của một giống cà chua tốt.

Đặc điểm của vai quả liên quan đến chất lượng của quả. Theo Kiều Thị Thu (1998) dựa vào màu sắc vai quả khi quả xanh có thể dự đoán được chất lượng của quả [21]. Những giống có màu sắc vai quả xanh, đặc biệt là xanh đậm thường chín đỏ đẹp, có chất lượng tiêu dùng cao. Kết quả đánh giá 230 mẫu giống về màu sắc vai quả xanh cho thấy có 73 mẫu giống có màu sắc vai quả không đổi so với màu sắc phần đáy quả, 91 mẫu giống có vai quả xanh và 66 mẫu giống có vai quả xanh đậm (Bảng 3.5 và bảng 4 phần phụ lục II).

Màu sắc quả khi chín hoàn toàn là chỉ tiêu quan trọng quyết định khả năng thương mại của giống. Quả chín đỏ, đều là yêu cầu quan trọng đối với người tiêu dùng. Đánh giá màu sắc quả khi chín hoàn toàn cho thấy 81 mẫu giống quả chín đỏ thẫm, 128 mẫu giống đỏ tươi và 21 đỏ vàng (Bảng 3.5 và bảng 4 phần phụ lục II).

Hình dạng quả được xác định thông qua chỉ số hình dạng quả ($I = H/D$). Đây là một đặc điểm hình thái có ảnh hưởng đến thị hiếu của người tiêu dùng. Thông thường các giống quả tròn dài thường được ưa chuộng hơn. Hình dạng quả cũng ảnh hưởng đến độ cứng quả do cấu trúc chịu lực của quả. Các giống có dạng quả thuôn dài thường chắc hơn các giống quả tròn, do đó chịu vận chuyển tốt hơn.

Theo tiêu chuẩn ngành 10TCN 219:2006 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, có thể chia dạng quả thành 5 loại dựa vào chỉ số hình dạng: quả dẹt ($I < 0,6$), tròn dẹt ($0,6 \leq I < 0,9$), tròn ($0,9 \leq I \leq 1,1$), tròn dài $1,1 < I \leq 1,3$ và quả dài ($I > 1,3$). Qua nghiên cứu 230 mẫu giống cà chua nhận thấy có 10 mẫu giống thuộc nhóm quả dẹt, 81 mẫu giống thuộc nhóm quả tròn dẹt, 71 mẫu thuộc nhóm quả tròn, 58 mẫu giống thuộc nhóm quả tròn dài và 10 mẫu giống thuộc nhóm quả dài (bảng 3.5 và bảng 4 phần phụ lục II).

Bảng 3.5. Một số đặc điểm hình thái, chất lượng quả của 230 mẫu giống cà chua vụ đông 2016

Tính trạng	Mức độ biểu hiện	Nhóm giống nghiên cứu			Tổng số
		Hữu hạn	Bán hữu hạn	Vô hạn	
Màu sắc vai quả	Không đổi	18	32	23	73
	Xanh đậm	10	33	23	66
	Xanh	21	47	23	91
Màu sắc quả chín hòa toàn	Đỏ tươi	29	63	36	128
	Đỏ thẫm	15	42	24	81
	Đỏ vàng	5	7	9	21
Độ dày thịt quả (cm)	<0,5	5	10	8	23
	0,5-0,7	33	63	43	139
	>0,7	11	39	18	68
Chỉ số dạng quả $I=H/D$	$I < 0,6$	3	2	5	10
	$0,6 \leq I < 0,9$	21	29	31	81
	$0,9 \leq I \leq 1,1$	11	43	17	71
	$1,1 < I \leq 1,3$	14	34	10	58
	$I > 1,3$	0	4	6	10
Số ngăn quả (ngăn)	<3	7	17	9	33
	3-4	19	70	25	124
	>4	23	25	35	83

Độ dày thịt quả ngoài việc tăng giá trị sử dụng, tăng khối lượng quả còn là yếu tố xác định độ chắc của quả, giúp cho quá trình vận chuyển và bảo quả tốt hơn. Kết quả ở bảng 3.5 cho thấy có 23 mẫu giống có thịt quả mỏng < 0,5 cm, 139 mẫu giống có thịt quả dày từ 0,5 - 0,7 cm và 68 mẫu giống có độ dày thịt quả trên 0,7 cm.

Số ngăn hạt là chỉ tiêu có liên quan đến chất lượng quả và độ chắc của quả.

Số ngăn hạt thường tỷ lệ nghịch với chỉ số hình dạng quả, nghĩa là quả càng dẹt thì càng có nhiều ngăn và ngược lại. Các giống có nhiều ngăn hạt thường có nhiều dịch quả, do đó ảnh hưởng đến các chỉ tiêu về chất lượng quả như khẩu vị, hương vị, hàm lượng chất khô hoà tan và thường thì độ chắc thấp, dễ dập nát khi vận chuyển. Ngược lại, các giống ít ngăn hạt thường có độ chắc quả cao nên dễ vận chuyển hơn. Nhìn chung, số ngăn hạt đạt khoảng 3 - 4 ngăn vừa phù hợp cho mục đích vận chuyển trong khi đó vẫn đảm bảo chất lượng quả. Trong nghiên cứu chúng tôi đã xác định được có 33 mẫu giống có từ 2 đến nhỏ hơn 3 ngăn hạt, 124 mẫu có từ 3-4 ngăn hạt và 83 mẫu giống có từ > 4 ngăn hạt (bảng 3.5).

Bảng 3.6. Một số đặc điểm nông sinh học của các mẫu giống tốt được sàng lọc từ 230 mẫu giống trong điều kiện vụ Đông 2016

Mẫu giống	Thu quả lần 1 (ngày)	KH ST	Chiều	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số quả/cây	KLQ TB (g)	NSCT (g)	Năng suất thực thu (tấn/ha)	Màu sắc quả chín	Chỉ số dạng quả
			cao thân chính (cm)							
Dòng H1	64	BHH	115,0	64,38	23,5	88,0	2.068,0	57,90	Đỏ tươi	1,1
Dòng H2	66	BHH	110,0	56,32	22,5	92,8	2.091,7	58,57	Đỏ thẫm	1,3
Dòng H3	65	BHH	102,2	72,41	28,6	89,0	2.541,8	64,17	Đỏ tươi	1,4
Dòng H5	65	BHH	109,6	78,13	26,5	86,9	2.302,9	59,48	Đỏ tươi	1,0
Dòng H6	68	BHH	100,0	42,74	27,0	95,5	2.578,5	65,20	Đỏ thẫm	1,1
Dòng H8	65	BHH	76,0	68,18	24,5	91,0	2.252,3	60,06	Đỏ thẫm	1,2
Dòng H9	65	BHH	120,0	58,97	29,9	75,0	2.242,5	59,79	Đỏ tươi	1,1
Dòng H10	69	BHH	100,6	87,88	30,2	79,2	2.388,7	60,88	Đỏ thẫm	1,1
Dòng H12	68	BHH	112,5	70,97	27,3	78,8	2.149,7	58,19	Đỏ tươi	1,1
Dòng H13	65	BHH	90,0	52,88	29,2	76,6	2.232,9	60,52	Đỏ tươi	1,1
Dòng H14	62	BHH	112,0	68,6	29,7	72,4	2.148,8	58,17	Đỏ thẫm	1,1
Cn8	69	BHH	110,0	82,4	24,2	72,2	2.166,0	58,65	Đỏ tươi	1,2
CC hồng	65	BHH	97,5	79,37	30,0	72,2	2.029,6	56,81	Đỏ thẫm	1,1

Chú thích: KHST: Kiểu hình sinh trưởng; HBB: Bán hữu hạn; KLQTB: Khối lượng quả trung bình; NSCT: Năng suất cá thể.

Như vậy, qua kết quả đánh giá 230 mẫu giống trong vụ đông chúng tôi xác

định được 13 mẫu giống ưu tú có hình dạng quả tròn đến tròn dài ($1,0 \leq I \leq 1,3$), số ngăn hạt từ 2-5 ngăn, cùi quả dày $> 0,7$ cm, màu quả chín đỏ thẫm hoặc đỏ, quả to trung bình trên 70 g, năng suất cá thể đạt khoảng trên 2000 g/cây trở lên. Năng suất thực thu đạt trên 55 tấn/ ha. Danh sách và đặc điểm các giống có nhiều đặc điểm tốt được tổng hợp trong bảng 3.6. Đây là nguồn gen quý để phục vụ cho lai tạo giống cà chua mới có năng suất cao, chất lượng tốt.

3.2. Phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương bằng chỉ thị phân tử

Muốn chọn tạo giống kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương cà chua thành công thì nguồn vật liệu kháng đóng vai trò rất quan trọng. Trong tổng số 230 mẫu giống cà chua nghiên cứu được thu thập ở trong và ngoài nước, liệu có mẫu giống nào mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá hoặc mốc sương? Để phát hiện ra các mẫu giống chứa gen kháng, chỉ thị phân tử DNA đã được sử dụng để phát hiện, trên cơ sở đó sử dụng nguồn vật liệu trên cho chương trình lai tạo giống mới kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương.

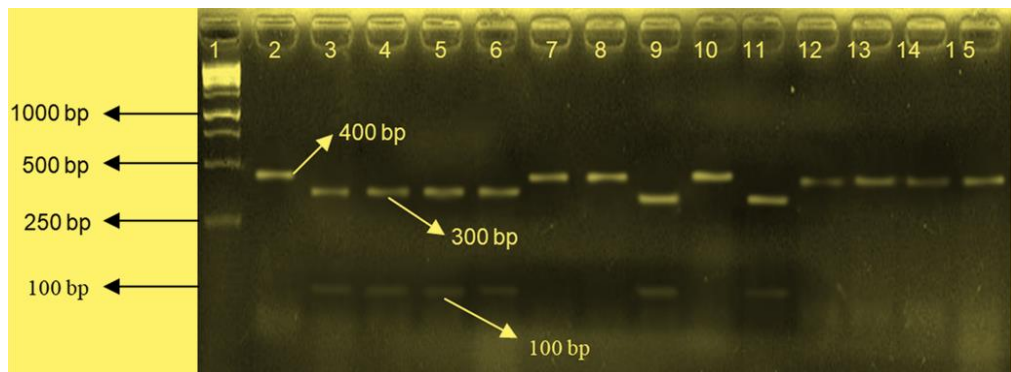
3.2.1. Phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá

Cho đến nay các nhà khoa học đã phát hiện được 5 gen kháng bệnh xoăn và lá cà chua đặt tên lần lượt là *Ty1*, *Ty2*, *Ty3*, *Ty4* và *ty5*. Trong đó *Ty1*, *Ty2*, *Ty3* và *Ty4* là các gen trội, gen *ty5* là gen lặn. Những gen trội có ý nghĩa hơn trong chọn tạo giống cà chua lai kháng bệnh xoăn vàng lá, gen lặn thì có ý nghĩa hơn trong chọn tạo giống cà chua thuần.

3.2.1.1. Phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá *Ty1*

Gen *Ty1* là gen trội, được Zamir & cs (1994) xác định nằm trên nhiễm sắc thể số 6 [139]. Sau này các nhà khoa học đã xác định được các chỉ thị phân tử liên kết với gen này. Castro & cs (2007) đã xác định được chỉ thị JB-1 liên kết với gen *Ty1*. Tuy nhiên, chỉ thị JB1 là chỉ thị trội nên không phân biệt được kiểu gen kháng đồng và dị hợp tử [40]. Gần đây, Han & cs (2012) đã phát triển thành công chỉ thị đồng trội CAPS TG97 cho phép phân biệt được kiểu gen kháng đồng và dị hợp tử [63]. Chính vì vậy, trong nghiên cứu này chỉ thị CAPS TG97 được sử dụng

để phát hiện gen kháng *Ty1*. Sản phẩm PCR với cặp mồi TG97F/R là một đoạn DNA dài khoảng 400 bp ở tất cả các mẫu giống nghiên cứu. Sau khi cắt sản phẩm bằng enzyme *TaqI*, các mẫu giống mang gen *Ty1* xuất hiện 2 vạch băng kích thước khoảng 300bp và 100 bp, các mẫu giống không mang gen thì không bị cắt nên chỉ có một vạch kích thước khoảng 400bp [63]. Kết quả xác định gen kháng *Ty1* trong tổng số 230 mẫu giống, nhận thấy có 11 mẫu giống chứa gen, là các mẫu giống AVRDC139, AVRDC154, AVRDC188, AVRDC189, AVRDC193, AVRDC198, Fr28, Fr34, Is23, Is34 và Ru07. Kết quả điện di được thể hiện ở hình 3.3. Đây là nguồn gen vô cùng quý giá trong lai tạo giống cà chua mới kháng bệnh xoắn vàng lá.



Hình 3.3. Điện di sản phẩm PCR sử dụng cặp mồi nhân đoạn chỉ thị TG97 cắt bởi enzyme *TaqI*

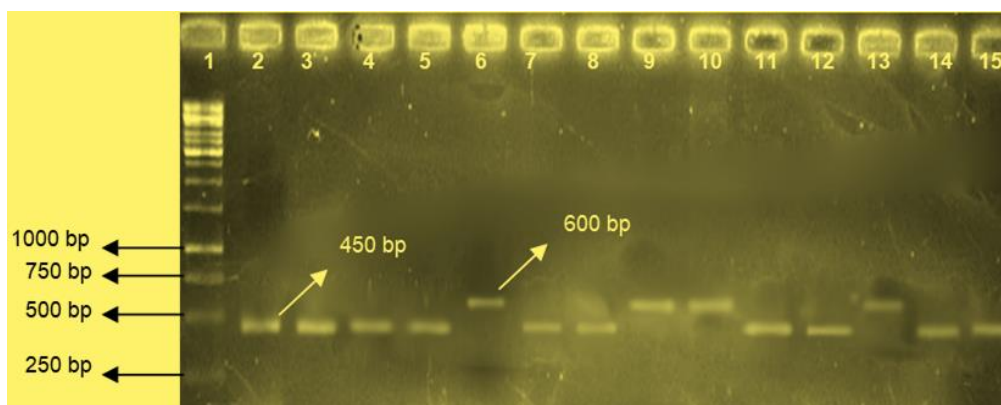
*Giếng 1: Ladder 250 bp của Fermentas; Giếng 2, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15 kích thước vệt băng khoảng 400 bp không mang gen *Ty1*; Giếng 3, 4, 5, 6, 9, 11 có hai vệt băng kích thước khoảng 300 và 100 bp mang gen *Ty1*, lần lượt là các mẫu giống AVRDC188, AVRDC189, AVRDC193, AVRDC198, Is23, Is34 và Ru07*

Để phát hiện gen kháng *Ty1*, tác giả Phan Hữu Tôn & cs (2013) đã sử dụng chỉ thị JB2 để phát hiện. Kết quả đã phát hiện được 7 mẫu giống cà chua mang gen *Ty1* trong tổng số 200 mẫu giống cà chua nghiên cứu [22]. Tương tự để phát hiện gen kháng *Ty1* tác giả Đoàn Xuân Cảnh & cs (2015) cũng đã sử dụng đồng thời 2 chỉ thị JB1 và TG97 để phát hiện. Kết quả thu được giữa hai chỉ thị là như nhau. Tuy nhiên tác giả cũng nhấn mạnh nên sử dụng chỉ thị TG97 để phát hiện và chọn lọc gen *Ty1*, vì chỉ thị TG97 có thể xác định được các trạng thái của alen kháng như đồng

hợp hoặc dị hợp, còn JB1 thì không phân biệt được [2].

3.2.1.2. Phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá Ty2

Gen *Ty2* được Hanson & cs (2006) xác định nằm trên nhánh dài nhiễm sắc thể 11, nằm giữa chỉ thị TG36 và TG26. Sau đó Garcia & cs (2007) đã phát triển chỉ thị SCAR T0302 liên kết với gen này. Sử dụng cặp mồi T0302F/TY2R1, cho phép phát hiện được gen *Ty2* ở ba trạng thái khác nhau, đồng hợp tử trội, dị hợp tử và đồng hợp tử lặn. Sản phẩm PCR sau điện di xuất hiện vệt băng kích thước 600bp là những mẫu giống có chứa gen kháng *Ty2* và xuất hiện vệt băng kích thước 450 bp là những mẫu giống không chứa gen *Ty2* [66]. Trong nghiên cứu này chỉ thị SCAR T0302 được sử dụng để phát hiện gen kháng *Ty2*. Qua đó, phát hiện được 5 mẫu giống trên tổng 230 mẫu giống chứa gen kháng bệnh xoăn vàng lá *Ty2*. Các mẫu giống chứa gen *Ty2* chủ yếu được thu thập từ viện nghiên cứu rau châu Á, là các mẫu giống AVRDC135, AVRDC138, AVRDC139, AVRDC142 và AVRDC144. Hình ảnh điện di sản phẩm PCR phát hiện gen *Ty2* được thể hiện ở hình 3.4. Chỉ thị này cũng được hai tác giả Phan Hữu Tôn & cs (2013) và Đoàn Xuân Cảnh & cs (2015) sử dụng thành công trong phát hiện gen *Ty2* trong các nguồn vật liệu của mình [3], [22]. Ngoài ra chỉ thị CAPS-TG105A cũng được sử dụng để chọn dòng cà chua mang gen kháng *Ty2*. Tuy nhiên muốn xác định được alen kháng thì sản phẩm PCR của chỉ thị này phải được cắt bởi enzyme cắt giới hạn *TaqI* [126]. Như vậy, nếu sử dụng chỉ thị này thì sẽ rất tốn tiền cho enzyme. Gần đây nhất chỉ thị 20IY10 do Lee & cs (2021) đã xác định là chỉ thị liên kết chặt với gen *Ty2*. Khi sử dụng chỉ thị này phát hiện gen kháng *Ty2*, nếu là alen kháng vệt băng điện di có kích thước 738 bp, nếu là alen nhiễm vệt băng điện di có kích thước 600 bp [88]. Tuy nhiên ở Việt Nam chưa có tác giả nào sử dụng chỉ thị này để phát hiện và chọn lọc gen *Ty2*. Cần có những nghiên cứu ứng dụng chỉ thị này trong phát hiện và chọn lọc gen kháng bệnh *Ty2* để biết độ chính xác so với các chỉ thị khác từ đó có thêm nhiều lựa chọn về chỉ thị phân tử trong ứng dụng vào thực tế.



Hình 3.4. Điện di sản phẩm PCR sử dụng cặp mồi T0302F/R1 nhân đoạn chỉ thị T0302 phát hiện gen *Ty2*

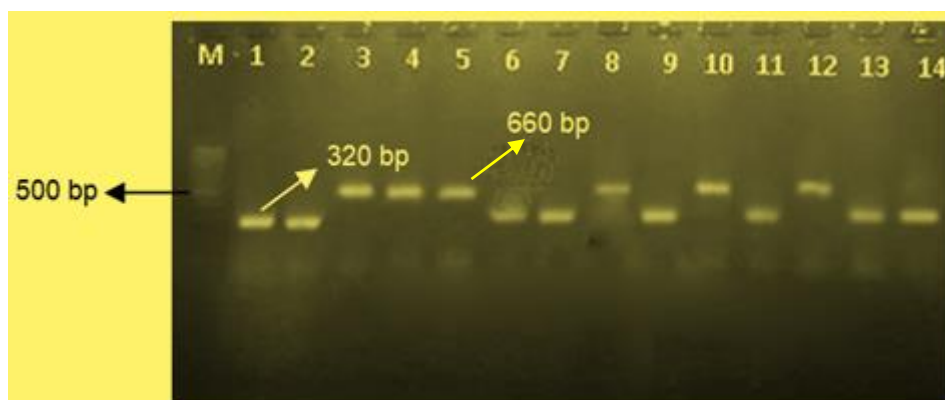
*Giếng 1: Ladder 250 bp; Giếng 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 14, 15: Kích thước vết băng 450 bp không mang gen *Ty2*; Giếng 6, 9, 10, 13: Kích thước vết băng 600 bp mang gen kháng *Ty2* tương đương với các mẫu giống AVRDC135, AVRDC138, AVRDC142 và AVRDC144*

3.2.1.3. Phát hiện gen kháng bệnh xoắn vàng lá *Ty3*

Gen *Ty3* là gen trội nằm trên nhiễm sắc thể số 6 [73], [75]. Cũng theo tác giả và cộng sự, gen *Ty3* định vị tại một vùng có chứa locus FER (25 cM, dòng vector BAC56B23, AY678298). Các chỉ thị phân tử DNA liên kết với gen *Ty3* là T0507, C2_At3g11210 và P6-25 đều chỉ ra sự hiện diện của gen *Ty3*. Tuy nhiên chỉ thị T0507 và C2_At3g11210 là trội, P6-25 là đồng trội. Ngoài ra một số lượng lớn các chỉ thị liên kết *Ty3* cũng đã được tìm ra, cụ thể là P169C, TG118, TG590 và FERG8, nhưng không phân biệt các dòng mang *Ty3* ở các trạng thái alen khác nhau [113]. Vì chỉ thị P6-25 là chỉ thị đồng trội nên chỉ thị này được sử dụng nhiều trong các chương phát hiện và chọn lọc gen *Ty3* [28]. Cặp mồi P6-25 F/R được thiết kế để khuếch đại trình tự gần đầu 5' của dòng vector BAC 56B23, tạo ra sản phẩm là một băng 660bp đối với alen *Ty3b* và một băng 630bp với alen *Ty3a*, alen mất cảm *ty3* cho một băng 320bp.

Sử dụng chỉ thị SCAR P6-25 với cặp mồi P6-25F/R để phát hiện kháng *Ty3* ở 230 mẫu giống cà chua. Xác định được 8 mẫu giống chứa gen này, trong đó 5 mẫu giống được thu thập từ Viện nghiên cứu rau châu Á là AVRDC154, AVRDC165, AVRDC166, AVRDC192, AVRDC195 và 3 mẫu giống thu từ Iserel

là Is11, Is12 và Is22. Hình ảnh điện di sản phẩm PCR sử dụng cặp mồi P6-25F/R phát hiện gen *Ty3* thể hiện ở hình 3.5.



Hình 3.5. Điện di sản phẩm PCR sử dụng cặp mồi P6-25 phát hiện gen *Ty3*

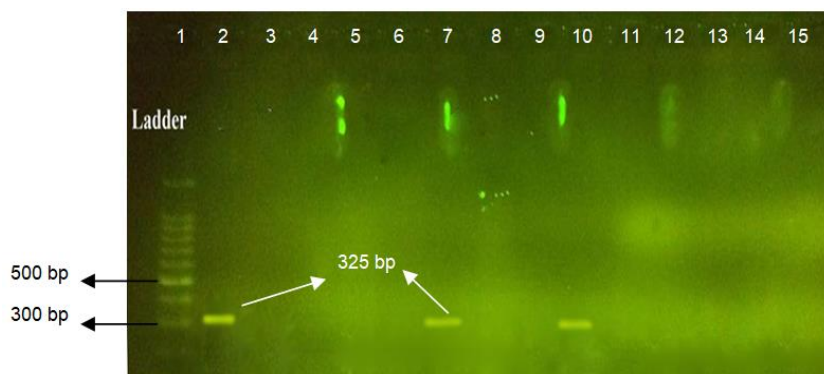
M: Ladder 100 bp; Giếng 1, 2, 6, 7, 9, 11, 13 và 14: Kích thước vệt băng 320 bp không mang gen *Ty3*; Giếng: 3, 4, 5, 8, 10, 12: Kích thước vệt băng 660 bp mang gen *Ty3*

3.2.1.4. Phát hiện gen kháng bệnh xoắn vàng lá *Ty4*

Gen *Ty4* là gen trội được phát hiện bởi Ji & cs (2008). Tác giả đã phát hiện một vùng chuyển vị *S. Chilense* 14cM trên nhánh dài của NST số 3 trong một số dòng giống kháng có nguồn gốc từ LA1932. Một locus kháng *begomovirus* mới là *Ty4* được lập bản đồ với các marker vào khoảng 2,3 cM giữa C2_At4g17300 và C2_At5g60160 trong vùng chuyển vị khoảng 550 kb trên nhiễm sắc thể số 3 [74], [77]. Chỉ thị C2_AT5g51110 được xác định là liên kết với gen này [74]. Trong nghiên cứu này chỉ thị C2_AT5g51110 được sử dụng để phát hiện gen *Ty4*. Những mẫu giống mang gen *Ty4* thì vệt băng có kích thước khoảng 325 bp được nhân lên, còn không chứa gen thì không có sản phẩm PCR được nhân lên [121]. Qua đó đã phát hiện được 4 mẫu giống chứa gen *Ty4* là AVRDC102, AVRDC115, AVRDC122 và AVRDC123 đã được phát hiện trên tổng số 230 mẫu giống nghiên cứu. Hình ảnh điện di sản phẩm PCR sử dụng chỉ thị C2_AT5g51110 phát hiện gen *Ty4* thể hiện ở hình 3.6.

Một nhược điểm của chỉ thị này là chỉ thị trội nên không thể phân biệt được các trạng thái alen của gen *Ty4*. Gần đây nhất Lee & cs đã sử dụng hai chỉ thị là 18IY23 để phát hiện và chọn lọc gen *Ty4* [88]. Tuy nhiên để phân biệt được

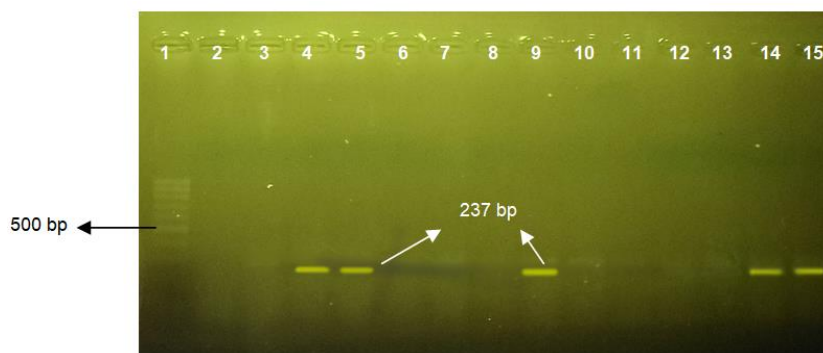
các trạng thái alen của gen này thì enzyme *StuI* được sử dụng. Enzyme này rất đắt tiền nên khó được triển khai ở Việt Nam.



Hình 3.6. Điện di sản phẩm PCR sử dụng chỉ thị C2_AT5g51110 phát hiện gen *Ty4*
 Giếng 1: Ladder 100 bp; Giếng 2, 7 và 10: Kích thước vệt băng 325 bp mang gen kháng *Ty4*; Các giếng còn lại không có vệt băng nào, không mang gen *Ty4*

3.2.1.5. Phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá *ty5*

Gen *ty5* là gen lặn được định vị trên nhiễm sắc thể số 4 [30]. Gen *ty5* là gen lặn nên không có ý nghĩa nhiều trong chọn tạo giống cà chua lai nhưng lại có ý nghĩa lớn trong chọn tạo giống cà chua thuần. Chỉ thị phân tử DNA liên kết với gen *ty5* cũng đã được phát hiện, đó là chỉ thị TM719 [42]. Sử dụng cặp mồi nhân chỉ thị TM719 bằng PCR phát hiện gen *ty5*, nếu giống chứa gen thì sản phẩm PCR nhân lên có kích thước 237 bp còn mẫu giống không chứa gen thì không có sản phẩm PCR [42], [121].



Hình 3.7. Điện di sản phẩm PCR sử dụng chỉ thị TM719 phát hiện gen *ty5*
 Giếng 1: ladder 100 bp; Giếng 4, 5, 9, 14, 15: Kích thước vệt băng 237 bp mang gen *ty5*; Các giếng còn lại không có vệt băng nào, không mang gen *ty5*

Sử dụng chỉ thị TM719 phát hiện gen kháng *ty5* ở 230 mẫu giống nghiên cứu, xác định được 6 mẫu giống chứa gen kháng *ty5*, trong đó 02 mẫu giống thu thập từ

Iserel là Is4 và Is5, 01 mẫu giống thu thập từ Pháp là Fr13 và 03 mẫu giống thu thập từ viện nghiên cứu rau châu Á là AVRDC139, AVRDC140 và AVRDC151. Hình ảnh điện di sản phẩm PCR sử dụng chỉ thị TM719 phát hiện gen *ty5* thể hiện ở hình 3.7. Gần đây nhất Lee và cộng sự đã xác định được chỉ thị 14TY5 cho phép xác định được tất cả các trạng thái alen của gen kháng này sau khi cắt hạn chế sản phẩm PCR bằng enzyme *RsaI* [42].

Bảng 3.7. Các mẫu giống cà chua chứa gen kháng bệnh xoăn vàng lá được phát hiện bằng chỉ thị phân tử DNA

STT	Ký hiệu	Chứa gen	Nguồn gốc
1	AVRDC102	<i>Ty4</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
2	AVRDC115	<i>Ty4</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
3	AVRDC122	<i>Ty4</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
4	AVRDC123	<i>Ty4</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
5	AVRDC135	<i>Ty2</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
6	AVRDC138	<i>TY2</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
7	AVRDC139	<i>Ty1, Ty2, ty5</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
8	AVRDC140	<i>ty5</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
9	AVRDC142	<i>Ty2</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
10	AVRDC144	<i>Ty2</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
11	AVRDC151	<i>ty5</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
12	AVRDC154	<i>Ty1, Ty3</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
13	AVRDC165	<i>Ty3</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
14	AVRDC166	<i>Ty3</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
15	AVRDC188	<i>Ty1</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
16	AVRDC189	<i>Ty1</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
17	AVRDC192	<i>Ty3</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
18	AVRDC193	<i>Ty1</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
19	AVRDC198	<i>ty5</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
20	AVRDC198	<i>Ty1</i>	Viện nghiên cứu rau châu Á
22	Is4	<i>ty5</i>	Đại Học Ben Gurion's, Iserel
23	Is5	<i>ty5</i>	Đại Học Ben Gurion's, Iserel
24	Is11	<i>Ty3</i>	Đại Học Ben Gurion's, Iserel
25	Is12	<i>Ty3</i>	Đại Học Ben Gurion's, Iserel
26	Is22	<i>Ty3</i>	Đại Học Ben Gurion's, Iserel
27	Is23	<i>Ty1</i>	Đại Học Ben Gurion's, Iserel
28	Is34	<i>Ty1</i>	Đại Học Ben Gurion's, Iserel
29	Fr13	<i>ty5</i>	ĐH Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)
30	Fr28	<i>Ty1</i>	ĐH Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)
31	Fr34	<i>Ty1</i>	ĐH Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)
32	Ru07	<i>Ty1</i>	Nga

Như vậy, bằng chỉ thị phân tử DNA đã phát hiện được 11 mẫu giống chứa gen *Ty1*, 5 mẫu giống chứa gen *Ty2*, 8 mẫu giống chứa gen *Ty3*, 4 mẫu giống chứa gen *Ty4* và 6 mẫu giống chứa gen *ty5*. Phần lớn các mẫu giống chứa gen kháng đều được thu thập tại Viện nghiên cứu rau châu Á. Đặc biệt có mẫu giống chứa 02 gen kháng và 03 gen kháng là AVRDC154 chứa gen *Ty1* và *Ty3* và AVRDC139 chứa gen *Ty1*, *Ty2* và *ty5*. Bảng 3.7 là danh sách các mẫu giống chứa gen kháng bệnh xoăn vàng lá.

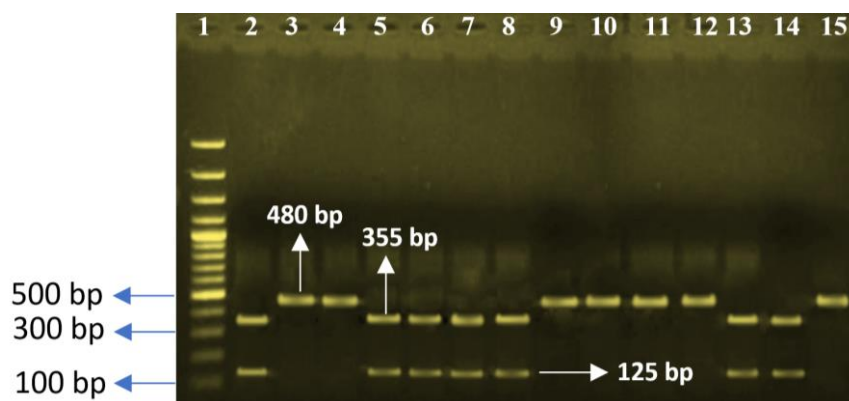
3.2.2. Phát hiện gen kháng bệnh mốc sương

Đến nay, các nhà khoa học trên thế giới đã xác định được 6 gen kháng bệnh mốc sương khác nhau là: Gen *Ph1* trên nhiễm sắc thể số 7, *Ph2* trên nhiễm sắc thể số 10 [111], [101], [52], *Ph3* trên nhiễm sắc thể số 9 [141], *Ph4* trên nhiễm sắc thể số 2 [83] và *Ph5-1*, *Ph5-2* trên nhiễm sắc thể số 1 và 10 [96], [97]. Trong đó, các gen *Ph1*, *Ph2* và *Ph3* đã được sử dụng phổ biến để tạo ra các giống cà chua kháng. Tuy nhiên, gen *Ph1* chỉ tạo được khả năng kháng hẹp với một vài chủng, trong khi đó gen *Ph2* và *Ph3* tạo ra mức độ kháng cao hơn và do đó các gen này đã được đưa vào một số giống cà chua ăn tươi và chế biến [120]. Cùng với việc phát hiện ra các gen kháng, các nhà khoa học cũng đã nghiên cứu các chỉ thị phân tử DNA liên kết với các gen kháng đó. Tuy nhiên không có chỉ thị nào được công bố liên kết với gen *Ph1*, trong khi đó chỉ thị UF-Ph2-1 liên kết với gen *Ph2* [117], chỉ thị SCAR-SCU602 liên kết với gen *Ph3* đã được công bố [132]. Điều này giúp cho việc phát hiện gen kháng *Ph2* và *Ph3* và chọn tạo giống kháng thuận tiện và nhanh chóng hơn. Trong nghiên cứu này các chỉ thị UF-Ph2-1 liên kết với gen *Ph2* và chỉ thị SCU602 liên kết với gen *Ph3* được sử dụng để phát hiện gen kháng trong tập đoàn 230 mẫu giống cà chua được thu thập trong và ngoài nước.

3.2.2.1. Phát hiện gen kháng *Ph2*

Gen *Ph2* là gen trội nằm trên nhiễm sắc thể số 10, có rất nhiều chỉ thị phân tử liên kết với gen này được công bố như: Chỉ thị dTG63 [109], chỉ thị UF-Ph2-1 [117]. Gần đây nhất các chỉ thị InDel-4, InDel-c và CAPS-1 đã được chứng minh là liên kết chặt với độ chính xác 100% với gen *Ph2* [143]. Tuy nhiên rất ít giống

cà chua có độ bền kháng cao được thử nghiệm bằng cách sử dụng các chỉ thị mới này. Do đó, cần phải xác minh tính tổng quát và tính chính xác của các chỉ thị này trong một quần thể lớn hơn [143]. Trong nghiên cứu này chỉ thị UF-Ph2-1 đã được lựa chọn để phát hiện gen *Ph2*. Sản phẩm PCR sử dụng cặp mồi nhân chỉ thị UF-Ph2-1 có kích thước khoảng 500 bp ở cả những giống kháng và nhiễm. Sử dụng enzyme cắt giới hạn *Hinf*I cắt sản phẩm PCR trên mới có thể phân biệt được các trạng thái của các alen. Nếu là alen kháng (dạng đồng hợp tử trội) xuất hiện 3 vạch băng kích thước 355, 125 và 27 bp, nếu là alen nhiễm (đồng hợp tử lặn) xuất hiện 2 vạch băng kích thước 480 và 27 bp, nếu là alen dị hợp xuất hiện 4 vạch băng 480, 355, 125 và 27 bp. Tuy nhiên vạch băng 27 bp có kích thước nhỏ nên khi điện di chúng di chuyển ra khỏi bản gel nên không quan sát thấy (hình 3.8).



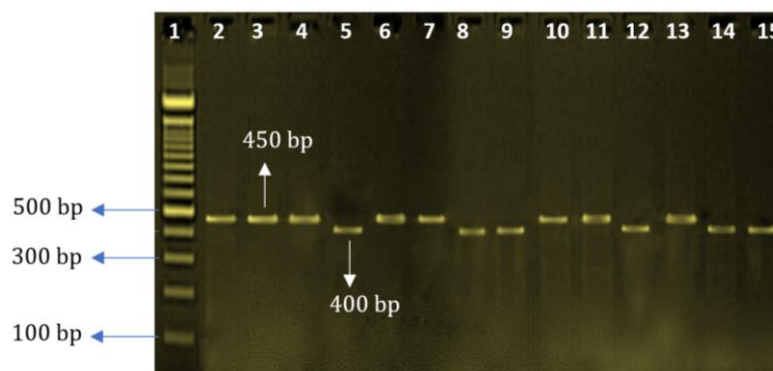
Hình 3.8. Điện di sản phẩm PCR cắt bởi enzyme *Hinf* I sử dụng chỉ thị UF-Ph2-1 phát hiện gen kháng bệnh mốc sương *Ph2*

*1: Ladder 100 bp; Giếng 2, 5, 6, 7, 8, 13 và 14: Hai vệt băng kích thước 355 và 125 bp là các mẫu mang gen *Ph2* tương ứng với các mẫu giống AVRDC113, AVRDC114, Us3, Us12 và Us13; Giếng: 3, 4, 9, 10, 11, 12 và 15: Một vệt băng kích thước 480 bp là các mẫu không mang gen *Ph2**

Chỉ thị UF-Ph2-1 đã được Trần Ngọc Hùng & cs (2020b) ứng dụng thành công trong việc chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương [12]. Điều tra 230 mẫu giống bằng chỉ thị UF-Ph2-1 phát hiện được 11 mẫu giống mang gen kháng *Ph2*. Trong đó có 1 giống địa phương Việt Nam là cà chua Đá, 5 mẫu giống thu thập tại Viện nghiên cứu rau Châu Á là AVRDC113, AVRDC114, AVRDC150, AVRDC181, và AVRDC182, 3 mẫu giống của Mỹ là Us03, Us12 và Us13, 2 mẫu giống của Pháp là Fr20 và Fr23.

3.2.2.2. Phát hiện gen kháng *Ph3*

Gen *Ph3* là gen trội nằm trên nhiễm sắc thể số 9, chỉ thị CCPB272-03740 là chỉ thị RAPD đầu tiên của gen *Ph3* dựa trên phản ứng PCR và nằm cách gen kháng 5,8 cM [89]. Tiếp theo, Truong & cs (2013) đã phát triển chỉ thị đồng trội SCAR có tên SCU602 cho phép phát hiện dễ dàng các mẫu giống mang gen *Ph3* cả ở dạng đồng hợp và dị hợp tử. Một nghiên cứu khác của Reza & cs (2015) đã chỉ ra 7 chỉ thị để phát hiện và chọn lọc gen kháng *Ph3*, bao gồm UF-Ph3-1; UF-Ph3-2; UF-Ph3-3; UF-Ph3-4; UF-Ph3-5; UF-Ph3-6 và UF-Ph3-7 đều là các chỉ thị SCAR cho phép phân biệt các trạng thái alen khác nhau của gen *Ph3* mà không cần sử dụng đến enzyme cắt giới hạn. Những chỉ thị này hoàn toàn có thể sử dụng trong nghiên cứu phát hiện và chọn lọc gen kháng *Ph3*.



Hình 3.9. Điện di sản phẩm PCR sử dụng chỉ thị SCU602 phát hiện gen *Ph3*

*Giếng 1: ladder 100 bp; Giếng 2, 4, 6, 7, 10, 11, 13: Kích thước vết băng 450 bp là các mẫu không mang gen *Ph3*; Các giếng 3, 5, 8, 9, 12, 14 và 15 có kích thước vết băng 400 bp là mẫu mang gen *Ph3* tương ứng với mẫu giống AVRDC125, AVRDC130, AVRDC131, AVRDC139, AVRDC140 và AVRDC152.*

Để phát hiện gen kháng mốc sương *Ph3*, trong nghiên cứu này chỉ thị SCU602 đã được sử dụng. Cặp mồi SCU602F3/R3 nhân chỉ thị SCU602, với alen kháng sản phẩm PCR có kích thước 400 bp và với alen nhiễm sản phẩm PCR có kích thước 450 bp [132]. Trong tổng số 230 mẫu giống được kiểm tra, 17 mẫu được phát hiện mang gen kháng *Ph3*. Trong số đó có 11 mẫu giống thu thập tại Viện nghiên cứu rau Châu Á (AVRDC): AVRDC124, AVRDC125, AVRDC130, AVRDC131, AVRDC139, AVRDC140, AVRDC152, AVRDC157, AVRDC181, AVRDC182 và

AVRDC198; 3 mẫu giống thu tại Pháp: Fr18, Fr23 và Fr33; 3 mẫu giống thu thập tại Iserel: Is04, Is05 và Is14.

