

KHẢ NĂNG KẾT HỢP VỀ NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG GIỮA CÁC DÒNG NGÔ NẾP TÍM VÀ NGÔ NGỌT

Nguyễn Thị Nguyệt Anh^{1*}, Nguyễn Trung Đức¹,
Phạm Quang Tuấn¹, Vũ Văn Liệt², Vũ Thị Xuân Bình³

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

²*Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

³*Ban Khoa học và Công nghệ, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

*Tác giả liên hệ: ntnguyetanhvua@gmail.com

TÓM TẮT

Cải tiến chất lượng, năng suất đáp ứng nhu cầu thị hiếu của người tiêu dùng là mục tiêu quan trọng của các nhà chọn giống ngô thực phẩm. Nghiên cứu này tiến hành thiết kế một phép lai diallel đầy đủ (6 × 6) theo phương pháp Griffing I giữa 3 dòng thuần ngô nếp, hạt tím và 3 dòng thuần ngô ngọt, hạt vàng đã được thực hiện trong vụ Thu Đông năm 2020 tại Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng nhằm tìm hiểu khả năng kết hợp chung (GCA), riêng (SCA), hiệu ứng tương hỗ (REC) giữa các dòng thuần ngô nếp tím, ngô ngọt và xác định các giống ngô chất lượng cao có tiềm năng thương mại hóa. Thí nghiệm đồng ruộng đánh giá các đặc điểm nông học, năng suất, chất lượng của 6 dòng bố mẹ, 30 THL diallel và 5 giống đối chứng được tiến hành trong vụ Xuân năm 2021. Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA} < 0,5$ ở hầu hết các tính trạng gợi ý rằng hoạt động của các gen không cộng tính có ý nghĩa hơn hoạt động của các gen cộng tính đối với di truyền các tính trạng này. Kết quả REC cho thấy phép lai giữa ngô nếp tím × ngô ngọt đem lại hiệu quả hơn so với phép lai giữa ngô ngọt × ngô nếp tím về các tính trạng năng suất, chất lượng. Xác định được 7 THL có SCA về các tính trạng liên quan đến năng suất và chất lượng là THL1, THL2 (nếp tím); THL4, THL5, THL13 (nếp ngọt tím); THL20, THL30 (ngọt vàng). Các THL triển vọng này tiếp tục được đưa vào hệ thống đánh giá đa môi trường ở các vụ tiếp theo.

Từ khóa: Khả năng kết hợp, lai diallel, ngô nếp tím, ngô ngọt, ngô nếp ngọt.

COMBINING ABILITY FOR YIELD AND QUALITY OF SOME PURPLE WAXY CORN AND SWEET CORN INBRED LINES

Nguyen Thi Nguyet Anh^{1*}, Nguyen Trung Duc¹,
Pham Quang Tuan¹, Vu Van Liet², Vu Thi Xuan Binh³

¹*Institute of Crops Research and Development, Vietnam National University of Agriculture*

²*Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture*

³*Department of Science and Technology, Vietnam National University of Agriculture*

*Corresponding Author: ntnguyetanhvua@gmail.com

ABSTRACT

Improving quality, marketable yield to meet the consumers demand is an important goal of vegetable corn breeders. This study designed a full diallel cross (6x6) by Griffing I method between 3 purple waxy inbred lines and 3 yellow sweet corn inbred lines was carried out in the autumn-winter season of 2020 at The Research and Development Institute of Crops aimed to find out the general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA), reciprocal effects (REC) of purple waxy and

yellow sweet corn, and identify the best quality hybrids have potential commercialization. The field experiment to evaluate the agronomic characteristics, yield and quality of 6 parental lines, 30 diallel hybrids and 5 check varieties was conducted in the Spring season 2021. The results showed that the ratio $\sigma^2GCA/\sigma^2SCA < 0.5$ in most traits suggests that the activity of the non-additive genes is more significant than the activity of the additive genes for inheritance of these traits. The REC results show that the cross between purple sticky corn x sweet corn is more effective than the cross between sweet corn x purple sticky corn in terms of yield and quality traits. 7 THLs with SCA in terms of yield and quality related traits were identified as THL1, THL2 (purple waxy); THL4, THL5, THL13 (purple waxy sweet); THL20, THL30 (yellow sweet). These promising THLs will continue to be included in the multi-environmental assessment system in the next seasons.

