

ƯU THẾ LAI VÀ KHẢ NĂNG KẾT HỢP VỀ ĐẶC ĐIỂM NÔNG HỌC CỦA CÁC DÒNG THUẦN DƯA THƠM

Nguyễn Thị Nguyệt Anh^{1*}, Phạm Quang Tuấn¹,
Vũ Thị Xuân Bình², Vũ Văn Liết³, Nguyễn Trung Đức¹

¹*Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

²*Ban Khoa học và Công nghệ, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

³*Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

*Tác giả liên hệ: nguyetanh.loveboo@gmail.com

Ngày nhận bài: 29.10.2021

Ngày chấp nhận đăng: 27.05.2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá tương quan, ưu thế lai và khả năng kết hợp của mười dòng dưa thơm bằng phép lai đỉnh nhằm chọn các dòng dưa thơm bố mẹ ưu tú. Mười dòng bố mẹ, hai dòng thử và hai mươi con lai của chúng cùng với đối chứng đã được đánh giá trong vụ Thu 2021 tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam trong điều kiện nhà lưới có mái che. Kết quả cho thấy năng suất thực thu có tương quan thuận và rất chặt ở $P \leq 0,001$ với khối lượng quả ($r = 0,998$), chiều dài quả ($r = 0,772$), đường kính quả ($r = 0,957$) và độ dày thịt quả ($r = 0,845$). Ưu thế lai trung bình và ưu thế lai thực dương đối với năng suất và cấu thành năng suất trong khi giá trị này âm ở tính trạng thời gian thu quả. Khả năng kết hợp chung (GCA) cao nhất về năng suất và khối lượng trung bình quả đối với dòng D17, D26 và dòng thử DT16. Dòng D20 có GCA cao nhất về hàm lượng chất rắn hòa tan. Phép lai DT16 × D17, DT16 × D01 và DT16 × D26 có năng suất thực thu cao nhất. Hiệu ứng cộng có vai trò lớn hơn trong việc kiểm soát di truyền các tính trạng năng suất trong khi hiệu ứng trội có vai trò lớn hơn trong việc kiểm soát di truyền các tính trạng chất lượng trên các dòng dưa thơm.

Từ khóa: Ưu thế lai, Khả năng kết hợp, *Cucumis melo* L., *Cantaloupensis*, *Reticulatus*.

Heterosis, and Combining Ability in Agronomic Traits of Melon Inbred Lines

ABSTRACT

This study evaluated the correlation, heterosis, and combining ability of ten melon lines using top cross mating design. Ten parental lines, two testers and twenty top cross hybrids with a check variety were evaluated in 2021 Autumn season in the nethouse at Vietnam National University of Agriculture. The result showed that marketable yield had a very strong positive correlation ($P \leq 0.001$) with mean fruit weight ($r = 0.998$), fruit length ($r = 0.772$), fruit diameter ($r = 0.957$), and fruit flesh thickness ($r = 0.845$). Mid-parent heterosis and heterobeltiosis were observed in yield and yield-related traits while these values were negative for harvesting time. The highest general combining ability (GCA) in yield and mean fruit weight were observed in D17 and D26 lines, and the tester DT16. D20 has the highest GCA value on total soluble solid content. The crosses DT16 × D17, DT16 × D01, and DT16 × D26 had the highest marketable yield. The additive effect plays a larger genetic role in the control of yield traits while the dominant effect plays a larger genetic role in the control of quality traits in melon.

Keywords: Heterosis, combining ability, *Cucumis melo* L., *Cantaloupensis*, *Reticulatus*.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dưa thơm (*Cucumis melo* L.; $2n = 2x = 24$) là một loài thực vật đa hình cao về cả kiểu hình và kiểu gen thuộc họ Bầu bí. Đây là một loại cây

rau ăn quả quan trọng về kinh tế được trồng chủ yếu ở các vùng ôn đới, cận nhiệt đới và nhiệt đới (Kesh & Kaushik, 2021), với sản lượng 27,5 triệu tấn trên toàn thế giới vào năm 2019 (Wang & cs., 2021). Dưa thơm thể hiện sự đa dạng rất

lớn về hình thái và các đặc điểm chất lượng quả, và những đặc điểm này vẫn đang được tìm hiểu trong các nghiên cứu chọn giống trên toàn thế giới (Jayakodi & cs., 2019). Các mục tiêu chọn giống chính ở dưa thơm bao gồm ngắn ngày, chiều dài thân trung bình đến dài, tỉ lệ hoa cái trên hoa đực cao, tổng sản lượng quả cao, hình dạng quả tròn hoặc bầu dục, hạt nhỏ, thịt quả cứng, dày, giòn, màu sắc thịt quả hấp dẫn, tổng chất rắn hòa tan cao, chống chịu tốt với bệnh sương mai, bệnh phấn trắng, bệnh virus và ruồi đục quả (Kesh & Kaushik, 2021). Trong hai thập kỷ qua, các giống dưa có nguồn gốc từ Trung Quốc, Thái Lan, Nhật Bản nhập vào Việt Nam đã gia tăng đáng kể. Phần lớn các giống cây trồng này chưa thích nghi tốt với điều kiện khí hậu của miền Bắc Việt Nam và yêu cầu canh tác đầu vào rất cao. Do đó, nhu cầu cấp thiết là xác định khả năng kết hợp và các tham số di truyền mục tiêu trên các nguồn gen mới để phát triển các giống dưa thơm lai thích nghi với điều kiện miền Bắc Việt Nam.

Khả năng kết hợp và ưu thế lai được sử dụng trong chọn giống cây trồng làm công cụ dự đoán quan trọng để đánh giá hiệu suất của các kiểu gen của bố mẹ và con lai của chúng (Badami & cs., 2020; Kaur & cs., 2022). Việc sử dụng ưu thế lai có ý nghĩa rất quan trọng trong sản xuất giống cây trồng có năng suất và độ đồng đều cao (Birchler, 2015) trong đó có cây dưa thơm (Napolitano & cs., 2020). Nghiên cứu đầu tiên về ưu thế lai ở dưa thơm được thực hiện bởi Munger (1942), phát hiện con lai có sự đồng nhất về kích thước quả và năng suất tăng 30% so với bố mẹ. Do con lai có ưu thế sinh trưởng mạnh, chín sớm, năng suất cao, chất lượng tốt nên chọn giống ưu thế lai là phương pháp thường được sử dụng trong chọn tạo giống dưa thơm (Thakur & cs., 2019; Kesh & Kaushik, 2021; Yu & cs., 2021). Tuy nhiên, rất ít nghiên cứu tìm hiểu sự di truyền của các tính trạng ảnh hưởng đến năng suất ở dưa thơm. Feyzian & cs. (2009) đã đánh giá tác động của gen của các tính trạng năng suất ở dưa, và xác định rằng các thành phần phương sai hiệu ứng cộng từ khả năng kết hợp chung (GCA) và hiệu ứng trội cùng với tương tác gen ở khả năng kết hợp riêng (SCA) là quan trọng trong việc kiểm soát

di truyền của các yếu tố cấu thành năng suất. Thực tế cho thấy bản thân hiệu suất của bố mẹ không có quan hệ chặt với năng suất con lai và các giống lai xuất sắc không phải lúc nào cũng đến từ các cặp bố mẹ ưu tú (Labroo & cs., 2021). Do đó, không nên chỉ dựa vào ưu thế lai, các nhà chọn giống nên đánh giá các dòng bố mẹ dựa trên khả năng kết hợp của chúng để tạo ra con lai có tiềm năng thương mại.