Liên quan đến phát hiện và chọn lọc gen kháng *Ph3*, tác giả Trần Ngọc Hùng & cs (2020b) đã sử dụng chỉ thị *Ph3-gsm1* [12]. Kết quả đã chọn được các dòng mang gen kháng *Ph3*, Tuy nhiên để phân biệt được các trạng thái của alen thì sản phẩm PCR của chỉ thị này vẫn phải dùng enzyme cắt giới hạn *HincII*.

Bảng 3.8. Danh sách các mẫu giống chứa gen kháng *Ph2* và *Ph3*

STT	Ký hiệu	Chứa gen	Nguồn gốc
1	AVRDC113	<i>Ph2</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
2	AVRDC114	<i>Ph2</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
3	AVRDC124	<i>Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
4	AVRDC125	<i>Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
5	AVRDC130	<i>Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
6	AVRDC131	<i>Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
7	AVRDC139	<i>Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
8	AVRDC140	<i>Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
9	AVRDC150	<i>Ph2</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
10	AVRDC152	<i>Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
11	AVRDC157	<i>Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
12	AVRDC181	<i>Ph2, Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
13	AVRDC182	<i>Ph2, Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
14	AVRDC198	<i>Ph3</i>	Viện nghiên cứu rau Châu á
15	Fr18	<i>Ph3</i>	ĐH Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)
16	Fr20	<i>Ph2</i>	ĐH Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)
17	Fr23	<i>Ph2, Ph3</i>	ĐH Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)
18	Fr33	<i>Ph3</i>	ĐH Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)
19	Us03	<i>Ph2</i>	University of California, Davis (Mỹ)
20	Us12	<i>Ph2</i>	University of San Carlos, Guatemala (Mỹ)
21	Us13	<i>Ph2</i>	University of San Carlos, Guatemala (Mỹ)
22	Is02	<i>Ph3</i>	Đại Học Ben Gurion's, Iserel
24	Is12	<i>Ph3</i>	Đại Học Ben Gurion's, Iserel
24	Is14	<i>Ph3</i>	Đại Học Ben Gurion's, Iserel
25	Cà chua Đá	<i>Ph2</i>	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây trồng

Như vậy bằng chỉ thị phân tử DNA, 11 mẫu giống mang gen *Ph2* và 17 mẫu giống mang gen *Ph3* đã được phát hiện, danh sách các mẫu giống mang gen được

tổng hợp ở bảng 3.8. Qua bảng 3.8 nhận thấy phần lớn các giống mang gen kháng *Ph2* và *Ph3* được thu thập từ Viện nghiên cứu rau châu Á. Các giống còn lại được thu thập tại Pháp, Mỹ và Iserel. Đặc biệt trong số đó có 03 mẫu giống mang đồng thời 2 gen là AVRDC181, AVRDC182 và Fr23. Ở Việt Nam phát hiện duy nhất 01 giống mang gen kháng *Ph2* là Cà chua Đá. So sánh với kết quả phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá nhận thấy các mẫu giống AVRDC139 và AVRDC140 không những mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá mà còn mang gen kháng bệnh mốc sương *Ph3*. Đây là nguồn gen vô cùng quý giá phục vụ các chương trình chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương.

3.3. Xác định gen kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương hữu hiệu bằng lây nhiễm nhân tạo

Ở trên, các mẫu giống mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương đã phát hiện. Tuy nhiên các gen nói trên có kháng tốt với các nguồn bệnh của Việt Nam hay không, câu hỏi này vẫn chưa được trả lời. Để trả lời cho câu hỏi trên, các nguồn bệnh xoăn vàng lá và mốc sương ở các vùng khác nhau được lây nhiễm nhân tạo trên các mẫu giống mang gen kháng.

3.3.1. Lây nhiễm nhân tạo xác định gen kháng bệnh xoăn vàng lá hữu hiệu

Để xác định gen kháng bệnh xoăn vàng lá hữu hiệu, các mẫu giống mang gen kháng *Ty1*, *Ty2*, *Ty3*, *Ty4* và *ty5* được tiến hành lây nhiễm nhân tạo với 4 nguồn gây bệnh xoăn vàng lá. Nguồn bệnh được thu thập tại Hải Phòng, Hưng Yên, Bắc Giang và cấu trúc xâm nhiễm ToLCHnV. Phản ứng của các gen đối với nguồn bệnh được tổng hợp ở bảng 3.9.

Từ bảng 3.9 nhận thấy mẫu đối đối chứng Hồng Lan bị nhiễm nặng ở tất cả các nguồn bệnh. Các mẫu giống mang gen kháng *Ty1* có phản ứng giống nhau giữa các nguồn bệnh. Không có triệu chứng với các nguồn bệnh thu từ Hải Phòng, Hưng Yên và ToLCHnV (điểm 0) và có triệu chứng nhẹ với nguồn bệnh thu thập từ Bắc Giang (điểm 1,0). Các mẫu giống mang gen *Ty2* không có triệu chứng đối với nguồn bệnh thu từ Bắc Giang và ToLCHnV (điểm 0). Tuy nhiên bị nhiễm đối nguồn bệnh thu từ Hải Phòng (điểm 2,5) và nguồn bệnh thu từ Hưng Yên (điểm 1,5). Tương tự, các mẫu giống mang gen kháng *Ty3* cũng không có triệu chứng với nguồn bệnh thu thập từ Hưng Yên, Bắc Giang và ToLCHnV (điểm 0) và triệu chứng nhẹ đối với nguồn bệnh thu thập tại Hải Phòng (điểm 1). Các mẫu giống

mang gen *Ty4* thì duy nhất kháng được nguồn bệnh thu từ Hưng Yên (điểm 0) và bị nhiễm nặng 3 nguồn bệnh còn lại. Các mẫu giống mang gen kháng *ty5* phản ứng kháng đối với 2 nguồn bệnh thu từ Hải Phòng và Hưng Yên (điểm 0), nhiễm nhẹ với nguồn bệnh thu từ Bắc Giang (điểm 1) và nhiễm nặng với nguồn ToLCHnV.



Hình 3.10. Ghép lây nhiễm nhân tạo đánh giá tính kháng bệnh xoăn vàng lá



Hình 3.11. Cây cà chua sau 30 ngày lây nhiễm với nguồn bệnh thu thập tại Hưng Yên

(A: Cây đối chứng Hồng Lan, B: Cây đối chứng C155, C: Cây mang gen *Ty1*, D: Cây mang gen *Ty3*)

Có nhiều phương pháp đánh giá khả năng kháng nhiễm bệnh xoăn vàng lá trên các giống cà chua, chẳng hạn như phương pháp sử dụng vi khuẩn *Agrobacterium*. Với phương pháp này, vi khuẩn *Agrobacterium* mang cấu trúc gen của virut gây bệnh xoăn vàng lá thường được tiêm trực tiếp vào nách lá cây cà chua giai đoạn 4 lá thật, sau đó cây lây nhiễm được đánh giá sau 50 và 90 ngày lây nhiễm [45]. Ưu điểm của phương pháp này là khi lây nhiễm biết được cụ thể loài hoặc chủng virut gây bệnh từ đó sẽ đánh giá được chính xác khả năng kháng của từng gen đối với từng loài hoặc chủng virut gây bệnh. Bên cạnh những ưu điểm thì phương pháp này cũng tồn tại một số nhược điểm như tiến hành rất phức tạp. Để thực hiện được phương pháp này mẫu bệnh phải được thu thập, sau đó chiết

tách được DNA của virus gây bệnh xoăn vàng lá, xác định loài virus (hiện nay Việt Nam có 6 loài gây bệnh xoăn vàng lá) [45], [59], [61], [36]. Công việc tiếp theo là phải thiết kế được cấu trúc xâm nhiễm, trong đó cấu trúc phải chứa thành phần DNA-A và Beta của mỗi loài virus gây bệnh. Nhân bản cấu trúc, chiết tách và biến nạp vào *Agrobacterium* phục vụ cho lây nhiễm nhân tạo. Bên cạnh đó công tác lưu giữ vecto cũng đòi hỏi nhiều yêu cầu khắt khe như: Môi trường lưu giữ, hệ thống tủ lạnh âm sâu...và thời gian xuất hiện triệu chứng bệnh sau lây nhiễm dài hơn so với phương pháp ghép. Ngoài phương pháp sử dụng *Agrobacterium* trong lây nhiễm, các nhà khoa học còn sử dụng trực tiếp bộ phận trắng để làm vecto lây nhiễm. Bộ phận trắng được cho trích hút trên cây bệnh sau đó được thu thập và thả vào cây được đánh giá để bộ phận lành truyền bệnh sang cây đánh giá. Ưu điểm của phương pháp này là đơn giản, thời gian phát bệnh nhanh. Tuy nhiên với phương pháp này thường gặp rất nhiều khó khăn trong việc duy trì bộ phận trắng và đòi hỏi hệ thống nhà lưới cách li nhiều, mỗi loài virus gây bệnh cần có một khu cách ly riêng biệt.

Phương pháp ghép sử dụng trong nghiên cứu này đơn giản hơn và cũng thể hiện được tính hiệu quả. Các mẫu bệnh được thu thập trên cây cà chua có triệu chứng bệnh điển hình, sau đó các mẫu bệnh được ghép lên giống cà chua chuẩn nhiễm để duy trì và nhân nguồn bệnh. Triệu chứng bệnh trên cây chuẩn nhiễm đã khẳng định nguồn bệnh sử dụng trong lây nhiễm bằng phương pháp ghép chính xác là do virus TYLCV gây ra, tuy nhiên chúng thuộc loài nào thì cần có những nghiên cứu chuyên sâu.

Để đánh giá khả năng kháng nhiễm bệnh này, ở Việt Nam Phan Hữu Tôn và cs (2013) cũng sử dụng phương pháp ghép để đánh giá, kết quả cho thấy gen *Ty1* và *Ty3* là hai gen kháng tốt với các nguồn bệnh xoăn vàng lá [22]. Kết quả tương tự với kết quả trong nghiên cứu này. Một nghiên cứu khác của Trần Ngọc Hùng và cs (2020) cũng sử dụng phương pháp ghép mô bệnh lên cây cần đánh giá. Kết quả đã khẳng định được khả năng kháng của hai tổ hợp lai 15TH2 và CVR9 mang hai gen dị hợp tử *Ty2* và *Ty3* [11].

Bảng 3.9. Khả năng kháng bệnh xoăn vàng lá của các mẫu giống mang gen gen

STT	Ký hiệu	Chứa gen	Điểm kháng sau 50 ngày lây nhiễm			ToLCHnV
			Nguồn bệnh Hải Phòng	Nguồn bệnh Hưng Yên	Nguồn bệnh Bắc Giang	
1	AVRDC102	<i>Ty4</i>	3,0	0,0	3,5	2,5
2	AVRDC115	<i>Ty4</i>	3,0	0,0	3,5	2,5
3	AVRDC122	<i>Ty4</i>	3,0	0,0	3,5	2,5
4	AVRDC123	<i>Ty4</i>	3,0	0,0	3,5	2,5
5	AVRDC135	<i>Ty2</i>	2,5	1,5	0,0	0,0
6	AVRDC138	<i>Ty2</i>	2,5	1,5	0,0	0,0
7	AVRDC139	<i>Ty1, Ty2, ty5</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
8	AVRDC140	<i>ty5</i>	0,0	0,0	1,0	2,5
9	AVRDC142	<i>Ty2</i>	2,5	1,5	0,0	0,0
10	AVRDC144	<i>Ty2</i>	2,5	1,5	0,0	0,0
11	AVRDC151	<i>ty5</i>	0,0	0,0	1,0	2,5
12	AVRDC154	<i>Ty1, Ty3</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
13	AVRDC165	<i>Ty3</i>	1,0	0,0	0,0	0,0
14	AVRDC166	<i>Ty3</i>	1,0	0,0	0,0	0,0
15	AVRDC188	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
16	AVRDC189	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
17	AVRDC192	<i>Ty3</i>	1,0	0,0	0,0	0,0
18	AVRDC193	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
19	AVRDC198	<i>ty5</i>	0,0	0,0	1,0	2,5
20	AVRDC198	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
22	Is4	<i>ty5</i>	0,0	0,0	1,0	2,5
23	Is5	<i>ty5</i>	0,0	0,0	1,0	2,5
24	Is11	<i>Ty3</i>	1,0	0,0	0,0	0,0
25	Is12	<i>Ty3</i>	1,0	0,0	0,0	0,0
26	Is22	<i>Ty3</i>	1,0	0,0	0,0	0,0
27	Is23	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
28	Is34	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
29	Fr13	<i>ty5</i>	0,0	0,0	1,0	2,5
30	Fr28	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
31	Fr34	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
32	Ru07	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
33	Hồng lan (đ/c)	-	3,0	3,5	3,5	2,5

Như vậy qua lây nhiễm nhận thấy rằng các mẫu giống cà chua mang gen *Ty1* và *Ty3* có khả năng kháng tốt nhất đối với tất cả các nguồn bệnh. Đặc biệt mẫu giống chứa đồng thời hai gen *Ty1* và *Ty3* hoặc 3 gen *Ty1*, *Ty2* và *ty5* thì kháng hoàn toàn với tất cả các nguồn bệnh lây nhiễm. Qua lây nhiễm đã xác định được

02 gen kháng hữu hiệu với các nguồn bệnh của Việt Nam là *Ty1* và *Ty3*. Nên sử dụng gen kháng *Ty1* và *Ty3* vào các chương trình chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá. Qua lây nhiễm nhân tạo bằng phương pháp ghép cũng nhận thấy phản ứng của các mẫu giống mang gen với các nguồn bệnh là khác nhau, chứng tỏ 4 nguồn bệnh lây nhiễm là khác nhau. Để khẳng định chính xác hơn thì cần phải chiết tách được DNA của 4 nguồn bệnh, giải trình tự và so sánh.

3.3.2. Lây nhiễm nhân tạo xác định gen kháng bệnh mốc sương hữu hiệu

Đánh giá khả năng kháng bệnh của hai gen *Ph2* và *Ph3* bằng lây nhiễm nhân tạo 6 isolate nấm bệnh mốc sương thu thập tại Hà Nội, Sơn La, Hải Dương, Thái Bình, Hải Phòng và Thanh Hoá theo phương pháp của Nelson (2006) và Trương Văn Dur (2009). Đây là phương pháp lây bệnh trên lá tách rời, lá thứ 4 của cây cần đánh giá được ngắt, giữ ẩm trên giấy thấm đặt trong đĩa petri, sau đó 30 µl dung dịch bào tử nấm (10^4 - 10^5 bào tử/ml) được nhỏ vào giữa lá. Phương pháp này đã được Trần Ngọc Hùng và cs (2020) sử dụng để đánh giá khả năng kháng nhiễm của các tổ hợp lai cà chua mới chọn tạo. Cho đến nay phương pháp đánh giá này vẫn là phương pháp đánh giá hiệu quả nhất.

Sau 6 ngày lây nhiễm tiến hành đánh giá mức độ kháng nhiễm của các mẫu giống đối với các isolate. Với mẫu giống đối chứng PT18 nhận thấy chúng bị nhiễm với tất cả các isolate, nhiễm rất nặng đối với isolate thu thập tại Hải Dương, Sơn La và Thanh hoá (bảng 3.10). Điều này chứng tỏ cả 6 isolate sử dụng lây nhiễm nhân tạo đều có độc tính cao. Qua bảng 3.10 nhận thấy tất cả các mẫu giống mang gen *Ph2* kháng cao (HR) đối với isolate thu thập tại Thái Bình và Hải Phòng và kháng (R) với isolate thu thập tại Hải Dương. Nhiễm (S) đối với isolate thu thập tại Hà Nội, Sơn La và Thanh Hoá. Các mẫu giống mang gen *Ph3* kháng cao (HR) đối với isolate thu thập tại Sơn La và Thanh Hoá, kháng (R) đối với 3 isolate thu thập tại Hà Nội, Thái Bình, Hải Phòng và nhiễm với isolate thu thập tại Hải Dương.

Như vậy gen *Ph3* có khả năng kháng tốt hơn gen *Ph2*. Một điều đặc biệt là các mẫu giống mang đồng thời hai gen kháng *Ph2* và *Ph3* kháng được tất cả các isolate lây nhiễm. Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự kết quả nghiên cứu của Trần Ngọc Hùng và cs (2020) khi nghiên cứu chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương với gen *Ph2* và *Ph3*. Tác giả cũng có kết luận dòng mang hai gen kháng *Ph2* và *Ph3* cho khả năng kháng tốt hơn là dòng chỉ mang một gen nêu trên và gen *Ph3* thể hiện tính kháng

ổn định với tất cả các mẫu nấm lây nhiễm. Một câu hỏi đặt ra là 3 mẫu nấm mà tác giả Trần Ngọc Hùng và cs (2020) sử dụng lây nhiễm giống hay khác với 6 isolate nấm bệnh trong nghiên cứu này. Nếu chúng khác nhau thì gen *Ph2* và *Ph3* có phổ kháng rất rộng đối với các isolate bệnh mốc sương của Việt Nam, và hai gen này càng trở nên ý nghĩa hơn cho các nhà chọn tạo giống sử dụng để lai tạo.

Bảng 3.10. Khả năng kháng bệnh mốc sương của các mẫu giống mang gen kháng

Ký hiệu	Chứa gen	Điểm kháng sau 6 ngày lây nhiễm					
		Isolate Hà Nội	Isolate Hải Dương	Isolate Thái Bình	Isolate Hải phòng	Isolate Sơn La	Isolate Thanh Hoá
AVRDC113	<i>Ph2</i>	S	R	MR	MR	S	S
AVRDC114	<i>Ph2</i>	S	R	MR	MR	S	S
AVRDC124	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
AVRDC125	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
AVRDC130	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
AVRDC131	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
AVRDC139	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
AVRDC140	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
AVRDC150	<i>Ph2</i>	S	R	MR	MR	S	S
AVRDC152	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	R
AVRDC157	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
AVRDC181	<i>Ph2, Ph3</i>	R	R	R	R	MR	MR
AVRDC182	<i>Ph2, Ph3</i>	R	R	R	R	MR	MR
AVRDC198	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
Fr18	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
Fr20	<i>Ph2</i>	S	R	MR	MR	S	S
Fr23	<i>Ph2, Ph3</i>	R	R	R	R	MR	MR
Fr33	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
Us03	<i>Ph2</i>	S	R	MR	MR	S	S
Us12	<i>Ph2</i>	S	R	MR	MR	S	S
Us13	<i>Ph2</i>	S	R	MR	MR	S	S
Is04	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
Is05	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
Is14	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
Cà chua Đá	<i>Ph2</i>	S	R	R	R	S	S
PT18	-	S	HS	S	S	HS	HS

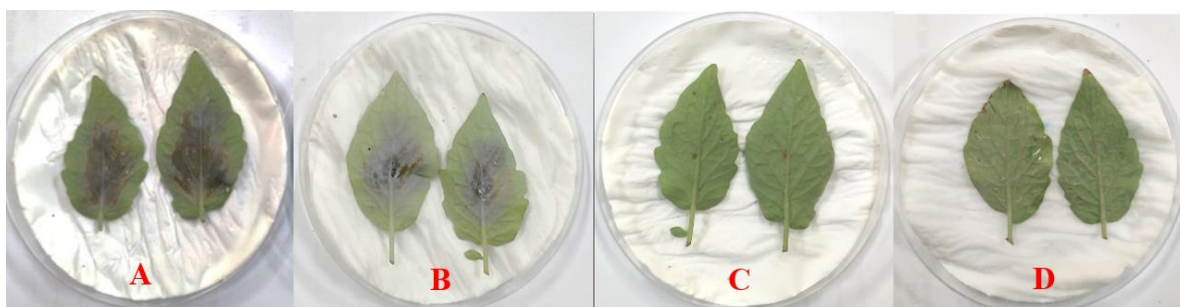
Ghi chú: HR- Kháng mạnh: không có triệu chứng vết bệnh trên lá. R- Kháng: xuất hiện chấm nhỏ trên lá. MR- Kháng vừa: vết bệnh có đường kính chỗ lớn nhất không quá 1 cm. S- Nhiễm nhẹ: vết bệnh lan rộng ~ 1,5 cm. MS- Nhiễm vừa: vết bệnh lan rộng ~ 50% diện tích lá. HS- Nhiễm nặng: vết bệnh lan rộng trên 50% diện tích lá.

Ngoài ra, trong nghiên cứu này cũng nhận thấy phản ứng của hai gen kháng *Ph2* và *Ph3* giống hệt nhau đối với hai cặp isolate bệnh mốc sương thu tại Thái Bình - Hải Phòng và Sơn La - Thanh Hoá. Theo nhận định của chúng tôi có lẽ isolate thu thập tại Thái Bình và Hải phòng là cùng một chủng và isolate thu thập tại Sơn La và Thanh Hoá cũng là cùng một chủng. Cần có một nghiên cứu sâu về thành phần các chủng sinh lý nấm bệnh mốc sương ở Việt Nam để phục vụ công tác đánh giá các gen kháng một cách chính xác hơn.



Điểm 1 Điểm 2 Điểm 3 Điểm 4 Điểm 5 Điểm 6

Hình 3.12. Thang điểm đánh giá bệnh mốc sương bằng lá nhiễm nhân tạo



Hình 3.13. Khả năng kháng nhiễm của các mẫu giống mang gen với isolate bệnh mốc sương thu thập tại Hà Nội

A: Đôi chứng PT18 (nhiễm nặng HS); B: Mẫu giống mang gen Ph2 (S); C: Mẫu giống mang gen Ph3 (R) và D: Mẫu giống mang đồng thời hai gen kháng Ph2 và Ph3 (R)

3.4. Lai, chọn tạo giống mới

Ở phần 3.1, qua đánh giá đặc điểm nông sinh học, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của 230 mẫu giống cà chua, 13 mẫu giống có nhiều đặc

điểm nông sinh học tốt và cho năng suất cao đã được chọn lọc. Ở phần 3.2, bằng việc ứng dụng chỉ thị phân tử DNA kết hợp với lây nhiễm nhân tạo đã xác định được 2 gen kháng hữu hiệu với bệnh xoăn vàng lá trong tổng số 5 gen kháng đã được phát hiện là *Ty1*, *Ty3* và hai gen kháng bệnh mốc sương là *Ph2* và *Ph3*. Đây là dữ liệu vô cùng quý giá trong nghiên cứu chọn tạo giống cà chua mới năng suất cao, kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương, là những bệnh nguy hiểm nhất đối với cà chua ở miền Bắc Việt Nam nói riêng và Việt Nam nói chung. Chính vì vậy nghiên cứu sẽ tập trung khai thác các gen *Ty1*, *Ty3*, *Ph2* và *Ph3* trong chương trình chọn tạo giống kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương cà chua.

3.4.1. Lai giữa những mẫu giống cà chua chứa gen kháng với các mẫu giống tốt

Từ các mẫu giống tốt đã được sàng lọc ở bảng 3.6 và các mẫu giống mang gen kháng *Ty1*, *Ty3*, *Ph2* và *Ph3* đã được phát hiện, tiến hành lai chúng với nhau. Sử dụng dòng mẹ là nguồn gen các mẫu giống cho năng suất cao, chất lượng tốt, dòng bố là các mẫu giống chứa gen kháng. Qua đó, 271 tổ hợp lai đã được lai tạo, trong đó 135 tổ hợp lai giữa mẫu giống tốt với mẫu giống mang gen kháng *Ty1* và *Ty3* và 136 tổ hợp lai giữa mẫu giống tốt với mẫu giống mang gen kháng *Ph2* và *Ph3*.

Từ 135 tổ hợp lai F1 chứa gen kháng bệnh xoăn vàng lá, qua đánh giá đã chọn ra 19 tổ hợp lai tốt, cho ưu thế lai cao phục vụ cho nghiên cứu chọn tạo giống cà chua mới. Thông tin về các các tổ hợp lai F1 tốt được tổng hợp ở bảng 3.11a. Trong số 19 tổ hợp lai có 8 tổ hợp lai có bố mang gen kháng *Ty1*, 08 tổ hợp lai có bố mang gen kháng *Ty3* và 03 tổ hợp lai có bố mang đồng thời hai gen kháng *Ty1* và *Ty3*.

Tương tự, từ 136 tổ hợp lai F1 chứa gen kháng bệnh mốc sương, qua đánh giá đã chọn ra 29 tổ hợp lai tốt, cho ưu thế lai cao. Thông tin về các các tổ hợp lai này được tổng hợp ở bảng 3.11b. Trong số 29 tổ hợp lai có 19 tổ hợp lai có bố mang gen kháng *Ph3*, 02 tổ hợp lai có bố mang gen kháng *Ph2* và 08 tổ hợp lai có bố chứa đồng thời hai gen kháng *Ph2* và *Ph3*. Đây chính là vật liệu

cho việc ứng dụng chỉ thị phân tử để chọn được những dòng cà chua tốt mang các gen kháng bệnh mốc sương nêu.

Bảng 3.11a. 19 tổ hợp lai F1 tốt chứa gen kháng bệnh xoăn vàng lá, ưu thế lai cao

TT	Tên tổ hợp ♀ x ♂	Đặc điểm	Kiểm tra bằng CTPT
1	TP17F1 (H3 x AVRDC154)	Bố mang gen <i>Ty1</i> , <i>Ty3</i>	X
2	TP19F1 (H3 x AVRDC165)	Bố mang gen <i>Ty3</i>	X
3	TP26F1 (H6 x AVRDC192)	Bố mang gen <i>Ty3</i>	X
4	TP38F1 (H4 x Is22)	Bố mang gen <i>Ty3</i>	X
5	TP45F1 (TPH6 x Ru07)	Bố mang gen <i>Ty1</i>	X
6	TP48F1 (Cn8 x AVRDC154)	Bố mang gen <i>Ty1</i> , <i>Ty3</i>	X
7	TP54F1 (Cn8 x Ru 07)	Bố mang gen <i>Ty1</i>	X
8	TP66F1 (CC Hồng x AVRDC154)	Bố mang gen <i>Ty1</i> , <i>Ty3</i>	X
9	TP68F1 (CC Hồng x AVRDC166)	Bố mang gen <i>Ty3</i>	X
10	TP71F1 (H5 x AVRDC192)	Bố mang gen <i>Ty3</i>	X
11	TP72F1 (H5 x AVRDC193)	Bố mang gen <i>Ty1</i>	X
12	TP74F1 (H5 x AVRDC195)	Bố mang gen <i>Ty3</i>	X
13	TP88F1 (Cn8 x AVRDC195)	Bố mang gen <i>Ty3</i>	X
14	TP90F1 (H13 x AVRDC188)	Bố mang gen <i>Ty1</i>	X
15	TP92F1 (H13 x AVRDC189)	Bố mang gen <i>Ty1</i>	X
16	TP122F1 (H14 x AVRDC188)	Bố mang gen <i>Ty1</i>	X
17	TP130 F1 (H12 x AVRCD188)	Bố mang gen <i>Ty1</i>	X
18	TP131F1 (H12 x AVRDC 193)	Bố mang gen <i>Ty1</i>	X
19	TP135F1 (H12 x AVRDC195)	Bố mang gen <i>Ty3</i>	X

X: Đã được xác định là con lai thật bằng chỉ thị phân tử DNA (CTPT)

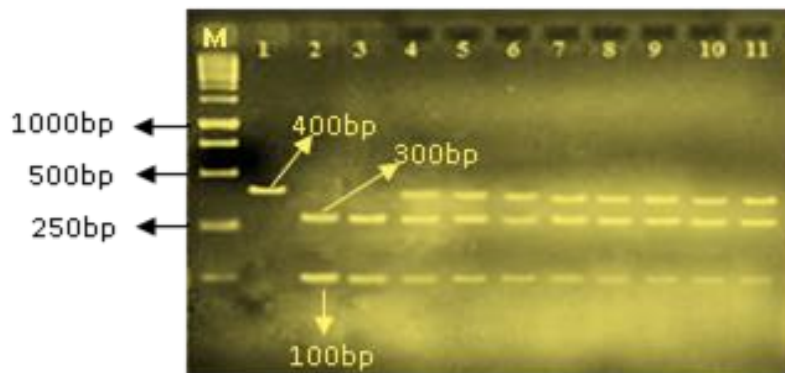
Để chắc chắn rằng các tổ hợp lai được chọn đều là lai thật (đúng bố mẹ như đã chọn) chỉ thị phân tử DNA được áp dụng để kiểm tra con lai F1. Đối với các tổ hợp chứa gen kháng *Ty1* chỉ thị TG97 được sử dụng để kiểm tra. Sản phẩm PCR với cặp mồi TG97 cắt bởi enzyme *TaqI* khi điện di sẽ cho 3 dạng vệt băng. Nếu là F1 thực điện di sẽ cho cả 3 dạng vệt băng đó với kích thước 100, 300 và 400 bp [63], (hình 3.14). Đối với những tổ hợp lai F1 chứa gen kháng *Ty3* chỉ thị P6-25 được sử dụng để kiểm tra. Sản phẩm PCR với cặp mồi P6-25F/R trên con lai F1 sẽ cho hai vệt băng kích thước 660 và 320 bp [73], (hình 3.15). Đối với gen *Ph2*, sử dụng chỉ thị UF-Ph2-1 để kiểm

tra, nếu chính xác là con lai F1(lai thật) thì sản phẩm PCR cắt bởi enzyme *HinfI* sẽ cho ba vệt băng kích thước 480, 355 và 125 bp [117], (hình 3.16). Đối với gen *Ph3*, chỉ thị SCU60 được sử dụng để kiểm tra, nếu chính xác là con lai F1 thì sản phẩm PCR nhân lên sẽ có 2 vệt băng kích thước 450 và 400 bp [132], (hình 3.17).

Bảng 3.11b. 29 tổ hợp lai F1 tốt mang gen kháng bệnh mốc sương, ưu thế lai cao

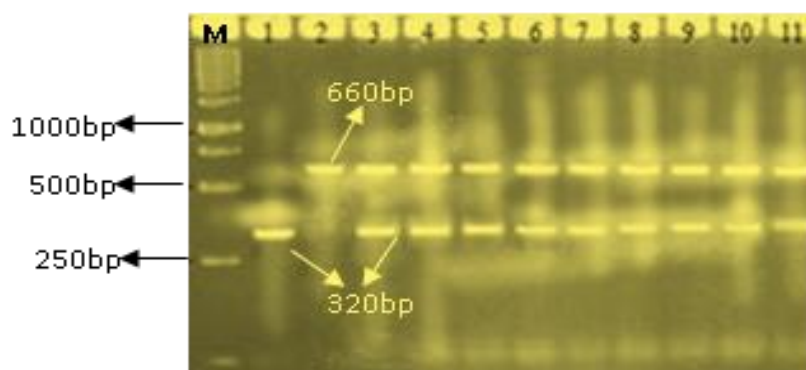
TT	Tên tổ hợp ♀ x ♂	Đặc điểm	Kiểm tra bằng CTPT
1	M3 F1 (H1 x AVRDC139)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
2	M4 F1 (H2 x AVRDC139)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
3	M11 F1 (H7 x AVRDC139)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
4	M23 F1 (CC Hồng x AVRDC139)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
5	M27 F1 (H10 x AVRDC139)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
6	M33 F1 (H2 x AVRDC157)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
7	M34 F1 (H3 x AVRDC157)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
8	M36 F1 (H5 x AVRDC157)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
9	M42 F1 (H1 x AVRDC152)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
10	M47 F21 (H6 x AVRDC152)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
11	M54 F1 (H1 x AVRDC150)	Bố chứa gen <i>Ph2</i>	X
12	M62 F1 (H2 x AVRDC150)	Bố chứa gen <i>Ph2</i>	X
13	M85 F1 (H1 x Is02)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
14	M91 F1 (H8 x Is02)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
15	M103 F1 (H9 x Is12)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
16	M104 F1 (H10 x Is12)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
17	M121 F1 (H13 x Is12)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
18	M132 F1 (H14 x Fr33)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
19	M136 F1 (CC Hồng x Fr33)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
20	M142 F1 (Cn8 x Fr33)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
21	M128 F1 (H2 x Fr33)	Bố chứa gen <i>Ph3</i>	X
22	M151 F1 (H1 x AVRDC181)	Bố chứa gen <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i>	X
23	M152 F1 (H2 x AVRDC181)	Bố chứa gen <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i>	X
24	M163 F1 (Cn8 x AVRDC181)	Bố chứa gen <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i>	X
25	M166 F1 (H1 x AVRDC182)	Bố chứa gen <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i>	X
26	M172 F1 (H2 x AVRDC182)	Bố chứa gen <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i>	X
27	M178 F1 (H8 x AVRDC182)	Bố chứa gen <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i>	X
28	M183 F1 (H1 x Fr23)	Bố chứa gen <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i>	X
29	M216 F1 (CC Hồng x Fr23)	Bố chứa gen <i>Ph2</i> và <i>Ph3</i>	X

Ghi chú: X là F1 đã được kiểm tra bằng chỉ thị phân tử



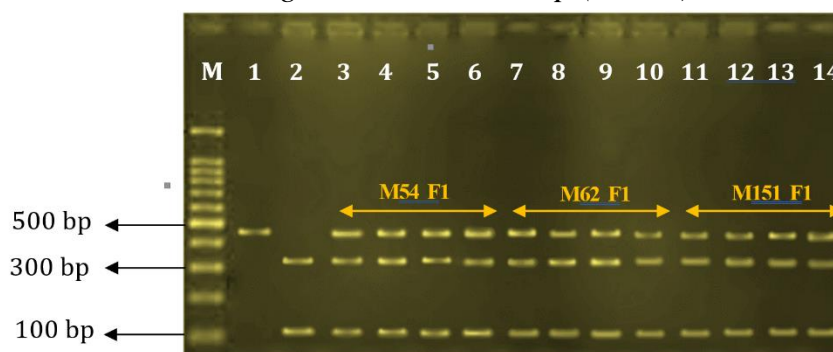
Hình 3.14. Chọn lọc cây F1 của tổ hợp lai TP130F1 (H12 x AVRDC188) bằng chỉ thị TG97 và cắt enzyme giới hạn *TaqI*

Giếng 1: Dòng mẹ H12; giếng 2, 3: Dòng bố AVRDC188; giếng 4-11: Cây lai F1
M: Thang chuẩn DNA 250 bp (Intron)



Hình 3.15. Xác định cây F1 của tổ hợp lai (H12 x AVRDC195) bằng chỉ thị P6-25

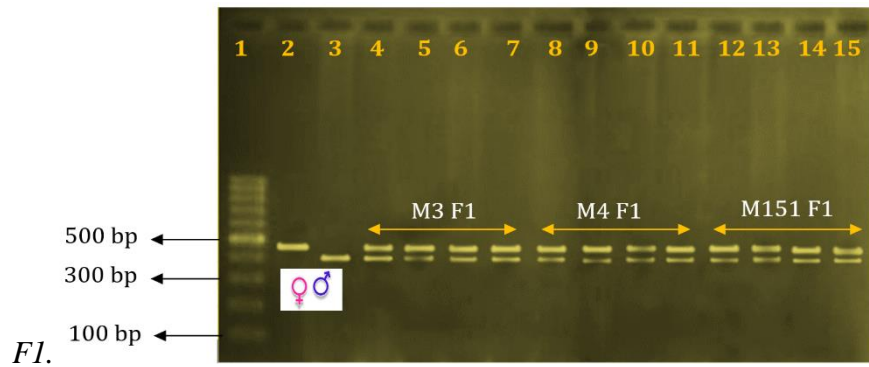
Giếng 1: Dòng mẹ H12; giếng 2: Dòng bố AVRDC195; giếng 3-11: Cây lai F1;
M: Thang chuẩn DNA 250 bp (Intron)



Hình 3.16. Kiểm tra con lai F1 sử dụng chỉ thị UF-Ph2-1 của các tổ hợp lai

Sản phẩm PCR cắt bởi enzyme *HinfI*

M: Ladder 100 bp; Giếng 1 và 2: Mẹ và bố; Giếng 3, 4, 5 và 6: F1 của tổ hợp lai M54 F1; Giếng 7, 8, 9 và 10: F1 của tổ hợp lai M62 F1; Giếng 11, 12, 13 và 14: F1 của tổ hợp lai M151



Hình 3.17. Kiểm tra con lai F1 sử dụng chỉ thị SCU60 của các tổ hợp lai

1: Ladder; Giếng 1 và 2: Mẹ và bố; Giếng 3, 4, 5 và 6: F1 của tổ hợp lai M3 F1; Giếng 7, 8, 9 và 10: F1 của tổ hợp lai M4 F1; Giếng 11, 12, 13 và 14: F1 của tổ hợp lai M151 F1.

Kết quả kiểm tra cho thấy 100% các tổ hợp lai F1 đều là lai thật. Từ các tổ hợp lai F1 này cho tự thụ tạo quần thể phân ly F2, từ đó sử dụng chỉ thị phân tử để chọn các cá thể mang gen kháng bệnh đồng hợp tử. Như vậy bằng chỉ thị phân tử đã dễ dàng xác định được con lai F1, thay vì đánh giá bằng kiểu hình có độ chính xác không cao và phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện ngoại cảnh.

3.4.2. Chọn lọc các cá thể trong quần thể F2 mang gen kháng bệnh đồng hợp tử

3.4.2.1. Chọn lọc các thể mang gen kháng bệnh xoắn vàng lá *Ty1* và *Ty3*

Bố, mẹ là những dòng cà chua thuần, nên F1 tạo ra từ cùng một tổ hợp lai sẽ có kiểu gen giống nhau. Vì vậy có thể chọn một cá thể F1 bất kỳ ở mỗi tổ hợp, trồng và cho tự thụ tạo quần thể F2 phục vụ cho chọn lọc gen kháng *Ty1* và *Ty3* đồng hợp trội.

Trong quần thể F2, chỉ thị TG97 tiếp tục được sử dụng để chọn lọc gen kháng *Ty1* đồng hợp tử trội và chỉ thị P6-25 để chọn lọc gen kháng *Ty3* đồng hợp trội. 40 - 50 cá thể F2 tốt nhất của mỗi tổ hợp được cắm thẻ để xác định kiểu gen kháng đồng hợp tử. Đối với chọn lọc gen kháng *Ty1*, khi sử dụng chỉ thị TG97, sản phẩm PCR sau khi cắt bởi enzyme *TaqI* điện di sẽ xuất hiện 2 vệt băng kích thước 100 và 300 bp [63], (hình 3.18). Với chọn lọc gen kháng *Ty3*, khi sử dụng chỉ thị P6-25, sản phẩm PCR điện di sẽ xuất hiện vệt băng kích thước 660 bp [73], (hình 3.19). Qua đó, các cá thể F2 mang gen kháng bệnh đồng hợp tử đã được chọn lọc, số liệu được tổng hợp ở bảng 3.12.



Hình 3.18. Chọn lọc cá thể mang gen *Ty1* trong quần thể lai F2 bằng chỉ thị TG97 và cắt enzyme giới hạn *TaqI*

*Giếng 4, 9, 10, 11, 15: dòng mang kiểu gen *Ty1/Ty1* (2 băng DNA kích thước 300 bp và 100bp; giếng 1, 2, 12, 14 và 16: dòng mang kiểu gen *ty1/ty1* (băng DNA kích thước 400 bp); Giếng 2, 3, 6, 7, 8, 13 và 17: dòng mang kiểu gen *Ty1/ty1* (3 băng DNA kích thước 100, 300 và 400 bp); giếng 18: DNA ladder 250 bp.*



Hình 3.19. Chọn lọc cá thể mang gen *Ty3* từ quần thể F2 bằng chỉ thị P6-25

*Giếng 1: DNA ladder 250 bp (Intron); giếng 2, 6, 13 và 14 dòng mang gen *Ty3* đồng hợp trội (băng DNA kích thước 660 bp); giếng 3, 4, 9, 10, 12 dòng mang gen *Ty3* đồng hợp tử lặn (băng DNA kích thước 320 bp); giếng 5, 7, 8, 11, 15 dòng mang gen *Ty3* dị hợp tử (2 băng DNA kích thước 320 và 660 bp).*

Từ 19 quần thể F2, 59 cá thể F2 mang gen kháng *Ty1* đồng hợp tử, 49 cá thể F2 mang gen kháng *Ty3* đồng hợp tử và 3 cá thể F2 mang đồng thời hai gen kháng *Ty1* và *Ty3* đã được chọn (bảng 3.12). Các cá thể F2 của mỗi tổ hợp được thu hỗn hạt lại với nhau và trồng tạo quần thể F3. Vì các cá thể F2 mang gen kháng bệnh đồng hợp tử nên các gen kháng này sẽ không phân ly qua các thế hệ. Tương tự trong quần thể F3, F4, F5 cũng chọn các cá thể tốt nhất, sau đó hạt hỗn lại và trồng. Ở thế hệ F6, tiến hành tách dòng, chọn dòng tốt, đánh giá và khảo nghiệm. Với phương pháp chọn này sẽ tiết kiệm được rất nhiều chi phí để duy trì các thế hệ. Đến thế hệ F5 hoặc F6 mới chăm sóc thật

tốt, sau đó chọn cá thể tốt nhất, vô hình dung cá thể được chọn đã mang gen kháng bệnh xoắn vàng lá *Ty1* hoặc *Ty3*.