Keywords: Combine ability, diallel cross, purple waxy corn, sweet corn, waxy-sweet corn.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhu cầu sử dụng ngô (*Zea mays* L.) làm thực phẩm ngày càng tăng cao, đặc biệt là bắp ngô nếp, ngô ngọt phục vụ cho ăn tươi, làm gia vị chế biến các món ăn, súp và phần lớn phục vụ cho công nghệ chế biến lạnh để xuất khẩu (Revilla & cs., 2021). Nhiều nghiên cứu cải thiện chất lượng của ngô thực phẩm bằng phương pháp lai giữa ngô nếp và ngô ngọt đã được thực hiện thành công, tạo ra các tổ hợp lai ngô nếp ngọt có độ ngọt cao hơn ngô nếp thông thường, hàm lượng tinh bột cao hơn ngô siêu ngọt thông thường (Zhang & cs., 2004; Hao & cs., 2005), trên mỗi bắp ngô có cả hạt nếp và ngọt xấp xỉ tỷ lệ 3:1 (Dong & cs., 2019; Lertrat & Thongnarin, 2006). Ngô kết hợp cả hương vị ngọt và nếp này ngày càng được ưa chuộng ở Đông Nam Á, đã chiếm 1/3 thị trường tiêu thụ ngô ăn tươi ở Trung Quốc (Dong & cs., 2019).

Việc phát hiện ra hiện tượng ưu thế lai, phát triển công nghệ tạo giống lai và khai thác thương mại thành công ưu thế lai ở ngô được coi là những thành tựu quan trọng trong lịch sử khoa học sinh học hiện đại (Hassan & cs., 2019). Phân tích khả năng kết hợp là giai đoạn quan trọng của một chương trình tạo giống ngô ưu thế lai, giúp xác định cặp bố mẹ tiềm năng cho hiệu quả phép lai tốt nhất (Amiruzzaman & cs., 2010; Talukder & cs., 2016). Lai diallel có thể sử dụng để ước tính khả năng kết hợp chung (GCA) và riêng (SCA), đồng thời cũng xác định được ảnh hưởng của hiệu ứng tương hỗ (REC). Lai diallel cũng thường được sử dụng trong các nghiên cứu di truyền để xác định phương thức di truyền của tính trạng được kiểm tra, số lượng gen kiểm soát tính trạng và ảnh hưởng của gen (Jocic & cs., 2015; Hassan & cs., 2019). Thông tin về khả năng kết hợp và giá trị ưu thế lai rất hữu ích cho việc phát triển giống ngô lai mới. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là xác định khả năng kết hợp giữa các dòng thuần ngô nếp tím và ngô ngọt về các tính trạng năng suất, chất lượng, tạo tiền đề cho phát triển các giống ngô thực phẩm chất lượng ở các tỉnh phía Bắc Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu nghiên cứu bao gồm: (1) Sáu dòng thuần bố mẹ, trong đó có 3 dòng thuần ngô nếp, hạt tím (S6-S8) và 3 dòng thuần ngô ngọt, hạt vàng (S7-S8) được phát triển bằng tự phối từ giống ngô thụ phấn tự do của Việt Nam và các giống ngô lai đơn nhập nội từ Thái Lan, Hàn Quốc, Trung Quốc (Bảng 1); (2) Sáu dòng bố mẹ và ba mươi tổ hợp lai (THL) diallel theo mô hình Griffing I giữa 6 dòng thuần ngô nếp tím, ngô ngọt (Bảng 2). Thí nghiệm so sánh với 5 giống đối chứng gồm giống ngô nếp tím Fancy111 (Thái Lan), VNUA141 (Việt Nam); giống ngô nếp trắng HN88 (Trung Quốc); giống ngô ngọt vàng GoldenCob (Thái Lan); giống ngô nếp ngọt tím VNUA161 (Việt Nam).

Bảng 1. Dòng thuần ngô nếp tím, ngô ngọt được sử dụng trong nghiên cứu

TT	Tên dòng	Đời tự phối	Nguồn gốc	Đặc điểm hạt
1	FP	8	Việt Nam	Nếp, bán đá, màu tím
2	TL	7	Thái Lan	Nếp, bán đá, màu tím
3	HQ	6	Hàn Quốc	Nếp, bán đá, màu tím
4	L1	8	Trung Quốc	Ngọt, nhãn nheo, màu vàng
5	D76	7	Thái Lan	Ngọt, nhãn nheo, màu vàng
6	D78	7	Trung Quốc	Ngọt, nhãn nheo, màu vàng

Tiến hành lai tạo THL trong vụ Thu Đông 2020 (gieo vào tháng VIII/2020) và đánh giá các THL diallel trong vụ Xuân 2021 (gieo vào tháng III/2021). Các thí nghiệm trên đồng ruộng trong cả hai thời vụ được bố trí khối ngẫu nhiên hoàn toàn (RCBD), ba lần nhắc lại tại Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng (Gia Lâm, Hà Nội). Đánh giá các đặc điểm nông học, năng suất và chất lượng ăn tươi của các vật liệu ngô theo QCVN 01-56:2011/BNNPTNT và QCVN 01-66:2011/BNNPTNT (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2011). Phân tích chỉ số đại diện độ ngọt (Brix) vào giai đoạn chín sữa theo phương pháp của Kleinhenz & Bumgarner (2012). Đo độ dày vỏ hạt bằng vi trắc kế theo phương pháp của Choe (2010). Phân tích hàm lượng anthocyanin tổng số bằng phương pháp pH vi sai theo Huỳnh Thị Kim Cúc & cs. (2004) và Wrolstad & cs. (2005).

