

## ĐÁNH GIÁ VÀ CHỌN LỌC CÁC TỔ HỢP LAI NGŨ ĐƯỜNG ĂN TƯƠI GIÀU ANTHOCYANIN TRIỂN VỌNG

Phạm Quang Tuân<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Nguyệt Anh<sup>1</sup>,  
Vũ Thị Xuân Bình<sup>2</sup>, Vũ Văn Liết<sup>3</sup>, Nguyễn Trung Đức<sup>1\*</sup>

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

<sup>2</sup>*Ban Khoa học Công nghệ, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

<sup>3</sup>*Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

\*Tác giả liên hệ: [ntduc@vnua.edu.vn](mailto:ntduc@vnua.edu.vn)

Ngày nhận bài: 02.08.2023

Ngày chấp nhận đăng: 07.08.2024

### TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm chọn lọc các tổ hợp lai ngô đường ăn tươi giàu anthocyanin triển vọng gửi khảo nghiệm và công nhận lưu hành giống ngô mới tại các tỉnh phía Bắc. Thí nghiệm đồng ruộng so sánh 30 tổ hợp lai với hai đối chứng trên 12 tính trạng nông sinh học quan trọng được tiến hành trong vụ Xuân 2023 tại Hà Nội. Phân tích tương quan cho thấy năng suất bắp tươi có tương quan thuận có ý nghĩa thống kê  $P < 0,001$  với chiều dài bắp ( $r = 0,743$ ) và đường kính bắp ( $r = 0,717$ ). Phân tích thành phần chính đã xác định 5 tính trạng quan trọng gồm năng suất bắp tươi, chiều dài bắp, đường kính bắp, chỉ số độ ngọt và độ dày vỏ hạt sử dụng để phân nhóm và chọn lọc tổ hợp lai ưu tú. Sử dụng chỉ số chọn lọc MGIDI với áp lực chọn lọc 5% đã chọn được 2 tổ hợp lai gồm THL23 (14,7 tấn/ha; 18,8°Brix; 148,3mg AN /100g hạt khô) và THL30 (14,0 tấn/ha; 18,9°Brix; 139,4mg AN/100g hạt khô) có tiềm năng thương mại hóa.

Từ khóa: Ngô đường, ngô trái cây, anthocyanin, giống triển vọng, MGIDI.

### Evaluation and Selection of Superior Anthocyanin-Rich Fruit Corn Hybrids

#### ABSTRACT

This study was conducted to select the promising fresh anthocyanin-rich sweet corn hybrids for national testing and commercialization in the Northern provinces. A field experiment involving thirty hybrids with two checks based on twelve important agronomic traits was performed in the 2023 Spring crop season in Hanoi. Correlation analysis showed that marketable yield was significantly positively correlated at  $P < 0.001$  with ear length ( $r = 0.743$ ) and ear diameter ( $r = 0.717$ ). The principal component analysis identified five important traits, viz., marketable yield, ear length, ear diameter, total soluble solids and pericarp thickness, which can be used for grouping and selecting superior hybrids. Using (Multitrait Genotype-Ideotype Distance Index (MGIDI) selection with 5% selective pressure, two superior hybrids with high commercial potential were selected, viz., THL23 (14.7 tons/ha; 18.8°Brix; 148.3mg AN /100g dry seed) and THL30 (14.0 tons/ha, 18.9°Brix; 139.4 mg AN/100g dry seed).

Keywords: Sweet corn, fruit corn, anthocyanin, superior hybrids, MGIDI.

#### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngô ngọt (ngô đường), ngô nếp, ngô nếp ngọt, ngô trái cây là các dạng ngô thực phẩm phổ biến, giàu dinh dưỡng, có giá trị kinh tế cao ở các nước châu Mỹ (Mỹ, Canada), châu Úc (Australia) và châu Á (Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản, Việt Nam, Thái Lan) (Revilla & cs.,

2021; Anirban & cs., 2023a; Nguyễn Trung Đức & cs., 2023). Chọn tạo, phát triển các giống ngô thực phẩm giàu dinh dưỡng là chiến lược quan trọng giúp đa dạng sản phẩm ngô trên thị trường, tích hợp đa giá trị, cải thiện sức khỏe con người, chống lại sự thiếu hụt dinh dưỡng và đóng góp vào các mục tiêu phát triển bền vững đến năm 2030 trên toàn cầu (Prasanna & cs.,

2020; Dwivedi & cs., 2022). Chọn tạo giống ngô ăn tươi ưu thế lai, chất lượng cao cấp là định hướng chiến lược của các nhà khoa học tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam, đáp ứng nhu cầu thị hiếu người tiêu dùng ngô ăn tươi và đem lại lợi ích to lớn cho người nông dân trồng ngô tại Việt Nam. Ngô ăn tươi - ngô trái cây là một khái niệm mới được đề xuất hiện nay để chỉ các loại ngô đường (ngô ngọt) có thể ăn tươi trực tiếp ở giai đoạn chín sữa không cần qua chế biến, với độ ngọt cao tự nhiên, mỏng vỏ, dễ tiêu hóa, đường kính lõi nhỏ, kết hạt đều, hương vị tươi ngon, giàu dinh dưỡng (Nguyễn Trung Đức & cs., 2020). Phát triển các giống đường ăn tươi tại Việt Nam là hướng đi có tính đột phá, giúp đa dạng sản phẩm tiêu dùng từ ngô, chủ động nguồn cung hạt giống trong nước, qua đó nâng cao thu nhập cho người nông dân, cải thiện sức khỏe người tiêu dùng.