Thiết kế lai đỉnh được sử dụng rộng rãi trong nhiều chương trình chọn giống để ước tính GCA, SCA và chọn các cặp bố mẹ phù hợp (Hallauer & cs., 2010). Ngoài ra, mô hình này còn giúp xác định gen chịu trách nhiệm cho sự biểu hiện của các tính trạng quan tâm ngay cả trong kích thước quần thể nhỏ. GCA đại diện cho các hiệu ứng gen cộng tính, trong khi SCA đề cập đến độ lệch của hiệu suất lai từ bố mẹ được sử dụng và liên quan đến các hiệu ứng gen không cộng tính. Hiệu ứng di truyền cộng tính được mô tả là có giá trị trong việc cải thiện chất lượng trong khi tác động gen không cộng tính có vai trò lớn hơn trong việc kiểm soát di truyền năng suất trong các môi trường khác nhau (Akrami & Arzani, 2019).

Thực tế cho thấy các nghiên cứu về di truyền tính trạng năng suất và chất lượng ở các nguồn vật liệu dưa thơm khác nhau vẫn còn rất ít thông tin (Kesh & Kaushik, 2021). Nghiên cứu khả năng kết hợp chung bằng phương pháp lai đỉnh và thông tin về tương quan giữa các tính trạng của các dòng dưa thơm có ý nghĩa quan trọng trong chọn giống dưa thơm. Do vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là tìm hiểu ưu thế lai, sự di truyền của năng suất, các yếu tố cấu thành năng suất và các đặc điểm liên quan đến chất lượng dựa vào phép lai đỉnh giữa 10 dòng dưa thơm và hai cây thử trồng trong nhà lưới có mái che. Những phát hiện từ nghiên cứu này có thể có ý nghĩa quan trọng trong việc cải tiến giống dưa thơm để canh tác trong điều kiện miền Bắc Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Vật liệu nghiên cứu gồm 12 dòng bố mẹ trong đó gồm 10 dòng dưa thơm tự phối đời thứ

8-10, thuộc hai biến chủng khác nhau là dưa vàng *Cantaloupensis* và dưa lưới *Reticulatus* với hai dòng thử là dòng thuần DT16 thuộc nhóm *Cantaloupensis*, DT33 thuộc nhóm *Reticulatus* (Hình 1).

Thông tin các dòng dưa thơm được lưu trữ tại cơ sở dữ liệu <http://csdlnguongen.vnua.edu.vn/>. Hai mươi tổ hợp lai đỉnh (THL) dưa thơm với đối chứng là giống dưa thơm Kim Cô Nương (Công ty TNHH Giống cây trồng Nông Hữu phân phối) tạo ra từ phép lai 10 dòng dưa thơm ưu tú với hai cây thử bằng phương pháp lai đỉnh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm lai tạo tổ hợp lai đỉnh và đánh giá các dòng bố mẹ cùng con lai của chúng được bố trí trong điều kiện nhà có mái che, xung quanh có lưới chắn côn trùng tại Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Lai tạo tổ hợp lai đỉnh giữa mười dòng dưa thơm và hai cây thử được tiến hành trong vụ Xuân 2021. Thụ phấn bằng phương pháp thụ phấn bằng tay. Chọn hoa đực hoàn chỉnh, không sâu bệnh, nhị đực phân

thầy có bao phấn to màu vàng sáng cho hoa cái (đã được khử đực nếu là hoa lưỡng tính) và kẹp cánh hoa để cách ly và ghi thẻ đánh dấu phép lai, thời gian thụ phấn vào buổi sáng. Chọn những hoa cái mọc ở nhánh từ lá thứ 8 đến 13, hoa phát triển bình thường không bị sâu bệnh hại. Mỗi cây thụ phấn khoảng 2-4 hoa, sau khi thụ phấn khoảng 7-10 ngày tiến hành tỉa bỏ các quả phát triển không bình thường, chọn và chỉ để 1 quả trên cây, bấm ngọn thân chính khi cây đạt 32-35 lá và các nhánh ra sau (đối với nhánh nuôi quả để lại 1-2 lá).

Thí nghiệm đánh giá dòng bố mẹ, tổ hợp lai đỉnh tiến hành trong vụ Thu 2021, bố trí khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh, ba lần nhắc lại. Diện tích ô thí nghiệm 12m² (1,2m × 10m), mỗi công thức được trồng thành 2 hàng trên luống có kích thước: rộng 1,2m, dài 10m, cao 25cm so với mặt rãnh. Các luống được che phủ bằng màng phủ nông nghiệp chuyên dụng và được khoét lỗ trồng cây với khoảng cách giữa các hàng là 60cm, giữa các cây là 55cm (tương ứng với mật độ trồng khoảng 24.000 cây/ha). Các tính trạng nghiên cứu được mô tả tại bảng 1.



Hình 1. Mười dòng dưa thơm tự phối ưu tú

Bảng 1. Các tính trạng nghiên cứu

Tính trạng	Ký hiệu	Mô tả
Thời gian thu hoạch quả (ngày)	TGTQ	Xác định dựa vào độ chín sinh lý của quả dưa có các đặc điểm sau: có thể nhìn thấy lưới, màu vỏ quả chuyển từ xanh sang vàng, vỏ có nhiều màu, cuống quả chuyển sang màu vàng và có vòng tròn xung quanh quả dưa, cuống xuất hiện vết nứt (ở dưa lưới), mùi thơm
Khối lượng trung bình quả (kg)	KLQ	Mỗi cây để một quả. Cân tất cả các quả được thu thập từ mỗi cây dưa, chia tổng số quả
Năng suất thực thu (tấn/ha)	NSTT	Tính bằng khối lượng quả thu được ở 1 ô thí nghiệm/diện tích ô thí nghiệm $\times 10^4$
Chiều dài quả (cm)	CDQ	Đo từ phần đầu đến cuối quả
Đường kính quả (cm)	DKQ	Đo ở phần giữa quả
Độ dày thịt quả (cm)	DTQ	Đo ở phần cắt ngang quả dưa ở cuối, giữa và dưới cùng
Độ dày vỏ quả (cm)	DVQ	Đo ở phần cắt ngang quả dưa ở cuối, giữa và dưới cùng
Tổng lượng chất rắn hòa tan (°Brix)	BRIX	Đo ở đầu, giữa và cuối của thịt quả dưa, sử dụng máy đo độ ngọt điện tử ATAGO PAL-1 (Atago, Nhật Bản)

2.3. Phân tích số liệu

Số liệu được tổng hợp bằng phần mềm Microsoft Excel, phân tích phương sai (ANOVA) và phân tích hậu định có xếp hạng dựa trên phép thử LSD ở $P \leq 0,05$ sử dụng phần mềm Statistix ver 10. Ưu thế lai trung bình (Hm) xác định phần trăm tăng giảm của tổ hợp lai so với giá trị trung bình của bố mẹ và ưu thế lai thực (Hb) xác định phần trăm tăng giảm của tổ hợp lai so với giá trị của bố mẹ tốt nhất được tính bằng AGD-R (Rodríguez & cs., 2015) bằng công thức sau:

$$Hm = \frac{F1 - \text{Trung bình bố mẹ}}{\text{Trung bình bố mẹ}} \times 100$$

$$Hb = \frac{F1 - \text{Bố mẹ tốt nhất}}{\text{Bố mẹ tốt nhất}} \times 100$$

Phân tích khả năng kết hợp chung theo mô hình lai đỉnh Line $\times$ Tester bằng phần mềm AGD-R (Rodríguez & cs., 2015) theo mô hình toán học sau:

$$y_{ijk} = \mu + REP_k + g_{ij} + e_{ij} = \mu + REP_k + l_i + t_j + l_i \times t_j + e_{ijk}$$

