

CẢI THIỆN ĐỘ NGỌT CỦA CÁC DÒNG NGÔ NẾP BẰNG PHƯƠNG PHÁP LAI TRỞ LẠI

Phạm Quang Tuấn^{1*}, Nguyễn Thế Hùng², Nguyễn Việt Long²,
Vũ Văn Liết², Nguyễn Trung Đức¹, Nguyễn Thị Nguyệt Anh¹

¹*Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng*
²*Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

Email*: pqtuan@vnua.edu.vn

Ngày gửi bài: 09.04.2018

Ngày chấp nhận: 18.06.2018

TÓM TẮT

Phương pháp lai trở lại được áp dụng để cải tiến độ ngọt cho các vật liệu ngô nếp tím và ngô nếp trắng tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Nghiên cứu tiến hành lai trở lại tổ hợp ngô nếp lai với ngô ngọt đến BC2F1, sau đó tự phối 3 đời để cố định nền di truyền đến BC2F4. Việc đánh giá và chọn lọc các dòng ngô nếp ngọt thế hệ BC2F4 được tiến hành trong vụ Xuân 2017 tại Gia Lâm, Hà Nội. Số liệu kiểu hình thu thập trong thí nghiệm đồng ruộng gồm: đặc điểm sinh trưởng và phát triển, năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất; hàm lượng anthocyanin, độ dày vỏ hạt, độ ngọt và chất lượng thử nếm. Chọn lọc dòng ưu tú dựa trên chỉ số chọn lọc mô hình cây lý tưởng với 10 tính trạng. Kết quả đã chọn được 20 dòng ưu tú làm vật liệu phát triển dòng tự phối. Phương pháp lai trở lại cải tiến độ ngọt các vật liệu sau lai tăng từ 0,3 - 4,0%. Như vậy, có thể sử dụng phương pháp lai trở lại để cải tiến độ ngọt đối với ngô nếp tại Việt Nam.

Từ khóa: Ngô nếp ngọt, ngô nếp tím, hàm lượng đường, lai trở lại.

Improving the Sweetness of Waxy Corn Lines Using Backcrossing Method

ABSTRACT

Backcrossing method was used with the aim to improve the sweetness of purple and white waxy corn materials at Vietnam National University of Agriculture. The F1 offspring between waxy corn with sweet corn was backcrossed with waxy corn for two generations (BC2F1). The backcrossing progeny underwent 3 generations of selfing to BC2F4 to recover the waxy corn genetic background. Evaluation and selection of BC2F4 waxy-sweet corn were done in 2017 spring season in Gia Lam, Hanoi. Phenotypic data were measured for growth and developmental characteristics, yield and yield components, total anthocyanin content, pericarp thickness, sugar content and eating quality. Elite corn lines were selected based on selection index computed from ideotype plant analysis involving 10 studied traits. Twenty best performing elite lines were identified for use in inbred line development program. Backcrossing method has remarkably improved the sweetness of waxy corn by 0.3 to 4.0 percent. Backcrossing method, therefore, can be used to enhance the sweetness of waxy corn in Vietnam.

Keywords: Sweet-waxy corn, purple waxy corn, sugar content, backcrossing method.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngô nếp (*Zea mays* L. var. *certain* Kulesh) là một đột biến tự nhiên đã được phát hiện ở Trung Quốc năm 1909 (Collins, 1909; Tian *et al.*, 2009) và được sử dụng chủ yếu làm lương thực ở châu Á. Ngô nếp có độ dẻo, thơm và hàm lượng dinh dưỡng cao nên có giá trị kinh tế

trong sản xuất nông nghiệp, vì thế sản xuất ngô nếp được phát triển nhanh những năm gần đây (Sa *et al.*, 2010).

Các kết quả nghiên cứu cho thấy, thành phần của các hợp chất chứa carbon ở hạt là yếu tố quan trọng quyết định chất lượng ngô nếp. Chúng bao gồm đường ở các dạng: sucrose, glucose và fructose, phytyglycogen và tinh bột.

Đường quyết định độ ngọt, glycogen quyết định độ mềm và cấu trúc hạt, tinh bột ở dạng amylopectin quyết định tính dẻo và mùi vị. Sự cân bằng các thành phần trên mang lại hương vị của ngô nếp mà không có ở bất cứ loại ngô ăn tươi nào khác (Simla *et al.*, 2009). Các nghiên cứu di truyền, nâng cao chất lượng ăn uống và hàm lượng đường trong ngô nếp được quan tâm nghiên cứu gần đây (Park *et al.*, 2013).

Một số trong những chương trình khai thác quỹ gen của ngô nếp đã được thực hiện ở Thái Lan, Trung Quốc, Mỹ là việc lai giữa ngô nếp và ngô ngọt. Những tổ hợp lai tạo ra trong thành phần của bắp bao gồm khoảng 75% hạt ngô nếp và 25% hạt ngô ngọt, làm tăng thêm vị ngọt và cải thiện dinh dưỡng (Lertrat & Thongnarin, 2006). Tuy nhiên ngô nếp còn ít được quan tâm cải tiến di truyền của các chương trình tạo giống. Hơn nữa, sự phối hợp của gen điều khiển độ ngọt, mềm, màu sắc khác nhau và tính trạng có lợi khác như kích thước bắp để ngô nếp đa dạng sản phẩm để tăng tiềm năng thị trường. Ảnh hưởng cộng có ý nghĩa cũng chỉ ra rằng ảnh hưởng hỗ trợ của tổ hợp gen tổng hợp đường vào ngô nếp. Lai trở lại hay lai ba là lựa chọn tốt nhất để tăng độ ngọt trong ngô nếp và sử dụng tổ hợp gen tốt hơn là đơn gen. Thông tin này rất hữu ích cho xây dựng chiến lược chọn giống cải tiến độ ngọt ở ngô nếp (Simla *et al.*, 2009; Park *et al.*, 2013).