Trong nhóm các sắc tố trên ngô đường, màu tím được cho là rất giàu chất kháng oxy hóa anthocyanin (Anirban & cs., 2023b). Đây là hoạt chất có giá trị cải thiện hệ tim mạch, chống lão hóa (Mattioli & cs., 2020). Trên thế giới, các nghiên cứu về ngô đường tím đã được thực hiện bởi nhóm nhà khoa học Trung Quốc (Hu & cs., 2020a; b), Thái Lan (Inplean & cs., 2020; Jompuk & cs., 2020) và Australia (Hong & cs., 2020; Anirban & cs., 2023a; Anirban & cs., 2023b). Tại Việt Nam, nghiên cứu phát triển vật liệu ngô đường ăn tươi - ngô trái cây giàu anthocyanin đã được tiến hành bởi Phạm Quang Tuan & cs. (2022a), Phạm Quang Tuan & cs. (2022b) và Phạm Quang Tuấn & cs. (2022). Từ các nghiên cứu này, bằng phương pháp chọn lọc quần thể lớn từ phép lai giữa ngô nếp tím và ngô ngọt phá vỡ liên kết chặt chỉ khoảng 140kb (0,1cM) giữa gen anthocyanin1 (*a1*) và *shrunken2* (*sh2*) nằm trên nhiễm sắc thể số 3 mà rất nhiều dòng ngô trái cây giàu anthocyanin ưu tú tại Việt Nam đã được chọn lọc và phát triển. Đây là cơ sở quan trọng tiếp tục phát triển, chọn lọc dòng thuần bố mẹ và lai tạo giống ngô đường ăn tươi ưu thế lai giàu anthocyanin mới.

Kế thừa kết quả lai tạo các tổ hợp lai (THL) ngô đường ăn tươi giàu anthocyanin trong năm

2022 bởi các nhà khoa học tại Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, nghiên cứu này nhằm chọn lọc THL ngô đường ăn tươi giàu anthocyanin triển vọng.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

Vật liệu nghiên cứu gồm 30 THL với hai đối chứng là giống Nữ Hoàng Đỏ (Công ty TNHH Hạt giống NOVA phân phối) và SW1011 (Công ty TNHH XNK Hạt giống Việt Thái phân phối) (Bảng 1).

### 2.2. Thiết kế thí nghiệm

Thí nghiệm đồng ruộng được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ với 3 lần nhắc lại với diện tích ô thí nghiệm 20m<sup>2</sup> tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam trong vụ Xuân 2023. Các THL, giống được gieo 2 hạt/hốc vào ngày 07/3/2023, hàng cách hàng 70cm, cây cách cây 25cm tương ứng với mật độ 57.000 cây/ha. Cây đạt 3 lá thật thì tiến hành tỉa bỏ các cây xấu, kém, bị sâu bệnh hại, chỉ giữ lại mỗi hốc 1 cây tốt nhất. Chăm sóc, bón phân, phòng trừ sâu bệnh hại theo Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13381-2:2021 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2021).

### 2.3. Chỉ tiêu theo dõi

Mười hai chỉ tiêu nông sinh học chính được theo dõi và đánh giá gồm thời gian thu bắp tươi (TBT, ngày, chiều cao cây (CCC, cm), chiều cao đóng bắp (CDB, cm), góc lá (GOCLA, °), năng suất bắp tươi (NSBT, tấn/ha), chiều dài bắp (ChDB, cm), đường kính bắp (ĐKB, cm), số hàng hạt/bắp (HHB), số hạt/hàng (HH), độ dày vỏ hạt trung bình (DVH, μm), chỉ số độ ngọt (BRIX, °Brix) và hàm lượng anthocyanin tổng số (AN, mg/100g hạt khô). Đo độ dày vỏ hạt theo phương pháp cải tiến bởi So (2018) đo ở đỉnh, mặt trước và mặt sau hạt sau đó tính giá trị trung bình. Chỉ số độ ngọt được đo ở giai đoạn thu bắp tươi (18-24 ngày sau thụ phấn) bằng máy đo độ ngọt điện tử Atago PAL-1 (0-53% Brix). Hàm lượng anthocyanin tổng số được phân tích theo phương pháp pH vi sai bởi Giusti & Wrolstad (2001).

## 2.4. Phân tích số liệu

Số liệu được tổng hợp trên phần mềm Microsoft Excel 2016, phân tích bằng phương pháp phân tích phương sai một nhân tố, tính hệ số biến động (CV%) và sai số nhỏ nhất có ý nghĩa ( $LSD_{0,05}$ ) trên phần mềm Statistix 10. Phân tích thành phần chính và phân tích cụm

dựa trên thành phần chính sử dụng gói sử dụng gói “*FactoMineR*”, “*factoextra*” trên phần mềm R 4.1.3. Chọn lọc THL triển vọng bằng chỉ số chọn lọc đa biến MGIDI (Multitrait Genotype - Ideotype Distance Index) (Olivoto & cs., 2022) sử dụng gói “*metan*” trên phần mềm R 4.1.3 (R Development Core Team, 2022).