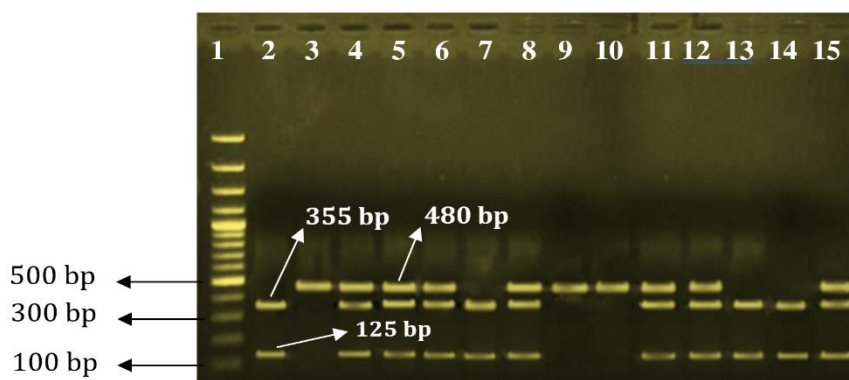
Bảng 3.12. Số lượng cá thể mang gen kháng *Ty1* và *Ty3* đồng hợp tử

TT	Tên tổ hợp ♀ x ♂	Số cá thể F2 phân tích	Cá thể mang gen đồng hợp trội <i>Ty1</i>	Cá thể mang gen đồng hợp trội <i>Ty3</i>	Mang đồng thời 2 gen <i>Ty1</i> và <i>Ty3</i>
1	TP17F1 (H3 x AVRDC154)	50	6	6	2
2	TP19F1 (H3 x AVRDC165)	42		3	
3	TP26F1 (H6 x AVRDC192)	42		5	
4	TP38F1 (H4 x Is22)	45		3	
5	TP45F1 (TPH6 x Ru07)	42	4		
6	TP48F1 (Cn8 x AVRDC154)	50	6	5	1
7	TP54F1 (Cn8 x Ru 07)	42	3		
8	TP66F1 (CC Hồng x AVRDC154)	50	7	5	2
9	TP68F1 (CC Hồng x AVRDC166)	42		4	
10	TP71F1 (H5 x AVRDC192)	42		3	
11	TP72F1 (H5 x AVRDC193)	42	5		
12	TP74F1 (H5 x AVRDC195)	42		6	
13	TP88F1 (Cn8 x AVRDC195)	46		2	
14	TP90F1 (H13 x AVRDC188)	42	4		
15	TP92F1 (H13 x AVRDC189)	48	6		
16	TP122F1 (H14 x AVRDC188)	46	7		
17	TP130 F1 (H12 x AVRCD188)	42	7		
18	TP131F1 (H12 x AVRDC 193)	42	4		
19	TP135F1 (H12 x AVRDC195)	50		7	
Tổng cộng:			59	49	5

3.4.2.2. Chọn lọc các cá thể mang gen kháng bệnh mốc sương *Ph2* và *Ph3*

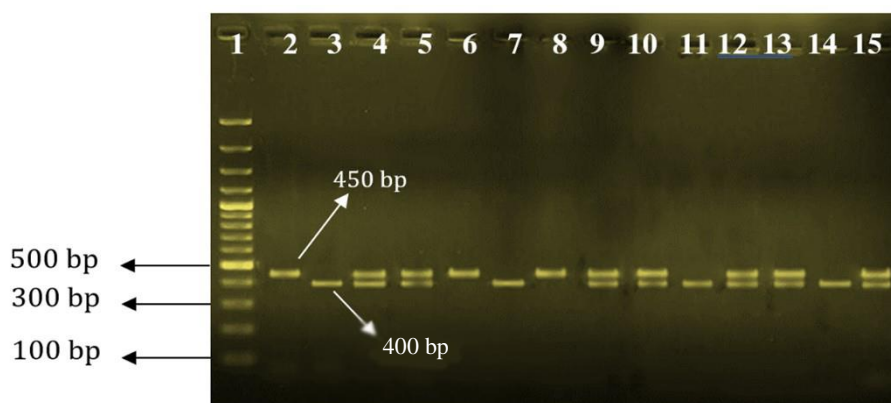
Tương tự như chọn lọc gen kháng bệnh xoắn vàng lá *Ty1* và *Ty3*, chọn 1 cá thể F1 bất kỳ ở mỗi tổ hợp trồng và cho tự thụ tạo quần thể F2 phục vụ cho chọn lọc gen kháng *Ph2* và *Ph3* đồng hợp trội. Trong quần thể F2 sử dụng chỉ thị UF-Ph2-1 để chọn lọc gen kháng *Ph2* đồng hợp tử trội và chỉ thị SCU60 để chọn lọc gen kháng *Ph3* đồng hợp trội [117], [132]. 40 - 50 cá thể F2 tốt nhất của mỗi tổ hợp được cảm

thể để chọn lọc gen kháng đồng hợp tử. Kết quả đã chọn được các cá thể F2 mang gen kháng bệnh đồng hợp tử (Bảng 3.13, hình 3.20 và 3.21).



Hình 3.20. Chọn lọc cá thể mang gen *Ph2* từ quần thể lai F2 bằng chỉ thị UF-*Ph2-1* sản phẩm PCR được cắt bởi enzyme *HinfI*

Giếng 1: DNA ladder 100 bp; Giếng 2: dòng bố mang gen kháng Ph2; Giếng 3: dòng mẹ; Giếng 4, 5, 6, 8, 11, 12 và 15: Dòng mang gen Ph2 dị hợp tử; Giếng 7, 13 và 14: Dòng mang gen Ph2 (đồng hợp); Giếng 9 và 10: Dòng không mang gen.



Hình 3.21. Chọn lọc cá thể mang gen *Ph3* từ quần thể lai F2 bằng chỉ thị SCU06

Giếng 1: DNA ladder 100 bp; Giếng 2: dòng mẹ; Giếng 3: Dòng bố mang gen kháng Ph3; Giếng 4, 5, 9, 10, 12, 13 và 15: Dòng mang gen Ph3 dị hợp tử; Giếng 3, 7, 11 và 14: Dòng mang gen Ph3 (đồng hợp); Giếng 6 và 8: Dòng không mang gen.

Qua bảng 3.13 nhận thấy, 65 cá thể F2 mang gen kháng *Ph2* đồng hợp tử, 175 cá thể F2 mang gen kháng *Ph3* đồng hợp tử và 7 cá thể F2 mang đồng thời hai gen kháng *Ph2* và *Ph3* đã được chọn. Các cá thể F2 của mỗi tổ hợp được thu hỗn hạt lại với nhau và trồng tạo quần thể F3. Vì các cá thể F2 mang gen kháng bệnh đồng hợp tử nên các gen kháng này sẽ cố định mà không phân ly qua các thế hệ. Tương tự trong quần thể F3, F4,

F5 cũng chọn các cá thể tốt nhất, sau đó hạt hỗn lại và trồng cho tự thụ. Ở thế hệ F6 tiến hành tách dòng, chọn dòng tốt, đánh giá và khảo nghiệm.

Bảng 3.13. Số lượng cá thể mang gen kháng *Ph2* và *Ph3* đồng hợp tử

TT	Tên tổ hợp ♀ x ♂	Số cá thể F2 xác định gen	Cá thể mang gen đồng hợp <i>Ph2</i>	Cá thể mang gen đồng hợp <i>Ph3</i>	Cá thể mang đồng thời 2 gen đồng hợp
1	M3 F1 (H1 x AVRDC139)	50	-	6	-
2	M4 F1 (H2 x AVRDC139)	46	-	7	-
3	M11 F1 (H7 x AVRDC139)	50	-	4	-
4	M23 F1 (CC Hồng x AVRDC139)	45	-	5	-
5	M27 F1 (H10 x AVRDC139)	45	-	6	-
6	M33 F1 (H2 x AVRDC157)	50	-	3	-
7	M34 F1 (H3 x AVRDC157)	50	-	6	-
8	M36 F1 (H5 x AVRDC157)	42	-	3	-
9	M42 F1 (H1 x AVRDC152)	45	-	6	-
10	M47 F1 (H6 x AVRDC152)	50	-	8	-
11	M54 F1 (H1 x AVRDC150)	50	9	-	-
12	M62 F1 (H2 x AVRDC150)	50	5	-	-
13	M85 F1 (H1 x Is02)	40	-	4	-
14	M91 F1 (H8 x Is02)	50	-	5	-
15	M103 F1 (H9 x Is12)	50	-	6	-
16	M104 F1 (H10 x Is12)	50	-	11	-
17	M121 F1 (H13 x Is12)	45	-	4	-
18	M132 F1 (H14 x Fr33)	45	-	6	-
19	M136 F1 (CC Hồng x Fr33)	45	-	8	-
20	M142 F1 (Cn8 x Fr33)	45	-	4	-
21	M128 F1 (H2 x Fr33)	50	-	7	-
22	M151 F1 (H1 x AVRDC181)	50	6	5	2
23	M152 F1 (H2 x AVRDC181)	50	7	6	-
24	M163 F1 (Cn8 x AVRDC181)	45	6	8	-
25	M166 F1 (H1 x AVRDC182)	45	4	5	-
26	M172 F1 (H2 x AVRDC182)	50	8	7	1
27	M178 F1 (H8 x AVRDC182)	50	11	8	1
28	M183 F1 (H1 x Fr23)	50	4	7	2
29	M216 F1 (CC Hồng x Fr23)	45	5	5	1
Tổng cộng:			65	175	7

3.4.3. Tách dòng

Trên cơ sở các quần thể F6, mỗi quần thể đều được lựa chọn cá thể tốt nhất đạt năng suất cao, tối thiểu đạt năng suất cá thể từ 1,5 kg trở nên. Sau khi đo đếm các chỉ tiêu cấu thành năng suất và năng suất, 20 dòng mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá *Ty1* và *Ty3* và 24 dòng mang gen kháng bệnh mốc sương *Ph2* và *Ph3* đã được chọn. Tất cả các dòng cà chua được chọn đều cho năng suất cá thể cao, kiểu hình đẹp. Để tiện cho việc nghiên cứu, các dòng (cá thể) chọn lọc được đặt tên. Nguồn gốc và đặc điểm của 20 dòng cà chua được mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá và 24 dòng mang gen kháng bệnh mốc sương được mô tả ở bảng 3.14a và 3.14b.

Bảng 3.14a. Nguồn gốc và đặc điểm của 20 dòng cà chua mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá *Ty1* và *Ty3*

TT	Tên dòng	Chọn từ tổ hợp	Chứa gen kháng	Năng suất cá thể (kg)
1	TP17	TP17F1 (H3 x AVRDC154)	Mang gen <i>Ty1</i> , <i>Ty3</i>	1,86
2	TP19	TP19F1 (H3 x AVRDC165)	Mang gen <i>Ty3</i>	1,85
3	TP26	TP26F1 (H6 x AVRDC192)	Mang gen <i>Ty3</i>	1,70
4	TP38	TP38F1 (H4 x Is22)	Mang gen <i>Ty3</i>	1,90
5	TP45	TP45F1 (TPH6 x Ru07)	Mang gen <i>Ty1</i>	1,95
6	TP48-1	TP48F1 (Cn8 x AVRDC154)	Mang gen <i>Ty1</i> , <i>Ty3</i>	2,35
7	TP48-2	TP48F1 (Cn8 x AVRDC154)	Mang gen <i>Ty3</i>	1,95
8	TP54	TP54F1 (Cn8 x Ru 07)	Mang gen <i>Ty1</i>	1,90
9	TP66-1	TP66F1 (CC Hồng x AVRDC154)	Mang gen <i>Ty1</i> , <i>Ty3</i>	1,75
10	TP66-2	TP66F1 (CC Hồng x AVRDC154)	Mang gen <i>Ty1</i>	2,15
11	TP68	TP68F1 (CC Hồng x AVRDC166)	Mang gen <i>Ty3</i>	1,66
12	TP72	TP72F1 (H5 x AVRDC193)	Mang gen <i>Ty1</i>	1,85
13	TP74	TP74F1 (H5 x AVRDC195)	Mang gen <i>Ty3</i>	1,70
14	TP88	TP88F1 (Cn8 x AVRDC195)	Mang gen <i>Ty3</i>	2,45
15	TP90	TP90F1 (H13 x AVRDC188)	Mang gen <i>Ty1</i>	2,35
16	TP92	TP92F1 (H13 x AVRDC189)	Mang gen <i>Ty1</i>	1,95
17	TP122	TP122F1 (H14 x AVRDC188)	Mang gen <i>Ty1</i>	1,70
18	TP130	TP130 F1 (H12 x AVRCD188)	Mang gen <i>Ty1</i>	2,45
19	TP131	TP131F1 (H12 x AVRDC 193)	Mang gen <i>Ty1</i>	2,02
20	TP135	TP135F1 (H12 x AVRDC195)	Mang gen <i>Ty3</i>	2,50

Bảng 3.14b. Nguồn gốc và đặc điểm của 24 dòng cà chua mang gen kháng bệnh mốc sương *Ph2* và *Ph3*

TT	Tên dòng	Chọn từ tổ hợp	Chứa gen kháng	Năng suất cá thể (kg)
1	P1	M3 F1 (H1 x AVRDC139)	<i>Ph3</i>	2,25
2	P2	M4 F1 (H2 x AVRDC139)	<i>Ph3</i>	1,95
3	P3	M11 F1 (H7 x AVRDC139)	<i>Ph3</i>	1,81
4	P4	M27 F1 (H10 x AVRDC139)	<i>Ph3</i>	1,87
5	P5	M33 F1 (H2 x AVRDC157)	<i>Ph3</i>	1,73
6	P6	M34 F1 (H3 x AVRDC157)	<i>Ph3</i>	1,94
7	P7	M47 F1 (H6 x AVRDC152)	<i>Ph3</i>	2,32
8	P8	M54 F1 (H1 x AVRDC150)	<i>Ph2</i>	1,75
9	P9	M62 F1 (H2 x AVRDC150)	<i>Ph2</i>	1,84
10	P10	M85 F1 (H1 x Is02)	<i>Ph3</i>	1,89
11	P11	M103 F1 (H9 x Is12)	<i>Ph3</i>	1,78
12	P12	M104 F1 (H10 x Is12)	<i>Ph3</i>	1,85
13	P13	M121 F1 (H13 x Is12)	<i>Ph3</i>	2,05
14	P14	M132 F1 (H14 x Fr33)	<i>Ph3</i>	2,04
15	P15	M128 F1 (H2 x Fr33)	<i>Ph3</i>	2,46
16	P16	M151 F1 (H1 x AVRDC181)	<i>Ph3</i>	1,95
17	P17	M151 F1 (H1 x AVRDC181)	<i>Ph2</i>	1,85
18	P18	M152 F1 (H2 x AVRDC181)	<i>Ph2</i>	1,98
19	P19	M172 F1 (H2 x AVRDC182)	<i>Ph2</i>	1,85
20	P20	M172 F1 (H2 x AVRDC182)	<i>Ph3</i>	1,95
21	P21	M178 F1 (H8 x AVRDC182)	<i>Ph2, Ph3</i>	1,79
22	P22	M178 F1 (H8 x AVRDC182)	<i>Ph2</i>	1,85
23	P23	M183 F1 (H1 x Fr23)	<i>Ph2, Ph3</i>	1,86
24	P24	M216 F1 (CC Hồng x Fr23)	<i>Ph2, Ph3</i>	2,25

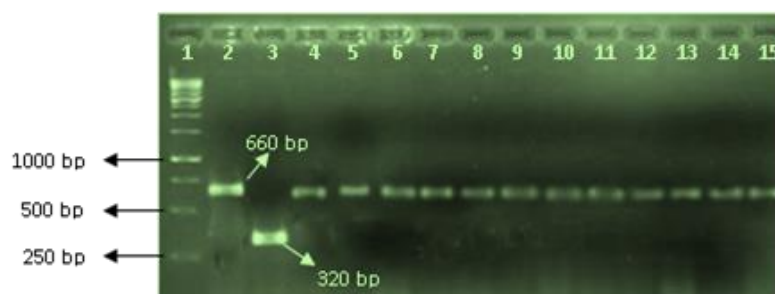
Trong tổng số 20 dòng mang gen kháng bệnh xoắn vàng lá được chọn có 9 dòng mang gen *Ty1*, 8 dòng mang gen *Ty3* và 3 dòng mang gen cả hai gen *Ty1* và *Ty3*. Để chắc chắn các gen *Ty1* và *Ty3* đã được cố định trong các dòng được chọn, chỉ thị phân tử DNA tiếp tục được ứng dụng để kiểm tra. Chỉ thị TG97 sử dụng để

kiểm tra gen kháng *Ty1* và chỉ thị P6-25 dùng để kiểm tra gen kháng *Ty3* [63], [73]. Mỗi dòng chọn ngẫu nhiên 15 cá thể để kiểm tra. Kết quả kiểm tra cho thấy 100% cá thể kiểm tra ở các dòng đều mang gen mục tiêu đồng hợp tử (hình 3.22 và 3.23).



Hình 3.22. Kiểm tra gen kháng *Ty1* của dòng cà chua TP130 bằng chỉ thị TG97 và enzyme giới hạn *TaqI*

Giếng 1: DNA ladder 250 bp (Intron); giếng 2: Dòng mẹ H12 (băng DNA kích thước 400 bp); giếng 3: Dòng bố AVRDC 188 (2 băng DNA kích thước 300 và 100 bp); giếng 4-15 các cá thể tạo ra từ dòng TP130.

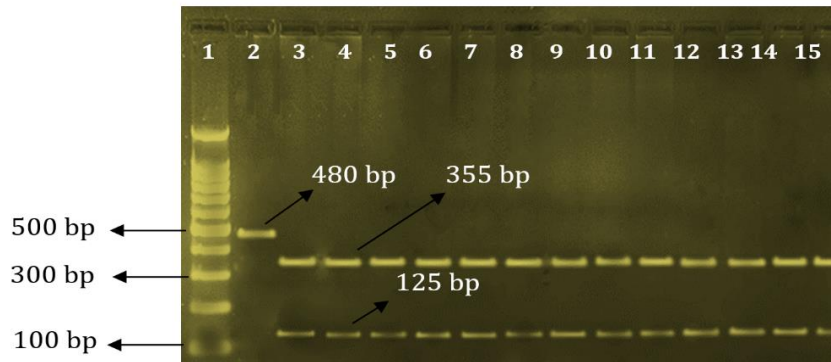


Hình 3.23. Kiểm tra gen *Ty3* của dòng cà chua TP135 bằng chỉ thị P6-25

Giếng 1: DNA ladder 250 bp (Intron); giếng 2: Dòng mẹ H12 (băng DNA kích thước 320 bp); giếng 3: Dòng bố AVRDC 195 (băng DNA kích thước 660 bp); giếng 4-15 các cá thể tạo ra từ TP135.

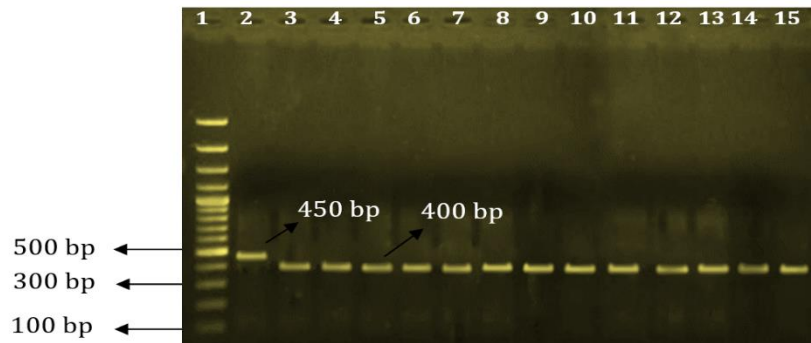
Tương tự 24 dòng mang gen kháng bệnh mốc sương thì có 15 dòng mang gen kháng *Ph3*, 6 dòng mang gen kháng *Ph2* và đặc biệt có 3 dòng mang cả hai gen kháng *Ph2* và *Ph3*. Chỉ thị UF-Ph1-1 sử dụng để kiểm tra gen kháng *Ph2* và chỉ thị SCU60 dùng để kiểm tra gen kháng *Ph3* [117], [132]. Kết quả kiểm tra cũng cho thấy cho thấy 100% cá thể kiểm tra ở các dòng đều mang gen kháng bệnh mốc sương đồng hợp tử (hình 3.24 và 3.25). Điều này khẳng định một lần nữa là sử

dụng chỉ thị phân tử chọn lọc gen kháng đồng hợp tử trong quần thể F2 sẽ giúp cố định gen kháng trong quần thể. Bằng phương pháp chọn hỗn tiết kiệm được nhiều chi phí để duy trì các cá thể mang gen ở các thế hệ.



Hình 3.24. Kiểm tra gen *Ph2* ở các dòng bằng chỉ thị UF-Ph2-1, sản phẩm PCR sau khi được cắt bởi enzyme *HinfI*

*Giếng 1: AND ladder 100 bp; Giếng 2: dòng mẹ mẫu cảm có một vệt băng kích thước 480 bp; Giếng 3: Dòng bố mang gen kháng *Ph2* có hai vệt băng kích thước 355 và 120 bp; Các giếng còn lại là các cá thể mang gen *Ph2* trong dòng P9 có hai vệt băng giống bố*



Hình 3.25. Kiểm tra gen *Ph3* ở các dòng chọn lọc bằng chỉ thị SCU60

*Giếng 1: AND ladder 100 bp; Giếng 2: dòng mẹ mẫu cảm có một vệt băng kích thước 480 bp; Giếng 3: Dòng bố mang gen kháng *Ph3* có một vệt băng kích thước 400 bp; Các giếng còn lại là các cá thể mang gen *Ph3* trong dòng P2 có một vệt băng mang gen giống bố*

3.4.4. Đánh giá và so sánh các dòng chọn lọc

Như vậy đến thế hệ F6, 44 dòng cà chua mới đã được chọn lọc, trong đó 20 dòng cà chua mang các gen bệnh xoăn vàng lá *Ty1* hoặc *Ty3* và 24 dòng mang gen kháng bệnh mốc sương *Ph2* hoặc *Ph3*. Để chọn ra những dòng ưu tú nhất vừa có khả năng kháng bệnh vừa cho năng suất cao để tiến hành so sánh, khảo nghiệm,

tiến tới công nhận giống, các dòng chọn lọc được so sánh, đánh giá các đặc điểm nông sinh học trong điều kiện vụ đông năm 2018. Giống đối chứng là giống C155, một giống đã được công nhận và phát triển trong thực tiễn, kết quả theo dõi, đánh giá các dòng được tổng hợp ở bảng 3.15a và 3.15b. Các đặc điểm nông sinh học đánh giá bao gồm kiểu hình sinh trưởng, thời gian từ trồng đến thu quả lần 1, chiều cao thân chính, tỷ lệ đậu quả, năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất và một số chỉ tiêu về chất lượng quả.

Bảng 3.15a. Một số đặc điểm nông sinh học chính của các dòng mới chọn tạo mang gen kháng bệnh xoắn vàng lá trong vụ Đông 2018

Tên dòng	Thu quả lần 1 (ngày)	KH ST	Chiều cao thân chính (cm) *	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số quả/cây	KLQ TB (g)	NSCT (kg)	Năng suất thực thu (tấn/ha)	Màu sắc quả chín	Chỉ số dạng quả (H/R)
TP17	65-70	BHH	126,5	62,7	24,0	87,0	2,08	56,2	Đỏ	1,05
TP19	70-75	BHH	139,0	87,5	32,5	65,9	2,14	57,8	Đỏ	0,95
TP26	70-75	BHH	131,5	76,5	26,3	72,5	1,91	50,7	Đỏ	0,98
TP38	70-75	BHH	117,0	66,5	24,5	80,6	1,97	52,2	Đỏ	0,96
TP45	60-65	BHH	120,5	51,5	18,0	108,5	1,95	51,7	Đỏ	1,11
TP48-1	65-70	BHH	132,5	78,5	26,5	89,0	2,36	62,9	Đỏ	0,99
TP48-2	65-70	BHH	120,0	75,5	24,6	84,6	2,05	53,5	Đỏ	1,13
TP54	60-65	BHH	118,6	70,0	22,9	86,6	1,98	52,4	Đỏ	1,13
TP66-1	65-70	BHH	121,3	68,0	20,3	90,6	1,84	51,6	Đỏ	1,15
TP66-2	65-70	BHH	120,5	66,5	19,6	91,5	1,79	49,7	Đỏ	1,06
TP68	65-70	BHH	112,5	67,5	21,3	90,5	1,92	51,3	Đỏ	1,05
TP72	65-70	BHH	136,0	75,0	23,0	84,3	1,94	53,1	Đỏ	0,98
TP74	65-70	BHH	130,0	69,0	22,6	85,6	1,93	52,6	Đỏ	0,95
TP88	65-70	BHH	125,5	80,0	26,5	86,6	2,29	62,5	Đỏ	1,03
TP90	70-75	BHH	127,5	85,0	27,5	89,3	2,45	63,1	Đỏ	1,11
TP92	65-70	BHH	126,0	80,5	26,9	73,6	1,98	51,3	Đỏ	0,95
TP122	70-75	BHH	135,0	80,5	26,5	75,5	2,00	60,0	Đỏ	0,95
TP130	65-70	BHH	133,6	81,5	31,5	82,0	2,58	63,3	Đỏ	1,05
TP131	65-70	BHH	130,0	64,5	18,0	104,5	1,88	47,0	Đỏ	0,98
TP135	65-70	BHH	135,3	78,0	28,0	91,5	2,56	64,6	Đỏ	1,05
C155 (đc)	70-75	BHH	125,5	71,5	24,5	84,18	1,91	55,21	Đỏ	0,9
<i>CV(%)</i>							6,54	6,6		
<i>LSD_{0,05}</i>							0,31	6,20		

Ghi chú: Mật độ trồng 28.000 cây/ha tương đương 28 cây/10 m². Tuổi cây con 20 ngày

Bảng 3.15b. Một số đặc điểm nông sinh học chính của các dòng mới chọn tạo mang gen kháng bệnh mốc sương trong vụ Đông 2018

Tên dòng	Thu quả lần 1 (ngày)	KH ST	Chiều cao thân chính (cm)	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số quả/cây	KLQ TB (g)	NSCT (kg)	Năng suất thực thu (tấn/ha)	Màu sắc quả chín	Chỉ số dạng quả (H/R)
P1	70-75	BHH	125,0	61,5	24,33	97,73	2,38	63,32	Đỏ	1,05
P2	70-75	BHH	120,0	62,5	21,37	86,6	1,85	49,82	Đỏ	1,18
P3	60-65	BHH	120,2	68,5	21,53	95,3	2,04	54,12	Đỏ	1,13
P4	70-75	BHH	129,6	61,5	19,43	99,33	1,93	50,04	Đỏ	0,95
P5	70-75	BHH	120,0	74,5	21,73	91,43	1,98	51,44	Đỏ	1,15
P6	70-75	BHH	136,0	62,3	17,30	108,70	1,88	50,64	Đỏ	0,93
P7	65-70	BHH	125,0	75,0	26,13	89,65	2,34	63,52	Đỏ	1,15
P8	65-70	BHH	100,5	74,2	19,20	92,20	1,77	47,56	Đỏ	1,13
P9	70-75	BHH	112,5	74,5	21,53	90,47	1,94	51,32	Đỏ	1,16
P10	65-70	BHH	109,0	68,5	22,70	91,33	2,07	51,96	Đỏ	1,05
P11	65-70	BHH	112,0	68,9	24,50	66,67	1,63	45,64	Đỏ	1,09
P12	65-70	BHH	110,0	72,6	19,70	81,9	1,60	42,80	Đỏ	0,96
P13	60-65	BHH	127,0	69,6	18,40	94,33	1,73	43,44	Đỏ	1,09
P14	70-75	BHH	129,5	67,9	14,67	120,23	1,76	44,28	Đỏ	1,15
P15	65-70	BHH	128,5	65,3	26,47	97,00	2,56	63,68	Đỏ	1,10
P16	70-75	BHH	122,0	70,6	23,50	91,77	2,15	53,25	Đỏ	1,16
P17	65-70	BHH	118,5	70,3	19,53	112,6	2,08	53,24	Đỏ	1,13
P18	65-70	BHH	124,0	66,9	19,60	93,13	1,82	47,96	Đỏ	1,09
P19	70-75	BHH	132,5	69,6	18,87	96,10	1,81	46,68	Đỏ	0,96
P20	70-75	BHH	126,5	63,3	20,50	89,47	1,83	46,24	Đỏ	0,96
P21	70-75	BHH	128,0	71,6	19,10	88,93	1,87	44,76	Đỏ	1,15
P22	70-75	BHH	122,5	66,5	19,43	115,73	2,13	56,64	Đỏ	1,15
P23	70-75	BHH	121,0	65,0	19,47	85,10	1,77	41,96	Đỏ	1,16
P24	65-70	BHH	119,5	67,6	23,17	97,90	2,27	62,56	Đỏ	1,09
C155 (đc)	70-75	BHH	125,5	71,5	24,50	84,18	1,91	55,21	Đỏ	0,99
<i>CV(%)</i>							6,54	6,60		
<i>LSD_{0,05}</i>							0,31	6,20		

Ghi chú: Mật độ trồng 28.000 cây/ha tương đương 28 cây/10 m². Tuổi cây con 20 ngày

Về kiểu hình sinh trưởng, đây là yếu tố rất được các nhà chọn giống và người sản xuất quan tâm. Căn cứ vào dạng hình sinh trưởng mà người sản xuất có chế độ chăm sóc hợp lý như: Cách làm giàn, độ cao giàn hợp lý, tia cành,

bón phân hợp lý, cũng như các biện pháp kỹ thuật khác nhằm tiết kiệm chi phí nhưng vẫn thu được hiệu quả cao. Qua theo dõi đánh giá 44 dòng mới chọn tạo nhận thấy chúng đều có kiểu sinh trưởng bán hữu hạn (BHH), rất phù hợp cho phát triển các dòng này tại miền Bắc Việt Nam, đặc biệt trên đất hai vụ lúa và một vụ cà chua đông.

Về thời gian từ trồng đến thu quả lần 1: Sau khi đậu quả cây cà chua sẽ tập trung tích lũy dinh dưỡng để phát triển quả. Giai đoạn chín cây cà chua sẽ diễn ra quá trình biến đổi các hợp chất hữu cơ và tạo ra các hợp chất đặc trưng của từng giống. Qua theo dõi nhận thấy các dòng khác nhau có thời gian từ trồng đến thu quả lần đầu khác nhau, dao động trong khoảng 60 - 75 ngày. Dòng cho thu quả sớm nhất là dòng TP45 và TP65 (60-65 ngày). Các dòng còn lại chia ra hai nhóm, nhóm 65-70 ngày và nhóm 70-75 ngày, đối chứng C155 thuộc nhóm 70-75 ngày.

Về chiều cao thân chính: Đây là chỉ tiêu đánh giá các dòng, giống cà chua thuộc loại hình sinh trưởng nào. Chiều cao cây đặc trưng cho từng giống, ngoài phụ thuộc vào đặc tính di truyền của từng giống còn phụ thuộc vào điều kiện chăm sóc, ảnh hưởng của bệnh gây hại đặc biệt là bệnh virus. Qua theo dõi nhận thấy: Dòng có chiều cao cây thấp nhất là dòng P8, chiều cao 100,5 cm, tiếp đến là các dòng P10 (109,0 cm), P12 (110,0 cm), P11 (112,0 cm) và P9 (112,0 cm). Dòng có chiều cao cây cao nhất là dòng TP19 cao 139,0 cm, các dòng khác dao động trong khoảng 120-135 cm.

Tỉ lệ đậu quả chịu ảnh hưởng rất lớn của điều kiện ngoại cảnh đặc biệt là nhiệt độ và lượng mưa. Nhiệt độ cao, mưa nhiều làm giảm tỉ lệ đậu quả. Chính vì vậy phải bố trí thời vụ hợp lý để các dòng cho tỉ lệ đậu quả cao nhất và năng suất đạt được cũng cao nhất. Kết quả theo dõi ở bảng 3.15a và 3.15b là kết quả được thu trong vụ Đông, đây là vụ chính trong trồng cà chua nên tỉ lệ đậu quả thu được của các dòng khá cao. Các dòng đều đạt tỉ lệ đậu quả đạt trên 60% đến 85%.

Tổng số quả/cây: là yếu tố quan trọng trong các yếu tố cấu thành nên năng suất của cà chua, tính trạng này thường tỉ lệ nghịch với khối lượng quả. Các giống

có số quả/cây cao thường có khối lượng quả trung bình hoặc nhỏ. Theo Kiều Thị Thu (1998), dựa vào số quả/cây có thể chia ra làm 3 nhóm: sai quả (> 19 quả), ít quả (< 12 quả) và trung bình (12- 19 quả) [21]. Kết quả nghiên cứu ở bảng 3.15a và 3.15b cho thấy các dòng cà chua có số quả/cây từ 14,67 quả (dòng P14) đến 32,5 quả (dòng TP19). Một số dòng có số quả/cây < 19 quả là các dòng P14 (14,67 quả), P6 (17,3 quả), TP45 (18 quả), TP131 (18 quả), P13 (18,4 quả). Các dòng còn lại có số quả/cây đều cao hơn 19 quả/cây và thuộc nhóm sai quả.

Về khối lượng trung bình quả: Đây là chỉ tiêu đóng góp trực tiếp vào năng suất cà chua. Quả sai, khối lượng trung bình quả cao chắc chắn sẽ cho năng suất cao. Qua đó, 44 dòng nghiên cứu chúng tôi đã xác định được những dòng cà chua thuộc nhóm quả to, khối lượng trung bình quả > 100 gam gồm có 5 dòng là TP45 (108,5 g), TP131 (104,5 g), P6 (108,7 g), P22 (115,73 g) và P14 (120,23). Những dòng, giống còn lại thuộc nhóm quả trung bình, có khối lượng trung bình quả từ 65,9 g (dòng TP19) đến 97,9 g (dòng P24).

Năng suất cá thể: Đây là năng suất trung bình của một cây cà chua, nó ảnh hưởng trực tiếp đến năng thực thu của một giống. Qua nghiên cứu nhận thấy có 9 dòng cho năng suất cá thể cao, đạt từ trên 2,2 kg quả trở lên đó là các dòng TP48-1 (2,36 kg); TP88 (2,29 kg); TP90 (2,45 kg); TP130 (2,58 kg), TP135 (2,56 kg), P1 (2,38 kg), P7 (2,34 kg), P15 (2,56 kg) và P24 (2,27 kg). Với $LSD_{0,05} = 0,31$ kg/ cá thể thì cả 9 dòng này đều có năng suất cá thể cao hơn đối chứng C155 ở mức có ý nghĩa. Các dòng còn lại đều có năng suất cá thể tương đương với đối chứng C155.

Trong công tác chọn tạo giống, năng suất là mục tiêu quan tâm hàng đầu. Năng suất thực thu là chỉ tiêu gồm có các yếu tố cấu thành như: tổng số quả/cây, khối lượng trung bình quả, mật độ. Đây là chỉ tiêu thể hiện rõ nét hiệu quả kinh tế của các dòng, giống đem lại và so sánh được với các dòng giống đó với những dòng giống khác. Qua nghiên cứu tổng hợp ở bảng 3.15a và 3.15b nhận thấy có 9 dòng cho năng suất cá thể cao nhất cũng cho năng suất thực thu cao hơn hẳn đối chứng C155 ở mức có ý nghĩa với $LSD_{0,05} = 6,20$ tấn/ha. 9 dòng cho năng suất cao nhất là TP48-1 (62,9 tấn/ ha); TP88 (62,5 tấn/ ha); TP90 (63,1 tấn/ ha); TP130

(63,3 tấn/ ha), TP135 (64,6 tấn/ ha), P1 (64,32 tấn/ha), P7 (63,52 tấn/ ha), P15 (63,68 tấn/ ha), P24 (62,56 tấn/ha). Một số dòng có năng suất thực thu thấp hơn đối chứng C155 là các dòng TP131, P8, P11, P12, P13, P18, P19, P20, P21 và P23. Các dòng còn lại đều cho năng suất thực thu tương đương đối chứng C155 ở mức có ý nghĩa.

Về màu sắc quả chín, nó liên quan đến thị hiếu người tiêu dùng. Người tiêu dùng thường thích màu sắc quả cà chua khi chín là màu đỏ tươi, đỏ thẫm hoặc màu vàng, đây là yếu tố quyết định đến giá trị thương phẩm của giống cà chua. Màu sắc quả chín phụ thuộc vào 2 sắc tố: β - caroten và lycopene. Dưới tác dụng của nhiệt độ, diệp lục sẽ phân hủy thành β - caroten và lycopene. Khi nhiệt độ từ 12⁰C-28⁰C, lycopene được tạo ra nhiều hơn làm cho quả có màu đỏ đẹp. Các dòng, giống cà chua thí nghiệm đều có màu sắc quả chín từ đỏ tươi đến đỏ thẫm rất bắt mắt.

Hình dạng quả: là chỉ tiêu đặc trưng của giống và ít bị thay đổi bởi điều kiện ngoại cảnh. Thông qua chỉ số hình dạng quả biết được độ chắc của quả. Thông thường những giống tròn dài thường có độ chắc quả cao hơn những giống tròn dẹt và tròn. Qua nghiên cứu nhận thấy hầu hết các dòng đều có tỷ lệ chiều cao (H) trên đường kính (R) nằm trong khoảng từ 0,95 -1,16, đều thuộc nhóm quả tròn hình ovan, là nhóm quả luôn được thị trường ưa thích.

Như vậy qua đánh giá đặc điểm nông sinh học, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các dòng mang gen kháng bệnh xoắn vàng lá và bệnh mốc sương, 9 dòng ưu tú đã được chọn, có kiểu hình đẹp và đặc biệt là cho năng suất cao hơn hẳn đối chứng C155 và các dòng còn lại. Trong đó 5 dòng mang gen kháng bệnh xoắn vàng lá là các dòng TP48-1; TP88, TP90, TP130, P135 và 4 dòng mang gen kháng bệnh mốc sương là P1, P7, P15 và P24. Đặc điểm của các dòng được tổng hợp ở bảng 3.16. Từ bảng 3.16 chúng tôi tóm tắt nguồn gốc và đặc điểm của các dòng như sau:

- Dòng TP48-1 được chọn tạo từ tổ hợp lai TP48F1 (Cn8 x AVRDC154) mang hai gen kháng bệnh mốc sương *Ty1* và *Ty3*. Dòng sinh trưởng bán hữu hạn, chiều cao cây khoảng 130 cm, có thời gian từ trồng đến thu hoạch quả lần 1 trong vụ thu đông là 65-70 ngày, tổng thời sinh trưởng khoảng 140-145 ngày. Dòng kháng

bệnh xoăn vàng lá rất tốt, số quả/cây đạt 26,5 quả/ cây (vụ đông). Quả hình tròn(ovan), khi chín quả có màu đỏ thẫm, đẹp. Khối lượng trung bình quả đạt 89,0 g/ quả. Khối lượng quả/cây đạt 2,36 kg trong vụ đông. Năng suất bình quân trên đồng ruộng đạt 62,9 tấn/ ha (vụ đông).