Tổng hợp số liệu bằng phần mềm Microsoft Excel 2016. Phân tích phương sai (ANOVA) sử dụng phần mềm phần mềm STATISTIX ver. 10.0. Phân tích khả năng kết hợp theo mô hình Griffing I sử dụng phần mềm AGD-R (Analysis of Genetic Designs with R for Windows) Ver. 5.0 (Rodríguez & cs., 2015).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Lai giữa 3 dòng ngô nếp tím và 3 dòng ngô ngọt vàng, kết quả tạo ra 6 THL F1 ngô nếp tím (nếp tím × nếp tím), 6 THL F1 ngô ngọt vàng (ngọt vàng × ngọt vàng) và 18 THL ngô nếp ngọt tím (ngọt vàng × nếp tím, nếp tím × ngọt vàng). Màu tím ở ngô được điều khiển bởi các gen *al*, *cl*, *p* và gen *r*, những gen này thường biểu hiện di truyền theo định luật Mendel với kiểu hình tím là trội (Harakotr & cs., 2014). Các THL ngô nếp ngọt có tỷ lệ hạt ngô ngọt trên bắp dao động từ 24, 1-27, 1% xấp xỉ tỷ lệ 3 nếp: 1 ngọt. Đối chứng cùng loại VNUA161 có tỷ lệ hạt ngô ngọt trên bắp là 24, 7%. Kết quả tương tự cũng đã được Phạm Quang Tuấn & cs. (2018) báo cáo khi lai giữa dòng mẹ ngô nếp tím với dòng bố ngô ngọt cho tỷ lệ hạt ngô ngọt ở THL F1 dao động trong khoảng 20,40-23,79%. Tỷ lệ 3 nếp: 1 ngọt ở THL F1 ngô nếp ngọt cũng đã được báo cáo bởi Lertrat & Thongnarin (2006) và Dong & cs. (2019).

Trung bình bình phương của cả 9 tính trạng bao gồm NSBTCLB, NSBTKLB, BRIX, CDB, DKB, HHB, HH, P1000, NSTT có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 99% ($P < 0,01$) đối với các THL (cross), cho thấy rằng sự khác biệt giữa các THL tồn tại ở cả 9 tính trạng đánh giá. Các trung bình bình phương có ý nghĩa đối với GCA và SCA về cả 9 tính trạng. Bình phương trung bình của hiệu ứng tương hỗ (Reciprocal), hiệu ứng di truyền mẹ (Maternal) có ý nghĩa đối với 8 tính trạng ở $P < 0,01$ (trừ tính trạng P1000). Khả năng kết hợp chung GCA có liên quan đến các

hiệu ứng di truyền cộng tính trong khi khả năng kết hợp cụ thể SCA có liên quan đến các hiệu ứng di truyền không cộng tính trong chương trình chọn giống ưu thế lai (Makumbi, 2005).

Bảng 2. Đặc điểm bắp của các tổ hợp lai giữa ngô nếp tím và ngô ngọt trong vụ Xuân 2021 tại Hà Nội

Dòng bố		Dòng mẹ					
		FP	TL	HQ	L1	D76	D78
FP	- Ký hiệu	FP	THL1	THL2	THL3	THL4	THL5
	- Loại hạt, màu sắc hạt, tỷ lệ% hạt ngọt trên bắp	N, T, 0	N, T, 0	N, T, 0	N-Ng, T, 25, 9	N-Ng, T, 25,2	N-Ng, T, 26,5
TL	- Ký hiệu	THL6	TL	THL7	THL8	THL9	THL10
	- Loại hạt, màu sắc hạt, tỷ lệ% hạt ngọt trên bắp	N, T, 0	N, T, 0	N, T, 0	N-Ng, T, 25,4	N-Ng, T, 24,1	N-Ng, T, 24,3
HQ	- Ký hiệu	THL11	THL12	HQ	THL13	THL14	THL15
	- Loại hạt, màu sắc hạt, tỷ lệ% hạt ngọt trên bắp	N, T, 0	N, T, 0	N, T, 0	N-Ng, T, 25, 6	N-Ng, T, 24, 7	N-Ng, T, 24, 4
L1	- Ký hiệu	THL16	THL17	THL18	L1	THL19	THL20
	- Loại hạt, màu sắc hạt, tỷ lệ% hạt ngọt trên bắp	N-Ng, T, 26,4	N-Ng, T, 27,1	N-Ng, T, 25,6	Ng, V, 100	Ng, V, 100	Ng, V, 100
D76	- Ký hiệu	THL21	THL22	THL23	THL24	D76	THL25
	- Loại hạt, màu sắc hạt, tỷ lệ% hạt ngọt trên bắp	N-Ng, T, 26, 3	N-Ng, T, 25, 3	N-Ng, T, 24, 8	Ng, V, 100	Ng, V, 100	Ng, V, 100
D78	- Ký hiệu	THL26	THL27	THL28	THL29	THL30	D78
	- Loại hạt, màu sắc hạt, tỷ lệ% hạt ngọt trên bắp	N-Ng, T, 25,5	N-Ng, T, 24,9	N-Ng, T, 24,9	Ng, V, 100	Ng, V, 100	Ng, V, 100