**Bảng 1. Các tổ hợp lai ngô thí nghiệm**

Ký hiệu	THL/Giống	Nguồn gốc
THL01	UV101× D7811	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL02	UV101 × D7812	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL03	UV101 × D7813	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL04	UV101 × D7814	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL05	UV101 × D7815	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL06	UV106 × D7811	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL07	UV106 × D7812	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL08	UV106 × D7813	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL09	UV106 × D7814	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL10	UV106 × D7815	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL11	UV108 × D7811	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL12	UV108 × D7812	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL13	UV108 × D7813	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL14	UV108 × D7814	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL15	UV108 × D7815	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL16	TD051 × D7811	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL17	TD051 × D7812	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL18	TD051 × D7813	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL19	TD051 × D7814	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL20	TD051 × D7815	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL21	TD054 × D7811	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL22	TD054 × D7812	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL23	TD054 × D7813	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL24	TD054 × D7814	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL25	TD054 × D7815	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL26	TD059 × D7811	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL27	TD059 × D7812	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL28	TD059 × D7813	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL29	TD059 × D7814	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
THL30	TD059 × D7815	Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng lai tạo
NHD	Nữ Hoàng Đỏ (đối chứng 1)	Thái Lan
SW1011	SW1011 (đối chứng 2)	Thái Lan

**Bảng 2. Đặc điểm nông học của các tổ hợp lai thí nghiệm trong vụ Xuân 2023 tại Hà Nội**

THL/ Giống	Thời gian thu bắp tươi (ngày)	Chiều cao cây (cm)	Chiều cao đóng bắp (cm)	Góc lá (°)	Năng suất bắp tươi (tấn/ha)	Chiều dài bắp (cm)	Đường kính bắp (cm)	Số hàng hạt/bắp	Số hạt/hàng	Độ dày vỏ hạt trung bình (µm)	Chỉ số độ ngọt (°Brix)	Hàm lượng anthocyanin tổng số (mg/100g hạt khô)
THL01	78,0	221,7	68,1	46,8	13,8	18,9	5,1	15,0	36,3	56,8	16,7	116,6
THL02	77,0	215,1	62,2	52,1	13,6	17,5	4,9	14,7	41,3	52,6	16,6	225,2
THL03	68,0	205,5	73,8	50,0	12,9	18,4	4,8	14,0	35,7	55,3	14,9	243,4
THL04	72,0	191,7	61,5	50,6	13,5	17,2	4,8	14,7	42,3	42,8	16,6	194,0
THL05	74,0	201,6	72,2	60,2	13,4	16,8	4,8	14,7	36,7	50,4	17,8	123,4
THL06	74,0	210,1	83,2	48,2	14,0	20,6	5,3	16,0	39,0	58,3	15,5	185,2
THL07	67,0	203,7	64,7	52,1	14,6	22,2	4,7	14,0	43,7	52,5	16,9	152,5
THL08	67,0	205,2	63,0	43,0	12,6	17,8	4,6	15,5	36,3	31,3	20,7	110,5
THL09	78,0	222,5	70,8	50,9	13,9	19,1	5,2	15,3	38,3	55,1	16,3	191,2
THL10	74,0	210,4	65,7	62,5	13,2	19,4	4,6	14,3	38,7	40,5	18,8	220,3
THL11	69,0	214,9	60,3	68,1	13,6	17,8	4,9	14,7	38,7	55,0	16,4	116,4
THL12	74,0	216,2	64,8	56,7	13,1	19,0	4,6	14,0	36,7	56,9	13,9	241,7
THL13	77,0	217,0	77,2	58,9	13,7	18,0	4,9	14,7	42,3	52,5	17,4	143,2
THL14	68,0	206,6	91,6	53,4	12,9	17,2	4,6	14,7	42,3	45,2	16,0	187,0
THL15	71,0	222,5	65,3	47,1	14,4	21,9	4,6	14,3	43,3	54,6	16,1	135,6
THL16	75,0	222,3	84,2	58,3	13,8	18,6	5,0	15,0	36,0	53,8	17,2	122,8
THL17	78,0	224,6	55,8	56,7	14,0	20,5	5,2	15,3	39,0	49,1	19,3	119,2
THL18	71,0	235,6	87,1	56,3	12,7	16,9	4,6	15,3	36,3	55,5	16,4	129,4
THL19	71,0	225,9	68,0	61,1	13,4	19,9	4,7	14,3	39,0	43,3	15,9	195,4
THL20	69,0	215,0	75,9	70,0	13,2	19,2	4,6	14,0	38,3	55,2	16,9	221,4
THL21	78,0	225,8	66,5	50,3	13,4	17,1	4,7	14,3	37,3	38,3	15,9	132,4
THL22	69,0	215,6	76,7	46,4	12,4	15,9	4,6	14,0	42,3	55,7	15,3	227,7
THL23	79,0	185,6	60,9	53,5	14,7	20,7	5,1	15,3	42,0	41,4	18,8	148,3
THL24	71,0	247,5	71,3	44,9	14,4	21,8	5,4	16,0	42,3	55,9	15,8	172,1
THL25	66,0	160,2	59,8	60,5	12,9	18,1	4,7	14,0	40,0	53,5	14,1	171,0
THL26	71,0	252,8	90,6	75,3	12,4	17,8	4,6	12,7	42,3	53,3	16,1	121,1
THL27	66,0	203,4	66,6	60,2	14,0	19,8	5,2	15,3	36,7	54,8	17,4	132,2
THL28	68,0	210,1	54,2	40,2	12,9	17,9	4,7	14,0	42,3	51,1	17,6	129,8
THL29	75,0	229,3	60,8	45,4	13,5	17,4	4,8	14,7	42,3	47,9	15,3	214,0
THL30	78,0	228,7	58,7	39,0	14,0	21,0	5,2	15,3	41,7	39,6	18,9	139,4
NHD	76,0	190,5	69,5	75,4	12,9	18,2	4,7	13,3	36,7	65,5	16,6	136,8
SW1011	85,0	212,5	80,0	57,2	14,7	19,3	5,5	15,3	40,0	70,0	15,1	0,0
Giá trị P	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01
LSD <sub>0,05</sub>	2,1	8,5	8,0	4,5	0,6	0,5	0,2	1,1	3,4	5,4	0,8	11,2
CV%	4,5	7,4	9,5	6,8	8,9	7,1	6,3	4,8	6,2	8,0	6,6	5,9