- Dòng TP88 được chọn tạo từ tổ hợp lai TP88F1 (Cn8 x AVRDC195) mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá *Ty3*. Dòng sinh trưởng bán hữu hạn, chiều cao cây từ 125 -130 cm, có thời gian từ trồng đến thu hoạch quả lần 1 trong vụ thu đông là 65-70 ngày, tổng thời sinh trưởng khoảng 120-125 ngày. Dòng kháng bệnh xoăn vàng lá rất tốt, số quả/ cây đạt 26,5 quả/ cây (vụ đông). Quả hình tròn (ovan), khi chín quả có màu đỏ thẫm, đẹp. Khối lượng trung bình quả đạt 86,6 g/ quả. Khối lượng quả/cây đạt 2,29 kg trong vụ đông. Năng suất bình quân trên đồng ruộng đạt 62,5 tấn/ ha (vụ thu đông).

- Dòng TP90 được chọn tạo từ tổ hợp lai TP90F1 (H13 x AVRDC188) mang hai gen kháng bệnh mốc sương *Ty1*. Dòng sinh trưởng bán hữu hạn, chiều cao cây từ 125-130 cm, có thời gian từ trồng đến thu hoạch quả lần 1 trong vụ đông là 70-75 ngày, tổng thời sinh trưởng khoảng 125-130 ngày. Dòng kháng bệnh xoăn vàng lá rất tốt, số quả/ cây đạt 27,5 quả/ cây (vụ đông). Quả hình tròn (ovan), khi chín quả có màu đỏ thẫm, đẹp. Khối lượng trung bình quả đạt 89,3 g/ quả. Khối lượng quả/cây đạt 2,45 kg trong vụ đông. Năng suất bình quân trên đồng ruộng đạt 63,1 tấn/ ha (vụ đông).

- Dòng TP130 được chọn tạo từ tổ hợp lai TP130 F1 (H12 x AVRDC188) mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá *Ty1*. Dòng sinh trưởng bán hữu hạn, chiều cao cây từ 130-135 cm, có thời gian từ trồng đến thu hoạch quả lần 1 trong vụ đông là 65-70 ngày, tổng thời sinh trưởng khoảng 145-150 ngày. Dòng kháng bệnh xoăn vàng lá rất tốt, số quả/ cây đạt 31,5 quả/ cây (vụ đông). Quả hình tròn(ovan), khi chín quả có màu đỏ thẫm, đẹp. Khối lượng trung bình quả đạt 82,0 g/ quả. Khối lượng quả/ cây đạt 2,58 kg trong vụ đông. Năng suất bình quân trên đồng ruộng đạt 63,3 tấn/ ha (vụ đông).

- Dòng TP135 được chọn tạo từ tổ hợp lai TP135 F1 (H12 x AVRDC195) mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá *Ty3*. Dòng sinh trưởng bán hữu hạn, chiều cao cây từ 130-135 cm, có thời gian từ trồng đến thu hoạch quả lần 1 trong vụ

đông là 65-70 ngày, tổng thời sinh trưởng khoảng 140-145 ngày. Dòng kháng bệnh xoắn vàng lá rất tốt, số quả/ cây đạt 28,0 quả/ cây (vụ đông). Quả hình tròn(ovan), khi chín quả có màu đỏ thẫm, đẹp. Khối lượng trung bình quả đạt 91,5 g/ quả. Khối lượng quả/cây đạt 2,56 kg trong vụ đông. Năng suất bình quân trên đồng ruộng đạt 64,46 tấn/ ha (vụ đông).

- Dòng P1 được chọn tạo từ tổ hợp lai M3 F1 (H1 x AVRDC139), mang gen kháng bệnh mốc sương *Ph3*. Dòng sinh trưởng bán hữu hạn, chiều cao cây từ 120-125 cm, có thời gian từ trồng đến thu hoạch quả lần trong vụ thu đông là 72 ngày, tổng thời sinh trưởng khoảng 125-130 ngày. Dòng kháng bệnh mốc sương tốt, số quả/ cây đạt 21,8 quả/ cây (vụ đông). Quả hình tròn (ovan), khi chín quả có màu đỏ thẫm, đẹp. Khối lượng trung bình quả đạt 97,73 g/ quả và năng suất quả/cây đạt 2,18 kg trong vụ đông. Năng suất bình quân trên đồng ruộng đạt 63,32 tấn/ ha (vụ đông).

- Dòng P7 được chọn tạo từ tổ hợp lai M47 F1 (H6 x AVRDC152) mang gen kháng bệnh mốc sương *Ph3*. Dòng sinh trưởng bán hữu hạn, chiều cao cây từ 120-125 cm, có thời gian từ trồng đến thu hoạch quả lần trong vụ thu đông là 68 ngày, tổng thời sinh trưởng khoảng 120-125 ngày. Dòng kháng bệnh mốc sương tốt, số quả/ cây đạt 26,13 quả/ cây (vụ đông). Quả hình tròn(ovan), khi chín quả có màu đỏ thẫm, đẹp. Khối lượng trung bình quả đạt 89,65 g/ quả. Khối lượng quả/cây đạt 2,34 kg trong vụ đông. Năng suất bình quân trên đồng ruộng đạt 63,62 tấn/ ha (vụ đông).

- Dòng P15 được chọn tạo từ tổ hợp lai M128 F1 (H2 x Fr33) mang gen kháng bệnh mốc sương *Ph3*. Dòng sinh trưởng bán hữu hạn, chiều cao cây từ 128-130 cm, có thời gian từ trồng đến thu hoạch quả lần trong vụ thu đông là 73 ngày, tổng thời sinh trưởng khoảng 125-130 ngày. Dòng kháng bệnh mốc sương tốt, số quả/ cây đạt 23,3 quả/ cây (vụ đông). Quả hình tròn (ovan), khi chín quả có màu đỏ thẫm, đẹp. Khối lượng trung bình quả đạt 97,0 g/ quả. Khối lượng quả/cây đạt 2,36 kg trong vụ đông. Năng suất bình quân trên đồng ruộng đạt 63,68 tấn/ ha (vụ đông).

- Dòng P24 được chọn tạo từ tổ hợp lai M216 F1 (CC Hồng x Fr23) mang hai gen kháng bệnh mốc sương *Ph2* và *Ph3*. Dòng sinh trưởng bán hữu hạn, chiều cao cây từ 117 -122 cm, có thời gian từ trồng đến thu hoạch quả lần trong vụ đông là 72 ngày, tổng thời sinh trưởng khoảng 125-130 ngày. Dòng kháng bệnh mốc sương rất tốt, số quả/ cây đạt 22,2 quả/ cây (vụ đông). Quả hình tròn (ovan), khi chín quả có màu đỏ thẫm, đẹp. Khối lượng trung bình quả đạt 97,9 g/ quả. Khối lượng quả/cây đạt 2,17 kg trong vụ đông. Năng suất bình quân trên đồng ruộng đạt 62,56 tấn/ ha (vụ đông).

Bảng 3.16. Đặc điểm của 9 dòng cà chua ưu tú

Tên dòng	Thu quả lần 1 (ngày)	KH ST	Chiều cao thân chính (cm) *	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số quả/cây	KLQ TB (g)	NSCT (kg)	Năng suất thực thu (tấn/ha)	Màu sắc quả chín	Chỉ số dạng quả (H/R)	Mang gen kháng
TP48-1	65-70	BHH	132,5	78,5	26,5	89,0	2,36	62,9	Đỏ	0,99	Ty1, Ty3
TP88	65-70	BHH	125,5	80,0	26,5	86,6	2,29	62,5	Đỏ	1,03	Ty3
TP90	70-75	BHH	127,5	85,0	27,5	89,3	2,45	63,1	Đỏ	1,11	Ty1
TP130	65-70	BHH	133,6	81,5	31,5	82,0	2,58	63,3	Đỏ	1,05	Ty1
TP135	65-70	BHH	135,3	78,0	28,0	91,5	2,56	64,6	Đỏ	1,05	Ty3
P1	70-75	BHH	125,0	61,5	21,8	97,73	2,18	63,32	Đỏ	1,05	Ph3
P7	65-70	BHH	125,0	75,0	26,1	89,65	2,34	63,52	Đỏ	1,15	Ph3
P15	70-75	BHH	128,5	65,3	23,3	97,00	2,26	63,64	Đỏ	1,10	Ph3
P24	70-75	BHH	119,5	67,6	22,2	97,90	2,17	62,56	Đỏ	1,09	Ph2, Ph3

Ghi chú: KHST: Kiểu hình sinh trưởng; BHH: Bán hữu hạn; KLQTB: Khối lượng quả trung bình; NSCT: Năng suất cà thể; H: chiều cao quả; R là đường kính quả. Mật độ trồng 28.000 cây/ha tương đương 28 cây/ 10 m².

3.4.5. Khảo nghiệm các dòng cà chua ưu tú

3.4.5.1. Khảo nghiệm cơ bản các dòng cà chua ưu tú

Bảng chỉ thị phân tử 5 dòng cà chua ưu tú mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá TP48-1, TP88, TP90, TP130, TP135 và 4 dòng mang gen kháng bệnh mốc sương P1, P7, P15 và P24 đã được chọn lọc. Nhằm đánh giá khả năng thích ứng của các dòng cà chua ưu tú nói trên ở miền Bắc Việt Nam, các dòng được tiến hành khảo nghiệm 2 vụ, gồm: Vụ Xuân hè 2019 (gieo hạt 15/1) và vụ Đông 2019 (gieo hạt 10/9). Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm khả năng sinh trưởng, phát triển, đặc điểm hình thái, khả năng chống chịu sâu bệnh, năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất, các chỉ tiêu về chất lượng.

3.4.5.1.1. Một số đặc điểm, sinh trưởng phát triển của 9 dòng khảo nghiệm

Đánh giá một số đặc điểm, sinh trưởng và phát triển của 9 dòng cà chua ưu tú trong hai vụ liên tiếp, vụ đông và vụ xuân hè, kết quả được tổng hợp ở bảng 3.17. Từ bảng 3.17 nhận thấy kiểu hình sinh trưởng của tất cả 9 dòng đều là kiểu sinh trưởng bán hữu hạn (BHH), khả năng sinh trưởng và phát triển tốt, lá màu xanh đậm, dạng lá cà chua thường, dạng chùm hoa và chùm quả phần lớn là dạng trung gian (TG), chỉ có 2 dòng P1 và đối chứng C155 là dạng đơn giản (ĐG). Thời gian sinh trưởng từ 120 đến 135 ngày trong điều kiện vụ Đông và 118 đến 130 ngày trong điều kiện vụ Xuân hè. Đối chứng C155 có thời gian sinh trưởng dài nhất, 130 ngày trong vụ Xuân hè và 135 trong vụ Đông. Một điểm đáng quan tâm ở đây là trong điều kiện Xuân hè thời gian thu quả ngắn hơn vụ Đông từ 5-10 ngày ở tất cả các dòng, giống nghiên cứu. Đây là câu trả lời tại sao thời gian sinh trưởng của cà chua trong vụ Đông lại dài hơn vụ Xuân hè.

Về chiều cao cây cuối cùng của các dòng, nhìn chung các dòng đều có kiểu sinh trưởng BHH nên chiều cao cây không cao, dao động trong khoảng 125 cm và không có biến động nhiều giữa điều kiện vụ Đông và điều kiện vụ Xuân hè.

**Bảng 3.17. Một số đặc điểm sinh trưởng, phát triển chính của 9 dòng
cà chua ưu tú năm 2019 tại Gia Lâm, Hà Nội**

Chỉ tiêu	Tên dòng, giống									
	TP48-1	TP88	TP90	TP130	TP135	P1	P7	P15	P24	C155
Vụ đông 2019										
Tuổi cây con (ngày)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
T.gian: trồng ra hoa đầu (ngày)	20±2,0	20±2,0	20±2,0	20±2,0	20±2,0	20±2,0	20±2,0	20±2,0	20±2,0	20±2,0
T.g trồng thu quả đầu (ngày)	65±3,0	65±3,0	70±3,0	65±3,0	65±3,0	70±3,0	65±3,0	70±3,0	70±3,0	70±3,0
T.gian thu quả (ngày)	40±5,0	35±5,0	45±5,0	40±5,0	40±5,0	45±5,0	35±5,0	40±5,0	40±5,0	45±5,0
T.gian sinh trưởng (ngày)	125±5,0	120±5,0	135±5,0	125±5,0	125±5,0	135±5,0	120±5,0	130±5,0	130±5,0	135±5,0
Dạng hình sinh trưởng	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH
Chiều cao cây cuối cùng (cm)	130,5	127,5	133,6	135,5	125,5	124,8	128,3	130,5	119,5	128,5
Dạng lá	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC
Màu sắc thân lá	X.đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm
Dạng chùm hoa, chùm quả	TG	TG	TG	TG	TG	TG	TG	TG	ĐG	ĐG
Vụ xuân hè 2019										
Tuổi cây con (ngày)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
T.gian: trồng ra hoa đầu (ngày)	25±3,0	25±3,0	28±3,0	25±3,0	25±3,0	20±3,0	25±3,0	30±3,0	28±3,0	30±3,0
T.g trồng thu quả đầu (ngày)	70±5,0	70±5,0	75±5,0	72±5,0	70±5,0	75±5,0	70±5,0	75±5,0	75±5,0	75±5,0
T.gian thu quả (ngày)	32±5,0	28±5,0	32±5,0	35±5,0	30±5,0	32±5,0	30±5,0	33±5,0	33±5,0	35±5,0
T.gian sinh trưởng (ngày)	122±5,0	118±5,0	127±5,0	127±5,0	120±5,0	122±5,0	120±5,0	129±5,0	128±5,0	130±5,0
Dạng hình sinh trưởng	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH	BHH
Chiều cao cây cuối cùng (cm)	129,5	132,5	139,5	140,5	132,5	141,6	134,5	137,5	128,6	139,3
Dạng lá	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC
Màu sắc thân lá	X.đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm	X.đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm	X. đậm
Dạng chùm hoa, chùm quả	TG	TG	TG	TG	TG	TG	TG	TG	ĐG	ĐG

Ghi chú: BHH (bán hữu hạn), LCC (lá cà chua thường), X.đậm (xanh đậm), ĐG (đơn giản), TG (trung gian).

3.4.5.1.2. Một số đặc điểm hình thái, màu sắc quả của các dòng cà chua ưu tú

Nghiên cứu, đánh giá một số đặc điểm hình thái và chất lượng quả của 9 dòng cà chua ưu tú cũng được tiến hành trong 2 vụ, vụ Đông và vụ Xuân hè. Nhìn chung các vụ khác nhau một số đặc điểm về quả cũng khác nhau và được tổng hợp ở bảng 3.18.

Bảng 3.18. Một số đặc điểm hình thái và chất lượng quả của 9 dòng ưu tú khảo nghiệm vụ Đông và Xuân hè 2019 tại Gia Lâm, Hà Nội

Tên dòng	MS vai quả xanh	MS quả chín	Chiều cao quả (H) (cm)	Đường kính quả (I) (cm)	Chỉ số dạng quả I=H/D	Đày cùi (Cm)	Số ngăn quả (ô)
Vụ Đông 2019							
TP48-1	Xanh	ĐT	6,37	6,42	0,99	0,93	4-5
TP88	T.Xanh	ĐT	6,18	6,01	1,03	0,99	3-4
TP90	Xanh	ĐT	6,23	5,68	1,11	1,04	2-3
TP130	T.Xanh	ĐT	5,95	5,69	1,05	0,96	2-3
TP135	T.Xanh	ĐT	6,45	6,12	1,05	0,96	3-4
P1	T.Xanh	ĐT	6,75	6,40	1,05	0,99	3-4
P7	Xanh	ĐT	6,25	5,45	1,15	1,01	2-3
P15	T.Xanh	ĐT	6,68	6,06	1,10	1,03	3-4
P24	T.Xanh	ĐT	6,72	6,05	1,11	1,05	3-4
C155 (đ/c)	Xanh	ĐT	6,18	6,33	0,97	0,89	4-5
Vụ Xuân hè 2019							
TP48-1	Xanh	ĐH	6,23	6,30	0,98	0,95	4-5
TP88	T.Xanh	ĐH	6,06	5,95	1,02	1,03	3-4
TP90	Xanh	ĐH	6,07	5,55	1,09	1,11	2-3
TP130	T.Xanh	ĐH	5,83	5,60	1,04	1,05	2-3
TP135	T.Xanh	ĐH	6,22	6,01	1,03	1,05	3-4
P1	T.Xanh	ĐH	6,52	6,17	1,05	1,03	3-4
P7	Xanh	ĐH	6,04	5,23	1,15	1,13	2-3
P15	T.Xanh	ĐH	6,42	5,85	1,09	1,10	3-4
P24	T.Xanh	ĐH	6,48	5,88	1,10	1,11	3-4
C155 (đ/c)	Xanh	ĐH	6,01	6,11	0,98	0,95	4-5

Ghi chú: T. Xanh (trắng xanh); ĐT (đỏ thẫm); DH (đỏ hồng)

Từ bảng 3.18 cho thấy: Về màu sắc quả xanh chia ra 2 loại, loại xanh và loại trắng xanh. Tính trạng này không thay đổi theo mùa vụ, ở trên cùng một dòng, vụ Đông có đặc điểm như thế nào thì vụ Xuân hè có đặc điểm thế ấy. Về màu sắc quả khi chín thì có sự khác nhau trên cùng một dòng trong điều kiện vụ mùa khác nhau. Trong điều kiện vụ Đông, tất cả các dòng nghiên cứu, kể cả đối chứng C155 đều có màu đỏ thẫm, nhưng trong điều kiện vụ Xuân hè thì lại có màu đỏ hồng hay đỏ da cam. Màu sắc quả chín phụ thuộc vào 2 sắc tố: *β - caroten* và *lycopen*. Dưới tác dụng của nhiệt độ, diệp lục sẽ phân hủy thành *β - caroten* và *lycopen*. Khi nhiệt độ từ 12⁰C- 28⁰C, *lycopen* được tạo ra nhiều hơn làm cho quả có màu đỏ đẹp và ngược lại. Đây là lý do giải thích tại sao mùa vụ khác nhau thì màu sắc quả chín lại khác nhau.

Về hình dạng quả, đặc điểm này là do di truyền, ít chịu ảnh hưởng của mùa vụ nên trong hai vụ Đông và Xuân hè quả có thể to hoặc bé khác nhau nhưng về hình dạng chúng đều có hình tròn (ovan), chỉ số hình dạng quả H/I đều đạt từ 0,97 đến 1,13. Về độ dày cùi, không có sự khác nhau nhiều giữa hai vụ và dao động trong khoảng 0,89 cm (giống C155) đến 1,13 cm (dòng P7). Về số ngăn quả/ quả, trên cùng một dòng thì không thấy có sự khác nhau giữa các vụ trồng. Các dòng nghiên cứu có số ngăn quả dao động từ 2-5 ngăn. Tính trạng này kết hợp với hình dạng và độ dày cùi của quả đã tạo nên độ cứng của quả. Nhìn chung tất cả các dòng nghiên cứu đều có độ cứng cao, vì vậy có nhiều ưu thế trong việc vận chuyển.

Như vậy qua nghiên cứu nhận thấy các dòng cà chua ưu tú đều thuộc nhóm quả trung bình, khi chín quả có màu đỏ thẫm trong điều kiện vụ Đông, đỏ hồng trong điều kiện vụ Xuân hè, ít ruột, ít hạt và quả cứng.

3.4.5.1.3. Một số chỉ tiêu hoá sinh của các dòng cà chua ưu tú

Nghiên cứu, đánh giá chất lượng quả của các dòng cà chua ưu tú thông qua kết quả phân tích, đánh giá ở một số chất dinh dưỡng có trong quả, như: hàm lượng đường tổng số, hàm lượng axit tổng số, Vitamin C, hàm lượng chất khô và hàm lượng chất khô hòa tan (độ brix %). Kết quả nghiên cứu được tổng hợp ở bảng 3.19 cho thấy: ở vụ Xuân Hè, hầu hết các chất dinh dưỡng, như: hàm lượng đường tổng số, Vitamin C, hàm lượng chất khô và hàm lượng chất khô hòa tan trong quả

ở các dòng ưu tú đều thấp hơn các thành phần dinh dưỡng ấy trong vụ Đông, riêng hàm lượng axit cao hơn. Các dòng TP130, TP135, P7 và P24 có hàm lượng chất khô và chất khô hòa tan (Brix %) cao hơn tất các dòng lại và đối chứng C155 trong cả hai vụ, vụ Đông và vụ Xuân hè.

Bảng 3.19. Hàm lượng một số thành phần hóa sinh trong quả của các dòng cà chua ưu tú khảo nghiệm cơ bản tại Gia Lâm, Hà Nội

Thời vụ trồng	Tên dòng/ giống	Đường tổng số (% chất tươi)	Đường khử (% chất tươi)	Axit tổng số (% chất tươi)	Vitamin C (mg/100g chất tươi)	Chất khô (%)	Độ Brix (%)
Vụ Đông năm 2019	TP48-1	2,42	2,26	0,36	11,08	5,42	5,1
	TP88	2,70	2,45	0,30	10,42	5,50	5,1
	TP90	2,45	2,19	0,32	12,35	5,76	5,2
	TP130	3,27	2,95	0,31	14,01	6,18	5,8
	TP135	3,05	2,86	0,35	14,25	6,32	5,7
	P1	2,55	2,18	0,39	11,33	5,25	5,1
	P7	2,67	2,26	0,29	13,35	6,05	5,5
	P15	2,72	2,29	0,25	11,25	5,72	4,5
	P24	2,65	2,23	0,30	13,65	6,02	5,4
	C155 (đ/c)	3,23	3,14	0,29	12,42	5,75	4,8
Vụ Xuân hè 2019	TP48-1	2,05	1,83	0,39	10,56	4,87	4,5
	TP88	2,12	1,87	0,34	10,18	4,75	4,7
	TP90	2,33	2,12	0,38	11,45	4,90	4,8
	TP130	2,95	2,73	0,36	13,11	5,75	5,1
	TP135	2,82	2,56	0,37	12,85	5,79	5,3
	P1	2,15	1,95	0,42	10,65	5,04	4,9
	P7	2,22	1,98	0,33	13,05	5,72	5,1
	P15	2,40	2,05	0,31	10,26	5,12	4,6
	P24	2,26	2,02	0,34	12,55	5,65	4,9
	C155 (đ/c)	2,63	2,20	0,33	11,15	5,01	4,4

3.4.5.1.4. Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các dòng cà chua ưu tú

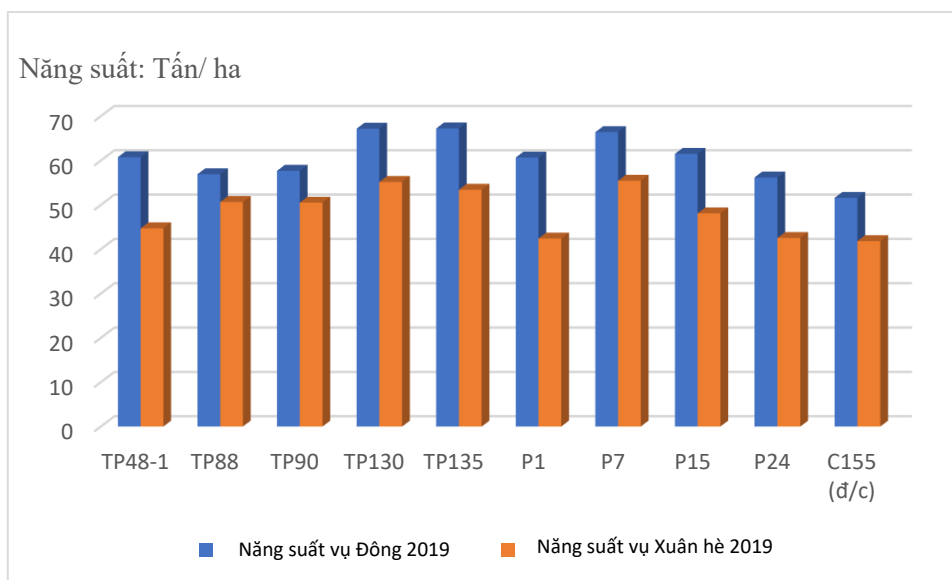
Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của các dòng ưu tú cũng được đánh giá trong 2 vụ: vụ Đông 2019 và vụ Xuân hè 2019. Khả năng thích ứng của các dòng được thể hiện qua các chỉ tiêu như: tổng số quả/cây, khối lượng trung bình

quả, năng suất cá thể và năng suất thực thu.

Bảng 3.20. Một số yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các dòng cà chua ưu tú vụ trong Đông 2019 và Xuân hè 2019 tại Gia Lâm, Hà Nội

Thời vụ trồng	Tên Dòng/ giống	T.Số quả/cây (quả)	K.lượng quả (gam)	NSCT (kg)	NS TT (T/ha)
Vụ Đông năm 2019	TP48-1	24,5	88,5	2,17	60,76*
	TP88	25,3	86,5	2,03	56,92
	TP90	23,6	87,3	2,06	57,69
	TP130	29,3	83,9	2,40	67,19*
	TP135	26,6	90,6	2,45	68,35**
	P1	22,9	94,5	2,16	60,69*
	P7	26,5	89,5	2,28	66,41*
	P15	23,5	93,5	2,19	61,52*
	P24	21,6	92,9	2,01	56,18
	C155 (đ/c)	20,3	86,5	1,84	51,58
	<i>CV%</i>	7,9	9,2	5,76	8,6
<i>LSD_{0,05}</i>	3,80	8,30	0,21	7,92	
Vụ Xuân hè 2019	TP48-1	19,6	81,5	1,60	44,72
	TP88	21,9	82,6	1,81	50,65*
	TP90	22,3	80,9	1,80	50,51*
	TP130	24,6	80,1	1,97	55,17*
	TP135	22,9	83,3	1,91	53,41*
	P1	17,9	84,6	1,51	42,40
	P7	23,6	83,9	1,97	55,44*
	P15	20,3	84,6	1,72	48,09
	P24	17,6	86,3	1,52	42,53
	C155 (đ/c)	18,6	80,3	1,49	41,82
	<i>CV(%)</i>	8,3	7,8	6,61	7,9
<i>LSD_{0,05}</i>	4,30	6,90	0,13	7,30	

Từ kết quả nghiên cứu tổng hợp ở bảng 3.20 và hình 3.26 nhận thấy tổng số quả/ cây trong điều kiện vụ Đông của tất cả các dòng đều cao hơn vụ Xuân hè. Trong đó vụ xuân hè tất cả các dòng, giống đều đạt trên 20 quả/ cây. Cao nhất là dòng TP130 đạt 29,3 quả/ cây, thấp nhất là giống đối chứng C155 đạt 20,3 quả/ cây. Trong điều kiện vụ Xuân hè tổng số quả/ cây dao động từ 17,6 đến 24,6 quả/ cây. Dòng có tổng số quả/ cây cao nhất vẫn là dòng TP130 đạt 24,6 quả/ cây.



Hình 3.26. Biểu đồ năng suất thực thu của các dòng cà chua ưu tú khảo nghiệm cơ bản trong vụ Đông 2019 và Xuân hè 2019 tại Gia Lâm

Tương tự như tổng số quả/ cây, khối lượng quả cũng có sự sai khác giữa hai vụ, vụ Đông khối lượng quả cao hơn vụ Xuân hè, chúng được thể hiện ở tất cả các dòng nghiên cứu. Trong vụ Đông khối lượng quả dao động trong khoảng 83,9 g (dòng TP130) đến 94,5 (dòng P1). Trong điều kiện vụ Xuân hè khối lượng quả dao động từ 80,1 g (dòng TP130) đến 86,3 g (dòng P24). Một đặc điểm dễ thấy trong nghiên cứu này là dòng nào có số quả trên/ cây nhiều thì khối lượng quả thường thấp hơn các dòng có số quả / cây ít.

Do số quả/ cây và khối lượng quả trong điều kiện vụ Đông cao hơn vụ Xuân hè nên năng suất cá thể của các dòng thu được trong vụ Đông cũng cao hơn vụ Xuân hè. Trong vụ Đông tất cả các dòng nghiên cứu đều có năng suất cá thể đạt trên 2,0 kg, ngoại trừ đối chứng C155 đạt 1,84 kg/ cây. Dòng đạt năng suất cá thể cao nhất trong điều kiện vụ Đông là dòng TP130 và TP135, năng suất lần lượt đạt 2,40 và 2,45 kg/ cây. Trong điều kiện vụ hè, năng suất cá thể dao động từ 1,49 kg/ cây (giống C155) đến 1,97 kg/ cây (dòng TP130 và P7).

Một giống tốt được thể hiện qua năng suất thực thu, nó được cấu thành từ rất nhiều những các yếu tố trong quá trình sinh trưởng. Qua kết quả nghiên cứu được tổng hợp ở bảng 3.20 và hình 3.26 nhận thấy: Trong điều kiện vụ Đông các dòng

nghiên cứu đều cho năng suất cao hơn giống đối chứng C155. Dòng đạt năng suất cao nhất là dòng TP130 (67,19 tấn/ha) và TP135 (68,35 tấn/ha), dòng P7 cũng cho năng suất cao (66,41 tấn/ha). Với $LSD_{0,05} = 7,92$ tấn/ha nhận thấy có 6 dòng cho năng suất cao hơn giống đối chứng C155 ở mức có ý nghĩa, là các dòng TP48-1; TP130; TP135; P1; P7 và P15. 3 dòng có năng suất tương đương với đối chứng ở mức có ý nghĩa là TP88; TP90 và P24. Qua phân tích nhận thấy dòng TP135 là dòng đạt năng suất cao nhất trong các dòng đạt năng suất cao. Trong điều kiện vụ Xuân hè, năng suất thực thu được ở tất cả các dòng thấp hơn vụ vụ Đông. Năng suất thực thu của các dòng dao động từ 41,82 tấn/ ha đến 52,17 tấn/ ha. Dù năng suất có thấp hơn chính vụ là vụ Đông nhưng trái lại trong điều kiện trái vụ vụ Xuân hè giá bán lại cao hơn gấp đôi thậm chí gấp ba nên thu nhập thực thu được không hề nhỏ. Với $LSD_{0,05} = 7,30$ tấn/ ha nhận thấy có 5 dòng cho năng suất cao hơn đối chứng C155 trong điều kiện vụ Xuân hè ở mức có ý nghĩa, là các dòng TP88; TP90; TP130; TP135 và P7.

Như vậy trong cả hai vụ khảo nghiệm cơ bản nhận thấy có 3 dòng cho luôn cho năng suất cao hơn đối chứng C155 là các TP130, TP135, P7. Bên cạnh đó một số dòng cho năng suất cao hơn đối chứng trong điều kiện vụ Đông nhưng trong điều kiện vụ Xuân hè lại không cao hơn, đó là các dòng TP48-1, P1 và P15. Ngược lại một số dòng cho năng suất cao hơn giống đối chứng trong điều kiện vụ Xuân hè nhưng lại không cao hơn trong vụ Đông, là các dòng TP88 và TP90.

3.4.5.1.5. Mức độ kháng bệnh trên đồng ruộng của các dòng cà chua ưu tú

Nghiên cứu, đánh giá khả năng chống chịu bệnh hại cà chua trên đồng ruộng của các dòng ưu tú, bao gồm: bệnh mốc sương cà chua, bệnh héo xanh vi khuẩn và bệnh xoắn vàng lá. Qua kết theo dõi tổng kết ở bảng 3.21 nhận thấy: diễn biến bệnh gây hại trên các dòng khảo nghiệm ở vụ đông năm 2019 và vụ Xuân hè năm 2019, kết quả tổng hợp cho thấy: Đối với bệnh mốc sương, các dòng mang gen *Ph2* và *Ph3* thì hoàn toàn không có triệu chứng bệnh (mức điểm 1) trong cả vụ Đông và vụ Xuân hè. Đó là các dòng P1, P7 và P15 mang gen *Ph3* và P24 mang đồng thời hai gen *Ph2* và *Ph3*. Các dòng còn lại không mang gen kháng thì bị nhiễm ở mức điểm 3 trong điều kiện vụ Đông và điểm 3-5 trong điều kiện vụ Xuân hè.

Với bệnh héo xanh vi khuẩn nhận thấy trong điều vụ Đông các dòng bị nhiễm nặng hơn, dao động trong khoảng từ 2,2-6,8% và trong điều kiện vụ hè dao động từ 1-4,5%. Qua nghiên cứu chúng tôi nhận thấy những dòng mang gen kháng virut xoăn vàng lá thường tỷ lệ cây bị nhiễm bệnh thấp hơn là những dòng không mang gen kháng.

Bảng 3.21. Một số bệnh hại của các dòng cà chua ưu tú trên đồng ruộng tại Gia Lâm, Hà Nội

Thời vụ trồng	Tên dòng/ giống	Bệnh mốc sương (điểm)	Héo xanh vi khuẩn (%)	Virus XVL (%)
Vụ Đông năm 2019	TP48-1	3	2,2	0
	TP88	3	4,8	0
	TP90	3	3,5	<1
	TP130	3	2,5	<1
	TP135	3	3,3	0
	P1	1	5,4	5,5
	P7	1	3,8	5,3
	P15	1	6,5	6,8
	P24	1	6,8	9,5
	C155 (đ/c)	3	5,6	7,1
Vụ Xuân hè năm 2019	TP48-1	3	< 1,0	0
	TP88	5	<1,0	0
	TP90	5	1,9	<1
	TP130	3	<1,0	<1
	TP135	3	<1,0	0
	P1	1	2,5	7,5
	P7	1	1,5	6,8
	P15	1	3,5	8,2
	P24	1	4,5	6,5
	C155 (đ/c)	5	4,5	8,5

Ghi chú: Đánh giá theo QCVN01-63: 2011/BNNPTNT

Đối với bệnh xoăn vàng lá, tỷ lệ cây nhiễm bệnh cao ở những dòng không mang gen kháng bệnh *Ty1* hoặc *Ty3*, tỷ lệ này dao động từ 4,5% - 9,5%. Dòng có tỷ lệ nhiễm cao nhất trong vụ Đông là P24 (9,5%), dòng có tỷ lệ cây nhiễm cao nhất trong vụ Xuân hè là dòng đối chứng C155 (8,5%). Những dòng mang gen *Ty1* như TP90,

TP130, tỷ lệ cây nhiễm rất thấp dưới 1% trong cả hai vụ, những dòng mang gen kháng *Ty3* thì hầu như không bị nhiễm.

Như vậy qua theo dõi diễn biến bệnh hại cà chua trên đồng ruộng nhận thấy rằng vai trò của những dòng mang gen kháng tốt hơn hẳn các dòng không mang gen.

3.4.5.1.6. Khả năng kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương của các dòng cà chua ưu tú bằng lây nhiễm nhân tạo

Để chứng tỏ khả năng kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương của các dòng cà chua được chọn lọc. Đối với bệnh xoăn vàng lá, 4 nguồn bệnh được thu thập ở Hải Phòng, Bắc Giang, Hưng Yên và cấu trúc ToLCHnV được sử dụng để lây nhiễm nhân tạo bằng phương pháp ghép. Đối với bệnh mốc sương, 6 nguồn bệnh thu thập tại Hà Nội, Thái Bình, Hải Phòng, Hải Dương, Thanh Hóa và Sơn La được sử dụng để đánh giá. Kết quả đánh giá khả năng kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương được tổng hợp ở bảng 3.22a và 3.22b.

Bảng 3.22a. Khả năng kháng bệnh xoăn vàng lá bằng lây nhiễm nhân tạo tại Gia Lâm, Hà Nội

STT	Tên dòng	Chứa gen	Điểm kháng sau 50 ngày lây nhiễm			
			Nguồn bệnh Hải Phòng	Nguồn bệnh Hưng Yên	Nguồn bệnh Bắc Giang	ToLCHnV
1	TP48-1	<i>Ty1, Ty3</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
2	TP88	<i>Ty3</i>	1,0	0,0	0,0	0,0
3	TP90	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
4	TP130	<i>Ty1</i>	0,0	0,0	1,0	0,0
5	TP135	<i>Ty3</i>	1,0	0,0	0,0	0,0
6	P1	-	2,5	1,5	2,5	3,0
7	P7	-	2,5	3,0	3,5	3,0
8	P15	-	3,0	3,0	3,0	2,5
9	P24	-	3,5	3,5	3,0	3,0
10	C155 (đ/c)	-	3,0	3,5	3,5	3,0

Từ kết quả lây nhiễm bệnh xoăn vàng lá ở bảng 3.22a nhận thấy các dòng mang gen kháng *Ty1* kháng tốt đối với 3 nguồn bệnh thu thập tại Hải Phòng, Hưng Yên và ToLCHnV, không có triệu chứng bệnh khi lây nhiễm, bị nhiễm rất nhẹ (điểm 1) đối với nguồn bệnh thu thập tại Bắc Giang. Các dòng mang gen kháng *Ty3*

cũng thể hiện tính kháng tốt đối với các nguồn bệnh lây nhiễm nhân tạo, chỉ bị nhiễm rất nhẹ đối với nguồn bệnh thu thập tại Hải Phòng. Dòng mang đồng thời hai gen kháng *Ty1* và *Ty3* không xuất hiện triệu chứng đối với tất cả các nguồn bệnh sau lây nhiễm. Giống đối chứng C155 và các dòng không mang gen kháng bệnh bị nhiễm nặng đối với tất cả các nguồn bệnh lây nhiễm. Kết quả lây nhiễm này cũng tương tự kết quả lây nhiễm trên các mẫu giống mang gen kháng bệnh xoắn vàng lá ở phần 3.3.

Bảng 3.22b. Khả năng kháng bệnh mốc sương bằng lây nhiễm nhân tạo tại Gia Lâm, Hà Nội

Tên dòng	Chứa gen	Điểm kháng sau 6 ngày lây nhiễm					
		Isolate Hà Nội	Isolate Hải Dương	Isolate Thái Bình	Isolate Hải phòng	Isolate Sơn La	Isolate Thanh Hoá
TP48-1	-	S	S	MS	S	S	S
TP88	-	S	S	S	S	S	S
TP90	-	S	MS	S	S	MS	S
TP130	-	S	MS	MS	S	MS	S
TP135	-	S	S	MS	S	MS	S
P1	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
P7	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
P15	<i>Ph3</i>	R	S	R	R	MR	MR
P24	<i>Ph2, Ph3</i>	R	R	R	R	MR	MR
C155 (đ/c)	-	S	HS	S	S	HS	S

Ghi chú: HR- Kháng mạnh: không có triệu chứng vết bệnh trên lá. R- Kháng: xuất hiện chấm nhỏ trên lá. MR- Kháng vừa: vết bệnh có đường kính chỗ lớn nhất không quá 1 cm. S- Nhiễm nhẹ: vết bệnh lan rộng trên 1 ~ 1,5 cm. MS- Nhiễm vừa: vết bệnh lan rộng ~ 50% diện tích lá. HS- Nhiễm nặng: vết bệnh lan rộng trên 50% diện tích lá.

Đối với lây nhiễm nhân tạo bệnh mốc sương, giống đối chứng C155 và các dòng không mang gen đều bị nhiễm từ mức độ nhiễm nhẹ đến nhiễm nặng với tất cả các isolate bệnh mốc sương. Các dòng mang gen *Ph3* như P1, P7 hay P15 kháng được 5/6 isolate bệnh mốc sương, chỉ nhiễm duy nhất isolate thu thập tại Hải Dương. Dòng P24 mang đồng thời 2 gen *Ph2* và *Ph3* phản ứng kháng hoàn toàn với tất cả 6 isolate lây nhiễm. Điều này chứng tỏ gen kháng *Ph3* hoặc *Ph2* rất có giá trị trong việc chống lại các isolate bệnh mốc sương, các gen này cần được khai thác trong các chương trình chọn tạo giống cà chua kháng bệnh.



Hình 3.27. Khả năng kháng bệnh mốc sương bằng lây nhiễm nhân tạo

3.4.5.2. Khảo nghiệm sinh thái các dòng cà chua ưu tú

Để đánh giá khả năng thích ứng của 9 dòng cà chua ưu tú đã khảo nghiệm cơ bản ở trên chúng tôi tiếp tục trồng khảo nghiệm sinh thái tại 3 vùng là Mộc Châu - Sơn La, Sóc Sơn - Hà Nội và Vĩnh Bảo - Hải Phòng, đây là những vùng sản xuất cà chua nhiều. Khảo nghiệm trong 3 vụ gồm: Vụ Đông 2019, vụ Xuân hè 2020 và vụ Đông 2020, vụ xuân gieo hạt 20/1 và vụ Đông gieo hạt 10/9. Riêng ở Sơn La, vụ Đông gieo hạt sớm hơn hai điểm còn lại 1 tháng.

3.4.5.2.1. Khảo nghiệm các dòng cà chua ưu tú tại Sóc Sơn, Hà Nội

Khảo sát, đánh giá khả năng thích ứng của 9 dòng cà chua ưu tú ba vụ liên tiếp nhằm chọn được dòng tốt nhất, thích ứng nhất để phát triển trong sản xuất. Thí nghiệm được tiến hành tại xã Minh Phú, huyện Sóc Sơn, thành phố Hà Nội. Kết quả đánh giá các dòng được tổng hợp ở bảng 3.23 và 3.24.