Nghiên cứu này được tiến hành nhằm đánh giá khả năng cải thiện độ ngọt của ngô nếp tại Việt Nam bằng phương pháp lai trở lại đồng thời xác định các nguồn dòng ưu tú được cải thiện độ ngọt phục vụ phát triển dòng thuần ngô nếp có độ ngọt cao.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Các dòng ngô thí nghiệm được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm 4 dòng tự phối ngô nếp tím; 6 dòng tự phối ngô nếp trắng và 1 dòng ngô ngọt (Bảng 1), Các nguồn vật liệu này do Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng -

VNUA, chọn tạo từ nguồn vật liệu trong nước và nhập nội.

F1, các gia đình thế hệ BC2F1, các dòng tự phối ở thế hệ BC2F4 và đối chứng là dòng tự phối thuần ngô nếp D141.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Lai cải thiện độ ngọt cho các dòng ngô nếp thí nghiệm bằng phương pháp lai trở lại

Lai trở lại được áp dụng theo phương pháp của Vogel (2009). Sử dụng các dòng ngô nếp làm mẹ, dòng ngô ngọt Đ1 làm bố tạo ra các con lai F1 (trong vụ Xuân 2015). Sử dụng F1 làm mẹ lai với các dòng ngô nếp ban đầu làm bố tạo BC1F1 (vụ Hè Thu 2015). Sử dụng BC1F1 làm mẹ lai với các dòng ngô nếp ban đầu làm bố tạo BC2F1 (vụ Thu Đông 2015). Tiến hành tự phối cưỡng bức BC2F1 liên tiếp 3 thế hệ tạo BC2F4 (năm 2016). Đánh giá và chọn lọc các dòng tự phối ở thế hệ BC2F4 (vụ Xuân 2017) (Hình 1).

2.2.2. Bố trí thí nghiệm đồng ruộng

Các thí nghiệm đồng ruộng được tiến hành theo phương pháp của Gomez (1984). Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD) tại Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng (Học viện Nông nghiệp Việt Nam) với hai lần nhắc lại, diện tích ô thí nghiệm 14 m² (2,8m x 5m) với khoảng cách trồng: hàng cách hàng 70 cm, cây cách cây 25 cm.

Các vật liệu ngô nghiên cứu không cùng thời gian sinh trưởng nên các thí nghiệm lai tạo được chia làm hai đợt gieo hạt, đợt 1 cách đợt 2 là 5 ngày để đảm bảo lai bắt cặp giữa các vật liệu theo kế hoạch.

Các vật liệu F1 và BC2F1 trong nghiên cứu được gieo cùng ngày để đánh giá, so sánh một số chỉ tiêu chất lượng, được bố trí ở vụ Xuân 2016.

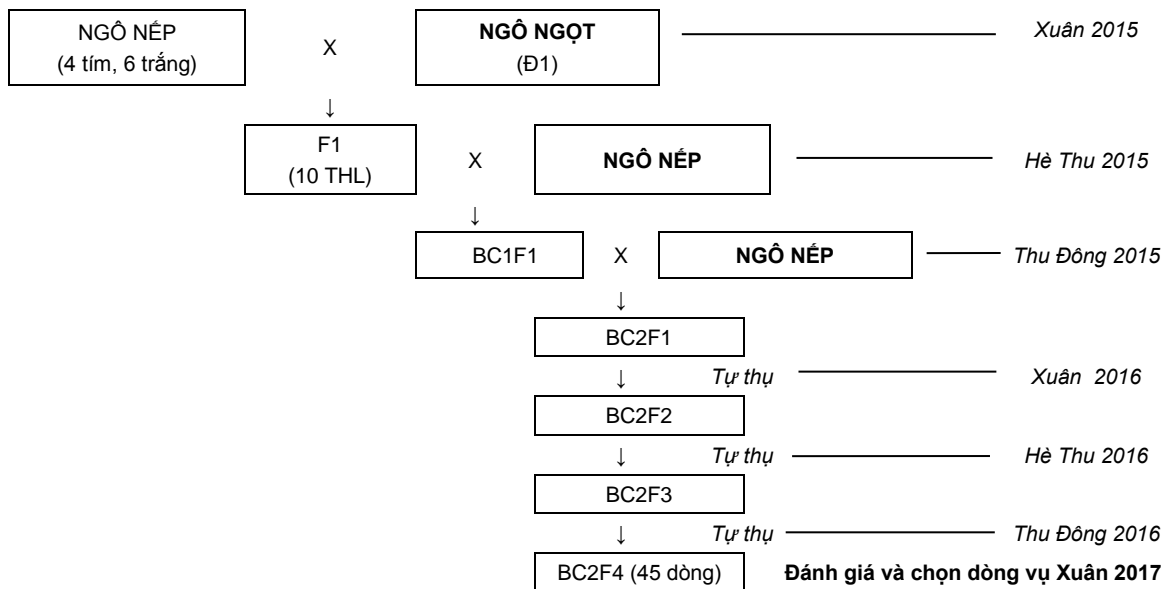
Thí nghiệm đánh giá các dòng tự phối ở thế hệ BC₂F₄ về một số chỉ tiêu chất lượng, được bố trí ở vụ Xuân 2017.

Kỹ thuật gieo trồng và chăm sóc thí nghiệm áp dụng theo quy chuẩn Việt Nam QCVN 01-56 : 2011/BNNPTNT.

Bảng 1. Các dòng bố mẹ được sử dụng trong nghiên cứu

Tên dòng	Đời tự phối	Nguồn gốc	Đặc điểm dòng	Màu sắc hạt
NT12	4	Thái Lan	Ngô nếp	Tím đậm
NT19	4	Thái Lan	Ngô nếp	Tím đậm
NT35	3	Hàn Quốc	Ngô nếp	Tím đậm
NT41	3	Trung Quốc	Ngô nếp	Tím đậm
NT48	6	Mỹ	Ngô nếp	Trắng đục
NT50	6	Trung Quốc	Ngô nếp	Trắng đục
NT51	6	Hàn Quốc	Ngô nếp	Trắng đục
NT52	6	Hàn Quốc	Ngô nếp	Trắng đục
NT53	6	Việt Nam	Ngô nếp	Trắng đục
NT54	6	Trung Quốc	Ngô nếp	Trắng đục
Đ1	6	Trung Quốc	Ngô ngọt	Trắng trong

Ghi chú: Đặc điểm các dòng ngô nếp nghiên cứu đã được đánh giá có nhiều ưu điểm như sinh trưởng, phát triển, chống chịu sâu bệnh tốt, có hàm lượng Anthocyanin hoặc năng suất cao nhưng độ Brix thấp, cần được cải thiện nâng cao độ Brix để phục vụ công tác chọn tạo giống ngô nếp lai chất lượng cao và giàu anthocyanin. Dòng tự phối ngô ngọt trắng Đ1 có độ Brix cao được sử dụng làm bố trong quá trình tạo F1.