Ghi chú: Dạng hạt: N: Nếp; Ng: Ngọt; N-Ng: Nếp-Ngọt; Màu sắc hạt: T: Tím, V: Vàng

Phương sai khả năng kết hợp riêng (σ^2SCA) cao hơn phương sai khả năng kết hợp chung (σ^2GCA) ở hầu hết các tính trạng gồm NSBTCLB, NSBTKLB, BRIX, CDB, DKB, HHB, HH, NSTT cho thấy đối với các tính trạng này hoạt động của các gen không cộng có ý nghĩa hơn hoạt động của các gen cộng tính ($\sigma^2GCA/\sigma^2SCA < 0,5$). Phương sai khả năng kết hợp chung (σ^2GCA) lớn hơn ở các tính trạng P1000 chỉ ra rằng hiệu ứng của các gen cộng tính đóng một vai trò quan trọng trong việc di truyền tính trạng này ($\sigma^2GCA/\sigma^2SCA > 1$). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Mohammed & cs. (2014) khi đánh giá khả năng kết hợp của 5 dòng thuần ngô theo mô hình lai diallel đầy đủ (Bảng 3).

Thông tin về khả năng kết hợp chung (GCA) rất hữu ích cho việc xác định các cặp lai bố mẹ ưu tú sử dụng trong các chương trình chọn tạo giống. Các dòng bố mẹ được chọn phải có GCA cao, khác biệt đáng kể so với mức 0 và giá trị trung bình cao để dự đoán thế hệ sau tốt nhất dựa trên GCA (Khamphanan & cs., 2020). GCA của 6 dòng bố mẹ ngô nếp tím và ngô ngọt đã

được ước lượng về 9 tính trạng liên quan đến năng suất, chất lượng (Bảng 4). Kết quả cho thấy rằng, dòng ngô nếp tím FP có GCA dương, có ý nghĩa ở $P < 0,01$ đối với hầu hết các tính trạng (trừ tính trạng BRIX). Các dòng ngô ngọt L1, D76, D78 đều có GCA âm về tính trạng P1000. Dòng D78 có GCA cao nhất về tính trạng BRIX (0,85, $P < 0,01$); cùng với dòng D76 là các vật liệu ưu tú cho mục tiêu cải tiến độ ngọt trong chương trình chọn tạo giống ngô chất lượng.

Bảng 3. Phân tích phương sai khả năng kết hợp chung (GCA) và khả năng kết hợp riêng (SCA) của các dòng thuần ngô nếp tím, ngô ngọt

Nguồn biến động	df	Trung bình bình phương								
		NSBT CLB	NSBT KLB	BRIX	CDB	DKB	HHB	HH	P1000	NSTT
Nhắc lại	2	0,21	0,55	3,38	0,61	0,11	1,02	12,90	939,55	1,32**
Cross	35	46,23**	30,84**	5,54**	36,33**	1,24**	13,65**	215,53**	3377,70**	9,10**
GCA	5	13,73**	9,84**	13,34**	15,96**	0,37**	8,30**	231,59**	18386,96**	18,31**
SCA	15	80,58**	47,89**	3,15*	37,47**	1,17**	5,88**	207,13**	1687,13**	7,48**
Reciprocal	15	22,72**	20,80**	5,33**	42,00**	1,60**	23,20**	218,58**	65,18	7,66**
Maternal	5	31,85**	30,57**	8,23**	71,02**	2,79**	21,69**	198,61**	72,12	6,53**
No Maternal	10	18,16**	15,91**	3,88*	27,48**	1,00**	23,96**	228,56**	61,71	8,22**
Residual	70	0,42	0,37	1,55	0,55	0,05	0,94	5,96	307,73	0,20
σ^2_{GCA}		0,37	0,26	0,33	0,43	0,01	0,20	6,27	502,20	0,50
σ^2_{SCA}		26,72	15,84	0,53	12,30	0,37	1,65	67,06	459,80	2,43
$\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$		0,01	0,02	0,61	0,03	0,02	0,12	0,09	1,09	0,21

Ghi chú: NSBTCLB: năng suất bắp tươi có lá bi; NSBTKLB: năng suất bắp tươi không lá bi; BRIX: chỉ số đại diện độ ngọt; CDB: chiều dài bắp; DKB: đường kính bắp; HHB: số hàng hạt trên bắp; HH: số hạt trên hàng; P1000: khối lượng 1000 hạt; NSTT: năng suất thực thu; **, *: có ý nghĩa ở $P < 0,01$, $P < 0,05$ tương ứng. σ^2_{GCA} : phương sai khả năng kết hợp chung; σ^2_{SCA} : phương sai khả năng kết hợp riêng; $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$: tỷ lệ phương sai khả năng kết hợp chung trên khả năng kết hợp riêng.