Từ kết quả đánh giá ở bảng 3.23 cho thấy: Tất cả 9 dòng cà chua nghiên cứu đều sinh trưởng phát triển tốt, thời gian sinh trưởng dao động trong vụ Xuân Hè là 115-130 ngày, dòng P15, P24 và giống đối chứng C155 có thời gian sinh trưởng trong vụ Xuân hè là dài nhất (130 ngày). Trong vụ Đông, thời gian sinh trưởng của các dòng dao động từ 120-135 ngày. Các dòng TP90, P15, P24 và đối chứng C155 vẫn là các dòng/ giống có thời gian sinh trưởng dài nhất trong vụ Đông (135 ngày).

Bảng 3.23. Thời gian sinh trưởng, chiều cao cây và khả năng chống chịu bệnh hại chính của các dòng cà chua ưu tú năm 2019-2020 tại Sóc Sơn, Hà Nội

Thời vụ khảo nghiệm	THL	TG. sinh trưởng (ngày)	Chiều cao cây (cm)	Bệnh mốc sương (Điểm)	TL. bệnh Virus XVL (%)
Vụ Đông 2019 (giao hạt 10/9)	TP48-1	125±5	132,5	3	0
	TP88	120 ±5	130,5	3	0
	TP90	135 ±5	130,3	3	0
	TP130	125 ±5	130,5	3	0
	TP135	125 ±5	125,5	3	0
	P1	135 ±5	125,5	1	3,6
	P7	120 ±5	130,3	1	5,4
	P15	130 ±5	131,6	1	6,9
	P24	130 ±5	115,9	1	6,5
	C155 (đ/c)	135 ±5	130,3	3	7,8
Vụ Xuân hè 2020 (giao 20/1)	TP48-1	120 ±5	125,6	3	0
	TP88	115 ±5	115,3	3	0
	TP90	125 ±5	125,5	5	<1,0
	TP130	125 ±5	120,9	3	<1,0
	TP135	120 ±5	118,3	3	0
	P1	125 ±5	121,6	1	7,6
	P7	120 ±5	118,5	1	4,8
	P15	130 ±5	122,6	1	9,4
	P24	130 ±5	120,9	1	8,5
	C155 (đ/c)	130 ±5	126,5	5	8,6
Vụ Đông 2020 (Giao 10/9)	TP48-1	130 ±5	135,5	3	0
	TP88	125 ±5	132,9	3	0
	TP90	135 ±5	136,6	3	0
	TP130	130 ±5	135,3	1	0
	TP135	135 ±5	128,7	3	0
	P1	135 ±5	126,5	1	0
	P7	125 ±5	131,5	1	3,6
	P15	135 ±5	133,6	1	2,8
	P24	135 ±5	123,5	1	4,2
	C155 (đ/c)	135 ±5	132,7	3	3,5

Ghi chú: Đánh giá bệnh theo QCVN01-63: 2011/BNNPTNT

Chiều cao cây là tính trạng quan trọng để đánh giá độ đồng đều, độ thuần quần thể của các dòng. Ở tính trạng này, kết quả đánh giá ngoài đồng ruộng cho thấy: chiều cao cây của các dòng cà chua nghiên cứu có độ đồng đều cao, ổn định qua các vụ. Vụ Xuân hè dao động từ 115,3 cm đến 126,5 cm, giống đối chứng C155 có chiều cao cây cao nhất. Trong điều kiện vụ Đông 2019 và 2020 chiều cao cây trên cùng một dòng không có sự chênh lệch nhiều, điều này chứng tỏ các dòng có độ đồng đều cao. Tuy nhiên so với điều kiện vụ Xuân hè thì trong điều kiện vụ Đông chiều cao cây cao hơn

trên cùng một dòng.

Về tình hình kháng một số bệnh trên đồng ruộng, đặc biệt là hai bệnh nguy hiểm nhất đối với cà chua là bệnh mốc sương và bệnh xoắn vàng lá nhận thấy: Đối với bệnh mốc sương trong điều kiện vụ Đông 2019 và 2020 bệnh xuất hiện với triệu chứng nhẹ ở cuối vụ, những dòng mang gen kháng như P1, P7, P15 và P24 không xuất hiện triệu chứng của bệnh, các dòng không mang gen thì bị nhiễm ở mức điểm 3, rất nhẹ. Trong điều kiện vụ xuân hè bệnh này phát triển mạnh hơn, gây nhiễm ở mức độ từ điểm 3-5 ở các dòng, giống không mang gen như TP48-1, TP88, TP90, TP130, TP135 và cả đối chứng C155, nặng nhất là đối chứng C155 (nhiễm ở mức điểm 5). Các dòng mang gen kháng thì hoàn toàn không bị nhiễm, và như vậy mới thấy giá trị của gen kháng trong phòng chống bệnh mốc sương. Đối với bệnh xoắn vàng lá cũng cho kết quả tương tự, các dòng mang kháng như: TP88 (mang gen *Ty1* và *Ty3*), TP88 (*Ty3*), TP90 (*Ty1*); TP130 (*Ty1*) và TP135 (*Ty3*) hầu như không bị nhiễm, ngược lại các dòng/ giống không mang gen thì đều bị nhiều trong cả điều kiện hai vụ, vụ Đông và vụ Xuân hè. Trong vụ Xuân hè các giống thường bị nhiễm với tỷ lệ nặng hơn so với điều kiện vụ Đông.

Nghiên cứu, đánh giá năng suất và yếu tố cấu thành năng suất của 9 dòng cà chua tuyển chọn khảo nghiệm tại Sóc Sơn, Hà Nội cho thấy trong điều kiện chính vụ (vụ Đông) các dòng/ giống đều cho năng suất cao hơn so với trái vụ (vụ Xuân hè). Trong vụ Đông 2019 nhận thấy có 4 dòng đạt năng suất cao hơn đối chứng C155 ở mức có ý nghĩa với $LSD_{0,05} = 7,13$ tấn. Các dòng là: TP130 (62,64 tấn/ha), TP135 (65,85 tấn/ha), P7 (61,83 tấn/ha) và P15 (61,29 tấn/ ha), trong số đó dòng TP135 đạt năng suất cao nhất. Các dòng còn lại cho năng suất tương đương với đối chứng. Trong điều kiện vụ Đông 2020 kết quả năng suất của các dòng cũng tương tự vụ Đông 2019, với $LSD_{0,05} = 8,23$ tấn/ha có 3 dòng cho năng suất cao hơn đối chứng C155, là các dòng TP130 (63,83 tấn/ha), TP135 (65,52 tấn/ha) và P7 (63,12 tấn/ ha). Trong điều kiện trái vụ, vụ Xuân hè 2020, các dòng cho năng suất thấp hơn so với chính vụ, năng suất dao động trong khoảng 39,09 tấn/ha đến 51,44 tấn/ ha. Năng suất thấp một phần do điều kiện thời tiết và một phần do ảnh hưởng của bệnh. Tuy nhiên 3 dòng cho năng suất cao điều kiện vụ Đông vẫn cho năng suất cao hơn đối chứng trong điều kiện vụ Xuân hè là TP130

(48,22 tấn/ha), TP135 (51,44 tấn/ ha) và P7 (49,10 tấn/ha).

Bảng 3.24. Yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các dòng cà chua ưu tú khảo nghiệm tại Hà Nội vụ Đông 2019, Xuân hè 2020 và Đông 2020

Thời vụ khảo nghiệm	Tên dòng/ giống	Tổng số quả/cây (quả)	K.lượng quả (gam)	Năng suất cá thể (kg)	NS thực thu (tấn/ha)
Vụ Đông 2019 (gieo hạt 10/9)	TP48-1	23,9	89,9	2,15	58,05
	TP88	24,6	87,6	2,16	58,35
	TP90	24,3	86,5	2,10	56,70
	TP130	27,5	84,3	2,32	62,64
	TP135	26,5	91,9	2,44	65,85
	P1	22,6	93,8	2,12	57,24
	P7	25,3	90,5	2,29	61,83
	P15	23,6	92,6	2,17	59,29
	P24	21,3	92,2	1,96	52,92
	C155 (đ/c)	23,5	87,8	2,06	53,70
	CV(%)			5,25	7,54
	LSD_{0,05}			0,27	7,13
Vụ Xuân hè 2020 (gieo 20/1)	TP48-1	17,5	81,5	1,43	39,94
	TP88	18,6	82,6	1,54	43,02
	TP90	19,9	80,9	1,61	45,08
	TP130	21,5	81,6	1,75	48,22
	TP135	22,6	84,3	1,91	51,44
	P1	16,5	84,6	1,40	39,09
	P7	20,9	83,9	1,75	49,10
	P15	18,6	84,6	1,57	44,06
	P24	16,9	86,3	1,46	40,84
	C155 (đ/c)	18,3	84,3	1,54	42,15
	CV(%)			4,15	7,21
	LSD_{0,05}			0,35	6,86
Vụ Đông 2020 (Gieo 10/9)	TP48-1	22,0	88,9	1,96	52,92
	TP88	24,5	89,3	2,19	59,13
	TP90	24,5	88,9	2,18	58,86
	TP130	29,5	82,5	2,43	63,83
	TP135	27,3	88,9	2,45	65,52
	P1	21,5	93,9	2,02	54,55
	P7	26,0	90,3	2,34	63,12
	P15	24,5	91,5	2,24	60,48
	P24	22,9	90,5	2,07	55,85
	C155 (đ/c)	23,5	85,6	2,01	54,27
	CV(%)			4,65	8,72
	LSD_{0,05}			0,38	8,23

Như vậy khảo nghiệm các dòng ưu tú tại khu vực Hà Nội trong 3 vụ liên tiếp nhận thấy 3 dòng cà chua là TP130, TP135 và P7 cho năng suất ổn định và cao hơn đối chứng C155 ở mức có ý nghĩa. Bên cạnh đó các dòng này cũng kháng tốt đối với

bệnh xoăn vàng lá (dòng TP130 và TP135) và bệnh mốc sương cà chua (dòng P7).

3.4.5.2.2. *Khảo nghiệm các dòng cà chua ưu tú tại, Mộc Châu, Sơn La*

Mộc Châu, Sơn La có điều kiện thời tiết rất phù hợp để phát triển các rau, trong đó có cà chua. Để đánh giá khả năng thích ứng của các dòng cà chua mới chọn tạo tại đây, tương tự như khu vực Hà Nội, các dòng ưu tú cũng được tiến hành đánh giá trong 3 vụ liên tiếp là vụ Đông 2019 và 2020, vụ Xuân hè 2020. Kết quả theo dõi, đánh giá được tổng hợp ở bảng 3.24 và 3.25.

Bảng 3.25. Thời gian sinh trưởng, chiều cao cây và khả năng chống chịu bệnh hại chính của các dòng cà chua ưu tú năm 2019-2020 tại Mộc Châu, Sơn La

Thời vụ khảo nghiệm	THL	TG. sinh trưởng (ngày)	Chiều cao cây (cm)	Bệnh mốc sương (Điểm)	TL. bệnh Virus XVL (%)
Vụ Đông 2019 (giao hạt 10/9)	TP48-1	135±5	135,5	1	0
	TP88	130 ±5	135,5	1	0
	TP90	140 ±5	133,5	1	0
	TP130	135 ±5	131,6	1	0
	TP135	135 ±5	130,5	1	0
	P1	145 ±5	130,5	1	5,5
	P7	130 ±5	135,5	1	6,2
	P15	140 ±5	136,5	1	6,1
	P24	140 ±5	122,3	1	6,9
	C155 (đ/c)	145 ±5	133,9	1	6,8
Vụ Xuân hè 2020 (giao 20/1)	TP48-1	124 ±5	119,5	5	0
	TP88	122 ±5	122,3	5	0
	TP90	132 ±5	123,5	5	<1,0
	TP130	135 ±5	118,9	3	<1,0
	TP135	125 ±5	121,3	3	0
	P1	127 ±5	123,5	1	8,3
	P7	126 ±5	122,8	1	5,2
	P15	132 ±5	120,5	1	7,6
	P24	135 ±5	123,5	1	7,5
	C155 (đ/c)	135 ±5	125,6	5	7,8
Vụ Đông 2020 (Giao 10/9)	TP48-1	136 ±5	133,5	1	0
	TP88	127 ±5	127,6	1	0
	TP90	136 ±5	135,6	1	0
	TP130	135 ±5	133,6	1	0
	TP135	138 ±5	130,7	1	0
	P1	132 ±5	128,5	1	8,8
	P7	132 ±5	134,5	1	8,5
	P15	140 ±5	136,5	1	7,3
	P24	136 ±5	126,5	1	6,8
	C155 (đ/c)	140 ±5	137,5	1	8,1

Từ bảng 3.25 nhận thấy tình hình phát triển của các dòng cà chua khảo nghiệm đều tốt, chiều cao cây cao hơn so với điểm khảo nghiệm tại Hà Nội. Trong điều kiện vụ Đông, giai đoạn đầu vụ các dòng cà chua phát triển mạnh, tuy nhiên giai đoạn sau, đặc biệt là đợt thu quả lần 3-4, điều kiện nhiệt độ thấp làm quả lâu chín dẫn đến thời gian sinh trưởng của các dòng/ giống bị kéo dài. Trong điều kiện vụ Xuân hè tại Mộc Châu, Sơn La nhận thấy các dòng, giống đều phát triển mạnh, lá xanh đậm, thân khỏe. Đối với bệnh hại cà chua, trong điều kiện vụ Đông 2019 và 2020 hoàn toàn không thấy bệnh mốc sương, còn trong điều kiện vụ Xuân hè thì bệnh mốc sương lại phát triển. Các dòng cà chua không mang gen kháng như TP48-2, TP88, TP90, TP130, TP135 và cả đối chứng C155 đều bị nhiễm bệnh ở mức điểm 3-5. Với các giống mang gen kháng như: P1, P7, P15, P24 thì không thấy triệu chứng nhiễm bệnh. Đối với bệnh xoắn vàng lá cũng cho kết quả tương tự, các mẫu giống mang gen *Ty* thì kháng rất tốt, hầu như không có triệu chứng bệnh, còn các mẫu giống không mang gen thì bị nhiễm >5,0 % ở tất cả các vụ, trong đó bao gồm cả đối chứng C155.

Về năng suất tại Sơn La qua các vụ nhận thấy các dòng/ giống đều cho năng suất cao. Trong điều kiện vụ Đông 2019, năng suất của các dòng/ giống dao động trong khoảng 57,65 đến 67,92 tấn/ ha. Ba dòng cho năng suất cao hơn giống đối chứng C155 ở mức có ý nghĩa $LSD_{0,05} = 6,43$ tấn/ ha là TP130 (67,92 tấn/ ha), TP135 (67,85 tấn/ ha) và P7 (66,65 tấn/ ha). Trong điều kiện vụ Đông 2020, cũng cho kết quả tương tự vụ Đông 2019. Ba dòng cho năng suất cao hơn đối chứng C155 với $LSD_{0,05} = 7,23$ tấn/ ha là TP130 (69,45 tấn/ ha), TP130 (67,75 tấn/ ha) và P7 (64,86 tấn/ ha). Trong điều kiện vụ Xuân hè 2020, so với Hà Nội thì các dòng/ giống cà chua trồng ở Sơn La cho năng suất trung bình cao hơn. Điều này dễ hiểu vì trong điều kiện vụ Xuân hè tại Sơn La, nhiệt độ thấp hơn so với các điểm khác trong cùng một thời điểm, là điều kiện tốt cho cà chua phát triển. Năng suất của các dòng/ giống dao động từ 41,56 đến 58,02 tấn/ ha, giống đối chứng đạt 47,75 tấn/ ha. Với $LSD_{0,05} = 6,86$ tấn/ ha thì ba dòng TP130, TP135 và P5 vẫn cho năng suất cao hơn đối chứng C155.

Bảng 3.26. Yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các dòng cà chua ưu tú khảo nghiệm tại Sơn La vụ Đông 2019, Xuân hè 2020 và Đông 2020

Thời vụ khảo nghiệm	Tên dòng/ giống	Tổng số quả/cây (quả)	K.lượng quả (gam)	Năng suất cá thể (kg)	NS thực thu (tấn/ha)
Vụ Đông 2019 (gieo hạt 10/8)	TP48-1	25,5	87,5	2,23	60,13
	TP88	26,6	86,3	2,30	60,40
	TP90	26,5	85,5	2,26	59,45
	TP130	30,5	84,9	2,56	67,92
	TP135	28,6	88,6	2,53	67,85
	P1	25,5	90,5	2,31	60,68
	P7	27,9	88,5	2,45	66,65
	P15	25,3	91,9	2,32	62,96
	P24	23,5	90,5	2,13	57,65
	C155 (đ/c)	25,8	88,6	2,28	60,04
	CV%			5,62	7,54
	LSD_{0,05}			0,16	6,43
Vụ Xuân hè 2020 (gieo 20/1)	TP48-1	22,5	84,5	1,90	49,15
	TP88	23,5	86,5	2,03	52,85
	TP90	21,6	82,6	1,78	45,96
	TP130	25,9	85,5	2,21	58,02
	TP135	24,5	86,3	2,11	55,21
	P1	18,5	85,9	1,59	42,45
	P7	23,5	85,5	2,01	53,25
	P15	20,3	85,5	1,74	46,55
	P24	17,5	86,9	1,52	41,56
	C155 (đ/c)	21,5	84,5	1,85	47,75
	CV%			6,15	8,21
	LSD_{0,05}			0,20	6,86
Vụ Đông 2020 (Gieo 10/8)	TP48-1	24,5	88,3	2,16	56,55
	TP88	25,5	87,5	2,23	59,46
	TP90	24,5	84,5	2,07	55,18
	TP130	30,5	85,6	2,61	69,45
	TP135	28,5	89,9	2,56	67,75
	P1	25,5	90,5	2,31	60,56
	P7	28,5	88,9	2,53	64,86
	P15	24,9	92,3	2,30	60,25
	P24	23,5	92,3	2,17	56,66
	C155 (đ/c)	25,6	88,5	2,26	57,25
	CV%			5,15	8,72
	LSD_{0,05}			0,22	7,23

Như vậy tại điểm khảo nghiệm Sơn La 3 dòng TP130, TP135 và P7 cũng thể hiện được các ưu thế vượt trội hơn đối giống đối chứng C155 và các dòng tham gia khảo nghiệm. Các dòng này cần được đánh giá thêm và phát triển ra diện rộng tại Sơn La, đem lại lợi ích kinh tế cao cho người nông dân trồng cà chua.

3.4.5.2.3. Khảo nghiệm các dòng cà chua tại Vĩnh Bảo, Hải Phòng

Vĩnh Bảo, Hải phòng là vựa trồng rau cung cấp cho Hải Phòng và các tỉnh lân cận, ngoài ra còn cung cấp nguyên liệu cho một số nhà máy chế biến cà chua. Do vậy, cà chua là loại rau được trồng nhiều tại đây. Để đánh giá khả năng thích ứng của các dòng cà chua ưu tú, tương tự như Hà Nội và Sơn La, các dòng cà chua cũng tiến hành khảo nghiệm trong 3 vụ liên tiếp là Đông 2019, 2020 và Xuân hè 2020. Kết quả khảo nghiệm được tổng hợp ở bảng 3.27 và 3.28.

Bảng 3.27. Thời gian sinh trưởng, chiều cao cây và khả năng chống chịu bệnh hại chính của các dòng cà chua ưu tú năm 2019-2020 tại Hải Phòng

Thời vụ khảo nghiệm	THL	TG. sinh trưởng (ngày)	Chiều cao cây (cm)	Bệnh mốc sương (Điểm)	TL. bệnh Virus XVL (%)
Vụ Đông 2019 (giao hạt 10/9)	TP48-1	120 ± 5	123,6	3	0
	TP88	120 ± 5	127,5	3	0
	TP90	130 ± 5	124,5	3	0
	TP130	125 ± 5	126,3	3	0
	TP135	125 ± 5	125,5	3	0
	P1	130 ± 5	121,5	1	7,5
	P7	125 ± 5	124,3	1	6,5
	P15	125 ± 5	128,5	1	7,5
	P24	130 ± 5	118,5	1	8,5
	C155 (đ/c)	130 ± 5	127,5	3	7,5
Vụ Xuân hè 2020 (giao 20/1)	TP48-1	115 ± 5	113,5	5	0
	TP88	110 ± 5	118,5	5	0
	TP90	115 ± 5	120,6	5	<1,0
	TP130	110 ± 5	113,5	5	<1,0
	TP135	110 ± 5	117,6	5	0
	P1	115 ± 5	115,5	1	12,5
	P7	115 ± 5	120,6	1	6,5
	P15	120 ± 5	113,5	1	8,5
	P24	120 ± 5	116,5	1	8,0
	C155 (đ/c)	120 ± 5	118,6	5	8,5
Vụ Đông 2020 (Giao 10/9)	TP48-1	125 ± 5	127,3	3	0
	TP88	125 ± 5	121,5	3	0
	TP90	130 ± 5	125,6	3	0
	TP130	130 ± 5	123,5	3	0
	TP135	130 ± 5	122,6	3	0
	P1	130 ± 5	122,5	1	10,5
	P7	125 ± 5	129,5	1	6,5
	P15	130 ± 5	131,5	1	7,5
	P24	127 ± 5	121,5	1	9,5
	C155 (đ/c)	130 ± 5	130,5	3	9,3

Từ bảng 3.27 nhận thấy trong điều kiện vụ Đông 2019, 2020 thời gian sinh trưởng của các dòng dao động xung quanh 120 đến 130 ngày, trong điều kiện vụ Xuân hè dao động từ 113 đến 120 ngày. So với vụ Đông, giai đoạn cuối vụ, điều kiện thời tiết nắng, nóng làm quả chín nhanh, cây nhanh tàn nên thời gian sinh trưởng trong điều kiện vụ Xuân hè thường ngắn hơn vụ Đông. Về chiều cao cây, nhìn chung cây sinh trưởng tốt, thân cứng, chiều cao cây trong điều kiện vụ Đông dao động trong khoảng 118,5 cm (dòng P24, Đông 2018) đến 130,5 (đối chứng C155, Đông 2020). Trong điều kiện vụ Xuân hè, chiều cao cây thấp hơn so với vụ Đông, chiều cao dao động từ 113,5 (dòng TP48-1, P15 và TP130) đến 120,6 cm (dòng P7). Về khả năng kháng bệnh trên đồng ruộng, Vĩnh Bảo là vừa trồng cà chua từ nhiều năm nay nên áp lực về bệnh rất mạnh. Đối với bệnh mốc sương, trong điều kiện vụ Đông tất cả các dòng không mang gen kháng đều bị nhiễm ở mức điểm 3, kể cả đối chứng C155. Trong điều kiện vụ Xuân hè bệnh mốc sương có dấu hiệu nặng hơn vụ Đông, các dòng không mang gen kháng bị nhiễm ở mức điểm 5. Các dòng mang gen kháng *Ph2* hoặc *Ph3* như P1, P7, P15 và P24 thì hoàn toàn kháng. Đối với bệnh xoắn vàng lá, so với hai điểm Hà Nội và Sơn La thì ở Vĩnh Bảo bị nặng hơn. Tương tự như bệnh mốc sương, các mẫu giống mang gen kháng *Ty1* hoặc *Ty3* thì không bị nhiễm bệnh và các mẫu giống không mang gen thì bị nhiễm, có những dòng nhiễm lên đến 12,5% trong điều kiện vụ Xuân hè (dòng P1).

Về năng suất của các dòng, trong điều kiện vụ Đông 2019 năng suất của các dòng dao động trong khoảng 51,75 - 62,75 tấn/ ha, đối chứng C155 đạt 52,84 tấn/ha. Với $LSD_{0,05} = 7,26$ tấn/ ha nhận thấy có 3 dòng cho năng suất cao hơn đối chứng C155, đó là TP130 (62,55 tấn/ ha), TP135 (59,68 tấn/ ha) và P7 (60,02 tấn/ ha). Các dòng còn lại cho năng suất không sai khác so với đối chứng. Trong điều kiện vụ Đông 2020, năng suất của các dòng dao động từ 49,15 tấn/ ha - 61,25 tấn/ ha, đối chứng C155 đạt 50,12 tấn/ ha, với $LSD_{0,05} = 7,15$ tấn/ ha. Qua đó cũng chọn được 3 dòng cho năng suất cao hơn đối chứng C155 ở mức có ý nghĩa là TP130 (61,25 tấn/ ha), TP135 (60,45 tấn/ ha) và P7 (59,81 tấn/ ha). Trong điều kiện vụ Xuân hè, do điều kiện thời tiết nóng về cuối vụ nên ảnh hưởng đến năng suất của các dòng. Năng suất dao động từ 38,35 - 52,55 tấn/ ha, đối chứng C155 đạt 40,41

tấn/ ha. Với $LSD_{0,05} = 6,27$ tấn/ ha chúng tôi cũng chọn được 3 dòng cho năng suất cao hơn đối chứng là TP130, TP135 và P7.

Bảng 3.28. Yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các dòng cà ưu tú khảo nghiệm tại Hải Phòng vụ Đông 2019, Xuân hè 2020 và Đông 2020

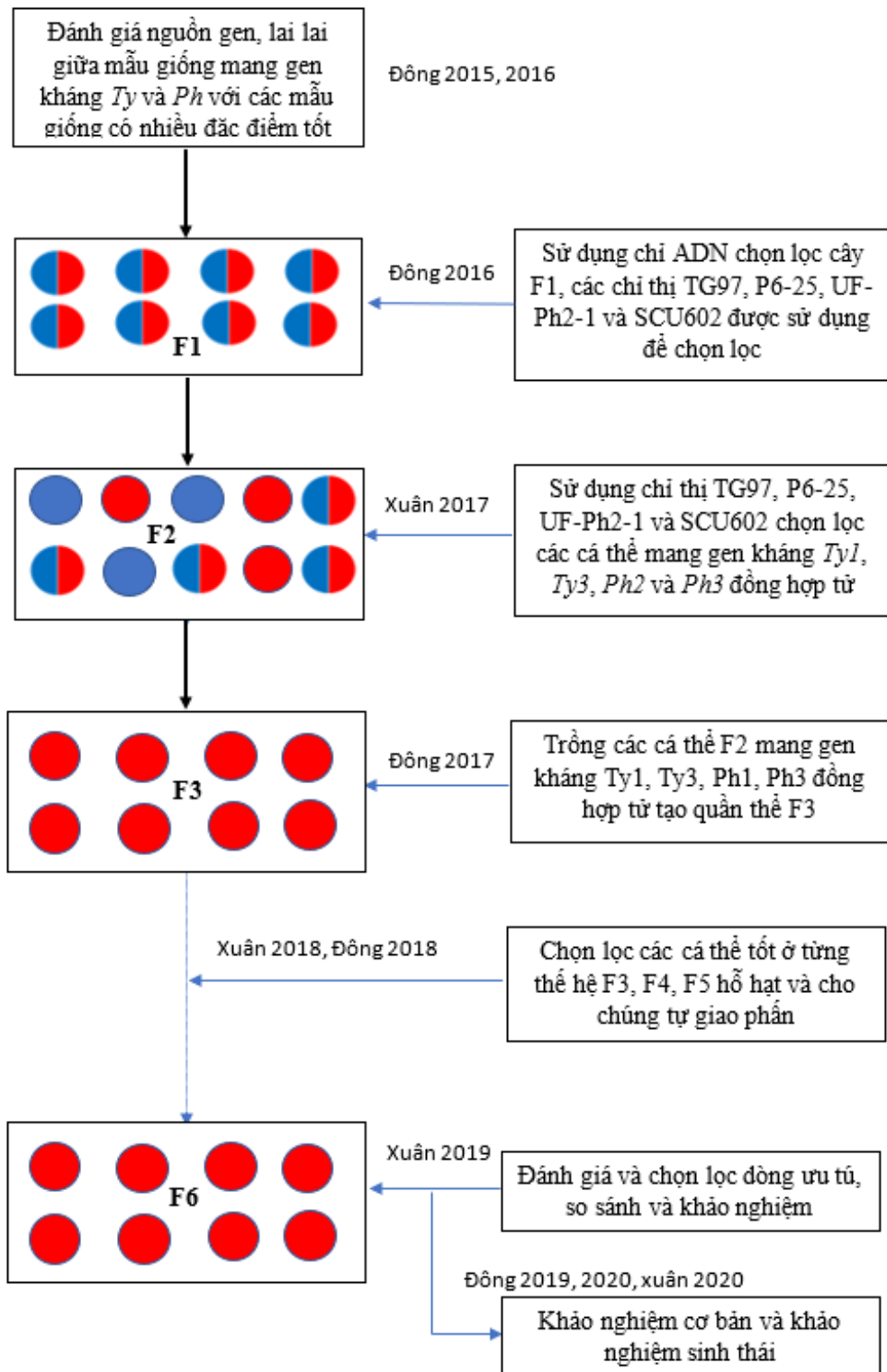
Thời vụ khảo nghiệm	Tên dòng/ giống	Tổng số quả/cây (quả)	K.lượng quả (gam)	Năng suất cá thể (kg)	NS thực thu (tấn/ha)
Vụ Đông 2019 (giao hạt 10/9)	TP48-1	20,5	90,5	1,86	51,85
	TP88	21,9	89,6	1,96	54,65
	TP90	22,3	88,5	1,97	55,25
	TP130	25,9	86,3	2,24	62,55
	TP135	23,6	90,5	2,15	59,68
	P1	20,5	94,5	1,93	54,24
	P7	23,5	91,5	2,15	60,02
	P15	20,9	93,5	1,95	54,70
	P24	19,6	94,3	1,85	51,75
	C155 (đ/c)	21,3	88,6	1,89	52,84
	CV(%)			5,75	8,08
	LSD_{0,05}			0,13	7,26
Vụ Xuân hè 2020 (giao 20/1)	TP48-1	16,6	86,6	1,44	40,32
	TP88	17,5	87,9	1,54	40,61
	TP90	19,6	83,6	1,64	45,85
	TP130	21,5	87,3	1,87	52,55
	TP135	20,6	88,2	1,82	50,45
	P1	15,9	87,4	1,39	38,35
	P7	19,6	88,6	1,73	48,63
	P15	16,3	86,1	1,40	39,23
	P24	15,8	88,9	1,38	38,55
	C155 (đ/c)	17,5	84,3	1,49	41,40
	CV(%)			6,05	7,35
	LSD_{0,05}			0,25	6,27
Vụ Đông 2021 (Giao 10/9)	TP48-1	19,6	89,5	1,75	49,15
	TP88	20,5	89,2	1,83	51,22
	TP90	20,5	85,9	1,76	50,06
	TP130	25,3	86,5	2,19	61,25
	TP135	23,9	90,4	2,16	60,45
	P1	20,9	91,5	1,91	53,55
	P7	23,5	90,9	2,14	59,81
	P15	20,5	93,5	1,92	53,65
	P24	19,5	91,6	1,78	50,01
	C155 (đ/c)	20,6	86,9	1,79	50,12
	CV(%)			5,95	8,22
	LSD_{0,05}			0,23	7,15

Như vậy, qua khảo nghiệm 3 vụ liên tiếp là vụ Đông 2019, 2020 và vụ Xuân 2020 tại 3 điểm khảo nghiệm là Sóc Sơn - Hà Nội, Mộc Châu - Sơn La và Vĩnh Bảo - Hải Phòng, ba dòng cho năng suất cao và ổn định đã được chọn, đó là các dòng TP130 (mang gen kháng *Ty1*), TP130 (mang gen kháng *Ty3*) và P7 (mang gen kháng *Ph3*). Các dòng này đều cho năng suất cao hơn đối chứng C155 ở tất cả các vụ và ở tất cả các điểm. Ngoài cho năng suất cao chúng còn có khả năng kháng bệnh tốt. Các dòng kháng tốt với bệnh xoăn vàng lá cà chua là TP130 mang gen *Ty1* và TP135 mang gen *Ty3*. Dòng P7 kháng tốt với bệnh mốc sương mang gen *Ph3*. Các dòng này cần được công nhận giống để phát triển trong thực tiễn mang lại hiệu quả kinh tế cao cho người nông dân và doanh nghiệp.

Trong thời gian qua, tác giả Đoàn Xuân Cảnh cộng sự cũng chọn tạo thành công giống cà chua VT15. Đây là giống cà chua lai F1, có khả năng sinh trưởng và phát triển tốt, dạng hình sinh trưởng BHH, có khả năng kháng bệnh xoăn vàng lá tốt do mang đồng thời 2 gen kháng là *Ty2* và *Ty3*. Năng suất đạt 46-47 tấn/ha trong vụ Xuân hè và 62-68 tấn/ha trong vụ Đông [4]. So với các dòng mới chọn tạo trong nghiên cứu này thì năng suất thu được tương đương nhau. Tuy nhiên VT15 là giống lai, nên mất rất nhiều thời gian và công sức để sản xuất hạt lai, do đó chi phí đầu vào hạt giống cho một đơn vị diện tích cũng cao hơn.

Để chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương, tác giả Trần Ngọc Hùng và cộng sự cũng đã ứng dụng chỉ thị phân tử để quy tụ 2 gen kháng *Ph2* và *Ph3* vào một dòng và đã duy trì đến thế hệ F5. Tính kháng bệnh mốc sương của dòng cà chua F5 mang cả 2 gen *Ph2* và *Ph3* cao hơn hẳn dòng bố mẹ chỉ mang 1 gen, và là nguồn vật liệu tốt cho chọn giống cà chua kháng bệnh này trong thời gian tới [12]. Ngoài quy tụ 2 gen kháng bệnh mốc sương vào một dòng tác giả Trần Ngọc Hùng & cs còn ứng dụng chỉ thị phân tử trong lai tạo giống cà chua chống chịu bệnh mốc sương và xoăn vàng lá. Kết quả đã tạo ra tổ hợp lai CVR9 mang đồng thời gen kháng bệnh sương mai *Ph3*, gen kháng bệnh xoăn vàng lá *Ty2* và *Ty3*. Năng suất đạt từ 68-70 tấn/ha trong điều kiện vụ Đông ở đồng bằng sông Hồng và các vùng lân cận [11]. Tuy nhiên đây là tổ hợp lai nên công tác sản xuất giống cung cấp cho thị trường cũng sẽ rất tốn thời gian và công sức.

Qua quá trình nghiên cứu, quy trình chọn tạo 3 dòng cà chua TP130, TP135 và P7 được tóm tắt theo sơ đồ hình 2.28.



Hình 3.28. Sơ đồ chọn tạo giống

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

1. Kết luận

1) Đánh giá được 230 mẫu giống cà chua về các đặc điểm nông sinh học như: kiểu hình sinh trưởng, các giai đoạn sinh trưởng, các đặc điểm hình thái lá và cấu trúc cây, cấu trúc hoa, đặc điểm nở hoa, năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất, một số đặc điểm hình thái chất lượng quả. Qua đó chọn được 13 mẫu giống có kiểu hình đẹp, cho năng suất cao trên 2,0 kg/ cây làm nguồn vật liệu cho lai tạo giống mới.

2) Ứng dụng chỉ thị phân tử DNA phát hiện các gen kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương của 230 mẫu giống cà chua. Phát hiện được 11 mẫu giống mang gen *Ty1*, 5 mẫu giống mang gen *Ty2*, 8 mẫu giống mang gen *Ty3*, 4 mẫu giống mang gen *Ty4*, 6 mẫu giống mang gen *ty5*, 11 mẫu giống mang gen *Ph2* và 17 mẫu giống mang gen *Ph3*. Đặc biệt có 02 mẫu giống AVRDC139 và AVRDC 140 mang đồng thời hai gen kháng *Ty* và *Ph*. Các mẫu giống này là nguồn vật liệu vô cùng quý giá trong chương trình chọn tạo giống cà chua kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương.

3) Lây nhiễm nhân tạo 04 nguồn bệnh xoăn vàng lá trên các mẫu giống mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá và 06 isolate bệnh mốc sương trên các mẫu giống mang gen kháng bệnh mốc sương. Xác định được 02 gen kháng hữu hiệu với các nguồn bệnh xoăn vàng lá của miền Bắc Việt Nam là *Ty1* và *Ty3* và gen kháng *Ph2* và *Ph3* kháng tốt với bệnh mốc sương, tuy nhiên gen *Ph3* kháng tốt hơn *Ph2*.

4) Lai 13 mẫu giống tốt với các mẫu giống mang gen kháng bệnh xoăn vàng lá *Ty1* và *Ty3* và gen kháng bệnh mốc sương *Ph2* và *Ph3*. Ứng dụng chỉ thị phân tử DNA để chọn lọc các cá thể mang gen kháng bệnh đồng hợp tử từ thế hệ phân ly F₂. Duy trì, chọn lọc, khảo nghiệm cơ bản và khảo nghiệm sinh thái đã chọn được 3 dòng cà chua tốt nhất cho năng suất cao, kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương. Các dòng tốt được chọn tạo là dòng TP130 mang gen *Ty1*, TP135 mang gen *Ty3* và P7 mang gen kháng *Ph3* cho năng suất ổn định và đạt năng suất trên

50 tấn/ ha trong vụ Xuân hè, trên 60 tấn/ha trong vụ Đông, cao hơn giống đối chứng C155 qua các vụ và các vùng sinh thái nhau.

2. Đề nghị

1) Tiếp tục sử dụng nguồn gen được đánh giá, đặc biệt là các mẫu giống tốt, cho năng suất cao và các mẫu giống chứa gen kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương nhằm tạo ra các giống mới kháng đồng thời cả hai bệnh xoăn vàng lá và mốc sương cho các tỉnh phía Bắc.

2) Tiếp tục đánh giá và mở rộng sản xuất giống các dòng cà chua tốt, cho năng suất cao, kháng bệnh xoăn vàng lá và bệnh mốc sương là TP130, TP135 và P7 nhằm đem lại lợi ích kinh tế cho người nông dân và doanh nghiệp.

3) Tiếp tục nghiên cứu các biện pháp kỹ thuật canh tác cho các dòng thuần ở trên, nhằm khai thác hết tiềm năng của chúng để đem lại đạt hiệu quả kinh tế cao nhất cho người sản xuất và doanh nghiệp.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN TỚI LUẬN ÁN

1. **Tổng Văn Hải**, Phan Thị Hiền, Trịnh Thị Thu Thủy, Phan Hữu Tôn, Nguyễn Quốc Trung (2020), Phát hiện gen kháng bệnh xoăn vàng lá cà chua hữu hiệu bằng chỉ thị phân tử DNA và lây nhiễm nhân tạo, *Kỷ yếu Hội nghị Công nghệ Sinh học toàn quốc 2020*, tr.607-613
2. **Tổng Văn Hải**, Phan Hữu Tôn, Phan Thị Hiền, Nguyễn Quốc Trung (2021), Chọn tạo giống cà chua thuần kháng bệnh xoăn vàng lá bằng chỉ thị phân tử DNA, *Tạp chí khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, Số 19 (3), tr.399-409.
3. **Tổng Văn Hải**, Phan Hữu Tôn, Phan Thị Hiền, Nguyễn Quốc Trung, Trịnh Thị Thu Thủy (2021), Phát hiện gen kháng bệnh mốc sương cà chua bằng chỉ thị phân tử và đánh giá khả năng kháng của các gen bằng lây nhiễm nhân tạo, *Kỷ yếu Hội nghị Công nghệ Sinh học toàn quốc 2021*, tr.740-746.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2011), *QCVN01-63: 2011/BNNPTNT*.
2. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2005), *Chương trình hỗ trợ ngành nông nghiệp giống cây trồng*, 575 giống cây trồng mới, NXB Nông nghiệp, Hà Nội, tr 245-275.
3. Đoàn Xuân Cảnh, Tống Văn Hải, Nguyễn Hồng Minh, Đoàn Thị Thanh Thúy (2015), “Đánh giá đa dạng di truyền và sự có mặt gen kháng virus xoăn vàng lá ở cà chua”, *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, tập 13 (số 1), tr 1-11.
4. Đoàn Xuân Cảnh, Nguyễn Đình Thiệu, Đoàn Thị Thanh Thúy, Nguyễn Thị Thanh Hà (2021), “Kết quả nghiên cứu chọn tạo và khảo nghiệm giống cà chua lai VT15”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Kỳ I (5/2021), tr 34 - 41.
5. Tạ Thu Cúc (2009), *Kỹ thuật trồng cà chua*, Nhà xuất bản Nông nghiệp
6. Hà Việt Cường, Ngô Bích Hào, Trịnh Xuân Hoạt, Nguyễn Văn Viết và Ngô Vĩnh Viễn (2010), *Bệnh Virus thực vật ở Việt Nam*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội, tr 102-118.
7. Trần Yên Chi (2009), “Nghiên cứu nấm *Phytophthora infestans* gây bệnh mốc sương hại cà chua, khoai tây vụ đông xuân năm 2008-2009 tại một số tỉnh phía Bắc Việt Nam”, Luận văn Thạc sĩ Nông nghiệp, chuyên ngành BVTV năm 2009.
8. Trương Văn Dư (2009), “Nghiên cứu vật liệu khởi đầu phục vụ cho chọn tạo giống cà chua kháng bệnh mốc sương (*Phytophthora infestans*)”, Luận văn Thạc sĩ Nông nghiệp, năm 2009.
9. Ngô Bích Hào và Hà Việt Cường (2010), “Xác định nguyên nhân gây bệnh xoăn vàng ngọn cà chua do *Begomovirus* tại một số tỉnh phía Bắc Việt Nam”, *Tạp chí Bảo vệ thực vật*, số 6/2011, tr 18-23.