Hình 1. Sơ đồ lai cải tiến độ ngọt bằng phương pháp lai trở lại

2.2.3. Đánh giá thí nghiệm

- Theo dõi, đánh giá các đặc điểm nông sinh học, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất áp dụng theo quy chuẩn Việt Nam QCVN 01-56 : 2011/BNNPTNT.

- Độ Brix: được xác định bằng dụng cụ đo khúc xạ kế cầm tay giai đoạn hạt chín sữa.

- Đo độ dày vỏ hạt: áp dụng theo phương pháp của Wolf *et al.* (1969) và Choe (2010) sử dụng vi trắc kế (Micrometer).

- Hàm lượng Anthocyanin: xác định theo phương pháp pH vi sai của Huỳnh Thị Kim Cúc và cs. (2004) và Wrolstad *et al.* (2005) dựa trên nguyên tắc: chất màu anthocyanin thay đổi theo pH. Tại pH = 1 các anthocyanin tồn tại ở dạng

oxonium hoặc flavium có độ hấp thụ cực đại, còn ở pH = 4,5 thì chúng lại ở dạng carbinol không màu. Đo mật độ quang của mẫu tại pH = 1 và pH = 4,5 tại bước sóng hấp thụ cực đại, so với độ hấp thụ tại bước sóng 700 nm. Xác định nồng độ Anthocyanin (a) như sau:

$$a \text{ (mg/l)} = \frac{AxMWxDFx1000}{\epsilon x l}$$

Trong đó :

A: Mật độ quang (độ hấp thụ của anthocyanin)

M: Khối lượng phân tử của anthocyanin không kể ion Cl hay nước tinh thể hóa

ϵ : Độ hấp thụ phân tử.

l: Chiều dày cuvet, cm

V: Thể tích anthocyanin thu được, l

Từ đó tính được hàm lượng anthocyanin theo phần trăm:

$$\% \text{ Anthocyanin TS} = \frac{a}{m(100-w).10^{-2}} 100\%$$

Trong đó:

a: Nồng độ an thocyanin tính được;

m: Khối lượng nguyên liệu ban đầu, g;

w: Độ ẩm nguyên liệu, %.

2.3. Phân tích số liệu

Phân tích phương sai (CV%, $LSD_{0,05}$) sử dụng phần mềm Statistix 10. Dòng ưu tú được chọn lọc bằng phần mềm Thống kê sinh học của Nguyễn Đình Hiền (1995).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá các thế hệ sau lai ngô nếp x ngô ngọt

Một số chỉ tiêu chất lượng ăn tươi quan trọng ở ngô nếp, ngô ngọt là độ dày vỏ hạt (PER), hàm lượng anthocyanin (AN), độ Brix và tỷ lệ hạt ngô ngọt/bắp ngô được đánh giá ở các dòng ngô thí nghiệm và các vật liệu ngô ở thế hệ F1, BC2F1 (Bảng 2, 3 và Hình 2, 3).

Hàm lượng anthocyanin trong hạt chủ yếu tập trung ở lớp vỏ hạt. Bốn dòng ngô nếp tím (NT12, NT19, NT35, NT41) có độ dày vỏ hạt (72,0 - 101,9 μm), hàm lượng anthocyanin (43,2 - 205,6 mg/100 g) cao hơn so với các dòng ngô nếp trắng và ngô ngọt. Các dòng ngô nếp nghiên cứu có độ Brix (hàm lượng đường tổng số) là 10,75 - 12,25% thấp hơn so với dòng ngô ngọt Đ1 (16,51%).

Đánh giá trên các gia đình F1 và BC2F1

Bảng 2. Một số chỉ tiêu chất lượng của các dòng ngô nếp và ngô ngọt nghiên cứu vụ Xuân 2015 tại Gia Lâm - Hà Nội

Tên	PER (μm)	AN (mg/100 g)	BRIX (%)	SG (%)
NT12	72,0	43,2	10,80	0
NT19	101,9	119,4	10,90	0
NT35	78,2	118,3	12,00	0
NT41	76,1	205,6	11,70	0
NT48	58,2	0,6	10,86	0
NT50	61,1	0,9	11,11	0
NT51	71,2	0,6	12,25	0
NT52	62,6	0,2	10,75	0
NT53	64,5	0,5	11,54	0
NT54	68,0	0,5	11,18	0
Đ1	52,3	2,4	16,51	100

Ghi chú: PER: độ dày vỏ hạt, AN: hàm lượng anthocyanin, BRIX: hàm lượng đường tổng số, SG: tỷ lệ hạt ngô ngọt/bắp ngô.