Bảng 4. Khả năng kết hợp chung của các dòng thuần ngô nếp tím, ngô ngọt

Dòng bố mẹ	NSBT CLB	NSBT KLB	BRIX	CDB	DKB	HHB	HH	P1000	NSTT
FP	1,08**	0,84**	-0,26	0,89**	0,13**	0,74**	3,62**	28,14**	1,21**
TL	-0,37*	-0,27*	-0,68*	-0,75**	-0,09*	-0,15	-0,88	16,54**	0,16
HQ	-0,36*	-0,43**	-0,57*	-0,60**	-0,05	-0,05	-1,14*	16,00**	0,19*
L1	-0,64**	-0,49**	0,16	-0,30*	-0,11*	-0,40*	-3,02**	-19,53**	-0,70**
D76	0,26*	0,39**	0,49*	0,63**	0,11*	0,38	2,56**	-22,04**	-0,15
D78	0,03	-0,04	0,85**	0,14	0,01	-0,52*	-1,14*	-19,12**	-0,71**

Ghi chú: NSBTCLB: năng suất bắp tươi có lá bi; NSBTKLB: năng suất bắp tươi không lá bi; BRIX: chỉ số đại diện độ ngọt; CDB: chiều dài bắp; DKB: đường kính bắp; HHB: số hàng hạt trên bắp; HH: số hạt trên hàng; P1000: khối lượng 1000 hạt; NSTT: năng suất thực thu; **, *: có ý nghĩa ở $P < 0,01$, $P < 0,05$ tương ứng.

Phân tích khả năng kết hợp có vai trò quan trọng trong việc xác định bố mẹ hoặc tổ hợp lai tốt nhất cho một chương trình chọn tạo giống. Trong khi khả năng kết hợp chung GCA là hiệu suất trung bình của một dòng trong tổ hợp lai, thì khả năng kết hợp riêng SCA là độ lệch của các phép lai dựa trên hiệu suất trung bình của các dòng liên quan (Makumbi, 2005). Kết quả cho thấy, đối với tính trạng NSBTCLB, 8 THL có SCA dương, có ý nghĩa ở $P < 0,01$ (FP × TL, FP × HQ, FP × D76, FP × D78, TL × L1, TL × D76, HQ × L1, HQ × D76) và 2 THL có ý nghĩa ở $P < 0,05$ (L1 × D76, L1 × D78). Tương tự, 10 THL bao gồm FP × TL, FP × HQ, FP × D78, FP × D78, TL × L1, TL × D76, HQ × L1, HQ × D76, L1 × D76, D76 × D78 có SCA về NSBTCLB dương, có ý nghĩa ở $P < 0,01$. Các THL có SCA dương, có ý nghĩa kể trên có giá trị trung bình về hai chỉ tiêu NSBTCLB, NSBTKLB cao, trong đó thuộc nhóm ngô nếp tím gồm THL1 (FP x TL, 16, 96 tấn/ha, 13, 19 tấn/ha tương ứng với NSBTCLB, NSBTKLB), THL2 (FP × HQ, 15, 17 tấn/ha, 11, 13 tấn/ha tương ứng), thuộc nhóm ngô ngọt gồm THL20 (L1 x D78, 17, 26 tấn/ha, 13, 35 tấn/ha tương ứng), thuộc nhóm ngô nếp ngọt gồm THL4 (FP × D76, 16, 81 tấn/ha, 12, 65 tấn/ha tương ứng), THL5 (FP × D78, 19, 25 tấn/ha, 15, 47 tấn/ha tương ứng), THL13 (HQ x L1, 16, 75 tấn/ha, 13, 22 tấn/ha tương ứng). Đối với tính trạng BRIX, SCA cao nhất ở THL ngô ngọt L1 × D78 (1, 32, $P < 0,01$) và THL ngô nếp tím FP x TL (0, 96, $P < 0,05$), giá trị BRIX trung bình của 2 THL này lần lượt là 17, 23% và 15, 7%, thuộc mức cao đối với nhóm ngô ngọt và ngô nếp. Một số THL có SCA về tính trạng chỉ số độ ngọt BRIX dương nhưng không có ý nghĩa thống kê bao gồm FP × HQ, TL × HQ, FP × D76, FP × D78, HQ × L1, L1 × D76, D76 × D78 (Bảng 5).