Trong đó, y_{ijk} là giá trị quan sát; μ là giá trị trung bình của kiểu hình; REP_k là hiệu ứng nhắc lại ($k = 1; 2; \dots; r$); l_i là hiệu ứng dòng ($i = 1; 2; \dots; m$); t_j là hiệu ứng cây thử ($j = 1; 2; \dots; f$) và e_{ijk} là số dư. Đồ thị được vẽ bằng gói “ggpot2” trên phần mềm R 4.1.0 (R Core Team, 2021).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm các dòng dưa thơm bố mẹ và con lai

So sánh đặc điểm con lai đỉnh (Bảng 3) với dòng bố mẹ của chúng (Bảng 2) cho thấy tính trạng dạng quả oval trội khi lai với dòng thử quả tròn D33. Màu sắc vỏ quả khi chín di truyền theo dòng bố khi lai với các cây thử (dòng mẹ) có màu sắc vỏ quả khi chín từ trắng (DT16) hay xanh (DT33). Khi lai với các dòng thử đều có vân lưới trên vỏ quả thưa, phần lớn con lai biểu hiện vân lưới trên vỏ quả giống dòng bố trừ dòng D17. Điều này có thể do tương tác kiểu gen quy định tính trạng vân lưới trên vỏ quả tương tác với môi trường hoặc ở thể dị hợp tử trên dòng D17. Màu thịt quả được xác định về mặt di truyền có thể có màu trắng, xanh lục nhạt hoặc cam, với β -carotene là sắc tố chủ yếu, di truyền rất phức tạp, điều khiển bởi nhiều alen (Burger & cs., 2010; Selim, 2020). Về mặt chất lượng, màu sắc thịt quả chủ yếu do hai gen chính chi phối, thịt quả xanh (*gf*) và thịt quả trắng (*wf*), hoạt động tương tác lẫn nhau. Màu thịt cam được xác định bởi gen trội *Gf*, và chiếm ưu thế so với thịt xanh *gf*. Khi một quả dưa mang *gfgf*, nó có thịt xanh (*Wf*) hoặc trắng (*wfwf*) nhưng sự tương tác chính xác giữa hai gen này vẫn chưa rõ ràng (Tzuri & cs., 2015). Trong nghiên cứu này, khi lai với dòng thử có màu sắc thịt

quả trắng hoặc cam, con lai đỉnh có màu sắc thịt quả giống với các dòng bố. Thịt quả ở các dòng bố có màu cam nhạt thì chuyển thành màu cam ở con lai.

Bảng 2. Đặc điểm các dòng dưa thơm bố mẹ

Dòng	Đời tự phối	Nhóm	Dạng quả	Màu sắc ban đầu của vỏ quả	Vỏ quả khi chín	Vân lưới trên vỏ quả	Màu sắc thịt quả
D01	10	<i>Cantaloupensis</i>	Oval	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Trắng
D03	10	<i>Cantaloupensis</i>	Oval	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Trắng
D07	10	<i>Cantaloupensis</i>	Oval	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Cam
D13	10	<i>Cantaloupensis</i>	Oval	Xanh	Vàng	Không có	Cam nhạt
D15	10	<i>Cantaloupensis</i>	Tròn	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Cam
D17	10	<i>Cantaloupensis</i>	Tròn	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Trắng
D20	8	<i>Cantaloupensis</i>	Tròn	Xanh	Vàng	Không có	Cam
D24	8	<i>Reticulatus</i>	Oval	Xanh nhạt	Xanh nhạt	Thưa	Cam
D26	9	<i>Reticulatus</i>	Oval	Xanh nhạt	Xanh nhạt	Dày	Trắng
D27	8	<i>Reticulatus</i>	Oval	Xanh nhạt	Xanh nhạt	Thưa	Cam nhạt
Cây thử							
DT16	Dòng thuần	<i>Cantaloupensis</i>	Oval	Trắng	Trắng	Thưa	Trắng
DT33		<i>Reticulatus</i>	Tròn	Xanh	Xanh	Thưa	Cam

Bảng 3. Đặc điểm các tổ hợp lai đỉnh và giống đối chứng

THL/Giống	Ký hiệu	Dạng quả	Màu sắc ban đầu của vỏ quả	Vỏ quả khi chín	Vân lưới trên vỏ quả	Màu sắc thịt quả
DT16×D01	THL01	Oval	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Trắng
DT16×D03	THL02	Oval	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Trắng
DT16×D07	THL03	Oval	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Cam
DT16×D13	THL04	Oval	Xanh	Vàng	Không có	Trắng
DT16×D15	THL05	Tròn	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Cam
DT16×D17	THL06	Tròn	Xanh nhạt	Vàng	Thưa	Trắng
DT16×D20	THL07	Tròn	Xanh	Vàng	Không có	Cam
DT16×D24	THL08	Oval	Xanh nhạt	Xanh	Thưa	Cam
DT16×D26	THL09	Oval	Xanh nhạt	Xanh	Dày	Trắng
DT16×D27	THL10	Oval	Xanh nhạt	Xanh	Thưa	Cam
DT33×D01	THL11	Oval	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Trắng
DT33×D03	THL12	Oval	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Trắng
DT33×D07	THL13	Oval	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Cam
DT33×D13	THL14	Oval	Xanh	Vàng	Không có	Cam
DT33×D15	THL15	Tròn	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Cam
DT33×D17	THL16	Tròn	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Trắng
DT33×D20	THL17	Tròn	Xanh	Vàng	Không có	Cam
DT33×D24	THL18	Oval	Xanh nhạt	Xanh	Thưa	Cam
DT33×D26	THL19	Oval	Xanh nhạt	Xanh	Dày	Trắng
DT33×D27	THL20	Oval	Xanh nhạt	Xanh	Thưa	Cam
Kim Cô Nương (Nông Hữu)	KCN	Oval	Xanh nhạt	Vàng	Không có	Trắng

3.2. Kết quả phân tích ANOVA năng suất và chất lượng

Phân tích phương sai cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P \leq 0,01$) về tất cả các tính trạng nghiên cứu bao gồm TGTQ, KLQ, NSTT, CDQ, DKQ, DTQ, DVQ, và BRIX (Bảng 4).

Kết quả trung bình các tính trạng (Bảng 5) cho thấy có sự khác biệt lớn về mặt di truyền giữa kiểu gen của bố mẹ và con lai F_1 của chúng ở hầu hết các tính trạng nghiên cứu trừ các tính trạng DVQ và BRIX. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Akrami & Arzani (2019) và Badami & cs. (2020).