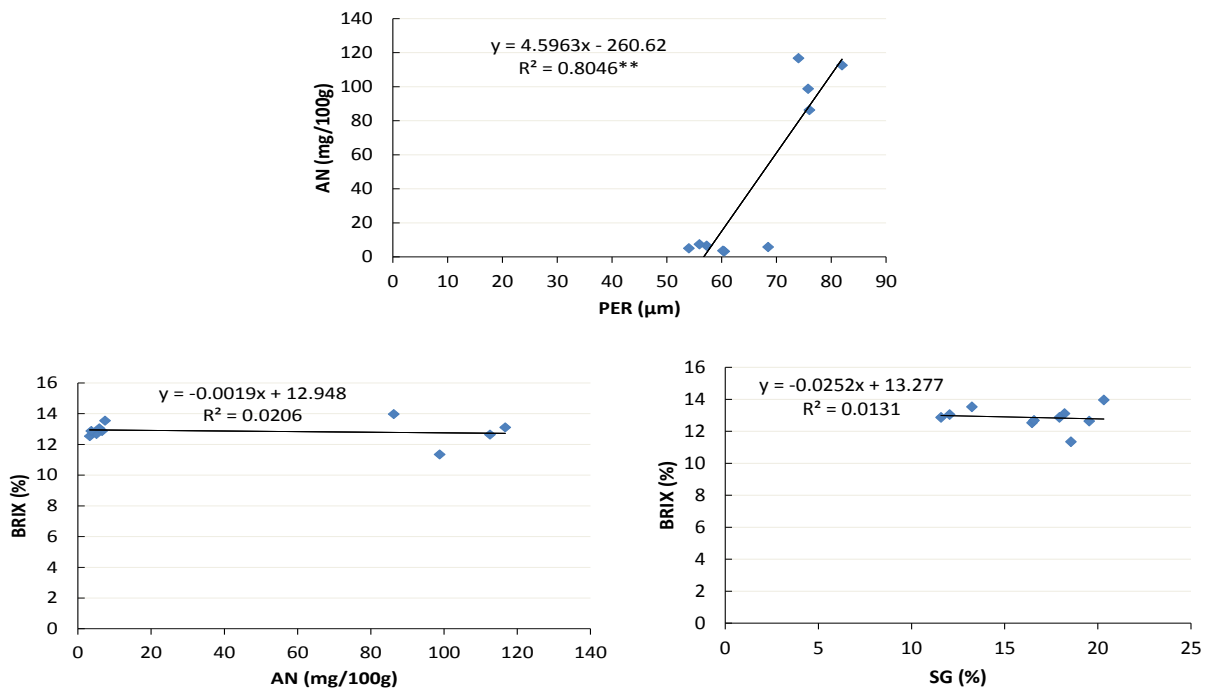
cho thấy: Thế hệ F1 biểu hiện tốt hơn so với BC2F1 về độ mỏng vỏ hạt, anthocyanin cao hơn, tỷ lệ phân ly hạt đường cao hơn, tuy nhiên đường tổng số lại thấp hơn so với BC2F1. Phân tích tương quan giữa các chỉ tiêu chất lượng ở BC2F1 cho thấy giữa độ dày vỏ

hạt và anthocyanin có mối tương quan chặt ($R^2 = 0,804$), giữa hàm lượng đường tổng số (Brix) và anthocyanin ($R^2 = 0,020$), BRIX và tỷ lệ hạt đường ($R^2 = 0,013$) là không chặt. Các kết quả trên phù hợp với nghiên cứu của Park *et al.* (2013).

Bảng 3. Một số chỉ tiêu chất lượng của các vật liệu ngô nghiên cứu thế hệ F1 và BC2F1 - vụ Xuân 2016 tại Gia Lâm - Hà Nội

F1	BC2F1	PER (μ m)		AN (mg/100g)		BRIX (%)		SG (%)	
		F1	BC2F1	F1	BC2F1	F1	BC2F1	F1	BC2F1
NT12xĐ1	BC1F1x NT12	74,12	76,00	86,23	72,51	11,23	13,97	23,79	20,32
NT19xĐ1	BC1F1xNT19	76,21	81,96	112,54	95,36	10,24	12,64	21,45	19,54
NT35xĐ1	BC1F1xNT35	70,94	75,78	98,77	78,21	10,19	11,35	22,53	18,56
NT41xĐ1	BC1F1xNT41	72,41	74,00	116,68	98,18	11,54	13,11	20,40	18,21
NT48xĐ1	BC1F1xN48	55,89	60,45	3,25	2,44	10,72	12,54	17,74	16,47
NT50xĐ1	BC1F1xN50	53,34	57,25	6,57	4,15	11,05	12,87	19,55	17,94
NT51xĐ1	BC1F1xN51	52,74	55,93	7,41	3,81	12,18	13,54	13,62	13,24
NT52xĐ1	BC1F1xN52	50,67	54,00	5,07	3,74	10,57	12,68	18,70	16,57
NT53xĐ1	BC1F1xN53	65,66	68,46	5,81	3,61	11,48	13,05	12,54	12,04
NT54xĐ1	BC1F1xN54	54,58	60,22	3,65	3,47	11,06	12,87	12,82	11,58

Ghi chú: PER: độ dày vỏ hạt, AN: hàm lượng anthocyanin, BRIX: hàm lượng đường tổng số, SG: tỷ lệ hạt ngô ngọt/bấp ngô.



Hình 2. Tương quan giữa các chỉ tiêu chất lượng của các gia đình BC2F1

Ghi chú: PER: độ dày vỏ hạt, AMY: hàm lượng amylose, AN: hàm lượng anthocyanin, BRIX: hàm lượng đường tổng số, SG: tỷ lệ hạt đường.

Cải thiện độ ngọt của các dòng ngô nếp bằng phương pháp lai trở lại



Hình 3. Tỷ lệ hạt ngô ngọt (hạt đường) và hạt ngô nếp ở thế hệ BC2F1

Ghi chú: L1, L2, L3, L4, L6 tương ứng với NT12, NT19, NT35, NT41 và NT50. Ký hiệu này chỉ ra nguồn gốc BC2F1 trên hình là của vật liệu ngô nếp nào.