10. Nguyễn Thi Hiền, Đặng Thi Vân, Lê Thị Thủy, Trần Thị Hồng, Peter Hanson, (2020), “Nghiên cứu tuyển chọn các dòng/ giống cà chua kháng bệnh nhập nội tại Gia Lâm, Hà Nội”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, tháng 3/2020, tr 118-124.
11. Trần Ngọc Hùng, Nguyễn Thị Mai, Phạm Thị Xuân (2020a), “Ứng dụng chỉ thị phân tử trong chọn tạo giống cà chua chống chịu bệnh sương mai và một số bệnh khác”, *Tạp chí khoa học và công nghệ Việt Nam*, số 9 (118), tr 65-70.
12. Trần Ngọc Hùng, Vũ Thu Hiền, (2020b), “Quy tụ gen *Ph2* và *Ph3* trong chọn tạo giống cà chua kháng bệnh sương mai”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, Số 11(120), tr 48-54.
13. Vũ Triệu Mân (2003), “*Chẩn đoán nhanh bệnh hại thực vật*”, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
14. Vũ Triệu Mân, Nguyễn Văn Tuất, Bùi Cách Tuyền, Phạm Văn Kim, (2018), *Bệnh hại cây trồng Việt Nam*, Nhà xuất bản Học viện Nông nghiệp.
15. Nguyễn Hồng Minh, Kiều Thị Thư và Phạm Thị Ân (2011a), “Kết quả nghiên cứu tạo giống cà chua lai HT160”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, tập 1, tr 101-106.
16. Nguyễn Hồng Minh, Kiều Thị Thư và Lê Thị Tuyết Châm (2011b), “Kết quả nghiên cứu tạo giống cà chua lai HT42”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, tập 1, tr 107-112.
17. Nguyễn Hồng Minh, Kiều Thị Thư và Phạm Quang Tuân (2011c), “Kết quả chọn tạo giống cà chua HT144”, *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, tập 9 (số 1), tr 11-16.
18. Đặng Văn Niên, Nguyễn Thị Ngọc Huệ và Trần Ngọc Hùng (2013), “Thực trạng và giải pháp kỹ thuật nâng cao hiệu quả sản xuất cà chua ở đồng bằng sông Hồng”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, Vol. 12, tr 46-54.
19. Đào Xuân Thăng, Đoàn Xuân Cảnh và Nguyễn Tấn Hình (2003), “Kết quả chọn tạo giống cà chua lai VT3”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, số 9, tr 1132-1133.

20. Trần Khắc Thi (2005), *Nghiên cứu các giải pháp khoa học, công nghệ và thị trường phục vụ chương trình xuất khẩu rau và hoa*, Báo cáo tổng kết đề tài khoa học cấp Nhà nước KC. 06.10 NN, Hà Nội, tr 20.
21. Kiều Thị Thư (1998), *Nghiên cứu vật liệu khởi đầu phục vụ chọn tạo giống cà chua chịu nóng trồng trái vụ*. Luận án tiến sĩ. Trường Đại học Nông nghiệp- I Hà Nội.
22. Phan Hữu Tôn, Khúc Ngọc Tuyên, Tống Văn Hải và Nguyễn Đức Bách (2013), “Khảo sát nguồn gen cà chua chín chậm và kháng virus xoăn vàng lá bằng chỉ thị phân tử”. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, tập 11 (6), tr 790-796.
23. Phan Hữu Tôn (2021), *Giáo trình tiến hóa và đa dạng sinh học*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
24. Tổng cục Thống kê (2018), *Số liệu thống kê, diện tích, năng suất và sản lượng rau, cà chua Việt Nam*, giai đoạn 2013-2017, NXB Thống kê.
25. Tổng cục Thống kê (2020), *Số liệu thống kê, diện tích, năng suất và sản lượng rau, cà chua Việt Nam*, giai đoạn 2015-2019, NXB Thống kê.
26. Lê Thị Thủy (2012), *Nghiên cứu góp phần phát triển công nghệ sản xuất hạt giống cà chua lai F1*, Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, 130 tr.
27. Nguyễn Thị Hải Yến, Phạm Thị Vân, Chu Hoàng Hà, Chu Hoàng Mậu và Lê Trần Bình (2008), “Phân lập gen mã hóa protein vỏ của virus gây bệnh xoăn vàng lá cà chua thu thập trên cây cà chua dại tại Thái Nguyên”, *Tạp chí Công nghệ Sinh học*, Tập 5 (2), tr 467-474.

Tài liệu tiếng anh

28. Adedze Y. M. N., Lu X., Chofong G. N., Muhammad M.H., Amirul A., Li Y., Zhang W., He Y., Reza M.E., Mohd R. I (2018), “Development of a New Molecular Marker for the Resistance to Tomato Yellow Leaf Curl Virus”, *BioMed Research International*, Volume 2018, 10 pages.
29. Ahmed K. P., Mohamme B., Volker M., Gian P.A., Stefania C. & Bruno G (1991), “Tomato yellow leaf curl virus from Sardinia is a whitefly-

- transmitted monopartite geminivirus”, *Nucleic Acids Res*, Vol. 19(24), pp 6763-6769.
30. Anbinder I., Reuveni M., Azari R., Paran I., Nahon S., Shlomo H., Chen L., Lapidot M., Levin I (2009), “Molecular dissection of Tomato leaf curl virus resistance in tomato line TY172 derived from *Solanum peruvianum*”, *Theor Appl Genet*, Vol. 119 (3), pp 519-530.
 31. Anon (2001), “*Agriculture in Russia*”, Statistical Report, Goscomstat, Moscow, p130.
 32. Arafa R.A., Moussa O.M., Soliman N.E., Shirasawa K., Kamel S.M., Rakha M.T (2017), “Resistance to *Phytophthora infestans* in tomato wild relatives” *Afr. J. Agric. Res.* 2017, 12, pp.2188-2196.
 33. Artemii A.I., Egor O.U., and Tatiana S.G (2021). “*Phytophthora infestans*: An Overview of Methods and Attempts to Combat Late Blight”, *J. Fungi*, 7, 1071
 34. Barbieri M., Acciarri N., Sabatini E., Sardo L., Accotto G.P and Pecchioni N (2010) “Introgression of resistance to two Mediterranean virus species causing Tomato yellow leaf curl into a valuable traditional tomato variety”, *J Plant Pathol*, 92 (2), pp 485- 493.
 35. Black L.L., Wang T. C., Hanson P.M & Chien J.T (1996), “Late blight resistance in four wild tomato accessions: Effectiveness in diverse locations and inheritance of resistance”, *Phytopathology*, 86
 36. Blawid R., Van D. T & Maiss E (2008), “Transreplication of a tomato yellow leaf curl Thailand virus DNA-B and replication of a DNA beta component by tomato leaf curl Vietnam virus and tomato yellow leaf curl Vietnam virus”, *Virus Res*, 136, pp 107-117.
 37. Bonnet J., Danan S., Boudet C., Barchi LP., Caromel B., Palloix A and Lefebvre V (2007), “Are the polygenic architectures of resistance to *Phytophthora capsici* and *P. parasitica* independent in pepper” *Theoretical and Applied Genetics*, 115, pp 253-264.

38. Brown J.K and Idris A.M (2008), “Introduction of the exotic monopartite Tomato yellow leaf curl virus into west coast Mexico”, *Plant Disease* 90 (1360).
39. Castillo A.G., Morilla G., Lozano R., Collinet D., Perez-Luna A., Kashoggi A., Bejarano E, (2007), “Identification of plant genes involved in TYLCV replication. In Tomato Yellow Leaf Curl Virus Disease” *Management, Molecular Biology, Breeding for Resistance, The Netherlands*, pp. 207-221
40. Castro A. P., Blanca J. M., María J. D. & Vinals F. N (2007), “Identification of a CAPS marker tightly linked to the Tomato yellow leaf curl disease resistance gene Ty1 in tomato”, *Eur. J. Plant Pathol.* Vol 117, pp 347-356.
41. Chaudhary P., Sharma A., Singh B and Nagpal A (2018), “Bioactivities of phytochemicals present in tomato”, *J. Food Sci Technol*, 55(8), pp 2833-2849.
42. Chen H.M., Lin C.Y, Yoshida M., Hanson P and Schafleitner R (2015), “Multiplex PCR for Detection of Tomato Yellow Leaf Curl Disease and Root-Knot Nematode Resistance Genes in Tomato (*Solanum lycopersicum L.*)”, *Int J Plant Breed Genet* 9, pp 44-56.
43. Chunwongse J., Chunwongse C., Black L & Hanson P (2002), “Molecular mapping of the Ph-3 gene for late blight resistance in tomato”, *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, 77, pp.281-286.
44. CIA (Central Intelligence Agency) 2017, “The World Factbook, Field Listing: Exports - Commodities. CIA, Washington, DC”, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2049.html>.
45. Cuong H., Steven C., Peter R., Rob H., Man V and James D (2008), “Molecular characterization of *begomoviruses* and DNA satellites from Vietnam: additional evidence that the New World *geminiviruses* were

- present in the Old World prior to continental separation”, *Journal of General Virology* (2008), 89, p 312-326.
46. De Almeida G.Q., De Oliveira Silva J., Ferreira Copati1 M.G., De Oliveira Dias., Dos Santos M.C (2020), “Tomato breeding for disease resistance”, *Multi-Science Journal*, 3(3), pp 8-16.
 47. Dhaliwal M.S., Jindal S.K., Sharma A., Prasanna H.C (2020), “Tomato yellow leaf curl virus disease of tomato and its management through resistance breeding”., A review. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* (95), pp.425-444.
 48. Doyle J.J., và Doyle J.L (1990), “A rapid total DNA preparation procedure for fresh plant tissue”, *.Focus*, 12, pp 13-15.
 49. European and Mediterranean Plant Protection Organization Global Database (2021), Available online: <https://gd.eppo.int> (accessed on 23 February 2021).
 50. FAOSTAT. Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed on 5 January 2021).
 51. Fauquet C. M., Briddon R. W., Brown J. K., Moriones E., Stanley J., Zerbini M. & Zhou X (2008), “Geminivirus strain demarcation and nomenclature”, *Arch Virol*, 153(4), pp 783-821.
 52. Foolad M.R., Merk H., Ashrafi H (2008), “Genetics, genomics and breeding of late blight and early blight resistance in tomato”, *Cri. Rev. Plant Sci*, 27, pp 75-107.
 53. Garcia B.E., Graham E., Jensen K.S., Hanson P., Mejía L., Maxwell D.P (2007), “Co-dominant SCAR marker for detection of the begomovirus-resistance *Ty2* locus derived from *Solanum habrochaites* in tomato germplasm”, *Rep Tomato Genet Coop* 57, pp 21-24.
 54. Gill U., Scott J.W., Shekasteband R., Ogundiwin E., Schuit C., Francis D.M., Sim S-C., Smith H., Hutton S.F (2019), “Ty-6, a major begomovirus resistance gene on chromosome 10, is effective against Tomato yellow

- leaf curl virus and Tomato mottle virus”, *Theor. Appl. Genet*, Vol.132, pp 1543-1554.
55. Gloria Z.A., JA Abad and Ochoa C (1995), “Historical and scientific evidence that supports the modern theory of the Peruvian Andes as the centre of origin of *Phytophthora infestans*”, *Journal Phytophthora infestans*, 150, pp 239-245.
 56. Goodwin S. B., Drenth A., and Fry W. E (1994), “Cloning and genetic analyses of two highly polymorphic, moderately repetitive nuclear DNAs from *Phytophthora infestans*”, *Curr. Genet*, 22, pp 107-115.
 57. Goss E.M., Tabima J.F., Cooke D.E.L., Restrepo S., Fry W.E., Forbes G.A., Fieland V.J., Cardenas M., Grünwald N.J (2014). "The Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans* originated in central Mexico rather than the Andes". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 111 (24), pp 8791-96.
 58. Gorovits R., Moshe A., Amrani L., Kleinberger R., Anfoka G., Czosnek H (2017), “The six Tomato yellow leaf curl virus genes expressed individually in tomato induce different levels of plant stress response attenuation”, *Cell Stress and Chaperones* 22, pp.345-355.
 59. Green S. K., Tsai W. S., Shih S. L., Black L. L., Rezaian A., Rashid M. H., Roff M. M. N., Myint Y. Y. & Hong L. T. A (2001), “Molecular characterization of begomoviruses associated with leaf curl diseases of tomato in Bangladesh, Laos, Malaysia, Myanmar and Vietnam”, *Plant Disease*, 85, 1286.
 60. Gururani M.A., Upadhyaya C.P., Strasser R.J., Woong Y.J., Park S.W (2012) “Physiological and biochemical responses of transgenic potato plants with altered expression of PSII manganese stabilizing protein”, *Plant Physiol. Biochem*, 58, pp.182-194.
 61. Ha V. C., Le V. H., Tran N. T. & Ngo B. H (2011), “Molecular characterization of tomato leaf curl Hainan virus and tomato leaf curl Hanoi virus in Vietnam”, *J. ISAAS*, 17 (No. 2), pp 70-82.

62. Hamilton J.P., Sim S.C., Stoffel K., Van Deynze A., Buell C.R., Francis D.M (2012), “Single nucleotide polymorphism discovery in cultivated tomato via sequencing by synthesis”, *Plant Genome* (5), pp.17-29.
63. Han C., Jianjun S., Linshan W., Peng T. & Yan Q (2012), “Establishment of CAPS Molecular Marker forTy-1gene Resistant to Tomato Yellow Leaf Curl Disease”, *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 28, pp 195-200.
64. Hanley BL., Bejarano E.R., Robertson D., Mansoor S, (2013), “Geminiviruses: Masters at redirecting and reprogramming plant processes”, *Nat. Rev. Microbiol* (11), pp. 777.
65. Hansen Z.R., Small I.M., Mutschler M., Fry .WE., Smart C.D (2014), “Differential Susceptibility of 39 Tomato Varieties to *Phytophthora infestans* Clonal Lineage US-23”, *Plant Dis*, 98(12), pp 1666-1670.
66. Hanson P.M., Green S.K., Kuo G (2006), “Ty2 gene on chromosome 11 conditioning geminivirus resistance in tomato”, *Rep Tomato Genet Coop*, 56, pp 17-18.
67. Hanson P., Bernacchi D., Green S., Tanksley S.D., Muniyappa V., Padmaja A.S., Chen H., Kuo G., Fang D & Chen J (2000), “Mapping a wild tomato introgression associated with tomato yellow leaf curl virus resistance in a cultivated tomato line”, *J. Amer. Soc. Hort. Sci*, 15, pp 15-20.
68. Hea Y.Z., Wanga Y.M., Yina T.Y., Olivéb E.F., Liua Y.Q., Bowdoinc L.H and Wang X.W (2020), A plant DNA virus replicates in the salivary glands of its insect vector via recruitment of host DNA synthesis machinery, *PNAS*, vol117 (No.29), pp 16928-16937.
69. Henkrar F, Udupa S (2020), “Marker assisted selection in plant breeding”, *Mor. J. Agri. Sci.* 1(5), pp.237-247.
70. Hutton S. F., and Scott J. W (2014), “Ty6, a major begomovirus resistance gene located on chromosome 10”, *Rept. Tomato Genet. Coop.* 64, pp 14-18.

71. Jacob C., Carrasco B., Schwember A.R (2016) “Advances in breeding and biotechnology of legume crops”, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 127, pp. 561-584.
72. Jeske., H (2018), “Barcoding of plant viruses with circular single-stranded DNA based on rolling circle amplification”, *Viruses* 2018, 10, pp 469.
73. Ji Y., Betteray B., Smeets J., Jensen KS., Mejía L., Scott JW., Havey MJ., and Maxwell DP (2007a), “Co-dominant SCAR Markers for Detection of the Ty-3 and Ty-3a Loci from *Solanum chilense* at 25 cM of Chromosome 6 of Tomato”, *Rep Tomato Genet. Coop*, Vol 57, pp 25-28.
74. Ji Y, Scott J.W and Schuster D.J (2009), “Molecular Mapping of *Ty-4*, a New Tomato YellowLeaf Curl Virus Resistance Locus on Chromosome 3 of Tomato” *J Amer Soc Hort Sci*, Vol. 134(2), pp 281-288.
75. Ji Y. & Scott J. W (2006), “*Ty3*, a begomovirus resistance locus linked to *Ty1* on chromosome 6”, *Rept. Tomato Genetics Cooperation*. 56, pp 22-25.
76. Ji Y., Schuster D.J and Scott J.W (2007b), “*Ty3*, a begomovirus resistance locus near the tomato yellow leaf curl virus resistance locus *Ty1* on chromosome 6 of tomato”, *Molecular Breeding*, Vol. 20, pp 271-284.
77. Ji Y., Scott J. W. & Schuster D. J. (2008), “*Ty4*, a tomato yellow leaf curl virus resistance gene on chromosome 3 of tomato”, *Report of the Tomato Genetics Cooperative*, 58, pp. 29-31.
78. Ji Y., Scott J. W., Hanson P., Graham E & Maxweel L. D. P (2007c), “Sources of resistance, inheritance, and location of genetic loci conferring resistance to members of the tomato-infecting begomoviruses”, In: CZOSNEK, H. (ed.) *Tomato Yellow*.
79. Judelson H.S and Blanco F.A (2005), “The spores of *Phytophthora*: weapons of the plant destroyer” *Nature Microbiology Reviews* 3, pp 47-58.
80. Judelson H.S (2017), "Metabolic Diversity and Novelty in the Oomycetes". *Annual Review of Microbiology*. Annual Reviews, 71 (1), pp. 21-39.

81. Kanakala S and Ghanim M (2016), “Implication of the whitefly *Bemisia tabaci* cyclophilin B protein in the transmission of Tomato yellow leaf curl virus. *Front Plant Sci*, 7, p 1702.
82. Kandel D.R., Bedre R.H., Mandadi K.K., Crosby K., Avila C.A., (2019) “Genetic Diversity and Population Structure of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Germplasm Developed by Texas A&M Breeding Programs”, *Am. J. Plant Sci.* 2019, 10, pp1154–1180.
83. Kim M. J & Mutschler M. A (2006), “Characterization of late blight resistance derived from *Solanum pimpinellifolium* L3708 against multiple isolates of the pathogen *Phytophthora infestans*”, *J. Am. Soc. Hortic. Sci*, 131, pp 637-645.
84. Kumar A., Tiwari K.L., Datta D., Singh M (2014), “Marker assisted gene pyramiding for enhanced Tomato leaf curl virus disease resistance in tomato cultivars”, *Biologia Plantarum* 58, pp.792-797.
85. Lapidot M and Friedmann M (2002), “Breeding for resistance to whitefly-transmitted geminiviruses”, *ANN APPL BIOL*, Vol. 140, pp 109-127.
86. Lapidot M., Karniel U., Gelbart D., Fogel D., Evenor D., Kutsher Y., Makhbash, Z., Nahon S., Shlomo H., Chen L (2015), “A novel route controlling begomovirus resistance by the messenger RNA surveillance factor pelota”, *PLoS Genet*, Vol.11, e1005538.
87. Lapidot M. (2007), “Screening for TYLCV- resistant plants using whitefly-mediated inoculation Tomato yellow leaf curl virus Disease”, *Tomato Yellow Leaf Curl Virus Disease book*, pp.329-342.
88. Lee J.H., Chung D.J., Lee J.M., Yeam I (2021), Development and Application of Gene-Specific Markers for Tomato Yellow Leaf Curl Virus Resistance in Both Field and Artificial Infections, *Plants* 2021, Vol.10 (.9), pp.1-17.
89. Ly Q.Z.H., Zhang Z., Lu S., Wang Y., Yang G., Zhang X and Yipeng Q (2012), “Identification of random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker of Ph-3 gene for late blight resistance in tomato”, *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(52), pp. 11372-11376

90. Li W.H., Mou D.F., Hsieh C.K., Weng S.H., Tsai W.S., Tsai C.W (2021), “Vector Transmission of Tomato Yellow Leaf Curl Thailand Virus by the Whitefly *Bemisia tabaci*: Circulative or Propagative”, *Insects* 2021, 12, p 181.
91. Luo C., Jones C.M., Devine G., Zhang F., Denholm I., Gorman K (2010), “Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* biotype Q (Hemiptera: Aleyrodidae) from China”, *Crop Prot.* No.29, pp. 429-434.
92. Mabvakure B., Martin D.P., Kraberger S., Cloete L., Brunshot S., Geering A.D.W., Thomas J.E., Bananej K., Lett J.M., Lefevre P (2016), “Ongoing geographical spread of Tomato yellow leaf curl virus”, *Virology* 2016, 498, pp. 257-264.
93. Marchant W.G., Gautam S., Hutton S.F and Srinivasan R, (2020), “Tomato Yellow Leaf Curl Virus-Resistant and -Susceptible Tomato Genotypes Similarly Impact the Virus Population Genetics”, *Front. Plant Sci*, 112, p148.
94. Matthew D. R., Mohammed A.T. M., Panthee D.R., Randolph G., Gardner, David M., Francis, Mikel R. S (2013), “Marker-assisted Selection for Coupling Phase Resistance to Tomato spotted wilt virus and *Phytophthora infestans* (Late Blight) in Tomato”, *Hortscience*, Vol. 45(10), pp. 113-117.
95. McGrath M.T., Menasha S.R., and LaMarsh K.A (2014), “*Evaluation of late blight resistant tomato cultivars on Long Island*”, Plant disease management reports, 8:V195. Cornell University and Cornell Cooperative Extension, LIHREC, SA 3019, NY 11901.
96. Merk HL., Ashrafi H., Foolad MR (2012), “Selective genotyping to identify late blight resistance gens in an accession of the tomato wild species *Solanum pimpinellifolium*”, *Euphytica* 187, pp. 63-75.
97. Merk HL, Foolad MR (2012), “Parent-offspring correlation estimate of heritability for late blight resistance conferred by an accession of the tomato wild species *Solanum pimpinellifolium*”, *Plant Breeding*, 131, pp. 203-210.

98. Miklas P.N., Kelly J.D., Beebe S.E., Blair M.W (2006), “Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding”, *Euphytica*, 147, pp.105-131.
99. Mizubuti E.S.G (2005), “Custo da requeima” *Cultivar - Hortaliças e Frutas*, 32, pp. 23-26.
100. Monteiro F.P., Ogoshi. C., Maindra. L.C., Becker. W.F (2018), “Culture medium based on tomato leaves for abundant production of conidia from *Septoria lycopersici*” *Asian J. Agric. Res*, 3, pp. 1-6.
101. Moreau P., Thoquet P., Olivier J., Laterrot H and Grimsley N (1998), “Genetic mapping of Ph-2, a single locus controlling partial resistance to *Phytophthora infestans* in tomato”, *Molecular Plant-Microbe Interact*, 11, pp. 259-268.
102. Mustansar M, Yasir I, Qaiser S, Farazia H, Aqleem A, Usama A, Muhammad S, (2020), A brief description of tomato leaf curl virus and its management, (2020), *Plant Protection*, 04 (03), pp.137-147.
103. Nelson H.E., (2006), “Bioassay to detect small differences in resistance of tomato to late blight according to leaf age, leaf and leaflet position, and plant age”, *Australasian Plant Pathology*, 35, pp. 297- 301.
104. Nevame A.Y.M., Xia L., Nchongboh C.G, Hasan M.M., Alam M.A., Yongbo L., Wenting Z., Yafei H., Emon R.M., Ismail M.R., Efiuse A., Gang S., Wenhui L., Longting S (2018), “Development of a new molecular marker for the resistance to tomato yellow leaf curl virus”, *BioMed Research International* 2018, pp.1-10. DOI 10.1155/2018/8120281.
105. Niederhauser JS (1991), “*Phytophthora infestans*”, The Mexican connection, In Lucas JA, Shattock RC, Shaw DS, Cooke LR, eds. *Phytophthora*, Cambridge, UK: Cambridge University press, pp.24-45.
106. Nowicki M., Foolad MR., Nowakowska M (2012), “Potato and Tomato Late Blight Caused by *Phytophthora infestans*: An Overview of Pathology and Resistance Breeding”, *Plant Disease* 96(1), pp. 4-17.

107. Ohnishi J., Yamaguchi H., and Saito A (2016), “Analysis of the mild strain of tomato yellow leaf curl virus, which overcomes Ty-2 gene-mediated resistance in tomato line H24”, *Arch. Virol.* 161, pp. 2207-2217.
108. Osei M.K., Prempeh R., Adjebeng-Danquah J., Opoku J.A., Danquah A., Danquah E., Blay E., Adu-Dapaah H (2018), “Marker-Assisted Selection (MAS): A fast-track tool in tomato breeding”, *Recent Advances in Tomato Breeding and Production*. Intech Open.
109. Panthee D.R, and Foolad M.R (2012), “A reexamination of molecular markers for use in marker-assisted breeding in tomato”, *Euphytica*, 184, pp. 165-179.
110. Park H. P., Chae Y., Kim H. R., Chung K. H., Oh D.G & Kim K.T (2010), “Development of a SCAR marker linked to *Ph3* in *Solanum ssp*”, *Korean J. Breed. Sci.*, 42:139-143.
111. Peirce L. C (1971), “Linkage tests with Ph conditioning resistance to race 0, *Phytophthora infestans*”, *Rep. Tomato Genet. Coop.* 21:30.
112. Pico B., Diez M.J., and Nuez F (1996), “Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. II. The tomato yellow leaf curl virus”, *Sci Hortic.* Vol. 67, pp.151-196.
113. Prasanna H. C., Sinha D. P., Raia G. K., Krishna R., Kashyapa S. P., Singha N. K., Singhaand. Malath M. V, (2014), “Pyramiding Ty-2 and Ty-3 genes for resistance tomonopartite and bipartite tomato leaf curl viruses of India”, *Plant Pathology*, 10.1111/ppa.12267, pp.1-9.
114. Raigón M.D., García-Martínez M.D and Chiriác O.P (2022), “Nutritional Characterization of a Traditional Cultivar of Tomato Grown Under Organic Conditions-cv”, *Front. Nutr.*, 8:810812.
115. Ramadan M. A., Khalil K. I., Roby M. H. E.I and Othman A. S (2021), “Quality characteristics of Tomato Fruits for processing based on chemical composition and functional compounds in response to fertilization rate with potassium humate”, *FJARD VOL.* 35(2), pp. 245-258.

116. Rehman M., Chakraborty P., Tanti B., Mandal B., Ghosh A (2021),” Occurrence of a new cryptic species of *Bemisia tabaci*” (Hemiptera: Aleyrodidae): *an updated record of cryptic diversity in India. Phytoparasitica* , 49: pp. 869-882
117. Reza S., Samuel F. Hu., and Jay W. S (2015), “Designing new DNA markers and determining the effective size of Ph-2 and Ph-3 introgressions for late blight resistance stacking purposes in tomato”, *TGC REPORT* , Vol 65.
118. Riley D. G and Srinivasan R, (2019), Integrated management of tomato yellow leaf curl virus and its whitefly vector in tomato, *J. Econ. Ent.* 112, 1526–1540. doi: 10.1093/jee/toz051.
119. Rivera P.A. and Molina-Galan J (1989), “Wild tuber - bearing species of solanum and incidence of phytophthora infestans (Mont) de Bary on the western slopes of the volcano Nevando de toluca.1. Solanum species”, *Potato Res.*, 32, pp. 181-195.
120. Robbins, M.D., Masud, M.A., Panthee, D.R., Gardner, R.G., Francis, D.M. and Stevens, M.R, (2010), “Marker-assisted selection for coupling phase resistance to tomato spotted wilt virus and *Phytophthora infestans* (late blight) in tomato”, *HortScience*, 45(10), pp.1424-1428.
121. Ruman M.D.H., Tabassum S., Nessa K.M., Islam M.N (2017), “*Discovery of Tomato Leaf Curl Virus (ToLCV) Resistant Ty Genes from Local Tomato Varieties of Bangladesh*”. GNOBB - Conference, December 29 -30, 2017.
122. Rybicki E.P (2015), “A Top Ten list for economically important plant viruses”, *Arch. Virol.* 2015, 160, pp. 17-20.
123. Sanoubar. R and Barbanti. L, (2017), “Fungal diseases on tomato plant under greenhouse condition”, *Eur. J. Biol. Res.* 2017, 7, pp. 299-308.
124. Scott J.W., Hutton S.F., Freeman J.H, (2015), “Fla. 8638B and Fla. 8624 tomato breeding lines with begomovirus resistance genes ty-5 plus Ty-6 and Ty-6, respectively”, *HortScience* 50(9), pp.1405-1407
125. Shen. X., Yan. Z., Wang. X., Wang. Y., Arens. M., Du. Y., Visser RGF., Kormelink. R., Bai. Y and Wolters A-MA (2020), “The NLR Protein Encoded by the Resistance Gene Ty-2 Is Triggered by the Replication

- Associated Protein Rep/C1 of Tomato Yellow Leaf Curl Virus”, *Frontiers in Plant Science*, v.11: 545306.
126. Sherin A. M and Heba A. M (2019), “A Comparison between CAPS and SCAR Markers in the Detection of Resistance Genes in some Tomato Genotypes against Tomato Yellow Leaf Curl Virus and Whitefly”, *Jordan Journal of Biological Sciences*, V.12 (2), pp. 123-133.
 127. Siddiqui MW., Ayalazavala J.F., Dhua R.S (2015), “Genotypic variation in tomatoes affecting processing and antioxidant attributes”, *Crit Rev Food Sci Nutr*, 55, pp.1819-1835.
 128. Singh A.K., Pan R.S., Bhavana P., Srivastava A and Seth T (2017), “Quality and nutritional composition in tomato fruit at different stages of maturity”. *Vegetable Science*, 44 (2), pp. 49-52.
 129. Singh R.K., Rai N., Singh AK., Kumar P., Singh B (2019), “A critical review on Tomato leaf curl virus resistance in tomato”, *International Journal of Vegetable Science* 25, pp. 373-393.
 130. Sobkowiak S. and Śliwka J. (2017), “Phytophthora infestans: isolation of pure cultures, storage and inoculum preparation”, *Plant breeding and seed science*, Vol. 76, pp. 9-15.
 131. Tewodros M (2017), “The Effects of a Low Toxicity Pesticide on potato Late Blight, Tomato Leaf miner, Potato Tuber Moth and its Major Parasitoid in Potato and Tomato Intercrops”, *PhD dissertation*, Addis Ababa University, College Natural science, Ethiopia, pp. 23- 54.
 132. Truong H. H. T., Tran N.H., Choi H.S., Park P.H. and Lee H. E. (2013), “Development of a co-dominant SCAR marker linked to the *Ph3* gene for *Phytophthora infestans* resistance in tomato (*Solanum lycopersicum*)”, *Eur. J. Plant Pathol*, Vol.136, pp. 237-245.
 133. **Wang Y.**, Chien H.C., Annika H., Yun C.H., Shu F.L., **Wang J.F.**, Hanson P (2016) “Evaluation of the *Ph-3* gene-specific marker developed for marker-assisted selection of late blight-resistant tomato”, *Plant Breeding*, 135, pp.636-642.

134. Welegama T., Mohd Y., Rafi., Khairulmazmi A., Shairul R., Yusuff O (2021), “Development of high yield and tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) resistance using conventional and molecular approaches”, *BIOCELL*, Vol.46, No.12, pp. 1-11.
135. Xu Y., Crouch J.H (2008), “Marker-assisted selection in plant breeding: from publication to practice”, *Crop Sci.* (48), pp.391-407
136. Yamaguchi H., Ohnishi J., Saito A., Ohyama A., Nunome T., Miyatake K., Fukuoka H (2018), “An NB-LRR gene, TYNBS1, is responsible for resistance mediated by the Ty-2 Begomovirus resistance locus of tomato”, *Theor. Appl. Genet*, vol.131, pp.1345-1362.
137. Yan. Z., Wolters. A.M.A., Navas-Castillo. J., Bai. Y (2021), “The Global Dimension of Tomato Yellow Leaf Curl Disease: Current Status and Breeding Perspectives”, *Microorganisms* 2021, 9, 740, pp.1-19.
138. Yang X., Caro M., Hutton SF., Scott JW., Guo Y., Wang X., Rashid MH., Szinay D., de Jong H., Visser RG., Bai Y., Du Y (2014), “Fine mapping of the Tomato yellow leaf curl virus resistance gene Ty-2 on chromosome 11 of tomato”, *Mol Breed.*, 34, pp. 749-760.
139. Zamir D., M.I. Eckstein, Y. Zakay, N. Navot, M. Zeidan, M. Sarfatti, Y. Eshed, E. Harel, T. Pleban, H. Van-Oss, N. Kedar, H. Rabinowitch and H. Czosnek (1994), “Mapping and introgression of a tomato yellow leaf curl virus tolerance, Ty1 ”, *Theor. Appl. Genet.*, 88:141-146.
140. Zengin S., Aylin K and Hülya İlbi (2019), “Determination of the relationship between some morphological traits of the tomato lines and resistance tomato yellow leaf curl virus disease”, *Research Square*.
141. Zhang C., Liu L., Wang X., Vossen J., Li G., Li T., Zheng Z., Gao J., Guo Y., Visser RG., Li J., Bai Y., Du Y (2014), “The *Ph3* gene from *Solanum pimpinellifolium* encodes CC-NBS-LRR protein conferring resistance to *Phytophthora infestans*”, *Theor Appl Genet*, 127, pp. 1353-1364.

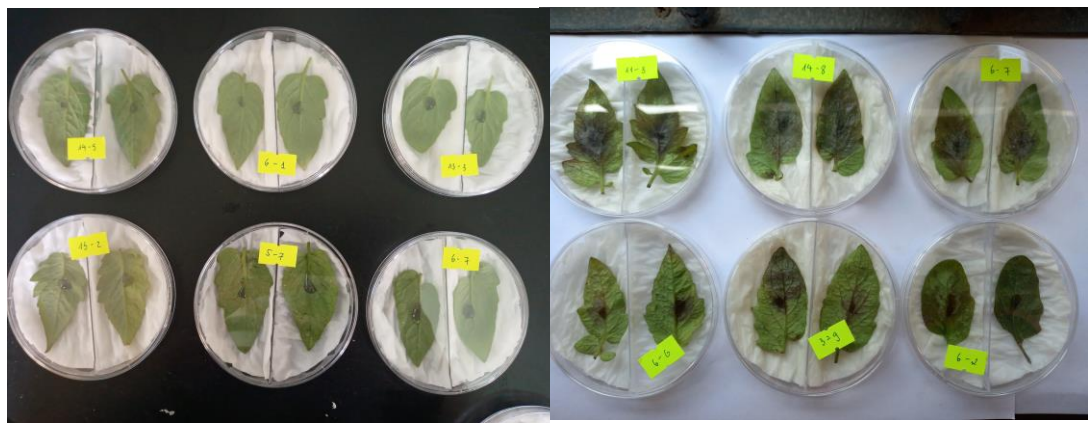
142. Zhe Y., Anne M., Wolters., Jesús N.C and Bai Y, (2021), “The Global Dimension of Tomato Yellow Leaf Curl Disease: Current Status and Breeding Perspectives”, *Microorganisms*, Vol.9, pp. 740
143. Zhi X., Shu J., Zheng Z., Li T., Sun X., Bai J., Cui Y., Wang X., Huang Z., Guo Y., Du Y., Yang Y., Liu L and Li J (2021), “Fine Mapping of the Ph-2 Gene Conferring Resistance to Late Blight (*Phytophthora infestans*) in Tomato”, *Plant Diseases*, Vol.105, pp. 851-858.
144. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.03.015>

PHỤ LỤC

I. MỘT SỐ HÌNH ẢNH NGHIÊN CỨU



Hình 4.1. Cắm thẻ đánh dấu cá thể trong quần thể phân ly F2



Hình 4.2. Lây nhiễm bệnh nhân tạo bệnh mốc sương



Hình 4.3. Dòng cà chua TP130 tại Gia Lâm, Hà Nội



Hình 4.4. Dòng cà chua triển vọng TP130 tại Gia Lâm, Hà Nội



Hình 4.5. Dòng cà chua triển vọng P7 tại Gia Lâm Hà Nội



Hình 4.6. Dòng cà chua triển vọng TP135 tại Sóc sơn, Hà Nội



Hình 4.7. Mô hình trồng cà chua theo Vietgap dòng cà chua TP135 tại Sóc Sơn, Hà Nội



Hình 4.8. Đánh giá khả năng kháng bệnh xoắn vàng lá các dòng bằng lây nhiễm nhân tạo



Hình 4.9. Dòng cà chua TP130 và TP135 tại Vĩnh Bảo, Hải Phòng

II. MỘT SỐ BẢNG BIỂU SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU

Bảng 3.1. Danh mục nguồn gen nghiên cứu

TT	Ký hiệu/Tên giống	Nguồn gốc/nơi thu thập	Loài
1	Ba Lan trắng	Viện CLT và CTP	<i>S. lycopersicum</i>
2	Hồng lan	Viện CLT và CTP	<i>S. lycopersicum</i>
3	Cà chua múi	<i>Trung tâm Tài nguyên Thực vật Việt Nam</i>	<i>S. lycopersicum</i>
4	Cà chua thóc	<i>Trung tâm Tài nguyên Thực vật Việt Nam</i>	<i>S. lycopersicum</i>
5	Cà chua miêng	<i>Trung tâm Tài nguyên Thực vật Việt Nam</i>	<i>S. lycopersicum</i>
6	Cà chua Pháp	Ân Thi, Hưng Yên	<i>S. lycopersicum</i>
7	Cà chua ta	Hữu Lũng, Lạng Sơn	<i>S. lycopersicum</i>
8	Cà chua bi	Tiên Nữ, Hưng Yên	<i>S. lycopersicum</i>
9	Khía xôm nôi	<i>Trung tâm Tài nguyên Thực vật Việt Nam</i>	<i>S. lycopersicum</i>
10	Chí nữ Xúa	<i>Trung tâm Tài nguyên Thực vật Việt Nam</i>	<i>S. lycopersicum</i>
11	Mái chẻ	<i>Trung tâm Tài nguyên Thực vật Việt Nam</i>	<i>S. lycopersicum</i>
12	Cà chua đá	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
13	Cà chua hồng	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
14	Cà chua Hà Lan	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
15	Cà dây Đông Anh	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
16	Múi Hà Nội	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
17	Múi Hải Phòng	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
18	Cà chua Nhật	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
19	Cà chua vàng	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
20	Cà chua đóm	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
21	Múi quả vàng	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
22	Cà bát	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
23	Cà chua khế	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
24	Cà chua hồ lô	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
25	Cà chua nhót	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>

TT	Ký hiệu/Tên giống	Nguồn gốc/nơi thu thập	Loài
26	Cà chua ớt	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
27	Cà chua ruột nâu	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
28	Dòng H1	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
29	Dòng H2	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
30	Dòng H3	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
31	Dòng H4	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
32	Dòng H5	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
33	Dòng H6	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
34	Dòng H7	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
35	Dòng H8	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
36	Dòng H9	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
37	Dòng H10	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
38	Dòng H11	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
39	Dòng H12	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
40	Dòng H13	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
41	Dòng H14	Trung tâm Bảo tồn và PT Nguồn gen Cây Trồng	<i>S. lycopersicum</i>
42	Cn01	Viện Nông nghiệp Quảng Tây, Trung Quốc	<i>S. lycopersicum</i>
43	Cn02	Viện Nông nghiệp Quảng Tây, Trung Quốc	<i>S. lycopersicum</i>
44	Cn03	Viện Nông nghiệp Quảng Tây, Trung Quốc	<i>S. lycopersicum</i>
45	Cn04	Viện Nông nghiệp Quảng Tây, Trung Quốc	<i>S. lycopersicum</i>
46	Cn05	Viện Nông nghiệp Quảng Tây, Trung Quốc	<i>S. lycopersicum</i>
47	Cn06	Viện Nông nghiệp Quảng Tây, Trung Quốc	<i>S. lycopersicum</i>
48	Cn07	Viện Nông nghiệp Quảng Tây, Trung Quốc	<i>S. lycopersicum</i>
49	Cn08	Viện Nông nghiệp Quảng Tây, Trung Quốc	<i>S. lycopersicum</i>
50	Cn09	Viện Nông nghiệp Quảng Tây, Trung Quốc	<i>S. lycopersicum</i>
51	Jp01	Đại học Kyushu, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
52	Jp02	Đại học Kyushu, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>