Giá trị trung bình các tính trạng sinh trưởng, năng suất, chất lượng của các dòng bố mẹ và con lai của chúng được trình bày tại bảng 5. Kết quả cho thấy ở các tính trạng TGTQ, KLQ, NSTT, CDQ, DKQ, DTQ, con lai có giá trị cao hơn hẳn so với bố mẹ của chúng. TGTQ của các THL nhỉnh hơn các dòng bố mẹ 6,6 ngày. KLQ trung bình của các THL cao hơn KLQ trung bình của các dòng bố mẹ 1,40 kg/quả. NSTT trung bình của các THL cao hơn hẳn so với các dòng bố mẹ 33,92 tấn/ha. Các THL có CDQ trung bình dài hơn 6,0cm so với các dòng bố mẹ. Ở tính trạng DKQ và DTQ, các THL có giá trị trung bình cao hơn so với các dòng bố mẹ với 6,0cm và 1,3cm, tương ứng. Các tính trạng DVQ và BRIX ở các THL trung bình không có sự sai khác so với các dòng bố mẹ. Mười hai THL có NSTT cao hơn đối chứng KCN (38,05 tấn/ha) ở mức có ý nghĩa thống kê $P \leq 0,05$ bao gồm THL06 (64,85 tấn/ha), THL01 (61,89 tấn/ha), THL09 (59,43 tấn/ha), THL05 (58,75 tấn/ha), THL16 (68,02 tấn/ha), THL19 (57,10 tấn/ha), THL07 (54,27 tấn/ha), THL04 (52,02 tấn/ha), THL03 (6 = 51,86 tấn/ha), THL02 (47,80 tấn/ha), THL14 (45,73 tấn/ha) và THL15 (44,36 tấn/ha). Sáu THL có tổng lượng

chất rắn hoàn tan tương đương giống đối chứng KCN (Brix = 13,6) bao gồm THL01 (Brix = 14,1), THL06 (Brix = 13,8), THL10 (Brix = 13,5), THL17 (Brix = 13,5), THL07 (Brix = 13,4) và THL03 (Brix = 13,4).

3.3. Kết quả phân tích trung bình và tương quan

Kết quả từ biểu đồ Boxplot cho thấy các chỉ tiêu thuộc nhóm năng suất bao gồm NSTT, KLQ, CDQ, DKQ, và chỉ tiêu chất lượng DTQ, con lai có ưu thế vượt trội so với bố mẹ của chúng. Mặt khác, các chỉ tiêu DVQ và BRIX, không có sự khác biệt đáng kể giữa các dòng bố mẹ và con lai của chúng. Hệ số tương quan Pearson (r) là số liệu thống kê đo lường mối quan hệ thống kê hoặc liên kết giữa các tính trạng sinh trưởng, năng suất và chất lượng. Kết quả cho thấy các tính trạng KLQ ($r = 0,998^{***}$), CDQ ($0,772^{***}$), DKQ ($0,957^{***}$) và DTQ ($0,845^{***}$) có tương quan thuận và rất chặt ở mức có ý nghĩa thống kê $P \leq 0,001$ với NSTT. Trong đó, hệ số tương quan ở con lai nhìn chung cao hơn so với các dòng bố mẹ. Trong chọn giống dưa thơm ưu thế lai, kết quả tương quan giữa các yếu tố cấu thành năng suất này có thể làm cơ sở cho việc cải tiến năng suất thông qua cải tiến các yếu tố cấu thành năng suất như cải tiến tính trạng chiều dài quả, đường kính quả và độ dày thịt quả. Ngoài ra, chọn lọc dòng/giống ưu tú không chỉ dựa vào năng suất mà có thể áp dụng phương pháp chọn lọc đa tính trạng tăng độ chính xác của phép chọn lọc sao cho được chọn gần với kiểu hình cây lý tưởng nhất. Kết quả phân tích cũng chỉ ra có sự tương quan nghịch có ý nghĩa thống kê $P < 0,001$ giữa TGTQ và các yếu tố cấu thành năng suất nhưng trên thực tế chưa kiểm chứng được các mối liên hệ này.

Bảng 4. Bình phương trung bình các tính trạng sinh trưởng, năng suất và chất lượng của dòng dưa thơm bố mẹ và con lai

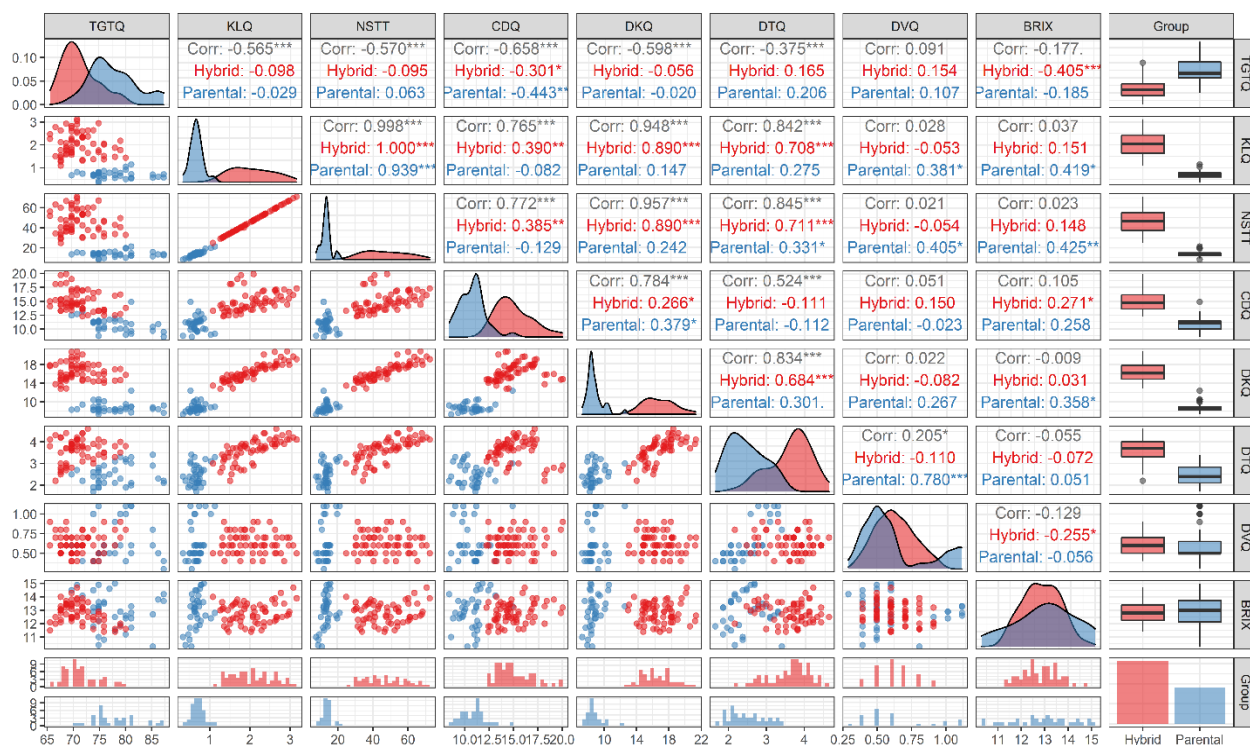
Nguồn biến động	Df	TGTQ	KLQ	NSTT	CDQ	DKQ	DTQ	DVQ	BRIX
Nhắc lại	2	64,31	0,95	386,77	3,15	1,36	0,37	0,07	2,75
Kiểu gen	32	56,30**	1,73**	995,24**	19,16**	49,91**	1,59**	0,08**	2,44**
Sai số	64	5,42	0,02	12,28	0,66	0,53	0,05	0,01	0,17

Ghi chú: ** biểu thị có ý nghĩa thống kê ở $P \leq 0,01$.