3.2. Đánh giá và chọn lọc các dòng ngô nếp ở thế hệ BC2F4 vụ Xuân 2017

Cải tiến độ ngọt của các dòng ngô nếp trắng và ngô nếp tím sử dụng phương pháp lai trở lại, đánh giá 45 dòng BC2F4 trong vụ Xuân 2017 cho thấy các dòng ngô nếp tím (D1 - D15) sinh trưởng dài ngày hơn so với ngô nếp trắng, có thể phân chia theo thời gian sinh trưởng thành 2 nhóm: ngắn ngày (76 - 78 ngày, gồm 7 dòng D20, 21, 22, 28, 35, 39, 44) và dài ngày hơn (88 - 94 ngày, gồm các dòng còn lại). Hầu hết các dòng có chênh lệch thời gian tung phấn và phun râu ngắn (0 - 3 ngày), trừ 3 dòng D2, D7, D8 chênh lệch 4 ngày. Các tính trạng cấu trúc bắp có liên quan đến sở thích của người tiêu dùng cũng như thành phần tạo thành năng suất, sự thay đổi của chúng tác động đến năng suất của ngô nếp. Một số chỉ tiêu về hình thái bắp của 45 dòng ngô nếp đánh giá biểu hiện qua các chỉ tiêu về chiều dài bắp, chiều dài đuôi chuột và đường kính bắp, so sánh thống kê với đối chứng D141 cho thấy một số dòng có hình thái bắp phù hợp là các dòng D21, 22, 23, 26, 30, 33, 35 (Bảng 4).

Một số chỉ tiêu cấu thành năng suất của các dòng là số hàng hạt trên bắp (8,5 - 17,5), số hạt trung bình trên hàng (10,0 - 23,5) và khối lượng 1.000 hạt (100,8 - 291,0 g). Các chỉ tiêu trên cấu

thành nên năng suất hạt khô của dòng từ 13,18 - 27,97 tạ/ha thấp hơn hoặc tương đương với đối chứng ở mức ý nghĩa thống kê. Các dòng ngô nếp tím (D1 - D15) có năng suất (trung bình 22,37 tạ/ha) cao hơn so với các dòng trắng (trung bình 19,6 tạ/ha) và hầu hết tương đương với đối chứng (trừ dòng D7, D8 thấp hơn) (Bảng 5).

Nhu cầu sử dụng ngô nếp chất lượng ngày càng tăng do vậy các nhà tạo giống đang cố gắng cải tiến, chọn giống ngô nếp đáp ứng được yêu cầu của thị trường. Hơn nữa tổ hợp các gen điều khiển độ ngọt, độ mềm, màu sắc hạt khác nhau và các đặc điểm khác nhau như kích thước bắp có thể đa dạng sản phẩm ngô nếp và tăng tiềm năng thị trường. Chỉ tiêu độ brix liên quan đến hàm lượng đường và độ ngọt của ngô nếp. Hầu hết các dòng có độ brix cao hơn đối chứng ở mức ý nghĩa 0,05 có độ ngọt điểm < 2,0 là phù hợp. Đã có rất nhiều báo cáo màu sẫm ở ngô có hàm lượng các chất hoạt tính sinh học và chất kháng oxy hóa có lợi cho sức khỏe con người. Chất kháng oxy hóa anthocyanins đặc biệt rất giàu ở ngô có màu sẫm. Chất anthocyanin có lợi cho sức khỏe là thuộc tính kháng oxy cao của chúng và có tiềm năng hoạt động kháng ung thư, ngăn chặn bệnh tim mạch, chống béo phì, bệnh tiểu đường và khả năng kháng viêm nhiễm (He &

Bảng 4. Một số đặc điểm nông sinh học chính của các dòng ngô nếp ở thế hệ BC2F4 vụ Xuân 2017 tại Gia Lâm, Hà Nội

Dòng	Các giai đoạn sinh trưởng (ngày)			Chiều dài bắp (cm)	Đường kính bắp (cm)	Tỷ lệ hạt đường (%)
	Gieo - tung phần	Gieo - phun râu	Gieo - chín sinh lý			
D1	59	59	92	13,6 ⁺	3,1 ⁻	65,4
D2	57	61	94	11,7 ^{ns}	3,1 ⁻	87,2
D3	57	58	92	13,1 ^{ns}	2,9 ⁻	5,6
D4	57	56	88	9,7 ⁻	3,2 ^{ns}	0,0
D5	62	63	86	9,1 ⁻	3,4 ^{ns}	55,7
D6	57	59	92	11,8 ^{ns}	2,9 ⁻	0,0
D7	57	61	92	9,4 ⁻	3,0 ⁻	92,5
D8	59	55	92	11,6 ^{ns}	3,1 ⁻	8,2
D9	59	61	94	12,1 ⁻	3,5 ^{ns}	5,8
D10	56	53	88	11,4 ⁻	3,0 ⁻	71,2
D11	59	61	94	10,3 ⁻	3,3 ^{ns}	0,0
D12	55	56	88	10,8 ⁻	2,4 ⁻	6,7
D13	57	57	90	9,5 ⁻	3,5 ^{ns}	88,6
D14	57	57	88	13,2 ^{ns}	3,7 ^{ns}	15,4
D15	58	57	90	12,0 ^{ns}	3,5 ^{ns}	33,5
D16	63	65	98	11,7 ^{ns}	2,6 ⁻	5,5
D17	62	64	94	8,5 ⁻	2,6 ⁻	0,0
D18	61	63	93	10,3 ⁻	2,8 ⁻	42,6
D19	59	62	93	11,6 ⁻	3,3 ^{ns}	0,0
D20	47	49	78	11,4 ^{ns}	2,9 ⁻	2,5
D21	46	48	77	11,9 ^{ns}	3,0 ⁻	3,1
D22	47	49	78	13,7 ⁺	3,3 ^{ns}	0,0
D23	61	63	93	12,7 ^{ns}	3,4 ^{ns}	0,0
D24	59	61	90	9,9 ⁻	3,2 ^{ns}	0,0
D25	61	62	92	8,4 ⁻	3,2 ^{ns}	0,0
D26	61	63	93	10,3 ⁻	3,2 ^{ns}	0,0
D27	59	61	91	9,8 ⁻	3,0 ⁻	4,6
D28	46	48	77	12,8 ^{ns}	2,6 ⁻	5,1
D29	59	61	91	9,0 ⁻	3,6 ^{ns}	0,0
D30	61	62	92	11,6 ^{ns}	3,7 ^{ns}	0,0
D31	63	64	94	9,0 ⁻	3,3 ^{ns}	0,0
D32	60	61	91	9,1 ⁻	3,2 ^{ns}	0,0
D33	59	61	91	12,0 ^{ns}	3,4 ^{ns}	0,0
D34	59	61	91	11,1 ⁻	3,1 ⁻	0,0
D35	44	46	76	11,3 ⁻	2,5 ⁻	0,0
D36	61	62	92	9,4 ⁻	3,1 ⁻	0,0
D37	59	61	91	13,7 ⁺	3,3 ^{ns}	0,0
D38	60	62	92	11,3 ⁻	3,4 ^{ns}	0,0
D39	46	49	78	11,7 ^{ns}	2,9 ⁻	0,0
D40	61	63	93	10,5 ⁻	3,1 ⁻	0,0
D41	59	61	91	13,2 ^{ns}	3,1 ⁻	0,0
D42	59	61	91	12,7 ^{ns}	3,5 ^{ns}	0,0
D43	58	60	90	11,9 ^{ns}	3,1 ⁻	0,0
D44	46	48	77	13,1 ^{ns}	3,1 ⁻	0,0
D45	59	61	91	11,6 ⁻	3,1 ⁻	0,0
D141 (đ/c)	55	56	92	12,6	3,6	0,0
CV%				5,8	6,8	
LSD _{0,05}				1,2	0,4	