TT	Ký hiệu/Tên giống	Nguồn gốc/nơi thu thập	Loài
53	Jp03	Đại học Kyushu, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
54	Jp04	Đại học Kyushu, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
55	Jp05	Đại học Kyushu, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
56	Jp06	Đại học Kyushu, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
57	Jp07	Đại học Kagoshima, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
58	Jp08	Đại học Kagoshima, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
59	Jp09	Đại học Kagoshima, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
60	Jp10	Đại học Kagoshima, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
61	Jp11	Đại học Kagoshima, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
62	Jp12	Đại học Kagoshima, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
63	Jp13	Đại học Kagoshima, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
64	Jp14	Đại học Kagoshima, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
65	Jp15	Đại học Kagoshima, Nhật Bản	<i>S. lycopersicum</i>
66	Fr01	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
67	Fr02	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
68	Fr03	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
69	Fr04	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
70	Fr05	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
71	Fr06	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
72	Fr07	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
73	Fr08	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
74	Fr09	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
75	Fr10	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
76	Fr11	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
77	Fr12	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
78	Fr13	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
79	Fr14	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>

TT	Ký hiệu/Tên giống	Nguồn gốc/nơi thu thập	Loài
80	Fr15	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
81	Fr16	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
82	Fr17	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
83	Fr18	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
84	Fr19	Université Picardie et Jules Verne Amiens (Pháp)	<i>S. lycopersicum</i>
85	Fr20	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
86	Fr21	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
87	Fr22	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
88	Fr23	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
89	Fr24	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
90	Fr25	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
91	Fr26	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
92	Fr27	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
93	Fr28	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
94	Fr29	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
95	Fr30	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
96	Fr31	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
97	Fr32	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
98	Fr33	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
99	Fr34	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
100	Fr35	Phòng thí nghiệm Nancy, Pháp	<i>S. lycopersicum</i>
101	AVRDC101	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
102	AVRDC102	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
103	AVRDC109	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
104	AVRDC110	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
105	AVRDC111	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
106	AVRDC112	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>

TT	Ký hiệu/Tên giống	Nguồn gốc/nơi thu thập	Loài
107	AVRDC113	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
108	AVRDC114	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
109	AVRDC115	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
110	AVRDC120	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
111	AVRDC121	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
112	AVRDC122	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
113	AVRDC123	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
114	AVRDC124	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
115	AVRDC125	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
116	AVRDC126	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
117	AVRDC127	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
118	AVRDC128	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
119	AVRDC129	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
120	AVRDC130	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
121	AVRDC131	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
122	AVRDC132	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
123	AVRDC133	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
124	AVRDC134	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
125	AVRDC135	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
126	AV6RDC13	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
127	AVRDC137	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
128	AVRDC138	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
129	AVRDC139	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
130	AVRDC140	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
131	AVRDC141	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
132	AVRDC142	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
133	AVRDC143	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>

TT	Ký hiệu/Tên giống	Nguồn gốc/nơi thu thập	Loài
134	AVRDC144	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. chilense</i>
135	AVRDC148	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
136	AVRDC149	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
137	AVRDC150	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. Chilense</i>
138	AVRDC151	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
139	AVRDC152	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
140	AVRDC153	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
141	AVRDC154	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
142	AV5RDC15	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
143	AVRDC156	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
144	AVRDC157	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
145	AVRDC158	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. chilense</i>
146	AVRDC159	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. chilense</i>
147	AVRDC160	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. chilense</i>
148	AVRDC161	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
149	AVRDC162	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
150	AVRDC163	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
151	AVRDC164	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
152	AVRDC165	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
153	AVRDC166	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
154	AVRDC167	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
155	AVRDC168	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
156	AVRDC169	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
157	AVRDC170	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
158	AVRDC176	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
159	AVRDC179	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
160	AVRDC180	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>

TT	Ký hiệu/Tên giống	Nguồn gốc/nơi thu thập	Loài
161	AVRDC181	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
162	AVRDC182	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
163	AVRDC183	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
164	AVRDC184	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
165	AVRDC185	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
166	AVRDC186	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
167	AVRDC187	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. Chilense</i>
168	AVRDC188	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. Chilense</i>
169	AVRDC189	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
170	AVRDC190	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. Chilense</i>
171	AVRDC191	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
172	AVRDC192	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
173	AVRDC193	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
174	AVRDC194	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
175	AVRDC195	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
176	AVRDC196	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
177	AVRDC197	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
178	AVRDC198	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
179	AVRDC199	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
180	AVRDC200	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
181	AVRDC201	Viện nghiên cứu rau Châu á	<i>S. lycopersicum</i>
182	Ru01	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
183	Ru02	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
184	Ru03	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
185	Ru04	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
186	Ru05	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
187	Ru06	Nga	<i>S. lycopersicum</i>

TT	Ký hiệu/Tên giống	Nguồn gốc/nơi thu thập	Loài
188	Ru07	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
189	Ru08	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
190	Ru09	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
191	Ru10	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
192	Ru11	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
193	Ru12	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
194	Ru13	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
195	Ru14	Nga	<i>S. lycopersicum</i>
196	Is01	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
197	Is02	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
198	Is03	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
199	Is04	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
200	Is5	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
201	Is6	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
202	Is11	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
203	Is12	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
204	Is13	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
205	Is14	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
206	Is19	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
207	Is20	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
208	Is21	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
209	Is22	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
210	Is23	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
211	Is24	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
212	Is24	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
213	Is26	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
214	Is27	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>

TT	Ký hiệu/Tên giống	Nguồn gốc/nơi thu thập	Loài
215	Is31	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
216	Is34	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
217	Is35	Trường Đại Học Ben Gurion's, Iserel	<i>S. lycopersicum</i>
218	Us01	University of California, Davis (Mỹ)	<i>S. lycopersicum</i>
219	Us02	University of California, Davis (Mỹ)	<i>S. lycopersicum</i>
220	Us03	University of California, Davis (Mỹ)	<i>S. lycopersicum</i>
221	Us04	University of California, Davis (Mỹ)	<i>S. lycopersicum</i>
222	Us05	University of California, Davis (Mỹ)	<i>S. lycopersicum</i>
223	Us06	University of California, Davis (Mỹ)	<i>S. lycopersicum</i>
224	Us07	University of California, Davis (Mỹ)	<i>S. lycopersicum</i>
225	Us08	Purdue University (Mỹ)	<i>S. lycopersicum</i>
226	Us09	Purdue University (Mỹ)	<i>S. lycopersicum</i>
227	Us10	Purdue University (Mỹ)	<i>S. lycopersicum</i>
228	Us11	University of San Carlos, Guatemala	<i>S. lycopersicum</i>
229	Us12	University of San Carlos, Guatemala	<i>S. lycopersicum</i>
230	Us13	University of San Carlos, Guatemala	<i>S. lycopersicum</i>

Bảng 3.2. Thời gian các giai đoạn sinh trưởng và một số đặc điểm hình thái, cấu trúc cây

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
1	Ba Lan trắng	HH	21	58	105	Xanh	KLC	29,0	7,0	64,5
2	Hồng lan	BHH	28	65	120	Xanh	KLC	32,0	10,3	98,5
3	Cà chua múi	BHH	27	67	115	Xanh	KLC	32,0	9,5	94,0
4	Cà chua thóc	BHH	27	66	115	Xanh	KLC	36,0	9,3	109,0
5	Cà chua miêng	HH	23	59	110	Xanh đậm	KLC	32,0	6,3	63,6
6	Cà chua Pháp	BHH	27	66	120	Xanh nhạt	KLC	44,0	8,3	112,0
5	Cà chua ta	HH	24	59	115	Xanh	KLC	36,0	7,3	65,0
8	Cà chua bi	VH	34	84	-	Xanh	KLC	46,5	11,5	-
9	Khía xôm nội	HH	24	56	110	Xanh	KLC	25,0	6,5	60,5
10	Chí nữ Xúa	BHH	27	70	125	Xanh đậm	KLC	28,0	8,0	90,0
11	Mái chẻ	BHH	27	67	117	Xanh	KLC	30,0	10,0	95,0
12	Cà chua đá	HH	24	59	104	Xanh nhạt	KLC	30,0	7,6	63,6
13	Cà chua hồng	BHH	28	65	121	Xanh	KLC	36,0	9,6	97,5
14	Cà chua Hà Lan	VH	34	79	-	Xanh	KLC	47,0	11,3	-
15	Cà dây Đông Anh	BHH	24	66	118	Xanh	KLC	30,5	8,9	109,5
16	Múi Hà Nội	BHH	23	65	118	Xanh	KLC	35,0	8,9	90,0
17	Múi Hải Phòng	BHH	23	65	115	Xanh	KLC	33,3	7,5	105,0
18	Cà chua Nhật	VH	33	78	-	Xanh nhạt	KLC	45,5	10,3	-
19	Cà chua vàng	BHH	26	63	115	Xanh	KLC	32,5	9,6	96,5
20	Cà chua đóm	HH	24	59	104	Xanh	KLC	22,3	7,0	56,0

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
21	Múi quả vàng	HH	24	57	107	Xanh	KLC	42,5	6,5	65,0
22	Cà bát	HH	21	55	107	Xanh đậm	KLC	33,6	6,9	65,9
23	Cà chua khế	BHH	26	62	120	Xanh	KLC	42,5	7,9	100,0
24	Cà chua hồ lô	BHH	29	67	115	Xanh đậm	KLC	30,5	8,5	118,0
25	Cà chua nhót	VH	34	80	-	Xanh	KLC	46,5	8,9	-
26	Cà chua ớt	VH	34	77	-	Xanh	KLC	53,0	9,3	-
27	Cà chua ruột nâu	BHH	27	65	116	Xanh đậm	KLC	44,8	8,5	112,5
28	Dòng H1	BHH	28	64	115	Xanh	KLC	36,3	9,0	115,0
29	Dòng H2	BHH	28	66	115	Xanh	KLC	40,5	9,3	110,0
30	Dòng H3	BHH	26	65	115	Xanh đậm	KLC	40,7	8,6	102,2
31	Dòng H4	BHH	25	63	117	Xanh nhạt	KLC	35,2	7,3	90,2
32	Dòng H5	BHH	27	65	117	Xanh đậm	KLC	40,0	7,9	109,6
33	Dòng H6	BHH	26	68	117	Xanh đậm	KLC	37,5	7,0	100,0
34	Dòng H7	BHH	25	68	119	Xanh nhạt	KLC	41,8	8,6	115,6
35	Dòng H8	BHH	26	65	115	Xanh	KLC	37,7	7,3	76,0
	Dòng H9	BHH	26	65	115	Xanh	KLC	47,0	9,6	120,0
37	Dòng H10	BHH	29	69	120	Xanh đậm	KLC	45,2	9,3	100,6
38	Dòng H11	HH	22	55	102	Xanh nhạt	KLC	32,0	6,5	64,3
39	Dòng H12	BHH	29	68	125	Xanh	KLC	35,1	8,3	112,5
40	Dòng H13	BHH	26	65	120	Xanh	KT	36,5	7,6	90,0
41	Dòng H14	BHH	26	62	112	Xanh	KLC	36,8	8,9	112,0
42	Cn01	BHH	29	64	116	Xanh	KLC	42,3	10,0	118,0

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
43	Cn02	BHH	30	65	119	Xanh	Khoai tây	46,5	10,3	106,0
44	Cn03	BHH	29	64	116	Xanh đậm	Khoai tây	41,0	9,0	108,0
45	Cn04	BHH	28	66	118	Xanh đậm	KLC	38,0	8,9	115,0
46	Cn05	BHH	38	66	115	Xanh	KT	46,3	10,3	122,6
47	Cn06	BHH	27	64	115	Xanh	KLC	38,0	7,3	95,0
48	Cn07	HH	22	54	105	Xanh đậm	KLC	40,5	6,9	63,0
49	Cn08	BHH	35	80	-	Xanh	KLC	50,5	10,3	110,0
50	Cn09	VH	34	76	-	Xanh	KLC	56,6	11,6	-
51	Jp01	VH	37	75	-	Xanh	KLC	50,0	9,9	-
52	Jp02	BHH	26	66	125	Xanh đậm	KLC	39,3	8,0	96,0
53	Jp03	VH	32	76	-	Xanh	KLC	49,6	10,3	-
54	Jp04	VH	32	80	-	Xanh	KLC	47,3	9,9	-
55	Jp05	VH	32	82	-	Xanh	Khoai tây	52,0	10,9	-
56	Jp06	BHH	24	67	118	Xanh đậm	KLC	43,8	7,3	108,4
57	Jp07	VH	35	83	-	Xanh	KLC	50,3	10,5	-
58	Jp08	VH	36	88	-	Xanh	KLC	52,6	11,0	-
59	Jp09	VH	29	65	125	Xanh đậm	Khoai tây	40,9	7,6	-
60	Jp10	BHH	27	67	130	Xanh đậm	KLC	40,3	7,3	98,0
61	Jp11	VH	33	82	-	Xanh	KLC	55,5	9,3	-
62	Jp12	BHH	28	63	118	Xanh đậm	KLC	40,6	7,0	95,0
63	Jp13	BHH	27	69	122	Xanh đậm	KLC	37,5	8,3	110,0
64	Jp14	VH	26	85	-	Xanh	KLC	51,5	9,3	-

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
65	Jp15	BHH	28	68	120	Xanh	KLC	34,0	8,0	97,9
66	Fr01	BHH	26	66	118	Xanh	Khoai tây	41,0	7,0	108,,
67	Fr02	VH	36	86	-	Xanh nhạt	Khoai tây	53,3	9,9	-
68	Fr03	VH	32	82	-	Xanh nhạt	Khoai tây	40,9	9,5	-
69	Fr04	HH	22	56	105	Xanh	KLC	42,0	6,6	62,5
70	Fr05	BHH	27	67	117	Xanh	KLC	43,5	8,0	98,0
71	Fr06	VH	32	81	-	Xanh	KLC	50,3	9,0	-
72	Fr07	BHH	27	66	117	Xanh	KLC	46,0	8,6	99,0
73	Fr08	BHH	27	68	117	Xanh	KLC	40,5	7,9	90,0
74	Fr09	BHH	26	66	115	Xanh	KLC	32,9	8,3	88,5
75	Fr10	BHH	26	64	15	Xanh đậm	KLC	38,0	8,6	95,0
76	Fr11	VH	42	85	-	Xanh	KLC*	61,5	13,6	-
77	Fr12	HH	23	67	105	Xanh	KLC	30,5	6,0	58,0
78	Fr13	HH	25	69	109	Xanh đậm	KLC*	35,0	6,9	63,5
79	Fr14	VH	39	80	-	Xanh nhạt	KLC	55,3	9,6	-
80	Fr15	VH	34	83	-	Xanh nhạt	KLC	49,5	9,3	-
81	Fr16	VH	35	84	-	Xanh	KLC	51,0	10,0	-
82	Fr17	VH	34	83	-	Xanh	KLC	53,3	11,0	-
83	Fr18	BHH	26	70	128	Xanh đậm	KLC	42,0	8,0	95,0
84	Fr19	VH	34	83	-	Xanh	KLC	49,9	9,9	-
85	Fr20	BHH	25	62	115	Xanh đậm	KLC	37,9	7,6	98,3
86	Fr21	VH	36	81	-	Xanh	KLC	49,3	10,6	-

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
87	Fr22	VH	36	75	-	Xanh	KLC	47,6	11,0	-
88	Fr23	BHH	26	70	130	Xanh đậm	KLC	48,3	7,3	104,0
89	Fr24	VH	34	80	-	Xanh nhạt	KLC	50,5	10,3	-
90	Fr25	VH	44	86	-	Xanh nhạt	KLC*	54,0	10,9	-
91	Fr26	VH	42	85	-	Xanh	KLC*	52,0	9,5	-
92	Fr27	BHH	27	65	120	Xanh	KLC	40,3	7,5	97,5
93	Fr28	BHH	27	62	118	Xanh đậm	KLC	39,5	8,0	120,2
94	Fr29	VH	34	76	-	Xanh	KLC	55,0	11,0	-
95	Fr30	HH	25	59	102	Xanh	KLC	39,3	9,5	64,5
96	Fr31	HH	23	58	106	Xanh	KLC	33,0	6,3	57,6
97	Fr32	BHH	26	62	123	Xanh	KLC	32,9	7,5	95,0
98	Fr33	HH	22	55	102	Xanh đậm	KLC	34,3	6,6	64,5
99	Fr34	BHH	28	67	123	Xanh đậm	KLC	42,3	7,9	96,0
100	Fr35	VH	34	73	-	Xanh	KLC	50,5	10,5	-
101	AVRDC101	BHH	26	64	120	Xanh	KLC	32,5	7,0	94,5
102	AVRDC102	VH	31	77	-	Xanh	KLC	48,3	10,5	-
103	AVRDC109	VH	39	80	-	Xanh	KLC	45,0	10,3	-
104	AVRDC110	HH	22	55	101	Xanh	KLC	26,5	6,5	59,0
105	AVRDC111	VH	31	71	-	Xanh	KLC	47,5	9,9	-
106	AVRDC112	VH	38	76	-	Xanh	KLC	50,6	10,5	-
107	AVRDC113	BHH	27	65	121	Xanh đậm	KLC	39,9	8,6	99,5
108	AVRDC114	BHH	27	65	125	Xanh đậm	KLC	38,0	8,0	95,0

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
109	AVRDC115	HH	24	57	103	Xanh	KLC	32,3	6,9	61,2
110	AVRDC120	HH	23	56	106	Xanh	KLC	35,5	6,0	64,0
111	AVRDC121	VH	39	76	-	Xanh nhạt	KLC	45,0	12,0	-
112	AVRDC122	VH	38	78	-	Xanh nhạt	KLC	51,0	12,9	-
113	AVRDC123	VH	37	75	-	Xanh nhạt	KLC	48,6	11,6	-
114	AVRDC124	BHH	26	62	123	Xanh đậm	KLC	42,5	8,6	111,5
115	AVRDC125	BHH	27	64	125	Xanh đậm	KLC	37,5	8,3	101,5
116	AVRDC126	BHH	29	62	121	Xanh	KLC	40,9	8,6	116,6
117	AVRDC127	HH	23	58	102	Xanh	KLC	32,5	6,3	56,3
118	AVRDC128	HH	23	55	100	Xanh	KLC	26,5	6,0	54,0
119	AVRDC129	BHH	29	69	125	Xanh	KLC	34,6	6,9	87,6
120	AVRDC130	BHH	28	63	118	Xanh đậm	KLC	35,3	8,6	102,0
121	AVRDC131	VH	33	75	-	Xanh nhạt	KLC	48,5	11,3	-
122	AVRDC132	VH	34	72	110	Xanh	KLC	39,6	9,6	-
123	AVRDC133	VH	35	71	-	Xanh nhạt	KLC	48,0	10,5	-
124	AVRDC134	VH	34	73	-	Xanh nhạt	KLC	50,5	12,0	-
125	AVRDC135	VH	34	72	-	Xanh nhạt	KLC	44,5	10,0	-
126	AV6RDC13	VH	38	80	-	Xanh	KLC	48,9	10,6	-
127	AVRDC137	BHH	26	69	126	Xanh	KLC	30,3	7,0	89,0
128	AVRDC138	BHH	26	64	119	Xanh	KLC	36,5	9,5	118,5
129	AVRDC139	BHH	29	66	125	Xanh đậm	KLC	39,3	9,5	115,6
130	AVRDC140	HH	22	57	102	Xanh đậm	KLC	26,6	6,6	59,6

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
131	AVRDC141	HH	25	55	100	Xanh	KLC	30,0	7,5	64,0
132	AVRDC142	HH	23	55	100	Xanh	KLC	33,3	7,3	64,6
133	AVRDC143	VH	32	72	-	Xanh	KLC	50,3	11,3	-
134	AVRDC144	BHH	28	67	123	Xanh	KLC	47,9	8,3	114,5
135	AVRDC148	VH	34	76	-	Xanh	KLC	45,0	11,0	-
136	AVRDC149	BHH	27	63	120	Xanh	KLC	39,0	7,5	105,6
137	AVRDC150	VH	31	72	-	Xanh	KLC	54,3	10,9	-
138	AVRDC151	VH	35	76	-	Xanh	KLC	45,9	9,9	-
139	AVRDC152	BHH	25	68	122	Xanh đậm	KLC	42,3	9,0	121,5
140	AVRDC153	BHH	26	63	118	Xanh	KLC	36,9	7,5	105,0
141	AVRDC154	BHH	26	67	125	Xanh	KLC	37,0	8,0	112,3
142	AVRDC155	BHH	26	65	116	Xanh	KLC	45,0	8,3	120,0
143	AVRDC156	BHH	29	67	117	Xanh	KLC	38,0	7,5	101,0
144	AVRDC157	BHH	29	65	120	Xanh đậm	KT	35,3	7,6	93,0
145	AVRDC158	HH	24	56	105	Xanh	KLC	22,3	6,5	60,0
146	AVRDC159	BHH	29	66	125	Xanh	KLC	40,5	8,5	130,0
147	AVRDC160	VH	38	79	-	Xanh	KLC	53,3	11,3	-
148	AVRDC161	BHH	26	68	125	Xanh	KLC	35,0	8,0	110,0
149	AVRDC162	BHH	26	65	125	Xanh	KLC	38,0	8,6	105,0
150	AVRDC163	BHH	26	67	125	Xanh	KT	38,0	8,0	110,0
151	AVRDC164	VH	38	77	-	Xanh	KLC	42,9	10,3	-
152	AVRDC165	BHH	28	68	125	Xanh đậm	Khoai tây	38,3	8,0	108,0

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
153	AVRDC166	BHH	28	68	123	Xanh đậm	KLC	35,0	8,0	104,0
154	AVRDC167	BHH	27	65	120	Xanh đậm	KLC	45,6	8,9	126,8
155	AVRDC168	BHH	26	65	121	Xanh đậm	KLC	43,1	8,6	125,5
156	AVRDC169	BHH	27	66	122	Xanh	KLC	44,1	8,5	122,6
157	AVRDC170	BHH	27	66	122	Xanh	KLC	41,0	8,3	120,5
158	AVRDC176	BHH	28	66	120	Xanh	KLC	42,3	8,6	125,9
159	AVRDC179	HH	22	55	102	Xanh	Khoai tây	35,3	6,5	64,3
160	AVRDC180	HH	22	55	100	Xanh đậm	KLC	32,0	6,3	62,0
161	AVRDC181	HH	24	56	102	Xanh đậm	KLC	30,3	6,0	61,2
162	AVRDC182	HH	22	56	102	Xanh	KLC	32,0	7,0	63,5
163	AVRDC183	BHH	28	66	118	Xanh	KLC	43,3	9,0	122,5
164	AVRDC184	BHH	28	66	118	Xanh	KLC	41,6	9,3	125,6
165	AVRDC185	HH	23	56	103	Xanh	KLC	30,0	6,0	62,0
166	AVRDC186	HH	23	59	105	Xanh	KLC	35,5	6,5	65,0
167	AVRDC187	BHH	28	68	126	Xanh	Khoai tây	46,3	7,9	131,5
168	AVRDC188	VH	36	74	-	Xanh nhạt	KLC	49,0	11,3	-
169	AVRDC189	VH	35	75	-	Xanh	KLC	49,3	10,9	-
170	AVRDC190	HH	26	56	105	Xanh đậm	KLC	31,1	6,3	60,5
171	AVRDC191	VH	36	78	-	Xanh	KLC	46,5	9,5	-
172	AVRDC192	BHH	29	67	120	Xanh	KLC	35,4	8,0	106,0
173	AVRDC193	VH	37	79	-	Xanh	KLC	42,5	9,9	-
174	AVRDC194	VH	36	80	-	Xanh	KLC	40,8	9,6	-

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
175	AVRDC195	BHH	26	66	126	Xanh	KLC	37,8	8,0	101,7
176	AVRDC196	VH	39	83	-	Xanh	KLC	38,6	10,5	-
177	AVRDC197	BHH	27	68	128	Xanh đậm	KLC	32,3	7,0	100,5
178	AVRDC198	BHH	26	66	126	Xanh đậm	KLC	32,0	6,9	103,3
179	AVRDC199	VH	38	84	-	Xanh	Khoai tây	45,9	10,5	-
180	AVRDC200	VH	41	80	-	Xanh	KLC	51,3	11,5	-
181	AVRDC201	VH	42	80	-	Xanh đậm	KLC	50,5	11,0	-
182	Ru01	HH	24	56	103	Xanh đậm	KLC*	22,3	6,0	58,5
183	Ru02	HH	24	56	105	Xanh	KLC*	36,5	6,6	62,3
184	Ru03	HH	24	55	98	Xanh	KLC	23,3	6,0	60,3
185	Ru04	BHH	29	66	117	Xanh	KLC	39,0	7,0	102,7
186	Ru05	HH	22	53	85	Xanh	KLC	33,3	6,5	62,5
187	Ru06	HH	24	56	100	Xanh	KLC	30,0	7,0	64,6
188	Ru07	BHH	28	67	115	Xanh	KLC	43,0	8,0	122,0
189	Ru08	BHH	29	67	115	Xanh	KLC	35,0	7,5	98,6
190	Ru09	HH	24	57	102	Xanh	KLC	29,5	6,5	59,3
191	Ru10	HH	23	56	102	Xanh	KLC	30,5	6,5	55,7
192	Ru11	BHH	29	68	118	Xanh	KLC	37,0	7,0	91,7
193	Ru12	BHH	29	69	118	Xanh	KLC	44,3	7,5	99,3
194	Ru13	BHH	28	68	118	Xanh	KLC*	36,3	7,0	104,5
195	Ru14	HH	23	56	102	Xanh	KLC*	29,3	6,9	63,5
196	Is01	VH	36	79	-	Xanh	KLC	48,6	9,5	-

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
197	Is02	VH	39	82	-	Xanh	KLC	47,5	9,3	-
198	Is03	VH	37	81	-	Xanh	KLC	44,0	9,0	-
199	Is04	BHH	26	61	116	Xanh đậm	KLC	36,3	6,9	96,1
200	Is5	BHH	26	62	113	Xanh đậm	KLC	33,5	6,5	94,5
201	Is6	HH	22	54	100	Xanh	KLC	26,2	6,5	55,7
202	Is11	BHH	26	62	120	Xanh đậm	KLC	34,1	7,9	102,0
203	Is12	BHH	26	62	120	Xanh đậm	KLC	32,5	8,0	104,0
204	Is13	VH	34	79	-	Xanh	KLC	48,3	9,5	-
205	Is14	BHH	26	66	122	Xanh	KLC	39,1	7,0	96,5
206	Is19	VH	36	82	-	Xanh	KLC	47,3	9,9	-
207	Is20	VH	39	86	-	Xanh	KLC	48,5	9,5	-
208	Is21	VH	33	82	-	Xanh	KLC	46,8	9,0	-
209	Is22	BHH	27	68	123	Xanh đậm	KLC	42,3	7,5	103,5
210	Is23	BHH	27	68	123	Xanh đậm	KLC	37,5	7,0	98,5
211	Is24	BHH	27	68	124	Xanh	KLC	37,4	8,5	112,6
212	Is24	VH	33	83	-	Xanh	KLC	53,2	10,5	-
213	Is26	VH	34	85	-	Xanh	KLC	44,6	9,9	-
214	Is27	VH	34	89	-	Xanh	KLC	52,0	11,0	-
215	Is31	BHH	26	66	123	Xanh	KLC	39,3	7,0	98,2
216	Is34	BHH	26	64	122	Xanh đậm	KLC	36,3	7,0	99,0
217	Is35	HH	20	52	102	Xanh đậm	KLC	25,5	6,5	61,5
218	Us01	HH	18	50	85	Xanh	KLC	27,5	6,9	64,0

STT	Tên mẫu giống	KHST	Thời gian từ trồng đến... (ngày)			Màu sắc lá	Đặc điểm lá	Chiều cao từ gốc đến chùy 1 (cm)	Số đốt dưới chùy hoa thứ nhất (đốt)	Chiều cao thân chính (cm) *
			Ra hoa	Thu quả lần 1	Kết thúc thu (*)					
219	Us02	HH	20	50	85	Xanh	KLC	25,5	6,0	62,6
220	Us03	HH	24	56	97	Xanh	KLC	25,5	6,0	63,5
221	Us04	HH	24	56	96	Xanh	Khoai tây	30,3	6,9	64,9
222	Us05	BHH	28	60	112	Xanh	KLC	35,5	7,0	101,5
223	Us06	BHH	28	59	112	Xanh	KLC	38,3	7,3	108,0
224	Us07	HH	23	56	110	Xanh	KLC	32,3	6,9	63,5
225	Us08	BHH	26	61	121	Xanh	KLC	39,5	7,0	108,5
226	Us09	HH	18	48	81	Xanh	KLC	25,2	6,0	57,9
227	Us10	HH	17	50	87	Xanh	KLC	32,1	6,5	61,5
228	Us11	HH	20	50	87	Xanh	KLC	32,0	6,5	62,5
229	Us12	HH	20	50	87	Xanh	Khoai tây	38,7	6,0	64,5
230	Us13	BHH	27	68	111	Xanh	KLC	33,3	6,9	97,5
231	C155 (đ/c)	BHH	27	68	119	Xanh	KLC	47,5	9,5	115,5

Chú thích: (*) - Ngày kết thúc thu quả và chiều cao thân chính chỉ đánh giá trên giống bán hữu hạn và hữu hạn, Đối với giống vô hạn, cây vẫn tiếp tục phát triển chiều cao, ra hoa và cho thu quả kéo dài nên không có thời điểm kết thúc thu hoạch và chiều cao thân chính không xác định; HH: Hữu hạn; BHH: Bán hữu hạn; VH: Vô hạn; XD: xanh đậm; XN: Xanh nhạt; KLC: dạng lá kép lông chim; KLC*: lá kép lông chim với bề mặt lá nhỏ, lá sẻ thùy nhiều,

Bảng 3.3. Cấu trúc chùm hoa, đặc điểm nở hoa, năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
1	Ba Lan trắng	ĐG	TT	8,1	3,7	45,68	5,6	20,7	75,8	1570,6	41,98
2	Hồng lan	PT	TT	9,4	5,3	56,38	5,3	28,1	61,2	1719,1	43,14
3	Cà chua múi	TG	TT	7,4	5,1	68,92	5,8	29,6	52,2	1544,1	41,23
4	Cà chua thóc	ĐG	TT	6,3	4,4	69,84	6,5	28,6	51,6	1475,8	41,32
5	Cà chua miềng	ĐG	TT	13,0	6,8	52,31	4,8	32,6	50,3	1641,8	40,97
6	Cà chua Pháp	ĐG	TT	6,5	3,8	58,46	7,4	28,1	52,3	1470,7	40,18
5	Cà chua ta	TG	TT	7,6	4,1	53,95	6,1	25,0	66,6	1665,7	42,64
8	Cà chua bi	ĐG	RR	12,8	8,8	68,75	9,8	86,2	17,4	1500,6	39,02
9	Khía xôm nội	ĐG	TG	5,4	2,4	44,44	6,5	15,6	78,3	1221,5	33,20
10	Chí nữ Xúa	TG	RR	7,0	4,0	57,14	7,2	28,8	42,2	1215,4	33,03
11	Mái chẻ	ĐG	RR	7,1	4,0	56,34	6,0	24,0	49,2	1180,8	30,06
12	Cà chua đá	TG	TT	6,2	4,6	74,19	5,5	25,3	58,8	1487,6	41,65
13	Cà chua hồng	TG	TT	6,9	4,8	69,57	6,1	29,3	69,3	2029,1	56,81
14	Cà chua Hà Lan	ĐG	RR	10,2	5,5	53,92	7,8	42,9	38,9	1668,8	43,73
15	Cà dây Đông Anh	TG	RR	6,1	3,9	63,93	6,5	25,4	54,2	1374,0	38,47
16	Múi Hà Nội	TG	RR	6,3	3,7	58,73	7,3	27,0	58,4	1577,4	44,17
17	Múi Hải Phòng	ĐG	TT	6,6	3,0	45,45	4,0	12,0	118,5	1422,0	39,82
18	Cà chua Nhật	TG	RR	6,6	2,8	42,42	10,7	30,0	47,8	1432,1	40,10
19	Cà chua vàng	PT	TT	9,6	4,6	47,92	5,4	24,8	62	1540,1	41,12
20	Cà chua đóm	ĐG	TT	6,8	3,4	50,00	8,6	29,2	55,4	1619,9	42,36
21	Múi quả vàng	PT	TT	4,6	2,1	45,65	3,2	6,7	208,5	1401,1	39,23

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
22	Cà bát	ĐG	TT	6,4	2,6	40,63	4,3	11,2	108,2	1209,7	33,87
23	Cà chua khế	ĐG	TT	8,6	4,4	51,16	6,1	26,8	66,9	1795,6	44,28
24	Cà chua hồ lô	ĐG	TT	6,8	3,7	54,41	7,5	27,8	65,7	1823,2	45,05
25	Cà chua nhót	PT	RR	9,1	7,8	85,71	7,4	57,7	22,6	1304,5	36,53
26	Cà chua ớt	ĐG	RR	8,2	5,6	68,29	5,3	29,7	54,2	1608,7	43,04
27	Cà chua ruột nâu	ĐG	RR	10,3	5,6	54,37	6,2	34,7	46,4	1611,0	43,11
28	Dòng H1	TG	TT	7,3	4,7	64,38	5	23,5	88,0	2068,0	57,90
29	Dòng H2	TG	TT	8,7	4,9	56,32	4,6	22,5	92,8	2091,7	58,57
30	Dòng H3	TG	TT	5,8	4,2	72,41	6,8	28,6	89,0	2541,8	64,17
31	Dòng H4	TG	TT	8,4	3,3	39,29	8,3	27,4	44,6	1221,6	34,20
32	Dòng H5	TG	TT	6,4	5,0	78,13	5,3	26,5	86,9	2302,9	59,48
33	Dòng H6	TG	TT	11,7	5,0	42,74	5,4	27,0	95,5	2578,5	65,20
34	Dòng H7	TG	TT	4,8	2,8	58,33	10,2	28,6	57,3	1636,5	45,82
35	Dòng H8	TG	RR	6,6	4,5	68,18	5,5	24,8	91,0	2252,3	60,06
36	Dòng H9	ĐG	TT	7,8	4,6	58,97	6,5	29,9	75,0	2242,5	59,79
37	Dòng H10	ĐG	RR	6,6	5,8	87,88	5,2	30,2	79,2	2388,7	60,88
38	Dòng H11	ĐG	TT	7,6	3,4	44,74	6,0	20,4	80,0	1632,0	45,70
39	Dòng H12	ĐG	TT	6,2	4,4	70,97	6,2	27,3	78,8	2149,7	58,19
40	Dòng H13	ĐG	RR	10,4	5,5	52,88	5,3	29,2	76,6	2232,9	60,52
41	Dòng H14	TG	TT	6,9	5,3	76,81	5,6	29,7	72,4	2148,8	58,17
42	Cn01	ĐG	TT	12,4	5,8	46,77	6,5	37,7	47,2	1779,4	49,82
43	Cn02	TG	TT	7,6	3,5	46,05	8,0	28,0	60,6	1696,8	47,51
44	Cn03	ĐG	TT	10,4	5,4	51,92	4,4	23,8	67,5	1603,8	44,91

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
45	Cn04	TG	TT	6,0	2,0	33,33	5,3	10,6	63,5	673,1	18,85
46	Cn05	TG	RR	6,7	3,1	46,27	5,8	18,0	78,1	1404,2	39,32
47	Cn06	TG	TT	8,4	2,6	30,95	8,2	21,3	65,8	1402,9	39,28
48	Cn07	TG	TT	7,9	4,5	56,96	7,2	32,4	50,5	1636,2	45,81
49	Cn08	TG	TT	6,3	5,0	79,37	6,0	30,0	72,2	2166,0	58,65
50	Cn09	PT	RR	6,4	3,5	54,69	6,5	22,8	55,1	1253,5	35,10
51	Jp01	ĐG	RR	6,8	3,8	55,88	10,2	38,8	45,5	1763,6	49,38
52	Jp02	ĐG	TT	6,7	4,2	62,69	12,2	51,2	23,9	1224,6	34,29
53	Jp03	ĐG	RR	7,8	4,2	53,85	10,3	43,3	24,6	1064,2	29,80
54	Jp04	ĐG	RR	6,8	4,1	60,29	6,9	28,3	47,6	1346,6	37,70
55	Jp05	ĐG	RR	7,9	2,5	31,65	8,8	22,0	58,1	1278,2	35,79
56	Jp06	ĐG	RR	7	4,0	57,14	10,2	40,8	36,0	1468,8	41,13
57	Jp07	TG	RR	9,2	4,3	46,74	6,3	27,1	23,5	636,6	17,83
58	Jp08	TG	RR	7,7	5,0	64,94	10,5	52,5	26,5	1391,3	38,96
59	Jp09	TG	RR	7,4	6,1	82,43	15,2	92,7	18,0	1669,0	46,73
60	Jp10	TG	TT	6,7	4,5	67,16	4,5	20,3	61,6	1247,4	34,93
61	Jp11	ĐG	RR	9,1	3,5	38,46	7,4	25,9	55,6	1440,0	40,32
62	Jp12	ĐG	TT	7,6	3,5	46,05	3,6	12,6	101,3	1276,4	35,74
63	Jp13	ĐG	TT	8,2	3,3	40,24	7,8	25,7	46,8	1204,6	33,73
64	Jp14	ĐG	RR	7,2	3,3	45,83	6,9	22,8	61,4	1398,1	39,15
65	Jp15	ĐG	TT	7,7	2,8	36,36	6,2	17,4	75,3	1307,2	36,60
66	Fr01	ĐG	TT	8,1	4,1	50,62	5,2	21,3	65,0	1385,8	38,80
67	Fr02	ĐG	RR	8,1	4,2	51,85	8,2	34,4	34,5	1188,2	33,27

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
68	Fr03	TG	RR	5,7	3,5	61,40	9,5	33,3	45,5	1512,9	42,36
69	Fr04	PT	TT	8,1	4,5	55,56	6,5	29,3	40,5	1184,6	33,17
70	Fr05	ĐG	RR	9,3	3,9	41,94	6,5	25,4	65,1	1650,3	46,21
71	Fr06	PT	RR	13,4	6,5	48,51	9,0	58,5	21,5	1257,8	35,22
72	Fr07	PT	TT	14,3	3,9	27,27	5,5	21,5	62,3	1336,3	37,42
73	Fr08	PT	TT	14,7	5,5	37,41	6,0	33,0	50,5	1666,5	46,66
74	Fr09	PT	TT	11,3	3,2	28,32	7,0	22,4	51,3	1149,1	32,18
75	Fr10	TG	TT	12	5,2	43,33	5,6	29,1	53,5	1557,9	43,62
76	Fr11	TG	RR	12,5	5,5	44,00	8,0	44,0	31,0	1364,0	38,19
77	Fr12	TG	TT	8,7	2,9	33,33	8,00	23,2	68,1	1579,9	44,24
78	Fr13	TG	RR	7,2	2,4	33,33	12,6	30,2	38,1	1152,1	32,26
79	Fr14	TG	RR	5,6	3,5	62,50	8,2	28,7	55,0	1578,5	44,20
80	Fr15	ĐG	RR	5,2	4,5	86,54	8,0	36,0	38,5	1386,0	38,81
81	Fr16	ĐG	RR	6,9	4,3	62,32	8,8	37,8	35,5	1343,3	37,61
82	Fr17	ĐG	RR	7,9	3,1	39,24	8,3	25,7	54,8	1410,0	39,48
83	Fr18	ĐG	RR	6	1,9	31,67	6,5	12,4	90,5	1117,7	31,29
84	Fr19	ĐG	RR	7,1	2,8	39,44	7,5	21,0	55,5	1165,5	32,63
85	Fr20	ĐG	TT	5,4	2,3	42,59	9	20,7	66,3	1372,4	38,43
86	Fr21	ĐG	RR	5,9	3,3	55,93	10,6	35,0	44,5	1556,6	43,59
87	Fr22	ĐG	RR	7,8	4,1	52,56	10,6	43,5	36,8	1599,3	44,78
88	Fr23	TG	TT	9	3,9	43,33	9,8	38,2	40,4	1544,1	43,23
89	Fr24	PT	RR	7,1	4,3	60,56	4,6	19,8	70,5	1394,5	39,05
90	Fr25	PT	RR	9,7	5,5	56,70	9,5	52,3	26,00	1358,5	38,04