Bảng 5. Khả năng kết hợp riêng của các dòng thuần ngô nếp tím, ngô ngọt

Dòng mẹ	Dòng bố	NSBTCLB	NSBT KLB	BRIX	CDB	DKB	HHB	HH	P1000	NSTT
Nhóm ngô nếp tím										
FP	TL	2,47**	1,89**	0,96*	2,04**	0,09	1,40**	3,34**	12,22	1,367**
FP	HQ	1,69**	1,27**	0,38	0,49	0,04	-0,03	0,43	10,80	0,414*
TL	HQ	-0,65*	-1,00**	0,23	-1,94**	-0,24**	-2,14**	-0,57	6,42	-0,192
Nhóm ngô ngọt										
L1	D76	0,64*	1,00**	0,81	1,01**	0,09	0,69	4,54**	-0,17	0,330
L1	D78	0,57*	-0,12	1,32**	-1,23**	-0,43**	-1,08**	-3,43**	-0,29	-0,246
D76	D78	2,15**	1,56**	0,62	2,82**	0,32**	0,81*	2,99**	-7,29	0,109
Nhóm ngô nếp ngọt										
FP	L1	0,29	0,20	-1,03*	0,68*	0,02	-0,01	6,15**	8,29	0,785**
FP	D76	1,51**	0,83**	0,12	0,59*	0,32**	0,21	1,73	8,41	0,815**
FP	D78	2,58**	2,26**	0,14	1,13**	-0,03	-0,22	1,76	5,61	-0,003
TL	L1	2,07**	1,86**	-0,36	0,88**	0,38**	0,55	0,98	0,70	0,138
TL	D76	2,59**	2,02**	-0,23	1,86**	0,51**	-0,56	4,40**	10,84	0,443*
TL	D78	0,30	0,18	-0,45	0,40	-0,08	0,67	1,42	10,25	0,462**
HQ	L1	2,51**	1,89**	0,29	3,31**	0,53**	0,78*	-2,43*	9,60	0,143
HQ	D76	0,55*	0,42	-0,22	-0,44	-0,06	0,67	1,66	6,06	0,496**
HQ	D78	2,13**	1,95**	-0,30	0,95**	0,50**	0,57	7,19**	9,74	0,926**

Ghi chú: NSBTCLB: năng suất bắp tươi có lá bi; NSBTKLB: năng suất bắp tươi không lá bi; BRIX: chỉ số đại diện độ ngọt; CDB: chiều dài bắp; DKB: đường kính bắp; HHB: số hàng hạt trên bắp; HH: số hạt trên hàng; P1.000: khối lượng 1.000 hạt; NSTT: năng suất thực thu; ***: có ý nghĩa ở $P < 0,01$, $P < 0,05$ tương ứng.

Bảng 6. Hiệu ứng tương hỗ (REC) giữa các dòng thuần ngô nếp tím, ngô ngọt

Dòng mẹ	Dòng bố	NSBTCLB	NSBTKLB	BRIX	CDB	DKB	HHB	HH	P1000	NSTT
Nhóm ngô nếp tím										
FP	TL	1,17**	1,18**	1,20**	1,53**	0,232**	1,00**	2,33**	0,02	0,65**
FP	HQ	0,15	-0,10	0,43	1,03**	0,027	2,33**	-2,17**	0,00	0,75**
TL	HQ	-3,36**	-3,25**	-1,67**	-3,60**	-0,870**	-2,67**	-12,67**	4,98	-2,39**
Nhóm ngô ngọt										
L1	D76	0,78**	0,89**	0,02	1,70**	0,273**	1,00**	-0,33	2,18	0,30**
L1	D78	4,70**	4,45**	0,42	7,23**	1,202**	4,33**	11,67**	2,18	1,59**
D76	D78	-0,58**	-0,44**	-0,25	1,32**	0,192**	0,33	-2,00**	-2,72	-0,26*
Nhóm ngô nếp ngọt										
FP	L1	0,13	0,17	-0,75*	0,82**	-0,002	0,00	-1,67**	-0,02	-0,07
FP	D76	1,35**	1,05**	1,07**	3,00**	0,508**	1,00**	1,83**	0,00	0,94**
FP	D78	2,95**	2,85**	1,75**	3,15**	0,633**	2,33**	5,83**	2,72	1,12**
TL	L1	1,13**	0,69**	0,80**	0,22	0,115*	1,67**	3,33**	10,00*	1,17**
TL	D76	0,10	0,58**	0,53*	-2,47**	-0,502**	0,00	-1,67**	0,00	-0,54**
TL	D78	1,53**	1,33**	0,67*	1,38**	0,198**	1,67**	5,67**	0,50	0,85**
HQ	L1	2,63**	2,72**	1,50**	1,37**	0,752**	3,33**	11,00**	0,00	2,13**
HQ	D76	0,02	0,15	0,15	-1,45**	-0,045	-0,67**	-5,33**	3,68	-0,82**
HQ	D78	0,15	0,15	0,53*	0,25	0,320**	-1,00**	0,17	-0,05	-0,22*

Ghi chú: NSBTCLB: năng suất bắp tươi có lá bì; NSBTKLB: năng suất bắp tươi không lá bì; BRIX: chỉ số đại diện độ ngọt; CDB: chiều dài bắp; DKB: đường kính bắp; HHB: số hàng hạt trên bắp; HH: số hạt trên hàng; P1.000: khối lượng 1.000 hạt; NSTT: năng suất thực thu; **: có ý nghĩa ở $P < 0,01$, * : có ý nghĩa ở $P < 0,05$ tương ứng.