Ghi chú: (-) nhỏ hơn đối chứng, (+) cao hơn đối chứng, (ns) không sai khác so với đối chứng ở mức ý nghĩa 0,05.

Bảng 5. Một số chỉ tiêu về năng suất và chất lượng của các dòng ngô nếp ở thế hệ BC₂F₄ vụ Xuân 2017 tại Gia Lâm, Hà Nội

Dòng	Số H/B	Số H/H	P1000 (g)	NSTT (tạ/ha)	Độ ngọt (điểm 1 - 5)	Độ brix	Anthocyanin (mg/100 g)
D1	13,0 ^{ns}	19,0 ^{ns}	164,9 ⁻	27,97 ^{ns}	1,2	13,5 ⁺	104,10 ⁺
D2	16,0 ⁺	18,0 ⁻	134,0 ⁻	20,72 ^{ns}	1,2	14,0 ⁺	47,80 ⁺
D3	12,0 ^{ns}	22,6 ^{ns}	188,2 ^{ns}	27,90 ^{ns}	1,2	12,8 ^{ns}	55,50 ⁺
D4	15,6 ⁺	20,9 ^{ns}	151,6 ⁻	22,05 ^{ns}	1,6	12,5 ^{ns}	51,27 ⁺
D5	12,4 ^{ns}	18,3 ⁻	144,8 ⁻	20,39 ^{ns}	1,2	13,6 ⁺	61,13 ⁺
D6	12,0 ⁺	16,0 ^{ns}	133,6 ⁻	20,39 ^{ns}	1,2	12,9 ^{ns}	182,93 ⁺
D7	13,5 ^{ns}	19,0 ^{ns}	134,2 ⁻	18,40 ⁻	1,0	14,9 ⁺	115,13 ⁺
D8	12,0 ^{ns}	21,3 ^{ns}	130,8 ⁻	17,50 ⁻	1,7	12,5 ^{ns}	46,90 ⁺
D9	17,5 ⁺	20,0 ^{ns}	182,1 ^{ns}	25,05 ^{ns}	1,8	12,3 ^{ns}	83,23 ⁺
D10	12,5 ^{ns}	20,5 ⁻	140,4 ⁻	23,40 ^{ns}	1,3	13,8 ⁺	53,93 ⁺
D11	14,5 ⁺	16,5 ⁻	146,1 ⁻	21,23 ^{ns}	2,0	12,5 ^{ns}	63,97 ⁺
D12	12,8 ^{ns}	19,6 ^{ns}	124,3 ⁻	20,90 ^{ns}	2,0	12,3 ^{ns}	61,47 ⁺
D13	13,5 ^{ns}	17,5 ⁻	186,1 ^{ns}	20,98 ^{ns}	2,0	14,5 ⁺	98,63 ⁺
D14	16,5 ⁺	21,5 ^{ns}	196,5 ^{ns}	26,85 ^{ns}	1,8	12,3 ^{ns}	87,93 ⁺
D15	12,0 ^{ns}	16,8 ⁻	152,5 ⁻	24,87 ^{ns}	1,2	13,2 ⁺	123,47 ⁺
TB (tím)	14,0	18,6	174,6	22,37	1,5	13,2	82,49
D16	8,5 ⁻	14,5 ⁻	227,0 ⁺	17,81 ⁻	1,8	13,4 ⁺	2,35 ^{ns}
D17	10,8	15,0 ⁻	178,0 ^{ns}	18,35 ⁻	1,8	13,2 ⁺	1,46 ^{ns}
D18	11,2 ⁻	11,3 ⁻	244,0 ⁺	19,75 ⁻	1,5	14,2 ⁺	4,23 ^{ns}
D19	10,3 ⁻	16,9 ⁻	186,0 ^{ns}	20,32 ^{ns}	2,0	11,7 ⁻	6,25 ^{ns}
D20	10,8 ⁻	21,3 ^{ns}	178,0 ^{ns}	16,56 ⁻	2,0	12,4 ^{ns}	4,69 ^{ns}
D21	10,0 ⁻	23,2 ⁺	173,0 ⁻	18,30 ⁻	2,0	12,4 ^{ns}	6,60 ^{ns}
D22	11,5 ⁻	20,5 ^{ns}	207,0 ⁺	18,95 ⁻	2,0	11,7 ^{ns}	6,34 ^{ns}
D23	15,7 ⁺	20,9 ^{ns}	140,0 ⁻	20,35 ^{ns}	2,0	12,4 ^{ns}	6,24 ^{ns}
D24	12,4 ^{ns}	18,3 ⁻	189,0 ^{ns}	20,21 ^{ns}	1,8	12,9 ^{ns}	2,47 ^{ns}
D25	14,8 ⁺	12,6 ⁻	125,0 ⁻	15,19 ⁻	1,8	12,7 ^{ns}	5,55 ^{ns}
D26	12,8 ^{ns}	12,8 ⁻	155,0 ⁻	15,84 ⁻	1,8	13,2 ⁺	6,24 ^{ns}
D27	11,5 ⁻	14,9 ⁻	163,0 ⁻	17,96 ⁻	1,8	13,4 ⁺	3,24 ^{ns}
D28	10,0 ⁻	21,5 ^{ns}	204,0 ⁺	23,30 ^{ns}	1,8	13,8 ⁺	4,14 ^{ns}
D29	12,9 ^{ns}	15,6 ⁻	219,0 ⁺	15,86 ⁻	2,0	11,4 ⁻	4,28 ^{ns}
D30	12,0 ^{ns}	16,9 ⁻	251,0 ⁺	18,61 ⁻	1,8	12,7 ^{ns}	6,24 ^{ns}
D31	11,5 ⁻	11,0 ⁻	248,0 ⁺	19,77 ⁻	1,9	12,8 ^{ns}	1,28 ^{ns}
D32	13,2 ^{ns}	13,5 ⁻	131,0 ⁻	15,22 ⁻	2,0	12,7 ^{ns}	6,25 ^{ns}
D33	12,3 ^{ns}	22,6 ^{ns}	201,0 ⁺	15,18 ⁻	1,2	13,5 ⁺	6,34 ^{ns}
D34	12,0 ^{ns}	10,0 ⁻	198,0 ⁺	15,50 ⁻	2,0	12,7 ^{ns}	3,22 ^{ns}
D35	10,0 ⁻	21,8 ^{ns}	193,0 ^{ns}	21,70 ^{ns}	2,1	10,6 ⁻	4,21 ^{ns}
D36	8,5 ⁻	11,6 ⁻	247,0 ⁺	17,89 ⁻	2,0	12,7 ^{ns}	2,36 ^{ns}
D37	10,0 ⁻	21,9 ⁻	291,0 ⁺	26,59 ^{ns}	2,0	13,2 ⁺	5,57 ^{ns}
D38	13,7 ^{ns}	15,6 ^{ns}	170,0 ⁻	22,53 ^{ns}	2,0	10,9 ⁻	6,24 ^{ns}
D39	10,7 ⁻	22,8 ^{ns}	177,0 ^{ns}	19,40 ⁻	3,0	10,6 ⁻	6,34 ^{ns}
D40	13,0 ^{ns}	19,0 ^{ns}	231,0 ⁺	15,29 ⁻	3,0	10,4 ⁻	3,45 ^{ns}
D41	12,7 ^{ns}	19,0 ^{ns}	170,0 ⁻	25,32 ^{ns}	2,0	11,6 ⁻	2,75 ^{ns}
D42	13,4 ^{ns}	15,3 ⁻	186,0 ^{ns}	23,62 ^{ns}	2,0	12,2 ^{ns}	5,63 ^{ns}
D43	13,3 ^{ns}	17,3 ⁻	171,0 ⁻	24,43 ^{ns}	1,8	12,9 ^{ns}	4,21 ^{ns}
D44	10,8 ⁻	23,5 ⁺	200,0 ⁺	26,80 ^{ns}	1,8	12,9 ^{ns}	2,22 ^{ns}
D45	13,8 ^{ns}	20,1 ^{ns}	129,0 ⁻	22,53 ⁻	2,0	10,9 ⁻	4,14 ^{ns}
TB (trắng)	12,3	15,9	173,8	19,6	2,0	12,4	4,48
D141 (đ/c)	13,2	21,0	186,2	24,52	2,0	12,6	3,20
CV%	5,0	6,0	3,0	10,82	-	4,0	5,66
LSD _{0,05}	1,3	2,0	10,4	4,46	-	0,5	3,42