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Đặc điểm nông học của các THL ngô thí nghiệm trong vụ Xuân 2023 tại Hà Nội

Phân tích phương sai cho thấy có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức  $P \leq 0,01$  trên tất cả 12 tính trạng nông học quan trọng nghiên cứu (Bảng 2). Thời gian thu bắp tươi của các THL dao động từ 66 ngày (THL25) đến 79 ngày (THL23), ngắn hơn hẳn có ý nghĩa thống kê ở mức  $P \leq 0,05$  so với đối chứng SW1011 (85 ngày). Một số THL gồm THL01, THL09, THL17, THL21, THL30 có thời gian thu bắp tươi tương đương đối chứng NHD (76 ngày). Chiều cao cây của các THL dao động từ 160,2cm (THL25) đến 252,8cm (THL26). Chiều cao đóng bắp của các THL thí nghiệm dao động từ 54,2cm (THL28) đến 91,6cm (THL14). Các THL thí nghiệm có góc lá biến động từ  $39,0^\circ$  (THL30) đến  $75,3^\circ$  (THL26). Năng suất bắp tươi của các THL thí nghiệm dao động từ 12,4 tấn/ha (THL22, THL26) đến 14,7 tấn/ha (THL23). Trong đó các THL có năng suất bắp tươi không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức  $P \leq 0,05$  so với đối chứng SW1011 (14,7 tấn/ha) gồm THL23 (14,7 tấn/ha), THL07 (14,6 tấn/ha), THL15 (14,4 tấn/ha), THL24 (14,4 tấn/ha). Mười sáu THL gồm THL04, THL29, THL05, THL19, THL21, THL10, THL20, THL12, THL03, THL14, THL25, THL28, THL18, THL08, THL22, THL26 có năng suất bắp tươi không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức  $P \leq 0,05$  so với đối chứng NHD (12,9 tấn/ha).

Chiều dài bắp của các THL thí nghiệm dao động từ 15,9cm (THL22) đến 22,2cm (THL07). Đường kính bắp của các THL biến động từ 4,6cm (THL22) đến 5,4cm (THL24). Số hàng hạt/bắp biến động từ 12,7 (THL26) đến 16,0 (THL06, THL24). Số hạt/hàng của các THL biến động từ 35,7 (THL03) đến 43,7 (THL07).

Đánh giá các chỉ tiêu chất lượng cho thấy độ dày vỏ hạt trung bình của các THL dao động từ  $31,3\mu\text{m}$  (THL08) đến  $58,3\mu\text{m}$  (THL06), thấp hơn hẳn có ý nghĩa thống kê ở mức  $P \leq 0,05$  so với hai giống đối chứng SW1011 ( $70,0\mu\text{m}$ ) và NHD

( $65,5\mu\text{m}$ ). Theo phân loại nhóm ngô có vỏ hạt mỏng  $\leq 60\mu\text{m}$  bởi Choe (2010), tất cả các THL thí nghiệm đều thuộc nhóm mỏng vỏ. Chỉ số độ ngọt của các THL thí nghiệm dao động từ  $13,9^\circ\text{Brix}$  (THL12) đến  $20,7^\circ\text{Brix}$  (THL08). Bảy THL gồm THL08, THL17, THL30, THL23, THL10, THL05, THL28 có chỉ số độ ngọt cao hẳn có ý nghĩa thống kê ở mức  $P \leq 0,05$  so với hai giống đối chứng NHD ( $16,6^\circ\text{Brix}$ ) và SW1011 ( $15,1^\circ\text{Brix}$ ). Các THL gồm THL19, THL21, THL24, THL06, THL22, THL29, THL03 có chỉ số độ ngọt không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức  $P \leq 0,05$  so với đối chứng SW1011. Tất cả các THL thí nghiệm đều có bắp tươi màu tím, cùng nhóm màu với đối chứng NHD và khác biệt hẳn so với đối chứng SW1011 có bắp tươi màu vàng. Hàm lượng anthocyanin tổng số của các THL thí nghiệm dao động từ 110,5 mg/100g hạt khô (THL08) đến 243,4 mg/100g hạt khô (THL03). Tất cả các THL ngô thí nghiệm đều có hàm lượng anthocyanin tổng số  $> 100$  mg/100g hạt khô. Mười sáu THL gồm THL03, THL12, THL22, THL02, THL20, THL10, THL29, THL19, THL04, THL09, THL14, THL06, THL24, THL25, THL07, THL23 có hàm lượng AN cao hơn hẳn có ý nghĩa thống kê ở mức  $P \leq 0,05$  so với đối chứng NHD (136,8 mg/100g hạt khô). Hàm lượng anthocyanin cao tích lũy chủ yếu ở vỏ hạt. Màu sắc tím vỏ hạt là tính trạng trội so với vỏ hạt trắng và vàng, có độ ổn định cao do đó không bị ảnh hưởng khi trồng cạnh các giống ngô siêu ngọt vàng, trắng liên kê (Anirban & cs., 2023a). Sự phát triển của các giống ngô trái cây - ngô đường ăn tươi siêu ngọt màu tím vì thế có cả lợi ích về cảm quan thị giác và tiềm năng nông học so với ngô ngọt khác.