Hiệu ứng tương hỗ (REC) ảnh hưởng rất nhiều đến việc ước tính GCA và SCA trong một phép lai diallel (Fan & cs., 2014). REC có ý nghĩa đối với hầu hết các THL nghiên cứu ở các tính trạng phân tích (Bảng 6). Điều này cho thấy sự đóng góp đáng kể của hiệu ứng di truyền mẹ (hiệu ứng tế bào chất) đối với các chỉ tiêu NSBTCLB, NSBTKLB, BRIX, CDB, DKB, HHB, HH, NSTT. Các giá trị REC dương thể hiện ưu thế của các THL nghịch so với các THL thuận (Abdulkhaleq, 2011). Trong nhóm ngô nếp tím, REC mang giá trị dương ở hầu hết các chỉ tiêu đối với THL FP × HQ, FP × TL, ngược lại, THL TL × HQ mang giá trị âm ở hầu hết các tính trạng. Kết quả này gợi ý rằng dòng FP và TL nên được khai thác tương ứng là mẹ và bố trong các phép lai nhằm cải thiện các tính trạng năng suất, chất lượng của ngô nếp tím. Tương tự đối với các THL ngô ngọt, hiệu ứng tương hỗ có giá trị dương về hầu hết các tính trạng ở THL L1 × D76, L1 × D78 và mang giá trị âm ở hầu hết các tính trạng ở THL D76 × D78. Do đó, dòng L1 và D76 cũng được khuyến cáo nên khai thác tương ứng là mẹ và bố trong các phép lai. Đối với các THL ngô nếp ngọt, hiệu ứng tương hỗ mang giá trị dương ở hầu hết các tính trạng, chỉ ra rằng trong phép lai giữa dòng mẹ ngô nếp tím với dòng bố ngô ngọt (lai nghịch) đem lại hiệu quả

hơn so với phép lai giữa dòng mẹ ngô ngọt và dòng bố ngô nếp tím (lai thuận) nhằm cải thiện các tính trạng này. Các kết quả tương tự đã được báo cáo bởi Abdulkhaleq (2011) và Ketthaisong & cs. (2014).

4. KẾT LUẬN

Lai diallel theo mô hình Griffing I giữa 3 dòng thuần ngô nếp tím và 3 dòng thuần ngô ngọt vàng tạo được 6 THL ngô nếp tím, 6 THL ngô ngọt vàng và 18 THL ngô nếp ngọt tím. Các THL ngô nếp ngọt có tỷ lệ hạt ngô ngọt trên bắp dao động từ 24, 1-27, 1%, xấp xỉ tỷ lệ 3 nếp: 1 ngọt.

Dòng thuần ngô nếp tím FP có GCA tốt về tính trạng năng suất, dòng thuần ngô ngọt D76, D78 có GCA về tính trạng độ Brix. Đây là các vật liệu ưu tú cho mục tiêu cải tiến năng suất và độ ngọt trong chương trình chọn tạo giống ngô chất lượng.

Xác định được 7 THL có SCA về các tính trạng liên quan đến năng suất và chất lượng. Trong đó gồm 2 THL ngô nếp tím là THL1 (FP × TL), THL2 (FP × HQ); 3 THL ngô nếp ngọt tím là THL4 (FP × D76), THL5 (FP × D78), THL13 (HQ × L1); 2 THL ngô ngọt là THL20 (L1 × D78), THL30 (D78 × D76). Đây là các THL có năng suất cao và chất lượng tốt, triển vọng về NSBTCLB (15, 17-19, 25 tấn/ha), NSBTKLB (11, 13-15, 47 tấn/ha), BRIX (14, 47-17, 23%), hàm lượng anthocyanin tổng số (111, 80-121, 60 mg/100g đối với THL có hạt màu tím), 4 THL chất lượng vỏ hạt mỏng (THL5, THL13, THL20, THL30). Các THL triển vọng này được kiến nghị tiếp tục đưa vào hệ thống đánh giá đa môi trường ở các vụ tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abdulkhaleq, Dana. (2011). Analysis of full diallel cross in maize (*Zea mays* L.). DOI:10.13140/RG.2.2.33090.07365.
- Amiruzzaman M, Islam MA, Hassan L, Rohtnan MM (2010). Combining Ability and Heterosis for Yield and Yield Component Characters in Maize. Acad. J. Plant Sci. 3 (2): 79-84
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2011). Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về khảo nghiệm giá trị canh tác và sử dụng của giống ngô QCVN 01-56: 2011/BNNPTNT.
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2011). Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về khảo nghiệm tính khác biệt, tính đồng nhất và tính ổn định của giống ngô QCVN 01-66: 2011/BNNPTNT.
- Choe, E. (2010). Marker assisted selection and breeding for desirable thinner pericarp thickness and ear traits in fresh market waxy corn germplasm. Doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Dong L., Qi X., Zhu J., Liu C., Zhang X., Cheng B., Mao L. & Xie C. (2019). Supersweet and waxy: meeting the diverse demands for specialty maize by genome editing. Journal of Plant Biotechnology. 17(10): 1853-1855.
- Fan, X. M., Zhang, Y. D., Yao, W. H., Bi, Y. Q., Liu, L., Chen, H. M., & Kang, M. S. (2014). Reciprocal diallel crosses impact combining ability, variance estimation, and heterotic group classification. Crop Science, 54(1), 89-97.
- Hao, X. Q., Wu, Z. K., & Zhang, H. Y. (2005). Studies on the Soluble Sugar Content of Sweet-waxy Maize Kernels in the Fresh Days [J]. Journal of Maize Sciences, 2.
- Hassan, A. A., Jama, A. A., Mohamed, O. H., & Biswas, B. K. (2019). Study on combining ability and heterosis in maize (*Zea mays* L.) using partial diallel analysis. Int J Plant Breed Crop Sci. 6(2): 520-526.