Ghi chú: H/B: số hàng hạt trên bắp, H/H: số hạt trên hàng, P1000: khối lượng 1.000 hạt, NSTT: năng suất thực thu; (-) nhỏ hơn đối chứng, (+) cao hơn đối chứng, (ns) không sai khác so với đối chứng ở mức ý nghĩa 0,05.

Giusti, 2010). Hàm lượng anthocyanin có trong hạt của các dòng ngô nếp tím cao hơn đáng kể so với các dòng trắng ở mức ý nghĩa thống kê, dao động từ 46,9 - 182,9 mg/100g hạt cao hơn hàm lượng anthocyanin đã công bố của Ryu (2011) về ngô nếp tím là trong khoảng 0,8 - 100 mg/100g (Bảng 5).

Tóm lại, các dòng ngô nếp tím có các đặc điểm nông sinh học phù hợp, năng suất và một số chỉ tiêu chất lượng vượt trội hơn so với các dòng nếp đường trắng. Với áp lực chọn lọc 0,45, chọn được 20 dòng ưu tú nhất dựa trên 10 chỉ tiêu quan trọng trong đánh giá dòng là: thời gian sinh trưởng, chênh lệch tung phần và phun râu, LAI, số nhánh cờ cấp 1, yếu tố cấu thành năng suất và năng suất hạt khô, độ brix và hàm lượng anthocyanin. Các dòng được chọn là dòng D1 - D15, D16, D24, D28, D44, đây là các dòng ưu tú được sử dụng cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.3. Kết quả cải tiến độ ngọt đối với các vật liệu ngô nếp trắng và tím

Áp dụng phương pháp lai trở lại trong nghiên cứu này, bước đầu cho kết luận về hiệu quả trong việc cải tiến độ ngọt của các vật liệu ngô nếp tím và ngô nếp trắng nghiên cứu. So sánh với các vật liệu ban đầu, độ ngọt của các dòng nếp thể hệ BC₂F₄ tăng từ 0,3 - 4,0%. Phương pháp này có hiệu quả rõ rệt ở các vật liệu ngô tím D1, D2, D3, D5, D6, D7, D13 và ngô trắng D16 khi % brix tăng từ 2,0 - 4,0% so với

vật liệu ban đầu. Như vậy, nâng cao độ ngọt của ngô nếp tím mở ra hướng nghiên cứu mới trong việc cải thiện chất lượng cảm quan và chất lượng dinh dưỡng đối với ngô nếp tại Việt Nam.