Bảng 5. Sinh trưởng, năng suất và chất lượng của dòng dưa thơm bố mẹ và con lai trong vụ Thu 2021 tại Hà Nội

	TGTQ (ngày)	KLQ (kg)	NSTT (tấn/ha)	CDQ (cm)	DKQ (cm)	DTQ (cm)	DVQ (cm)	BRIX
<i>Dòng</i>								
D01	79,0	0,66	12,23	11,4	8,4	2,1	0,5	11,5
D03	75,3	0,45	9,24	10,5	7,7	2,3	0,5	10,7
D07	76,7	0,69	13,97	11,2	8,1	1,9	0,5	11,9
D13	80,3	0,76	15,27	11,5	8,3	2,5	0,5	14,5
D15	77,3	0,76	14,76	9,9	8,7	2,0	0,6	13,1
D17	78,7	0,67	14,79	10,1	9,6	2,8	0,6	13,1
D20	78,7	0,70	13,62	10,5	10,0	2,4	0,4	14,5
D24	78,7	0,71	13,40	10,8	8,1	2,0	0,4	13,5
D26	80,7	0,60	11,76	10,1	8,1	3,3	0,9	11,9
D27	76,7	0,67	13,44	12,4	10,1	2,8	1,1	13,2
Trung bình dòng	78,2	0,67	13,25	10,8	8,7	2,4	0,6	12,8
<i>Cây thử</i>								
DT16	71,0	0,75	14,70	12,8	8,7	2,5	0,5	14,5
DT33	80,3	1,04	20,29	9,4	9,1	3,2	1,1	12,6
<i>THL/Giống</i>								
THL01	71,0	2,71	61,89	19,0	15,7	4,2	0,6	14,1
THL02	71,7	2,09	47,80	16,6	14,3	3,7	0,6	12,8
THL03	70,0	2,27	51,86	17,0	15,9	3,7	0,5	13,4
THL04	71,7	2,28	52,02	17,5	16,0	4,3	0,6	12,6
THL05	69,0	2,58	58,75	18,5	15,3	4,1	0,6	12,5
THL06	71,0	2,85	64,85	18,6	17,1	4,0	0,6	13,8
THL07	71,3	2,38	54,27	17,2	15,0	3,8	0,6	13,4
THL08	69,0	1,63	37,00	14,9	13,4	3,6	0,6	12,9
THL09	71,0	2,60	59,43	20,6	14,0	3,9	0,7	12,2
THL10	68,3	1,35	30,81	14,6	14,2	2,9	0,7	13,5
THL11	79,0	1,83	41,84	16,6	15,3	3,9	0,8	11,7
THL12	75,0	1,48	33,70	14,3	13,0	3,3	0,6	12,3
THL13	69,0	1,48	33,82	14,7	13,5	3,0	0,5	12,9
THL14	69,7	2,01	45,73	16,1	14,6	4,1	0,6	12,5
THL15	75,7	1,95	44,36	16,2	13,4	3,8	0,5	12,1
THL16	74,3	2,54	58,03	17,4	16,2	3,7	0,7	12,3
THL17	72,3	1,44	32,93	14,8	12,8	3,3	0,6	13,5
THL18	77,7	1,59	36,34	14,7	12,8	3,4	0,7	11,8
THL19	66,3	2,50	57,10	17,9	14,8	4,1	0,7	12,0
THL20	68,0	1,79	40,87	19,2	16,2	2,6	0,8	12,7
Trung bình con lai	71,6	2,07	47,17	16,8	14,7	3,7	0,6	12,8
KCN	69,0	1,70	38,05	18,5	15,9	2,7	0,6	13,6
LSD _{0,05}	3,8	0,24	2,98	1,2	1,5	0,4	0,2	0,7
CV%	3,2	9,56	10,47	5,2	7,4	6,7	15,7	3,2

Ghi chú: CV: Hệ số biến động; LSD: Sai số nhỏ nhất có ý nghĩa; Chi tiết các tính trạng được mô tả tại bảng 1.



Ghi chú: Parental: Dòng bố mẹ; Hybrid: Con lai; Group: Nhóm. Sự phân bố mật độ của mỗi tính trạng được hiển thị ở đường chéo biểu đồ từ trái sang phải với các màu đỏ: con lai F1 và màu xanh lam: biểu thị các dòng bố mẹ. Ở phía dưới, biểu đồ phân tán hai biến được hiển thị trong khi ở phía trên, với các ký hiệu *, **, *** biểu thị có ý nghĩa thống kê ở $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ và $P \leq 0,001$, tương ứng. Biểu đồ Boxplots phía bên phải minh họa cho sự khác biệt giữa bố mẹ và con lai. Chi tiết các tính trạng được mô tả tại bảng 1.

Hình 1. Biểu đồ tương quan giữa các tính trạng năng suất, chất lượng của dòng bố mẹ và tổ hợp lai đỉnh

3.4. Kết quả phân tích ưu thế lai

Ưu thế lai là ưu thế của con lai F_1 hơn hẳn bố mẹ của chúng bao gồm ưu thế lai trung bình (Hm) xác định phần trăm tăng giảm của tổ hợp lai so với giá trị trung bình của bố mẹ và ưu thế lai thực (Hb) xác định phần trăm tăng giảm của tổ hợp lai so với giá trị của bố mẹ (Napolitano & cs., 2020). Nhìn vào phân bố màu sắc ở bảng 6 và 7 cho thấy, ưu thế lai dương, vượt trội ở các tính trạng KLQ và NSTT trong khi các tính trạng TGTQ, DVQ và BRIX mang giá trị âm. Chi tiết, kết quả cho thấy ưu thế lai trung bình (Hm) mang giá trị âm đối với tính trạng thời gian thu hoạch dao động từ -17,6% đến -0,8% (Bảng 6).

Ở dưa thơm, các nhà chọn giống thường mong muốn thời gian thu hoạch có ưu thế lai giá trị âm vì chúng phản ánh tính ưu việt của kiểu

gen dưa (Kesh & Kaushik, 2021). Ưu thế lai trung bình mang giá trị dương đối với khối lượng quả (65,5-301,4%), năng suất quả thực thu (94,2-359,6%), chiều dài quả (12,7-76,1%), đường kính quả (51,1-142,5%). Trừ cặp lai $D27 \times DT33$ có ưu thế lai trung bình về độ dày thịt quả mang giá trị âm (-13,3%), các cặp lai còn lại đều mang giá trị dương, dao động từ 9,4% đến 82,6%. Ưu thế lai trung bình mang giá trị dương cao có thể do bố mẹ có khoảng cách di truyền xa nhau (Yu & cs., 2021). Ưu thế lai trung bình mang giá trị âm ở chỉ tiêu độ dày vỏ hạt, hầu hết mang giá trị âm trừ các cặp lai với cây thử DT16. Tương tự chỉ tiêu thời gian thu hoạch, ưu thế lai trung bình mang giá trị âm ở chỉ tiêu độ dày vỏ hạt cũng là mong muốn của nhà chọn giống dưa. Ưu thế lai trung bình khá thấp ở chỉ tiêu chất lượng, phần lớn mang giá trị

âm trừ các cặp lai D07 × DT16, D03 × DT16, D07 × DT33, D03 × DT33, và D01 × DT16.