Như vậy, đánh giá các đặc điểm nông học cho thấy các THL ngô thí nghiệm sinh trưởng và phát triển tốt, thời gian thu bắp tươi ngắn, nhiều THL có năng suất bắp tươi cao và chất lượng tốt. Để chọn lọc THL ưu tú nhất, nghiên cứu tương quan giữa các tính trạng theo dõi là cơ sở xác định tính trạng mục tiêu để chọn được THL gần với kiểu cây lý tưởng nhất.

Đánh giá và chọn lọc các tổ hợp lai ngô đường ăn tươi giàu anthocyanin triển vọng

**Bảng 3. Hệ số tương quan Person giữa các tính trạng nghiên cứu**

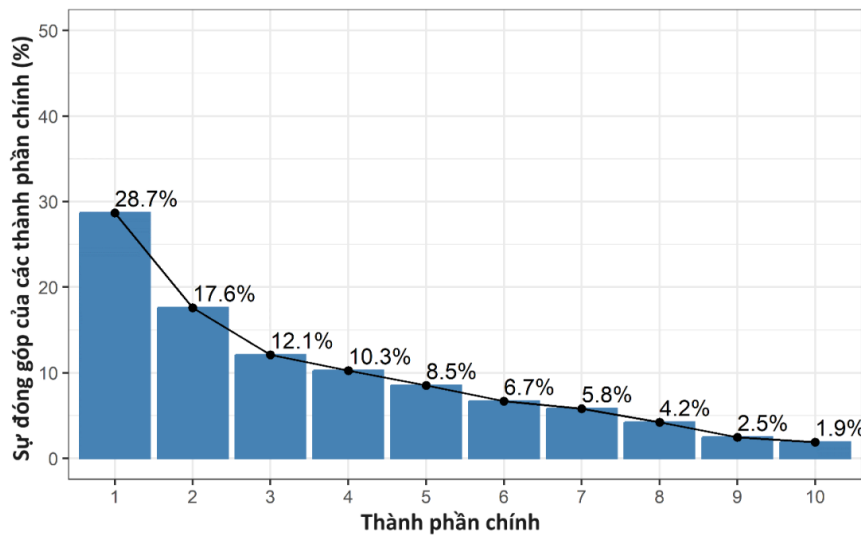
Tính trạng		TBT	CCC	CDB	GOCLA	NSBT	ChDB	DKB	HHB	HH	DVH	BRIX	AN	
TBT	Giá trị r	—												
	Giá trị p	—												
CCC	Giá trị r	0,196	—											
	Giá trị p	0,282	—											
CDB	Giá trị r	-0,014	0,317	—										
	Giá trị p	0,939	0,077	—										
GOCLA	Giá trị r	-0,038	-0,098	0,309	—									
	Giá trị p	0,834	0,592	0,085	—									
NSBT	Giá trị r	0,459	**	0,026	-0,232	-0,230	—							
	Giá trị p	0,008	0,886	0,202	0,206	—								
ChDB	Giá trị r	0,097	0,105	-0,228	-0,151	0,743	***	—						
	Giá trị p	0,598	0,568	0,209	0,410	<0,001	—							
DKB	Giá trị r	0,536	**	0,123	-0,050	-0,228	0,717	***	0,451	**	—			
	Giá trị p	0,002	0,502	0,786	0,209	<0,001	0,010	—						
HHB	Giá trị r	0,286	0,098	-0,045	-0,496	**	0,546	**	0,301	0,712	***	—		
	Giá trị p	0,112	0,592	0,806	0,004	0,001	0,094	< ,001	—					
HH	Giá trị r	-0,048	0,075	-0,117	-0,264	0,257	0,224	-0,010	-0,111	—				
	Giá trị p	0,794	0,684	0,525	0,144	0,155	0,218	0,959	0,546	—				
DVH	Giá trị r	0,142	0,031	0,345	0,329	0,140	0,064	0,293	-0,122	-0,101	—			
	Giá trị p	0,439	0,867	0,053	0,066	0,445	0,728	0,103	0,507	0,582	—			
BRIX	Giá trị r	0,090	-0,010	-0,297	-0,108	0,120	0,162	0,076	0,301	-0,056	-0,573	***	—	
	Giá trị p	0,624	0,957	0,099	0,555	0,512	0,377	0,677	0,094	0,759	<0,001	—		
AN	Giá trị r	-0,346	-0,083	-0,050	-0,055	-0,337	-0,128	-0,401	*	-0,244	0,057	-0,144	-0,321	—
	Giá trị p	0,052	0,652	0,785	0,767	0,059	0,486	0,023	0,179	0,755	0,431	0,073	—	

Ghi chú: \*:  $P < 0,05$ ; \*\*:  $P < 0,01$ ; \*\*\*:  $P < 0,001$ .

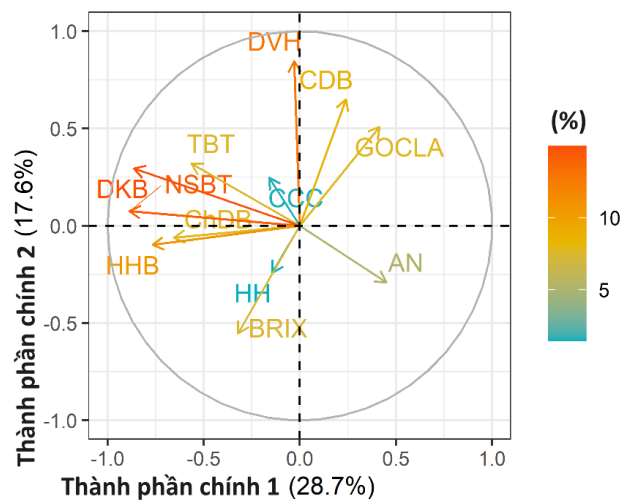
### 3.2. Phân tích tương quan giữa các tính trạng nông học theo dõi