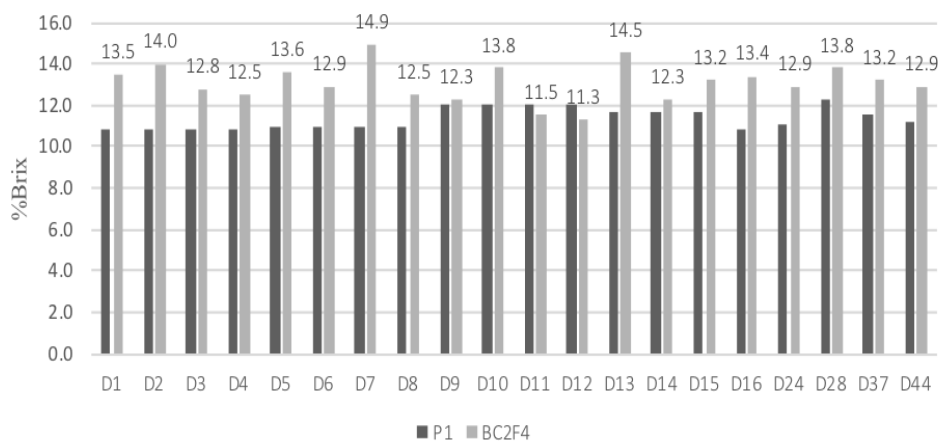
4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Đánh giá một số chỉ tiêu chất lượng ở thế hệ F1 biểu hiện tốt hơn so với BC₂F₁ ở các chỉ tiêu: về PER thấp hơn (vỏ mỏng hơn), AN cao hơn, độ ngọt thấp hơn so với BC₂F₁. Giữa PER và AN có mối tương quan chặt, BRIX và AN, BRIX và SG là tương quan không chặt.

Kết quả đánh giá và chọn lọc cốc dũng ngô nếp BC₂F₄ vụ Xuân 2017 cho thấy cốc dũng ngô nếp tím có các đặc điểm nông sinh học phù hợp, năng suất và một số chỉ tiêu chất lượng vượt trội hơn so với cốc dũng nếp trắng. Nghiên cứu chọn được 20 dũng ưu tú dựa trên 10 chỉ tiêu quan trọng trong đánh giá dũng.

Áp dụng phương pháp lai trở lại trong nghiên cứu này, bước đầu cho kết luận về hiệu quả trong việc cải tiến độ ngọt của các vật liệu ngô nếp tím và ngô nếp trắng nghiên cứu. Phương pháp này có hiệu quả rõ rệt ở các vật liệu ngô tím D1, D2, D3, D5, D6, D7, D13 và ngô trắng D16 khi % Brix tăng từ 2,0 - 4,0% so với vật liệu ban đầu. Như vậy, lai trở lại có thể nâng cao độ Brix của ngô nếp tím đặc biệt độ ngọt đối với ngô nếp tím tại Việt Nam.



Hình 4. Kết quả cải tiến độ ngọt đối với các vật liệu ngô nếp trắng và tím

4.2. Kiến nghị

Tiếp tục thực hiện các nghiên cứu tiếp theo nhằm phát triển các dòng ngô nếp tím, trắng ưu tú có độ Brix cao, phục vụ công tác chọn tạo giống ngô nếp trong nước có năng suất, chất lượng và anthocyanin cao.

Tiếp tục nghiên cứu phát triển nguồn vật liệu thuần dựa trên 20 dòng ưu tú phát hiện trong nghiên cứu này và đánh giá khả năng kết hợp của chúng về độ Brix để có những kết luận chính xác hơn về hiệu quả của phương pháp lai trở lại để cải tiến độ ngọt.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin trân trọng cảm ơn Dự án Việt Bỉ - Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã hỗ trợ một phần kinh phí cho chúng tôi thực hiện nghiên cứu này!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

He J., and Giusti M. M. (2010). Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. Annual review of food science and technology, 1: 163-187.

Hovenkamp-Hermelink J. H. M., De Vries J. N., Adamse P., Jacobsen E., Witholt B., and Feenstra W. J. (1988). Rapid estimation of the amylose/amylopectin ratio in small amounts of tuber and leaf tissue of the potato. Potato Research, 31(2): 241-246.

Huỳnh Thị Kim Cúc, Phạm Châu Quỳnh, Nguyễn Thị Lan và Trần Khôi Nguyên (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.

Ketthaisong D., Suriharn B., Tangwongchai R., and 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.

Lertrat K., and 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.

Park K. J., Sa K. J., Koh H. J., and Lee J. K. (2013). QTL analysis for eating quality-related traits in an F2: 3 population derived from waxy corn × sweet corn cross. Breeding science, 63(3): 325-332.

Ryu S.W. (2011). Genetic Study of Compositional and Physical Kernel Quality Traits in Diverse Maize (*Zea mays* L.) Germplasm. The Ohio State University.

Sa K. J., Park J. Y., Park K. J., and Lee J. K. (2010). Analysis of genetic diversity and relationships among waxy maize inbred lines in Korea using SSR markers. Genes & Genomics, 32(4): 375-384.

Wolf M. J., Cull I. M., Helm J. L., and Zuber M. S. (1969). Measuring Thickness of Excised Mature Corn Pericarp 1. Agronomy journal, 61(5): 777-779.

Simla S., Lertrat K., and Suriharn B. (2009). Gene effects of sugar compositions in waxy corn. Asian Journal of Plant Sciences, 8(6): 417.

Vogel K.E. (2009). Backcross Breeding. In: Scott M.P. (Eds.) Transgenic Maize. Methods in Molecular Biology™, 526: 161-169. Humana Press, Totowa, NJ.

Wrolstad R. E., Durst R. W., and Lee J. (2005). Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. Trends in Food Science & Technology, 16(9): 423-428.