Kết quả ưu thế lai thực (Hb) cho thấy tính trạng thời gian thu hoạch có Hb mang giá trị âm, dao động từ -17,8% đến -1,6% (Bảng 7). Ưu thế lai thực mang giá trị dương đối với khối lượng quả (38,5-280,0%), năng suất quả thực thu (62,3-338,5%), chiều dài quả (4,7-60,4%), đường kính quả (43,6%-136,8%). Trừ cặp lai D07 và D27 với cây thử DT33 có ưu thế lai thực về độ dày thịt quả mang giá trị âm (-18,8% và -6,3% tương ứng), các cặp lai còn lại đều mang giá trị dương, dao động từ 3,1% đến 72,0%. Tương tự kết quả tính ưu thế lai trung bình, ưu thế lai thực hầu hết mang giá trị âm ở chỉ tiêu độ dày vỏ hạt, trừ các cặp lai giữa D24, D03, D20, D01, D13 với cây thử DT16. Trừ cặp lai D07 × DT33, ưu thế lai thực đều mang giá trị âm ở chỉ tiêu °Brix dao động từ -15,9 đến -2,4.

3.5. Kết quả phân tích khả năng kết hợp chung

Phân tích phương sai từ mô hình lai đỉnh cho thấy bình phương trung bình của dòng, cây thử và tương tác dòng × cây thử có ý nghĩa thống kê ở mức $P \leq 0,01$ đối với tất cả các tính trạng nghiên cứu (Bảng 8). Thời gian thu hoạch chịu ảnh hưởng lớn bởi phương sai cây thử (σ^2T), tương tác kiểu gen × cây thử ($\sigma^2L \times T$), phương sai khả năng kết hợp chung (σ^2GCA), phương sai hiệu ứng cộng (σ^2A) và phương sai hiệu ứng trội (σ^2D). Phương sai hiệu ứng cộng (σ^2A) cao hơn hẳn so với phương sai hiệu ứng trội (σ^2D) trên các tính trạng năng suất (NSTT), cấu thành năng suất (KLQ, CDQ, DKQ) và tính trạng chất lượng độ dày thịt quả (DTQ). Hiệu ứng cộng ($\sigma^2A = 0,47$) và hiệu ứng trội ($\sigma^2D = 2,30$) đã được phát hiện trên tính trạng chất lượng tổng lượng chất rắn hòa tan Brix.

Bảng 6. Ưu thế lai trung bình (Hm)

Dòng	Cây thử	TGTQ	KLQ	NSTT	CDQ	DKQ	DTQ	DVQ	BRIX
D01	DT16	-5,3	284,4	359,6	29,8	122,2	82,6	20,0	8,5
D01	DT33	-0,8	115,3	157,3	47,1	89,7	47,2	0,0	-2,9
D03	DT16	-2,0	248,3	299,3	22,7	102,4	54,2	20,0	1,6
D03	DT33	-3,6	98,7	128,2	30,7	70,2	20,0	-25,0	5,6
D07	DT33	-12,1	71,1	97,4	40,8	59,3	17,6	-37,5	5,3
D07	DT16	-5,2	215,3	261,8	32,5	102,4	68,2	0,0	1,5
D13	DT33	-13,2	123,3	157,2	39,7	85,1	43,9	-25,0	-7,7
D13	DT16	-5,2	202,0	247,1	31,7	105,9	72,0	20,0	-13,1
D15	DT16	-6,9	241,7	298,8	34,8	112,6	82,2	9,1	-9,4
D15	DT33	-3,9	116,7	153,1	38,9	82,0	46,2	-41,2	-5,8
D17	DT16	-5,1	301,4	339,8	49,3	103,3	50,9	9,1	0,0
D17	DT33	-6,5	197,1	230,8	66,2	86,1	23,3	-17,6	-4,3
D20	DT33	-9,1	65,5	94,2	28,6	55,0	17,9	-20,0	-0,4
D20	DT16	-4,7	228,3	283,3	28,8	84,0	55,1	33,3	-7,6
D24	DT33	-2,3	81,7	115,7	26,7	70,9	30,8	-6,7	-9,6
D24	DT16	-7,8	123,3	163,3	13,6	77,4	60,0	33,3	-7,9
D26	DT16	-6,4	285,2	349,2	22,3	145,2	34,5	0,0	-7,6
D26	DT33	-17,6	204,9	256,3	51,8	108,1	26,2	-30,0	-2,0
D27	DT16	-7,5	90,1	119,0	12,7	55,3	9,4	-12,5	-2,5
D27	DT33	-13,4	109,4	142,3	76,1	51,0	-13,3	-27,3	-1,6

Ghi chú: Chi tiết các tính trạng được mô tả tại bảng 1. Thang màu từ đỏ đến xanh biểu thị giá trị ưu thế lai tăng dần.

Bảng 7. Ưu thế lai thực (Hb)

Dòng	Cây thử	TGTQ	KLQ	NSTT	CDQ	DKQ	DTQ	DVQ	BRIX
D01	DT16	-10,1	261,3	321,0	22,7	118,4	68,0	20,0	-2,8
D01	DT33	-1,6	76,0	106,2	34,2	82,4	21,9	-27,3	-7,1
D03	DT16	-4,8	178,7	225,2	11,7	90,8	48,0	20,0	-11,7
D03	DT33	-6,6	42,3	66,1	23,8	57,1	3,1	-45,5	-2,4
D07	DT33	-14,1	42,3	66,7	29,5	50,5	-6,3	-54,5	2,4
D07	DT16	-8,7	202,7	252,8	24,2	95,4	48,0	0,0	-7,6
D13	DT33	-13,2	93,3	125,4	27,0	76,9	28,1	-45,5	-13,8
D13	DT16	-10,7	200,0	240,7	25,0	101,1	72,0	20,0	-13,1
D15	DT16	-10,7	239,5	298,0	19,5	112,6	64,0	0,0	-13,8
D15	DT33	-5,7	87,5	118,6	35,4	78,0	18,8	-54,5	-7,6
D17	DT16	-9,8	280,0	338,5	33,6	93,8	42,9	0,0	-4,8
D17	DT33	-7,5	144,2	186,0	60,4	81,3	15,6	-36,4	-6,1
D20	DT33	-10,0	38,5	62,3	21,9	48,0	3,1	-45,5	-6,9
D20	DT16	-9,4	217,3	269,2	17,2	72,0	52,0	20,0	-7,6
D24	DT33	-3,2	52,9	79,1	18,5	61,5	6,2	-36,4	-12,6
D24	DT16	-12,3	117,3	151,7	4,7	71,3	44,0	20,0	-11,0
D26	DT16	-12,0	246,7	304,3	9,4	136,8	18,2	-22,2	-15,9
D26	DT33	-17,8	140,4	181,4	46,5	96,7	24,2	-36,4	-4,8
D27	DT16	-11,0	80,0	109,6	10,9	44,6	3,6	-36,4	-6,9
D27	DT33	-15,3	72,1	101,4	54,8	43,6	-18,8	-27,3	-3,8

Ghi chú: Chi tiết các tính trạng được mô tả tại bảng 1. Thang màu từ đỏ đến xanh biểu thị giá trị ưu thế lai tăng dần.