Kết quả phân tích tương quan giữa các tính trạng nông học theo dõi tại bảng 3 cho thấy NSBT có tương quan thuận có ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,001$  với ChDB ( $r = 0,743$ ), DKB ( $r = 0,717$ ), HHB (0,546) (Bảng 3). DKB có tương quan thuận có ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,001$  với HHB (0,712). Năng suất là một tính trạng số lượng phức tạp bị ảnh hưởng bởi các yếu tố cấu thành năng suất. Sự phát triển của giống cải tiến có khả năng cho năng suất cao hơn trong các điều kiện khí hậu khác nhau phụ thuộc vào mức độ biến đổi kiểu gen có trong quần thể đối với các

tính trạng. Sự tương quan thuận và chặt giữa NSBT và các chỉ tiêu cấu trúc bắp là cơ sở cải tiến năng suất thông qua cải tiến tính trạng chiều dài bắp, đường kính bắp, số hàng hạt/bắp. Các tính trạng ChDB và DKB với sự tương quan thuận và chặt với NSBT có thể được sử dụng để đưa vào mô hình chọn lọc các giống ưu tú. Kết quả cũng chỉ ra mối tương quan nghịch có ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,001$  giữa tính trạng DVH và chỉ số độ ngọt BRIX (-0,573). Các THL có chất lượng cao thường có vỏ hạt mỏng. Kết quả nghiên cứu phù hợp với các công bố trước đó bởi Nguyễn Trung Đức & cs. (2020) và Nguyễn Thị Nguyệt Anh & cs. (2022).



(A)



(B)

Hình 1. Phân tích thành phần chính các tính trạng nông học theo dõi

### 3.3. Phân tích thành phần chính các tính trạng nông học theo dõi

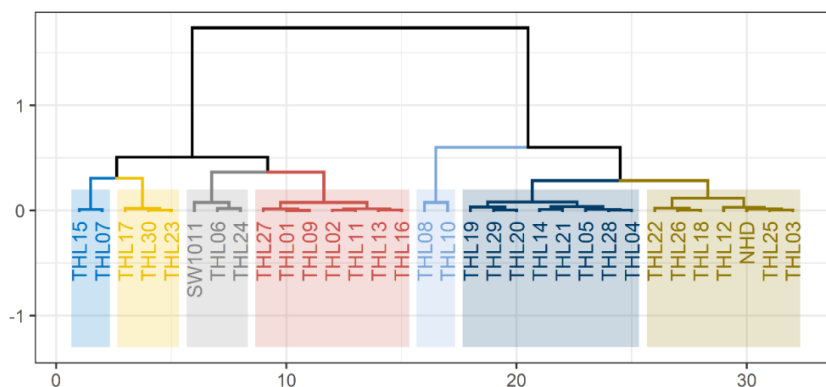
Phân tích thành phần chính trên 12 tính trạng nông học quan trọng theo dõi tại hình 1A cho thấy tổng ba thành phần chính đầu tiên (PC1 + PC2 + PC3) đóng góp 58,4% tổng biến đổi kiểu hình (Hình 1A). Các tính trạng góp phần lớn trong các thành phần chính của trục PC1 và trục PC2 được coi là các tính trạng hữu ích để phân nhóm và chọn lọc các THL ưu tú. Kết quả cho thấy 3 tính trạng năng suất gồm NSBT, CHDB, DKB và hai tính trạng chất lượng gồm DVH và BRIX có vector dài hơn hẳn so với các tính trạng còn lại do vậy có thể sử dụng để phân nhóm và chọn lọc các THL ngô đường ăn tươi triển vọng (Hình 1B).

Phân nhóm các THL theo nhóm tính trạng mục tiêu là cơ sở quan trọng xác định tiềm năng phát triển các giống ngô mới theo nhu cầu thị trường và theo đặc điểm của từng vùng sinh thái. Hai chiến lược phân cụm phổ biến nhất là phân cụm theo thứ bậc được sử dụng để xác định các nhóm quan sát tương tự trong tập dữ liệu và phân cụm theo vùng chẳng hạn như thuật toán k-mean, được sử dụng để chia tập dữ liệu thành nhiều nhóm. Phân cụm theo cấp bậc dựa trên các thành phần chính (HCPC) cho phép kết hợp ba phương pháp tiêu chuẩn được sử dụng trong phân tích dữ liệu đa biến gồm phương pháp thành phần chính, phân cụm theo thứ bậc và phân cụm theo vùng - đặc biệt là phương pháp k-mean cho phép xác định số cụm tối ưu trên mỗi tập dữ liệu (Husson & cs., 2010). Kết quả phân nhóm các THL thí nghiệm theo phương pháp HCPC dựa trên 5 tính trạng

NSBT, CHDB, DKB, DVH và BRIX cho thấy các THL thí nghiệm được phân thành 7 nhóm chính (Hình 2). Trong các nhóm này, nhóm I gồm THL07, TH15, và nhóm II gồm THL17, THL23, THL30 có năng suất  $\geq 14,0$  tấn/ha và chất lượng cao với chỉ số độ ngọt  $> 16,0^\circ\text{Brix}$ . Tiếp tục chọn lọc từ các nhóm này sẽ xác định được THL ưu tú nhất có thể thương mại hóa.