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
91	Fr26	PT	RR	9,1	4,5	49,45	11,8	53,1	28,00	1486,8	41,63
92	Fr27	PT	TT	3,7	1,5	40,54	5,4	8,1	89,8	727,4	20,37
93	Fr28	ĐG	TT	9,9	5,5	55,56	5,7	31,4	55,0	1724,3	48,28
94	Fr29	ĐG	RR	9,4	4,0	42,55	5	20,0	76,0	1520,0	42,56
95	Fr30	TG	TT	6,6	2,9	43,94	8,8	25,5	59,7	1523,5	42,66
96	Fr31	ĐG-TG	TT	7,2	4,7	65,28	6,5	30,6	59,0	1802,5	50,47
97	Fr32	ĐG	TT	9,7	5,2	53,61	8,5	44,2	41,6	1838,7	51,48
98	Fr33	ĐG	TT	8,2	3,0	36,59	6,3	18,9	65,0	1228,5	34,40
99	Fr34	ĐG	TT	6,1	3,2	52,46	7,6	24,3	68,6	1668,4	46,71
100	Fr35	ĐG	RR	6,4	4,2	65,62	6,4	31,4	51,5	1384,3	38,76
101	AVRDC101	TG	TT	4,7	2,3	48,94	7,4	17,0	78,7	1339,5	37,51
102	AVRDC102	TG	RR	4,7	2,5	53,19	7,4	18,5	45,6	843,6	23,62
103	AVRDC109	TG	RR	6,6	3,0	45,45	6,0	18,0	75,6	1360,8	38,10
104	AVRDC110	ĐG	TT	4,7	3,0	63,83	7,5	22,5	81,5	1833,8	51,35
105	AVRDC111	ĐG	RR	5,4	2,8	51,85	6,8	19,0	67,0	1275,7	35,72
106	AVRDC112	ĐG	RR	3,4	2,8	82,35	5,4	15,1	86,0	1300,3	36,41
107	AVRDC113	TG	RR	3,6	1,7	47,22	7,0	11,9	140,0	1666,0	46,65
108	AVRDC114	TG	TT	6,9	2,9	42,03	7,4	21,5	78,0	1673,9	46,87
109	AVRDC115	ĐG	TT	4,6	2,6	56,52	6,5	16,9	67,5	1140,8	31,94
110	AVRDC120	ĐG	TT	8,3	3,5	42,17	8,0	28,0	50,1	1402,8	39,28
111	AVRDC121	PT	RR	8,3	3,4	40,96	6,6	22,4	56,5	1267,9	35,50
112	AVRDC122	TG	RR	4,8	1,5	31,25	7,2	10,8	120,0	1296,0	36,29
113	AVRDC123	ĐG	RR	4,3	2,0	46,51	6,5	13,0	120	1560,0	43,68

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
114	AVRDC124	PT	TT	6,3	4,0	63,49	8,4	33,6	31,8	1068,5	29,92
115	AVRDC125	TG	TT	3,7	2,2	59,46	6,8	15,0	106,7	1596,2	44,69
116	AVRDC126	ĐG	RR	4,8	2,3	47,92	6,2	14,3	121,9	1738,3	48,67
117	AVRDC127	ĐG	TT	4,3	3,3	76,74	6,0	19,8	88,5	1752,3	49,06
118	AVRDC128	ĐG	TT	5,3	2,5	47,17	8,8	22,0	67,5	1485,0	41,58
119	AVRDC129	TG	TT	4,7	2,4	51,06	6,2	14,9	70,2	1044,6	29,25
120	AVRDC130	TG	TT	7,1	4,1	57,75	6,6	27,1	66,7	1804,9	50,54
121	AVRDC131	ĐG	RR	7,1	2,8	39,44	6,8	19,0	64	1218,6	34,12
122	AVRDC132	ĐG	RR	5,9	1,5	25,42	4,8	7,2	98	705,6	19,76
123	AVRDC133	ĐG	RR	6,5	3,8	58,46	6,0	22,8	55,5	1265,4	35,43
124	AVRDC134	ĐG	RR	5,6	2,9	51,79	6,8	19,7	78,5	1548,0	43,34
125	AVRDC135	ĐG	RR	6,4	3,8	59,38	8,0	30,4	56,5	1717,6	48,09
126	AV6RDC13	TG	RR	6,7	4,5	67,16	8,4	37,8	36,7	1387,3	38,84
127	AVRDC137	ĐG	TT	7,8	4,8	61,54	5,5	26,4	64,6	1705,4	47,75
128	AVRDC138	TG	RR	6,1	2,3	37,70	5,8	13,3	110,0	1467,4	41,09
129	AVRDC139	ĐG	TT	4,7	2,1	44,68	7,8	16,4	71,0	1163,0	32,56
130	AVRDC140	ĐG	TT	7,1	2,8	39,44	6,4	17,9	89,7	1607,4	45,01
131	AVRDC141	TG	TT	9,6	6,0	62,50	10,8	64,8	25,8	1671,8	46,81
132	AVRDC142	TG	TT	3,4	1,9	55,88	7,0	13,3	71,4	949,6	26,59
133	AVRDC143	TG	RR	5,3	2,5	47,17	5,3	13,3	129	1709,3	47,86
134	AVRDC144	TG	TT	4,9	3,3	67,35	7,5	24,8	56,5	1398,4	39,15
135	AVRDC148	TG	RR	6,5	4,5	69,23	9,0	40,5	34,5	1397,3	39,12
136	AVRDC149	TG	TT	9,2	5,8	63,04	7,0	40,6	30,6	1242,4	34,79

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
137	AVRDC150	ĐG	RR	5,0	3,8	76,00	10,4	39,5	47,0	1857,4	52,01
138	AVRDC151	ĐG	RR	5,0	4	80,00	7,0	28,0	34,5	966,0	27,05
139	AVRDC152	TG	RR	3,6	1,9	52,78	7,6	14,4	83,0	1198,5	33,56
140	AVRDC153	ĐG	TT	7,1	3,6	50,70	6,5	23,4	66,4	1553,8	43,51
141	AVRDC154	TG	TT	6,2	4,3	69,35	5,6	24,1	69,3	1668,7	46,72
142	AVRDC155	ĐG	RR	6,9	4,2	60,87	11,2	47,0	27,5	1293,6	36,22
143	AVRDC156	ĐG	TT	5,2	1,9	36,54	5,8	11,0	138,3	1524,1	42,67
144	AVRDC157	TG	TT	8,1	3,5	43,21	6,5	22,8	76	1729,0	48,41
145	AVRDC158	ĐG	TT	4,9	3,5	71,43	9,5	33,3	36,5	1213,6	33,98
146	AVRDC159	ĐG	RR	5,2	3,7	71,15	6,5	24,1	65,5	1575,3	44,11
147	AVRDC160	ĐG	RR	7,3	3,9	53,42	6,4	25,0	71,6	1787,1	50,04
148	AVRDC161	ĐG	RR	7,4	5,1	68,92	10,6	54,1	29,8	1611,0	45,11
149	AVRDC162	ĐG	TT	8,3	4,5	54,22	5,6	25,2	60,2	1517,0	42,48
150	AVRDC163	ĐG	TT	8,8	4,5	51,14	6,0	27,0	55,5	1498,5	41,96
151	AVRDC164	ĐG	RR	17,5	7,5	42,86	6,4	48,0	35,6	1708,8	47,85
152	AVRDC165	ĐG	TT	4,4	2,1	47,73	5,7	12,0	100,4	1201,8	33,65
153	AVRDC166	ĐG	TT	9,1	6,4	70,33	6,5	41,6	37,5	1560,0	43,68
154	AVRDC167	ĐG	RR	4,9	3,9	79,59	6,5	25,4	58,5	1483,0	41,52
155	AVRDC168	ĐG	RR	10,2	3,7	36,27	6,2	22,9	63,5	1456,7	40,79
156	AVRDC169	TG	TT	6,3	3,3	52,38	4,6	15,2	98,5	1495,2	41,87
157	AVRDC170	ĐG	RR	8,2	4,8	58,54	9,2	44,2	35,2	1554,4	43,52
158	AVRDC176	ĐG	RR	6,7	4,3	64,18	5,8	24,9	55,3	1379,2	38,62
159	AVRDC179	ĐG	TT	8,3	3,5	42,17	4,2	14,7	71,6	1052,5	29,47

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
160	AVRDC180	ĐG	TT	9,1	4,3	47,25	3,5	15,1	45,8	689,3	19,30
161	AVRDC181	ĐG	TT	7,3	5,2	71,23	6,8	35,4	25,7	908,8	25,45
162	AVRDC182	ĐG	TT	5,1	2,5	49,02	6,2	15,5	99,0	1534,5	42,97
163	AVRDC183	ĐG	TT	10,4	5,6	53,85	6,4	35,8	43,5	1559,0	43,65
164	AVRDC184	PT	TT	8,3	3,9	46,99	5,6	21,8	67,5	1474,2	41,28
165	AVRDC185	PT	TT	6,6	3,4	51,52	5,4	18,4	70,5	1461,6	40,26
166	AVRDC186	PT	RR	5,9	2,5	42,37	4,5	11,3	88,0	990,0	27,72
167	AVRDC187	PT	TT	5,1	2,1	41,18	7,5	15,8	72,4	1140,3	31,93
168	AVRDC188	PT	RR	6,0	4,1	68,33	11,0	45,1	35,5	1601,1	44,83
169	AVRDC189	ĐG	RR	8,0	5,4	67,50	7,0	37,8	31,5	1190,7	33,34
170	AVRDC190	ĐG	TT	9,2	2,6	28,26	8,2	21,3	59,0	1257,9	35,22
171	AVRDC191	ĐG	RR	9,0	6,5	72,22	9,0	58,5	22,3	1304,6	36,53
172	AVRDC192	TG	TT	4,0	2,5	62,50	11,7	29,3	56,1	1640,9	45,95
173	AVRDC193	ĐG-TG	RR	6,0	4,0	66,67	7,2	28,8	34,8	1002,2	28,06
174	AVRDC194	ĐG	TT	6,6	4,7	71,21	9,2	43,2	30,1	1301,5	36,44
175	AVRDC195	ĐG	TT	6,8	2,4	35,29	3,2	7,7	156,5	1201,9	33,65
176	AVRDC196	ĐG	RR	6,3	2,4	38,10	5,4	13,0	56,5	732,2	20,50
177	AVRDC197	ĐG	RR	9,00	2,3	25,56	6,5	15,0	47,7	713,1	19,97
178	AVRDC198	ĐG	TT	6,2	3,5	56,45	5,6	19,6	88,5	1734,6	42,57
179	AVRDC199	ĐG	RR	7,0	4,0	57,14	5,2	20,8	34,5	717,6	20,09
180	AVRDC200	TG	RR	6,3	5,2	82,54	5,5	28,6	32,5	929,5	26,03
181	AVRDC201	ĐG	RR	7,0	3,0	42,86	6,2	18,6	33,6	625,0	17,50
182	Ru01	ĐG	TT	8,1	5,2	64,20	5,1	26,5	70,0	1856,4	45,98

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
183	Ru02	ĐG	TT	7,8	2,5	32,05	6,1	15,3	86,3	1316,1	36,85
184	Ru03	TG	TT	8,3	2,4	28,92	5,5	13,2	102,2	1349,0	37,77
185	Ru04	ĐG	TT	5,1	3,8	74,51	5,0	19,0	87,3	1658,7	42,44
186	Ru05	ĐG	TT	4,6	1,7	36,96	3,1	5,3	211,0	1112,0	31,14
187	Ru06	ĐG	TT	5,1	2,1	41,18	3,0	6,3	203,2	1280,2	35,84
188	Ru07	PT	RR	6,0	4,0	66,67	4,5	18,0	83,0	1494,0	41,83
189	Ru08	TG	TT	11,5	5,5	47,83	8,5	46,8	32,1	1500,7	35,02
190	Ru09	ĐG	TT	16,1	4,5	27,95	4,5	20,3	68,5	1387,1	34,84
191	Ru10	PT	TT	11,4	5,5	48,25	6,1	33,6	51	1711,1	40,91
192	Ru11	ĐG-TG	RR	5,6	3,4	60,71	9	30,6	54	1652,4	41,27
193	Ru12	ĐG	RR	5,5	3,5	63,64	8,8	30,8	55,5	1709,4	42,86
194	Ru13	ĐG	TT	6,0	3,3	55,00	7,8	25,7	71,0	1827,5	45,17
195	Ru14	ĐG	RR	9,5	6,7	70,53	3,4	22,8	68,0	1549,0	41,37
196	Is01	TG	RR	14,1	7,2	51,06	7,9	56,9	27,5	1564,2	41,80
197	Is02	ĐG	RR	12,3	5,5	44,72	6,5	35,8	30,3	1083,2	30,33
198	Is03	ĐG	RR	6,5	0	0,00	0	0,0	-		0,00
199	Is04	ĐG	TT	6,4	3,5	54,69	4,5	15,8	87,2	1373,4	38,46
200	Is5	ĐG	TT	6,1	3,9	63,93	6,5	25,4	54,2	1374,0	38,47
201	Is6	ĐG	TT	7,8	2,7	34,62	7,5	20,3	71	1437,8	40,26
202	Is11	ĐG	RR	11,4	4,4	38,60	4,2	18,5	90	1663,2	42,57
203	Is12	TG	RR	12,3	4,3	34,96	5,5	23,7	68,5	1620,0	41,36
204	Is13	ĐG	RR	8,8	5,8	65,91	8	46,4	34,2	1586,9	40,43
205	Is14	TG	RR	3,5	1,5	42,86	4,8	7,2	156,3	1125,4	31,51

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
206	Is19	ĐG	RR	9,3	4,7	50,54	6	28,2	34,3	967,3	27,08
207	Is20	ĐG	RR	5,3	3,7	69,81	8	29,6	36,5	1080,4	30,25
208	Is21	TG	RR	5,3	4,0	75,47	5	20,0	78,5	1570,0	40,96
209	Is22	ĐG	TT	5,7	2,4	42,11	4,2	10,1	130	1310,4	36,69
210	Is23	ĐG	TT	6,4	4,0	62,50	1,5	6,0	180,2	1081,2	30,27
211	Is24	ĐG	TT	5,8	5,2	89,66	6,1	31,7	45,2	1433,7	40,14
212	Is24	ĐG	RR	5,4	5,1	94,44	9,2	46,9	26,1	1224,6	34,29
213	Is26	TG	RR	6,2	5,0	80,64	4,2	26,0	28,3	736,9	20,63
214	Is27	ĐG	RR	6	3,8	63,33	6,1	23,2	33,5	776,5	21,74
215	Is31	ĐG	TT	5,6	4,2	75,00	6,1	25,6	67,5	1729,4	43,42
216	Is34	TG	RR	6,4	3,6	56,25	6,2	22,3	71,5	1595,9	40,68
217	Is35	ĐG	TT	6	3,8	63,33	4,7	17,9	92,1	1644,9	41,06
218	Us01	ĐG-TG	TT	4,8	3,1	64,58	5,6	17,4	103,2	1791,6	44,16
219	Us02	ĐG-TG	RR	5,6	4,5	80,36	5,5	24,8	66,5	1645,9	42,08
220	Us03	ĐG-TG	TT	7	4,5	64,29	5,2	23,4	76,5	1790,1	45,12
221	Us04	TG	TT	5,6	3,2	57,14	6,5	20,8	75,7	1574,6	41,09
222	Us05	ĐG	TT	6,8	4,1	60,29	4,6	18,9	98	1848,3	44,75
223	Us06	ĐG	RR	4,6	3,7	80,43	4,5	16,7	89,2	1485,2	39,59
224	Us07	ĐG	TT	5,8	1,3	22,41	4,1	5,3	102,1	544,2	15,24
225	Us08	ĐG	TT	5	2,1	42,00	5	10,5	94,1	988,1	27,67
226	Us09	ĐG	TT	5,3	3,2	60,38	4,5	14,4	88,5	1274,4	35,68
227	Us10	ĐG	TT	6,6	2,1	31,82	7,0	14,7	89,2	1311,2	36,71
228	Us11	ĐG	TT	5,4	2,8	51,85	5,6	15,7	94,0	1473,9	41,27

	Mã số	Dạng chùm hoa	Đặc điểm nở hoa	Số hoa/chùm	Số quả/chùm	Tỷ lệ đậu quả (%)	Số chùm quả/cây	Số quả/cây	KL trung bình quả (g)	NS cá thể (g/cây)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
229	Us12	ĐG	TT	6,3	2,8	44,44	6,2	17,4	82,5	1432,2	40,10
230	Us13	ĐG	TT	6,3	4,6	73,02	4,5	20,7	90,6	1875,4	52,51
231	C155 (đ/c)	ĐG	TT	7,8	5,0	64,10	3,6	18,0	87,8	1580,4	44,25

Chú thích: NS cá thể: năng suất cá thể; ĐG: dạng chùm hoa đơn giản; TG: dạng chùm hoa trung gian; PT: dạng chùm hoa phức tạp; TT: nở hoa tập trung; RR: nở hoa rải rác.

Bảng 3.4. Một số đặc điểm hình thái quả

TT	Mẫu giống	Màu vai quả xanh	Màu quả chín	Chiều cao quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Chỉ số hình dạng quả	Số ngăn hạt	Độ dày thịt quả (cm)
1	Ba Lan trắng	Không đổi	Đỏ thẫm	5,7	5,0	1,1	3	0,8
2	Hồng lan	Không đổi	Đỏ vàng	4,0	4,7	0,9	4	0,7
3	Cà chua múi	Không đổi	Đỏ tươi	5,0	5,9	0,8	5	0,7
4	Cà chua thóc	Xanh đậm	Đỏ tươi	6,4	6,7	1,0	5	0,8
5	Cà chua miếng	Xanh	Đỏ tươi	3,2	2,8	1,1	2	0,4
6	Cà chua Pháp	Xanh	Đỏ tươi	5,8	7,0	0,8	7	0,8
5	Cà chua ta	Không đổi	Đỏ tươi	4,8	4,9	1,0	3	0,7
8	Cà chua bi	Không đổi	Đỏ tươi	4,6	4,8	1,0	3	0,6
9	Khía xôm nội	Xanh	Đỏ tươi	5,8	4,7	1,2	2	0,6
10	Chí nữ Xúa	Xanh đậm	Đỏ thẫm	2,7	3,1	0,9	4	0,3
11	Mái chẻ	Không đổi	Đỏ tươi	3,6	4,2	0,9	4	0,5
12	Cà chua đá	Xanh đậm	Đỏ tươi	5,6	4,9	1,1	3	0,8
13	Cà chua hồng	Xanh	Đỏ tươi	5,5	5,2	1,1	3	0,7
14	Cà chua Hà Lan	Xanh đậm	Đỏ tươi	4,1	3,3	1,2	2	0,6
15	Cà dây Đông Anh	Xanh	Đỏ tươi	3,9	4,3	0,9	4	0,6
16	Múi Hà Nội	Xanh	Đỏ tươi	5,8	5,2	1,1	5	0,6
17	Múi Hải Phòng	Xanh	Đỏ vàng	3,5	6,1	0,6	5	0,7
18	Cà chua Nhật	Xanh đậm	Đỏ tươi	2,8	3,2	0,9	4	0,4
19	Cà chua vàng	Xanh	Đỏ tươi	4,6	6,2	0,7	5	0,8
20	Cà chua đốm	Không đổi	Đỏ tươi	4,5	4,7	1,0	7	0,7
21	Múi quả vàng	Xanh	Đỏ tươi	4,5	6,6	0,7	5	0,8
22	Cà bát	Không đổi	Đỏ vàng	3,3	3,3	1,0	6	0,4
23	Cà chua khế	Xanh	Đỏ thẫm	3,8	6,5	0,6	3	0,6
24	Cà chua hồ lô	Xanh	Đỏ thẫm	3,4	5,1	0,7	6	0,8
25	Cà chua nhót	Xanh	Đỏ thẫm	4,3	4,6	0,9	6	0,7
26	Cà chua ớt	Xanh	Đỏ thẫm	3,3	5,2	0,6	6	0,7
27	Cà chua ruột nâu	Xanh	Đỏ tươi	4,2	5,8	0,7	3	0,8
28	Dòng H1	Xanh	Đỏ tươi	5,8	5,4	1,1	2	0,8
29	Dòng H2	Xanh	Đỏ thẫm	7,6	5,8	1,3	6	0,9
30	Dòng H3	Xanh	Đỏ tươi	6,1	4,5	1,4	2	0,8
31	Dòng H4	Xanh	Đỏ thẫm	5,7	5,1	1,1	5	0,7
32	Dòng H5	Không đổi	Đỏ tươi	6,1	6,0	1,0	4	0,9
33	Dòng H6	Không đổi	Đỏ thẫm	5,8	5,2	1,1	2	0,8
34	Dòng H7	Xanh	Đỏ tươi	5,3	5,7	0,9	5	0,6
35	Dòng H8	Không đổi	Đỏ thẫm	6,5	5,5	1,2	3	1,0

TT	Mẫu giống	Màu vai quả xanh	Màu quả chín	Chiều cao quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Chỉ số hình dạng quả	Số ngăn hạt	Độ dày thịt quả (cm)
36	Dòng H9	Xanh	Đỏ tươi	5,8	5,5	1,1	3	0,8
37	Dòng H10	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6,5	5,9	1,1	3	0,8
38	Dòng H11	Không đổi	Đỏ tươi	5,3	4,6	1,2	3	0,5
39	Dòng H12	Không đổi	Đỏ tươi	6,1	5,5	1,1	3	0,8
40	Dòng H13	Không đổi	Đỏ tươi	6,4	5,7	1,1	3	1,0
41	Dòng H14	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,8	5,7	1,1	3	0,9
42	Cn01	Không đổi	Đỏ tươi	7,4	3,4	2,2	2	0,5
43	Cn02	Xanh	Đỏ thẫm	5,6	6,1	0,9	4	0,8
44	Cn03	Xanh	Đỏ thẫm	4,4	8,7	0,5	11	1,2
45	Cn04	Xanh đậm	Đỏ tươi	6,4	6,6	1,0	3	0,6
46	Cn05	Xanh	Đỏ thẫm	3,5	3,7	0,9	4	0,6
47	Cn06	Xanh	Đỏ thẫm	5,2	6,6	0,8	7	0,6
48	Cn07	Xanh	Đỏ thẫm	5,0	7,9	0,6	6	0,6
49	Cn08	Không đổi	Đỏ tươi	5,9	5,2	1,2	3	0,9
50	Cn09	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,7	5,8	0,8	3	0,5
51	Jp01	Xanh đậm	Đỏ thẫm	2,6	5,1	0,5	8	0,4
52	Jp02	Xanh đậm	Đỏ thẫm	2,7	3,5	0,8	4	0,3
53	Jp03	Xanh nhạt	Đỏ thẫm	2,5	3,2	0,8	5	0,3
54	Jp04	Xanh đậm	Đỏ thẫm	2,3	2,9	0,8	4	0,5
55	Jp05	Không đổi	Đỏ tươi	5,0	4,0	1,3	3	0,4
56	Jp06	Xanh đậm	Đỏ vàng	2,7	3,1	0,9	2	0,3
57	Jp07	Xanh nhạt	Đỏ thẫm	1,3	2,5	0,5	7	0,2
58	Jp08	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,1	4,5	0,9	4	0,5
59	Jp09	Xanh đậm	Đỏ thẫm	1,3	2,1	0,6	6	0,2
60	Jp10	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6,3	6,4	1,0	3	0,6
61	Jp11	Xanh	Đỏ tươi	4,3	4,6	0,9	8	0,6
62	Jp12	Xanh	Đỏ tươi	5,6	6,1	0,9	4	0,8
63	Jp13	Không đổi	Đỏ tươi	2,9	3,2	0,9	5	0,6
64	Jp14	Không đổi	Đỏ tươi	4,0	5,3	0,8	9	0,7
65	Jp15	Không đổi	Đỏ tươi	4,4	5,5	0,8	8	0,7
66	Fr01	Không đổi	Đỏ vàng	6,1	5,8	1,1	5	0,8
67	Fr02	Không đổi	Đỏ tươi	6,1	5,8	1,1	4	0,7
68	Fr03	Xanh đậm	Đỏ tươi	7,8	4,9	1,6	2	0,8
69	Fr04	Không đổi	Đỏ đậm	4,2	4,9	0,9	5	0,7
70	Fr05	Không đổi	Đỏ vàng	3,1	3,0	1,0	2	0,5
71	Fr06	Không đổi	Đỏ vàng	3,8	5,1	0,7	5	0,6
72	Fr07	Xanh	Đỏ thẫm	6,2	6,5	1,0	5	0,6

TT	Mẫu giống	Màu vai quả xanh	Màu quả chín	Chiều cao quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Chỉ số hình dạng quả	Số ngăn hạt	Độ dày thịt quả (cm)
73	Fr08	Xanh	Đỏ vàng	4,3	4,5	1,0	3	0,6
74	Fr09	Không đổi	Đỏ vàng	4,4	4,5	1,0	3	0,6
75	Fr10	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6,5	5,7	1,1	3	0,6
76	Fr11	Xanh	Đỏ tươi	4,4	4,6	1,0	2	0,4
77	Fr12	Xanh	Đỏ tươi	4,3	4,1	1,0	2	0,7
78	Fr13	Xanh	Đỏ tươi	3,5	3,6	1,0	2	0,7
79	Fr14	Không đổi	Đỏ vàng	6,0	5,9	1,0	5	0,7
80	Fr15	Xanh đậm	Đỏ vàng	5,7	5,4	1,1	3	0,6
81	Fr16	Xanh	Đỏ vàng	4,2	5,6	0,8	5	0,6
82	Fr17	Xanh	Đỏ vàng	4,7	4,1	1,1	3	0,8
83	Fr18	Xanh	Đỏ thẫm	5,6	5,5	1,0	3	0,7
84	Fr19	Xanh	Đỏ tươi	5,5	5,9	0,9	3	0,7
85	Fr20	Xanh	Đỏ tươi	7,1	5,6	1,3	3	0,5
86	Fr21	Xanh	Đỏ tươi	6,3	4,0	1,6	3	0,7
87	Fr22	Xanh đậm	Đỏ tươi	7,2	4,2	1,7	2	0,7
88	Fr23	Không đổi	Đỏ tươi	4,7	4,0	1,2	4	0,6
89	Fr24	Xanh	Đỏ tươi	4,8	5,5	0,9	5	0,6
90	Fr25	Xanh	Đỏ tươi	4,2	4,5	0,9	5	0,6
91	Fr26	Xanh đậm	Đỏ tươi	4,7	4,5	1,0	2	0,6
92	Fr27	Xanh	Đỏ vàng	6,2	5,6	1,1	5	0,8
93	Fr28	Xanh	Đỏ thẫm	4,8	4,6	1,0	2	0,6
94	Fr29	Xanh	Đỏ vàng	5,8	7,2	0,8	5	0,8
95	Fr30	Không đổi	Đỏ tươi	5,4	4,7	1,1	3	0,6
96	Fr31	Không đổi	Đỏ tươi	5,8	4,3	1,3	3	0,7
97	Fr32	Không đổi	Đỏ tươi	2,9	3,9	0,7	6	0,5
98	Fr33	Không đổi	Đỏ tươi	3,5	4,1	0,9	5	0,5
99	Fr34	Xanh	Đỏ thẫm	5,6	4,8	1,2	3	0,7
100	Fr35	Không đổi	Đỏ thẫm	5,8	4,8	1,2	3	0,7
101	AVRDC101	Không đổi	Đỏ thẫm	7,0	4,3	1,6	3	0,8
102	AVRDC102	Không đổi	Đỏ thẫm	5,3	5,8	0,9	5	0,9
103	AVRDC109	Xanh	Đỏ tươi	4,4	5,5	0,8	5	0,7
104	AVRDC110	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,5	5,6	0,8	6	0,7
105	AVRDC111	Không đổi	Đỏ thẫm	4,5	5,7	0,8	6	0,7
106	AVRDC112	Xanh	Đỏ tươi	5,6	7,1	0,8	8	0,7
107	AVRDC113	Xanh	Đỏ tươi	7,0	6,2	1,1	3	0,9
108	AVRDC114	Xanh	Đỏ tươi	6,4	5,1	1,2	3	0,8
109	AVRDC115	Không đổi	Đỏ vàng	4,5	5,8	0,8	5	0,6

TT	Mẫu giống	Màu vai quả xanh	Màu quả chín	Chiều cao quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Chỉ số hình dạng quả	Số ngăn hạt	Độ dày thịt quả (cm)
110	AVRDC120	Không đổi	Đỏ thẫm	3,5	4,1	0,9	5	0,5
111	AVRDC121	Không đổi	Đỏ thẫm	5,8	5,4	1,1	3	0,8
112	AVRDC122	Xanh	Đỏ tươi	6,2	8,9	0,7	8	0,9
113	AVRDC123	Không đổi	Đỏ tươi	5,5	7,0	0,8	6	0,6
114	AVRDC124	Không đổi	Đỏ tươi	5,7	5,2	1,1	3	0,5
115	AVRDC125	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6,5	5,1	1,3	3	0,6
116	AVRDC126	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,5	6,9	0,8	7	0,8
117	AVRDC127	Xanh	Đỏ thẫm	4,7	5,7	0,8	7	0,7
118	AVRDC128	Xanh	Đỏ vàng	4,8	5,7	0,8	6	0,5
119	AVRDC129	Xanh	Đỏ tươi	5,3	5,2	1,0	3	0,6
120	AVRDC130	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,6	5,2	1,1	3	0,6
121	AVRDC131	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,8	4,3	1,1	4	0,5
122	AVRDC132	Không đổi	Đỏ vàng	7,2	4,5	1,6	2	0,8
123	AVRDC133	Xanh	Đỏ tươi	4,7	7,7	0,6	9	0,7
124	AVRDC134	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,5	7,1	0,8	5	0,6
125	AVRDC135	Xanh	Đỏ tươi	4,7	6,8	0,7	5	0,7
126	AV6RDC13	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6,3	3,9	1,6	3	0,5
127	AVRDC137	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,7	5,0	0,9	4	0,7
128	AVRDC138	Xanh đậm	Đỏ thẫm	8,9	5,6	1,6	4	0,8
129	AVRDC139	Xanh	Đỏ tươi	4,9	4,8	1,0	3	0,7
130	AVRDC140	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6,8	5,6	1,2	3	0,7
131	AVRDC141	Xanh đậm	Đỏ thẫm	2,6	3,2	0,8	5	0,4
132	AVRDC142	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,0	5,3	0,8	5	0,6
133	AVRDC143	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,5	6,3	0,7	9	0,7
134	AVRDC144	Xanh	Đỏ vàng	4,6	4,8	1,0	4	0,5
135	AVRDC148	Xanh	Đỏ vàng	5,8	7,4	0,8	5	0,7
136	AVRDC149	Xanh đậm	Đỏ Vàng	3,5	4,9	0,7	2	0,6
137	AVRDC150	Xanh	Đỏ tươi	3,6	4,1	0,9	2	0,6
138	AVRDC151	Xanh	Đỏ tươi	6,0	5,7	1,1	3	0,8
139	AVRDC152	Không đổi	Đỏ tươi	5,8	5,8	1,0	3	0,7
140	AVRDC153	Xanh	Đỏ tươi	3,9	4,7	0,8	2	0,7
141	AVRDC154	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,3	5,4	1,0	3	0,7
142	AVRDC155	Xanh đậm	Đỏ thẫm	2,8	3,8	0,7	3	0,4
143	AVRDC156	Xanh	Đỏ tươi	4,8	6,7	0,7	4	0,5
144	AVRDC157	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,9	4,8	1,2	3	0,6
145	AVRDC158	Xanh	Đỏ tươi	5,4	7,3	0,7	6	0,8
146	AVRDC159	Xanh	Đỏ tươi	3,5	4,5	0,8	5	0,5

TT	Mẫu giống	Màu vai quả xanh	Màu quả chín	Chiều cao quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Chỉ số hình dạng quả	Số ngăn hạt	Độ dày thịt quả (cm)
147	AVRDC160	Xanh	Đỏ tươi	5,6	4,8	1,2	2	0,9
148	AVRDC161	Xanh đậm	Đỏ thẫm	2,8	3,8	0,7	2	0,4
149	AVRDC162	Xanh đậm	Đỏ thẫm	3,4	4,7	0,7	4	0,5
150	AVRDC163	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,1	4,6	0,9	3	0,4
151	AVRDC164	Không đổi	Đỏ vàng	6,4	7,7	0,8	6	0,8
152	AVRDC165	Không đổi	Đỏ vàng	5,9	7,3	0,8	5	0,7
153	AVRDC166	Không đổi	Đỏ vàng	3,8	3,0	1,3	2	0,5
154	AVRDC167	Xanh	Đỏ tươi	5,9	7,2	0,8	4	0,8
155	AVRDC168	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,4	5,1	0,9	3	0,6
156	AVRDC169	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,2	6,8	0,8	5	0,6
157	AVRDC170	Xanh	Đỏ tươi	3,5	3,9	0,9	2	0,4
158	AVRDC176	Xanh	Đỏ tươi	5,8	5,2	1,1	3	0,8
159	AVRDC179	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,0	5,6	0,9	3	0,8
160	AVRDC180	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,7	3,8	1,2	2	0,5
161	AVRDC181	Không đổi	Đỏ vàng	5,9	5,0	1,2	3	0,8
162	AVRDC182	Xanh	Đỏ tươi	5,8	5,3	1,1	3	0,8
163	AVRDC183	Xanh	Đỏ tươi	3,8	5,1	0,7	3	0,7
164	AVRDC184	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,6	5,2	0,9	3	0,7
165	AVRDC185	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,9	6,7	0,7	5	0,6
166	AVRDC186	Xanh	Đỏ tươi	5,7	5,3	1,1	3	0,8
167	AVRDC187	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,3	5,5	1,0	2	0,7
168	AVRDC188	Xanh	Đỏ tươi	5,9	7,3	0,8	5	0,8
169	AVRDC189	Xanh	Đỏ tươi	4,2	4,6	0,9	3	0,5
170	AVRDC190	Không đổi	Đỏ vàng	4,8	4,5	1,1	3	0,6
171	AVRDC191	Không đổi	Đỏ tươi	2,3	2,4	1,0	3	0,4
172	AVRDC192	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5	4,8	1,0	3	0,5
173	AVRDC193	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,3	7,3	0,7	4	0,6
174	AVRDC194	Không đổi	Đỏ vàng	4	5,4	0,7	5	0,8
175	AVRDC195	Xanh	Đỏ tươi	6,7	11,6	0,6	11	0,8
176	AVRDC196	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6,1	5,3	1,2	10	0,8
177	AVRDC197	Xanh	Đỏ tươi	4,8	4,5	1,1	3	0,6
178	AVRDC198	Xanh	Đỏ tươi	6,2	5,6	1,1	3	0,8
179	AVRDC199	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,9	6,5	0,8	8	0,8
180	AVRDC200	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6	7,9	0,8	10	0,5
181	AVRDC201	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6,2	8,2	0,8	9	0,8
182	Ru01	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,5	5,2	1,1	2	0,7
183	Ru02	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6	5,6	1,1	3	0,7

TT	Mẫu giống	Màu vai quả xanh	Màu quả chín	Chiều cao quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Chỉ số hình dạng quả	Số ngăn hạt	Độ dày thịt quả (cm)
184	Ru03	Xanh	Đỏ tươi	6,5	12,1	0,5	8	0,9
185	Ru04	Xanh	Đỏ tươi	5,5	9,4	0,6	11	0,7
186	Ru05	Xanh	Đỏ tươi	3,9	8,5	0,5	15	0,6
187	Ru06	Xanh	Đỏ tươi	6,9	12,4	0,6	12	0,8
188	Ru07	Xanh đậm	Đỏ thẫm	4,7	5,4	0,9	4	0,3
189	Ru08	Xanh đậm	Đỏ thẫm	2,3	3,4	0,7	2	0,4
190	Ru09	Xanh đậm	Đỏ thẫm	2,5	3,2	0,8	2	0,3
191	Ru10	Không đổi	Đỏ tươi	4,4	4,5	1,0	3	0,6
192	Ru11	Xanh đậm	Đỏ tươi	5,5	5,6	1,0	3	0,7
193	Ru12	Xanh đậm	Đỏ tươi	6,1	5,7	1,1	3	0,8
194	Ru13	Xanh đậm	Đỏ tươi	5,3	5,6	0,9	2	0,8
195	Ru14	Không đổi	Đỏ tươi	4,3	4,2	1,0	4	0,6
196	Is01	Không đổi	Đỏ tươi	3,5	3,6	1,0	4	0,6
197	Is02	Không đổi	Đỏ tươi	4,6	5,1	0,9	5	0,6
198	Is03	Không đổi	Đỏ tươi	4,2	4,5	0,9	5	0,5
199	Is04	Xanh	Đỏ tươi	5,9	5,3	1,1	2	0,6
200	Is5	Xanh đậm	Đỏ thẫm	5,9	4,5	1,3	3	0,4
201	Is6	Không đổi	Đỏ tươi	4,5	6,3	0,7	7	0,6
202	Is11	Không đổi	Đỏ tươi	6,7	5,8	1,2	3	0,8
203	Is12	Không đổi	Đỏ tươi	5,5	4,6	1,2	3	0,8
204	Is13	Xanh đậm	Đỏ thẫm	6,8	8,7	0,8	9	0,6
205	Is14	Không đổi	Đỏ tươi	5,5	5,7	1,0	2	0,7
206	Is19	Xanh	Đỏ thẫm	7,8	4,4	1,8	2	0,8
207	Is20	Không đổi	Đỏ tươi	5,7	6	1,0	4	0,8
208	Is21	Không đổi	Đỏ tươi	6,0	6,2	1,0	3	0,8
209	Is22	Không đổi	Đỏ tươi	6,3	5,8	1,1	3	0,8
210	Is23	Không đổi	Đỏ tươi	6,3	6,2	1,0	3	0,7
211	Is24	Không đổi	Đỏ tươi	5,13	6,17	0,8	4	0,6
212	Is24	Không đổi	Đỏ tươi	4,8	6,17	0,8	4	0,6
213	Is26	Không đổi	Đỏ tươi	5,07	6	0,8	3	0,6
214	Is27	Không đổi	Đỏ tươi	5,03	6,27	0,8	4	0,6
215	Is31	Không đổi	Đỏ tươi	5,4	7,43	0,7	3	1,0
216	Is34	Không đổi	Đỏ tươi	6,2	6,3	1,0	4	1,0
217	Is35	Không đổi	Đỏ vàng	4,67	6,1	0,8	4	0,6
218	Us01	Không đổi	Đỏ tươi	5,7	6,7	0,9	4	0,7
219	Us02	Không đổi	Đỏ tươi	4,73	5,93	0,8	4	0,7
220	Us03	Không đổi	Đỏ tươi	5,03	6,63	0,8	4	0,7
221	Us04	Xanh	Đỏ tươi	5,2	5,9	0,9	4	0,7

TT	Mẫu giống	Màu vai quả xanh	Màu quả chín	Chiều cao quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Chỉ số hình dạng quả	Số ngăn hạt	Độ dày thịt quả (cm)
222	Us05	Xanh	Đỏ tươi	5,23	5,57	0,9	4	0,7
223	Us06	Xanh	Đỏ tươi	7	7,3	1,0	4	0,8
224	Us07	Xanh	Đỏ tươi	6,5	8,8	0,7	7	0,6
225	Us08	Xanh	Đỏ tươi	5	6,1	0,8	5	0,6
226	Us09	Xanh	Đỏ tươi	6,2	7,6	0,8	6	0,8
227	Us10	Xanh	Đỏ tươi	4,6	7,4	0,6	7	0,5
228	Us11	Xanh	Đỏ tươi	6,7	8,8	0,8	7	0,8
229	Us12	Xanh	Đỏ tươi	6,1	7	0,9	5	0,4
230	Us13	Xanh	Đỏ tươi	6,1	5	1,2	3	0,5
231	C155 (đ/c)	XN	Đỏ tươi	5,6	5,3	1,1	4	0,7