Bảng 8. Bình phương trung bình và các thành phần phương sai của mô hình lai đỉnh

Nguồn biến động	Df	TGTQ	KLQ	NSTT	CDQ	DKQ	DTQ	DVQ	BRIX
Bình phương trung bình									
Nhắc lại	2	63,51**	0,94**	389,46**	3,51**	1,43**	0,37**	0,08**	2,83**
Kiểu gen (G)	31	55,88**	1,79**	1026,30**	17,35**	51,03**	1,61**	0,08**	2,47**
Dòng (L)	10	21,69**	0,82**	476,93**	10,89**	23,15**	0,92**	0,12**	2,87**
Cây thử (T)	2	513,51**	20,64**	12041,23**	168,10**	632,81**	16,04**	0,10**	5,87**
L:T	19	25,71**	0,31**	155,97**	4,88**	4,46**	0,45**	0,05**	1,89**
Residuals	62	5,59	0,02	13,42	0,66	0,55	0,05	0,01	0,17
Các thành phần phương sai									
σ^2G		586,04	18,57	10657,07	180,91	528,78	16,76	0,82	26,10
σ^2L		0,00	0,06	36,78	0,69	2,14	0,05	0,01	0,11
σ^2T		15,24	0,64	371,41	5,10	19,64	0,49	0,00	0,12
$\sigma^2L \times T$		6,71	0,10	47,52	1,41	1,31	0,13	0,01	0,58
σ^2GCA		6,18	0,30	178,35	2,56	9,54	0,24	0,00	0,12
σ^2A		24,73	1,21	713,42	10,22	38,17	0,95	0,02	0,47
σ^2D		26,84	0,39	190,07	5,63	5,22	0,54	0,06	2,30

Ghi chú: **: Biểu thị có ý nghĩa thống kê ở mức $P < 0,01$; σ^2G : Phương sai kiểu gen; σ^2L : Phương sai dòng; σ^2T : Phương sai cây thử; $\sigma^2L \times T$: Phương sai tương tác giữa dòng và cây thử; σ^2GCA : phương sai khả năng kết hợp chung; σ^2A : Phương sai hiệu ứng cộng; σ^2D : Phương sai hiệu ứng trội. Chi tiết các tính trạng được mô tả tại bảng 1.

Bảng 9. Khả năng kết hợp chung về năng suất, chất lượng của các dòng dưa thơm

	TGTQ	KLQ	NSTT	CDQ	DKQ	DTQ	DVQ	BRIX
Dòng								
D01	2.448*	0.178	3.940	0.745	1.088	0.165	0.005	-0.369
D03	0.115	-0.216	-4.469	-0.799	-0.713	-0.102	-0.084	-0.869
D07	-1.997	-0.077	-1.498	0.501	-0.701	-0.357	-0.117	-0.080
D13	0.003	0.127	2.959	0.667	0.343	0.398*	-0.050	0.386
D15	0.115	0.203	4.576	-0.522	0.832	0.065	-0.073	-0.269
D17	0.781	0.462*	11.176*	1.101	1.588*	0.287	-0.017	0.253
D20	0.226	-0.050	-1.107	-0.622	0.388	-0.080	-0.084	0.975*
D24	1.226	-0.246	-5.800	-1.055	-1.057	-0.191	-0.061	-0.058
D26	-1.219	0.346*	8.048*	-0.399	1.932*	0.520*	0.139*	-0.769
D27	-2.885	-0.287	-6.342	1.901*	-0.546	-0.446	0.227*	0.309
Cây thử								
DT16	-3.431	0.579	13.776	1.499	3.051	0.479	-0.034	0.432*
DT33	-0.491	0.230	5.740	0.820	1.397	0.255	0.069	-0.411
SE _{Dòng}	1,480	0,289	6,940	1,049	1,529	0,374	0,109	0,659
SE _{Cây thử}	3,221	0,646	15,597	1,843	3,575	0,569	0,048	0,344

Ghi chú: SE: Sai số chuẩn của khả năng kết hợp chung; *: Biểu thị thị sự sai khác có ý nghĩa so với 0 tại $\geq SE$. Chi tiết các tính trạng được mô tả tại bảng 3.

Dưa thơm là một cây trồng rất quan trọng được sản xuất trên toàn thế giới với sự đa dạng về kiểu hình cao về kích thước quả nhưng cơ chế phân tử và di truyền học của các tính trạng này phần lớn vẫn chưa được sáng tỏ (Liu & cs., 2020). Trong nghiên cứu này, kết quả GCA cho thấy thời gian thu hoạch, độ dày thịt quả, tổng chất rắn hòa tan trong quả, chiều dài quả và trọng lượng quả được kiểm soát bởi hiệu ứng cộng, trong khi chỉ tiêu chất lượng tổng lượng chất rắn hòa tan Brix được kiểm soát bởi cả hiệu ứng cộng và hiệu ứng trội. Do vậy, chương trình chọn tạo giống dưa thơm năng suất và chất lượng nên hướng tới việc sử dụng các hiệu ứng ưu thế lai.

Kết quả cho thấy các dòng bố mẹ có GCA ở chỉ tiêu thời gian thu hoạch mang giá trị âm (Bảng 9). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Feyzian & cs. (2009). Trong nghiên cứu lai diallel trên dưa thơm, Feyzian & cs. (2009) phát hiện ra rằng kiểu gen của bố mẹ có giá trị GCA âm dẫn đến con lai sẽ có thời gian thu hoạch ngắn hơn. Giá trị GCA âm cũng đã được phát hiện khối lượng quả và thời gian thu hoạch trên

cây đậu tương (Susanto, 2018). Các dòng bố mẹ có giá trị GCA âm ở tính trạng thời gian thu hoạch, cụ thể là D07, D26 và D27 có thể được sử dụng để tạo ra các giống dưa thơm chín sớm

Trong mười dòng dưa thơm nghiên cứu, giá trị GCA cho các tính trạng năng suất và cấu thành năng suất có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Bảng 9). Các dòng D17 và D26 có giá trị GCA dương và cao nhất đối với tính trạng khối lượng quả (KLQ). Các dòng dưa này có thể được sử dụng để lai tạo các giống dưa lai năng suất cao. Các THL triển vọng thường có bố mẹ có GCA cao về các chỉ tiêu năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất đã được chỉ ra trên đậu bắp (Bhatt & cs., 2015), ngô siêu ngọt (Suzukawa & cs., 2018) và ớt (Herath & cs., 2021). Kết quả cũng cho thấy, các dòng bố có GCA thấp (D03, D07, D20, D24, D27) × cây thử cao (DT16) vẫn có thể tạo ra con lai triển vọng với hiệu suất tốt nhất về sinh trưởng, năng suất quả thực thu và các tính trạng liên quan đến chất lượng. Đối với chỉ tiêu chất lượng, các dòng D01 và D07 mặc dù có GCA về giá trị brix thấp nhưng khi kết hợp với cây thử DT16 có GCA cao

về chỉ tiêu chất lượng cũng sẽ cho con lai F_1 có chất lượng cao. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trên ngô ngọt của Suzukawa & cs. (2018). Những phát hiện tương tự cũng được báo cáo bởi Akrami & Arzani (2019) đối với tổng chất rắn hòa tan và Badami & cs. (2020) đối với khối lượng quả trong nghiên cứu lai diallel trên các dòng dưa thơm.

4. KẾT LUẬN

Các tính trạng được khảo sát trong nghiên cứu này đều có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở $P \leq 0,01$. Kết quả phân tích tương quan cho thấy tính trạng khối lượng quả ($r = 0,998$), chiều dài quả ($r = 0,772$), đường kính quả ($r = 0,957$) và độ dày thịt quả ($r = 0,845$) có tương quan thuận và rất chặt ở mức có ý nghĩa thống kê $P \leq 0,001$ với năng suất thực thu. Năng suất có thể được cải tiến thông qua cải tiến các tính trạng cấu thành năng suất này.