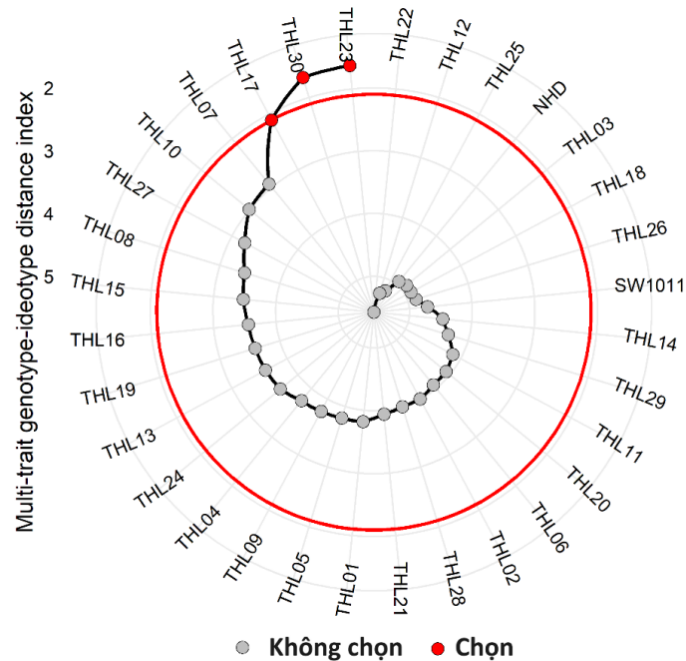
### 3.4. Chọn lọc các THL ngô đường ăn tươi giàu anthocyanin triển vọng

Kết quả sử dụng chỉ số MGIDI chọn lọc THL ngô đường ăn tươi giàu anthocyanin triển vọng trên 5 tính trạng quan trọng chia thành nhóm tính trạng năng suất gồm NSBT (mục tiêu cao), ChDB (mục tiêu cao), DKB (mục tiêu cao) và nhóm tính trạng chất lượng gồm BRIX (mục tiêu cao), DVH (mục tiêu thấp) cho thấy với áp lực chọn lọc 5% đã chọn được 2 THL triển vọng nhất gồm THL23 (14,7 tấn/ha;  $18,8^\circ\text{Brix}$ ; 148,3 mg/100g AN) và THL30 (14,0 tấn/ha;  $18,9^\circ\text{Brix}$ ; 139,4 mg/100g AN) (Hình 3, Hình 4). Hai THL này có thể sử dụng để gửi khảo nghiệm VCU diện hẹp ở vụ tiếp theo. Trên thế giới, chỉ số MGIDI đã được ứng dụng để chọn lọc lúa mạch chịu mặn (Pour-Aboughadareh & cs., 2021), cà tím (Uddin & cs., 2021), ổi (Benakanahalli & cs., 2021). Tại Việt Nam, chỉ số MGIDI đã được ứng dụng chọn lọc các THL ưu tú lai giữa ngô nếp và ngô ngọt (Nguyễn Thị Nguyệt Anh & cs., 2022), và các THL ngô nếp tím ưu tú (Phạm Quang Tuấn & cs., 2023). Như vậy, áp dụng chỉ số MGIDI để chọn lọc các THL ngô đường ăn tươi giàu anthocyanin triển vọng có độ chính xác và tin cậy cao.



Hình 2. Phân nhóm các tổ hợp lai ngô đường ăn tươi theo 5 tính trạng nông học quan trọng





Hình 3. Biểu đồ radar chọn lọc các tổ hợp lai ưu tú



Hình 4. Bắp và chỉ số độ ngọt của THL triển vọng nhất - THL23

#### 4. KẾT LUẬN

Đánh giá các THL ngô đường ăn tươi giàu anthocyanin trong vụ Xuân 2023 tại Hà Nội cho thấy các THL sinh trưởng và phát triển tốt với thời gian thu bắp tươi ngắn, dao động trong khoảng 66-79 ngày, chiều cao cây dao động từ 160,2-252,8cm, năng suất bắp tươi biến động trong khoảng 12,4-14,7 tấn/ha và chỉ số độ ngọt dao động từ 13,9-20,7°Brix.

Kết quả phân tích tương quan, phân tích thành phần chính trên 12 tính trạng nông sinh học quan trọng theo dõi đã chỉ ra 3 tính trạng năng suất và hai tính trạng chất lượng có thể sử dụng để phân nhóm và chọn lọc THL thí nghiệm. Sử dụng chỉ số MGIDI với áp lực chọn lọc 5%, nghiên cứu đã chọn được 2 THL triển vọng nhất có tiềm năng thương mại hóa gồm THL23 (14,7 tấn/ha; 18,8°Brix;

148,3 mg/100g AN) và THL30 (14,0 tấn/ha; 18,9°Brix; 139,4 mg/100g AN).