- Huỳnh Thị Kim Cúc, Phạm Châu Quỳnh, Nguyễn Thị Lan & Trần Khôi Uyên (2004). Xác định hàm lượng Anthocyanin trong một số nguyên liệu rau quả bằng phương pháp pH vi sai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng. 3(7): 47-54.
- Jocic, S., Miladinovic, D., & Kaya, Y. (2015). Breeding and genetics of sunflower. In Sunflower (pp. 1-25). AOCS Press.
- Ketthaisong, D., Suriharn, B., Tangwongchai, R., & Lertrat, K. (2014). Combining ability analysis in complete diallel cross of waxy corn (*Zea mays* var. *ceratina*) for starch pasting viscosity characteristics. *Scientia Horticulturae*. 175: 229-235.
- Kleinhenz, M. D., & Bumgarner, N. R. (2012). Using Brix as an indicator of vegetable quality. Linking measured values to crop management. Fact Sheet. Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University, Columbus.
- Khamphasan, P., Lomthaisong, K., Harakotr, B., Scott, M. P., Lertrat, K., & Suriharn, B. (2020). Combining Ability and Heterosis for Agronomic Traits, Husk and Cob Pigment Concentration of Maize. *Agriculture*. 10(11): 510.
- Lertrat, K., & Thongnarin, N. (2006). Novel approach to eating quality improvement in local waxy corn: Improvement of sweet taste in local waxy corn variety with mixed kernels from super sweet corn. In XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Asian Plants with Unique Horticultural. 769: 145-150).
- Makumbi, D. (2005). Phenotypic and genotypic characterization of white maize inbreds, hybrids and synthetics under stress and non-stress environments. Ph.D. Dissertation, Office of Graduate Studies of Texas University.
- Mohammed, Masoud, Kaky, Emad & Mohammad-Amin, Saman. (2014). Analysis of Combining Ability of Full Diallel Crosses in Maize (*Zea mays* L.) in Garmian Area. *Journal of Garmyan University*; ISSN 2310-0087. 4: 10-22.
- Nguyễn Trung Đức, Phạm Quang Tuấn, Nguyễn Thị Nguyệt Anh & Vũ Văn Liết (2020). Nghiên cứu tuyển chọn một số dòng ngô ngọt phục vụ chọn tạo giống ngô trái cây dựa trên kiểu hình và chỉ thị phân tử. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*. 18(12): 1102-1113.
- Phạm Quang Tuấn, Nguyễn Thế Hùng, Nguyễn Việt Long, Vũ Văn Liết, Nguyễn Trung Đức & Nguyễn Thị Nguyệt Anh (2018). Cải thiện độ ngọt của các dòng ngô nếp bằng phương pháp lai trở lại. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*. 16(3): 197-206.
- Revilla, P., Anibas, C. M., & Tracy, W. F. (2021). Sweet Corn Research around the World 2015–2020. *Agronomy*. 11(3): 534.
- Rodríguez Francisco, Alvarado Gregorio, Pacheco Ángela, Crossa José and Burgueño Juan (2015). AGD-R (Analysis of Genetic Designs with R for Windows) Version 5.0. CIMMYT Research Data & Software Repository Network, V14. <https://hdl.handle.net/11529/10202>.
- Talukder MZA, Karim ANMS, Ahmed S, Amiruzzaman M (2016). Combining Ability and Heterosis On Yield and Its Component Traits in Maize (*Zea mays* L.) *Bangladesh J. Agric. Res.* 41(3): 565-577
- Wrolstad R. E., R. W. Durst & J. Lee (2005). Tracking Color and Pigment Changes in Anthocyanin Products. *Trends in Food Science & Technology*. 16(9): 423-428.
- Zhang, S. H., Cai, Z. R., Yang, H., & Xu, H. Z. (2004). Study on breeding of sweet-wax maize with two recessive sweet genes. *Journal of Maize Sciences*. 4.