Ưu thế lai trung bình và ưu thế lai thực mang giá trị này âm ở tính trạng thời gian thu hoạch quả trong khi các giá trị này dương ở các tính trạng năng suất bao gồm năng suất thực thu, khối lượng quả, chiều dài quả, đường kính quả và độ dày thịt quả.

Khả năng kết hợp chung cao nhất về năng suất và khối lượng trung bình quả đối với dòng D17 và D26. Dòng D20 có khả năng kết hợp chung cao nhất về tổng lượng chất rắn hòa tan. Phép lai DT16 $\times$ D17 (64,85 tấn/ha), DT16 $\times$ D01 (61,89 tấn/ha) và DT16 $\times$ D26 (59,43 tấn/ha) có năng suất quả thực thu cao nhất. Hiệu ứng cộng có vai trò lớn hơn trong việc kiểm soát di truyền các tính trạng năng suất trong khi hiệu ứng trội có vai trò lớn hơn trong việc kiểm soát di truyền các tính trạng chất lượng trên các dòng dưa thơm.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này nằm trong nhiệm vụ: “Lưu giữ và bảo quản nguồn gen nông nghiệp nhập nội phục vụ công tác nghiên cứu và đào tạo” năm 2021 do Học viện Nông nghiệp chủ trì. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Bộ Nông

ng nghiệp và Phát triển nông thôn đã hỗ trợ kinh phí thực hiện nghiên cứu này.

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn hai chuyên gia phản biện độc lập và Ban biên tập đã có những góp ý quý báu để hoàn thiện nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Akrami M. & Arzani A. (2019). Inheritance of fruit yield and quality in melon (*Cucumis melo* L.) grown under field salinity stress. Scientific Reports. 9(1): 7249.
- Badami K., Daryono B.S., Amzeri A. & Khoiri S. (2020). Combining ability and heterotic studies on hybrid melon (*Cucumis melo* L.) populations for fruit yield and quality traits. SABRAO Journal of Breeding & Genetics. 52(4): 402-417.
- Bhatt J.P., Kathiria K.B., Christian S.S. & Acharya R.R. (2015). Combining ability studies in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) for yield and its component characters. Electronic Journal of Plant Breeding. 6(2): 479-485.
- Birchler J.A. (2015). Heterosis: The genetic basis of hybrid vigour. Nature Plants. 1(3): 1-2.
- Burger Y., Paris H. S., Cohen R., Katzir N., Tadmor Y., Lewinsohn E. & Schaffer A.A. (2010). Genetic Diversity of *Cucumis Melo*. Horticultural reviews. 36(1): 165-198.
- Feyzian E., Dehghani H., Rezai A.M. & Jalali Javaran M. (2009). Diallel cross analysis for maturity and yield-related traits in melon (*Cucumis melo* L.). Euphytica. 168(2): 215-223.
- Hallauer A.R., Carena M.J. & Filho J.B.M. (2010). Testers and combining ability. Trong: Quantitative Genetics in Maize Breeding. pp. 383-423.
- Herath H.N., Rafii M.Y., Ismail S.I., Jj N. & Ramlee S.I. (2021). Improvement of important economic traits in chilli through heterosis breeding: a review. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 96(1): 14-23.
- Jayakodi M., Schreiber M. & Mascher M. (2019). Sweet genes in melon and watermelon. Nature Genetics. 51(11): 1572-1573.
- Kaur S., Sharma S.P., Sarao N.K., Deol J.K., Gill R., Abd-Elsalam K.A., Alghuthaymi M.A., Hassan M.M. & Chawla N. (2022). Heterosis and Combining Ability for Fruit Yield, Sweetness, & β -Carotene, Ascorbic Acid, Firmness and Fusarium Wilt Resistance in Muskmelon (*Cucumis melo* L.) Involving Genetic Male Sterile Lines. Horticulturae. 8(1).
- Kesh H. & Kaushik P. (2021). Advances in melon (*Cucumis melo* L.) breeding: An update. Scientia Horticulturae. 282: 110045.

- Labroo M.R., Studer A.J. & Rutkoski J.E. (2021). Heterosis and hybrid crop breeding: A multidisciplinary review. *Frontiers in Genetics*. 12(234).
- Liu S., Gao P., Zhu Q., Zhu Z., Liu H., Wang X., Weng Y., Gao M. & Luan F. (2020). Resequencing of 297 melon accessions reveals the genomic history of improvement and loci related to fruit traits in melon. *Plant Biotechnology Journal*. 18(12): 2545-2558.
- Munger H.M. (1942). The possible utilization of first generation muskmelon hybrids and an improved method of hybridization. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 40: 405-410.
- Napolitano M., Terzaroli N., Kashyap S., Russi L., Jones-Evans E. & Albertini E. (2020). Exploring heterosis in melon (*Cucumis melo* L.). *Plants* (Basel). 9(2): 282.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/old/4.1.0/> on May 20, 2021.
- Rodríguez F., Alvarado G., Pacheco Á., Crossa J. & Burgueño J. (2015). AGD-R (Analysis of Genetic Designs with R for Windows). Retrieved from [https://www.semanticscholar.org/paper/AGD-R-\(Analysis-of-Genetic-Designs-with-R-for-5.0-Rodr%C3%ADguez-Alvarado/cd2e11f67683a56fc32c354a8de833a50d24336a](https://www.semanticscholar.org/paper/AGD-R-(Analysis-of-Genetic-Designs-with-R-for-5.0-Rodr%C3%ADguez-Alvarado/cd2e11f67683a56fc32c354a8de833a50d24336a) on May 20, 2021.
- Selim M.A.M. (2020). Inheritance of fruit flesh colour in some botanical varieties of muskmelon, *Cucumis melo*. *Journal of Applied Horticulture*. 22(1): 57-61.
- Susanto G.W.A. (2018). Estimation of gene action through combining ability for maturity in soybean. *SABRAO Journal of Breeding & Genetics*. 50(1): 62-71.
- Suzukawa A.K., Garcia M.M., Contreras-Soto R.I., Zeffa D.M., Coan M.M.D. & Scapim C.A. (2018). Diallel analysis of tropical and temperate sweet and supersweet corn inbred lines. *Revista Ciênciã Agronômica*. 49(4).
- Thakur H., Sharma S. & Thakur M. (2019). Recent trends in muskmelon (*Cucumis melo* L.) research: an overview. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 94(4): 533-547.
- Tzuri G., Zhou X., Chayut N., Yuan H., Portnoy V., Meir A., Sa'ar U., Baumkoler F., Mazourek M., Lewinsohn E., Fei Z., Schaffer A.A., Li L., Burger J., Katzir N. & Tadmor Y. (2015). A 'golden' SNP in CmOr governs the fruit flesh color of melon (*Cucumis melo*). *The Plant Journal*. 82(2): 267-279.
- Wang X., Ando K., Wu S., Reddy U. K., Tamang P., Bao K., Hammar S. A., Grumet R., McCreight J. D. & Fei Z. (2021). Genetic characterization of melon accessions in the U.S. National Plant Germplasm System and construction of a melon core collection. *Molecular Horticulture*. 1(1): 11.
- Yu D., Gu X., Zhang S., Dong S., Miao H., Gebretsadik K. & Bo K. (2021). Molecular basis of heterosis and related breeding strategies reveal its importance in vegetable breeding. *Horticulture Research*. 8(1): 120.