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này thuộc đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn: “Nghiên cứu chọn tạo giống ngô đường ăn tươi, giàu anthocyanin cho các tỉnh phía Bắc” do Học viện Nông nghiệp Việt Nam chủ trì. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã cấp kinh phí thực hiện nghiên cứu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Anirban A., Hayward A., Hong H.T., Masouleh A.K., Henry R.J. & O'hare T.J. (2023a). Breaking the tight genetic linkage between the *a1* and *sh2* genes led to the development of anthocyanin-rich purple-pericarp super-sweetcorn. *Scientific Reports*. 13(1): 1050.
- Anirban A., Hong H.T. & O'hare T.J. (2023b). Profiling and quantification of anthocyanins in purple-pericarp sweetcorn and purple-pericarp maize. *Molecules*. 28(6).
- Benakanahalli N.K., Sridhara S., Ramesh N., Olivoto T., Sreekantappa G., Tamam N., Abdelbacki A.M.M., Elansary H.O. & Abdelmohsen S.A.M. (2021). A framework for identification of stable genotypes based on MTSI and MGDII indexes: An example in guar (*Cymopsis tetragonoloba* L.). *Agronomy*. 11(6): 1221.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2021). Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13381-2:2021 Giống cây trồng nông nghiệp - Khảo nghiệm giá trị canh tác và giá trị sử dụng-Phần 2: Giống ngô.
- 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, Urbana. IL. <http://hdl.handle.net/2142/15562>: 1-135.
- Dwivedi S.L., Mattoo A.K., Garg M., Dutt S., Singh B. & Ortiz R. (2022). Developing germplasm and promoting consumption of anthocyanin-rich grains for health benefits. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 6.
- Giusti M.M. & Wrolstad R.E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*. 00(1): 1-13.
- Hong H.T., Netzel M. E. & O'hare T.J. (2020). Anthocyanin composition and changes during kernel development in purple-pericarp supersweet sweetcorn. *Food Chemistry*. 315: 126284.
- Husson F., Josse J. & Pages J. (2010). Principal component methods-hierarchical clustering-partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data. *Applied Mathematics Department*. 17.
- Inplean C., Jompuk P., Chai-Arree W., Stamp P. & Jompuk C. (2020). Improved sugar content in a sweet corn grain mutant with high quality protein and anthocyanin. *Agriculture and Natural Resources*. 54(5): 553-558.
- Jompuk C., Jitlaka C., Jompuk P. & Stamp P. (2020). Combining three grain mutants for improved-quality sweet corn. *Agricultural & Environmental Letters*. 5(1): e20010.
- Mattioli R., Francioso A., Mosca L. & Silva P. (2020). Anthocyanins: A comprehensive review of their chemical properties and health effects on cardiovascular and neurodegenerative diseases. *Molecules*. 25(17): 3809.
- Nguyễn Thị Nguyệt Anh, Vũ Văn Liết, Phạm Quang Tuấn & Nguyễn Trung Đức (2022). Đặc điểm nông học, năng suất và chất lượng của các tổ hợp ngô lai giữa ngô nếp tím và ngô ngọt. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. 4: 11-21.
- Nguyễn Trung Đức, Nguyễn Thị Nguyệt Anh, Phạm Quang Tuấn & Vũ Văn Liết (2023). Đặc điểm nông học và đa dạng di truyền của các dòng ngô ngọt ôn đới và nhiệt đới tự phối S4 mới phát triển. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Bản B)*. 65(7): 47-52.
- 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.
- Olivoto T., Diel M.I., Schmidt D. & Lúcio A.D. (2022). MGIDI: a powerful tool to analyze plant multivariate data. *Plant Methods*. 18(1): 121.
- Phạm Quang Tuấn, Nguyễn Trung Đức, Nguyễn Thị Nguyệt Anh, Vũ Thị Xuân Bình & Vũ Văn Liết (2022). Phát triển và chọn lọc các dòng ngô trái cây giàu anthocyanin. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*. 20(7): 853-862.
- Phạm Quang Tuấn, Nguyễn Trung Đức, Nguyễn Thị Nguyệt Anh, Vũ Thị Xuân Bình, Vũ Văn Liết, Lyu Rong-Hua, Zou Cheng-Lin & Lyu Jia-Ming (2022a). Heterosis, combining ability on yield, yield components, and quality of purple sweet corn *Journal of Southern Agriculture*. 53(5): 1193-1206.

- Phạm Quang Tuân, Nguyễn Trung Đức, Nguyễn Thị Nguyệt Anh & Vũ Văn Liết (2023). Chọn lọc các tổ hợp lai ngô nếp tím ưu tú bằng phương pháp chọn đa biến MGIDI tại Việt Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Bản B)*. 65(2): 53-60.
- Pham Quang Tuan, Nguyen Trung Duc, Nguyen Thi Nguyet Anh, Vu Van Liet, Vu Thi Xuan Binh & Lyu Rong Hua (2022b). Application analysis of novel purple sweet corn inbred line development for hybrid nutrient-rich fruit corn breeding. *Journal of Southern Agriculture*. 53(7): 1843-1854.
- Pour-Aboughadareh A., Sanjani S., Nikkhal-Chamanabad H., Mehrvar M. R., Asadi A. & Amini A. (2021). Identification of salt-tolerant barley genotypes using multiple-traits index and yield performance at the early growth and maturity stages. *Bulletin of the National Research Centre*. 45(1): 1-16.
- Prasanna B.M., Palacios-Rojas N., Hossain F., Muthusamy V., Menkir A., Dhliwayo T., Ndhlela T., San Vicente F., Nair S.K., Vivek B.S., Zhang X., Olsen M. & Fan X. (2020). Molecular breeding for nutritionally enriched maize: Status and prospects. *Frontiers in Genetics*. 10.
- R Development Core Team (2022). 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> on March 10, 2022.
- Revilla P., Anibas C.M. & Tracy W.F. (2021). Sweet corn research around the World 2015–2020. *Agronomy*. 11(3): 534.
- So Y.S. (2018). Pericarp thickness of Korean maize landraces. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*. 17(1): 87-90.
- Uddin M.S., Billah M., Afroz R., Rahman S., Jahan N., Hossain M.G., Bagum S.A., Uddin M.S., Khaldun A.B.M. & Azam M.G. (2021). Evaluation of 130 eggplant (*Solanum melongena* L.) genotypes for future breeding program based on qualitative and quantitative traits, and various genetic parameters. *Horticulturae*. 7(10): 376.