

Chọn lọc các tổ hợp lai ngô nếp tím ưu tú bằng phương pháp chọn lọc đa biến MGIDI tại Việt Nam

Phạm Quang Tuấn¹, Nguyễn Trung Đức^{1*}, Nguyễn Thị Nguyệt Anh¹, Vũ Văn Liệt²

¹Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, thị trấn Trâu Quỳ, huyện Gia Lâm, Hà Nội, Việt Nam

²Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, thị trấn Trâu Quỳ, huyện Gia Lâm, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 14/9/2022; ngày chuyển phản biện 17/9/2022; ngày nhận phản biện 10/10/2022; ngày chấp nhận đăng 14/10/2022

Tóm tắt:

Nghiên cứu được thực hiện nhằm chọn lọc các tổ hợp lai (THL) ngô nếp tím ưu tú chọn tạo tại Việt Nam bằng phương pháp chọn lọc đa biến bằng chỉ số MGIDI (chỉ số khoảng cách kiểu gen đa tính trạng) dựa trên các tính trạng sinh trưởng, năng suất, chất lượng phục vụ công nhận lưu hành giống ngô nếp tím mới tại các tỉnh phía Bắc Việt Nam. Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ với 3 lần nhắc lại, đánh giá 25 THL triển vọng với 2 giống đối chứng trong 2 vụ xuân và đông 2021 tại Hà Nội. Kết quả chọn lọc THL ngô nếp tím theo MGIDI trong vụ xuân và đông 2021 xác định được 2 THL triển vọng nhất với MGIDI có tiềm năng thương mại hóa là THL01 (D161 x FP1, đặt tên là VNUA261, MGIDI=1,449 trong vụ xuân và 1,869 trong vụ đông) và THL02 (Q2151 x FP1, đặt tên là VNUA191, MGIDI=1,218 trong vụ xuân và 0,404 trong vụ đông) với thời gian thu bắp tươi VNUA261 70-75 ngày, VNUA191 66-73 ngày; năng suất bắp tươi VNUA261 đạt 12,51-13,85 tấn/ha, VNUA191 đạt 12,24-13,56 tấn/ha; chất lượng ăn tươi tốt, vỏ hạt mỏng ($\leq 60 \mu\text{m}$); hàm lượng anthocyanin cao, trong đó VNUA261 đạt 112,93-124,07 mg/100 g hạt khô, VNUA191 đạt 100,33-119,57 mg/100 g hạt khô.

Từ khóa: chọn lọc đa biến, MGIDI, ngô nếp tím, VNUA191, VNUA261.

Chỉ số phân loại: 4.6

1. Đặt vấn đề

Ngô nếp tím là nguồn dinh dưỡng tuyệt vời cho sức khỏe với đặc trưng giàu chất kháng oxy hóa anthocyanins ở hạt giúp tăng cường trí nhớ, bảo vệ hệ tim mạch [1, 2]. Tại Việt Nam, ngô nếp tím và sắc tố anthocyanins đã được các nhà khoa học tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam tập trung nghiên cứu từ phát triển dòng, đánh giá khả năng kết hợp, so sánh THL triển vọng, công nhận lưu hành giống, với giống VNUA141 là giống ngô nếp tím lai đơn đầu tiên được chọn tạo bởi các nhà khoa học tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam [3-9]. Kế thừa các dòng ngô triển vọng, nhiều THL ngô nếp tím mới đã được các nhà khoa học tại đây lai tạo, do đó cần tiến hành đánh giá để xác định các THL triển vọng có năng suất, chất lượng cao, thích nghi rất tốt với điều kiện khí hậu miền Bắc Việt Nam thông qua các phương pháp chọn lọc phù hợp để đạt lợi ích di truyền cao nhất.

Gần đây, T. Oliveto và cs (2021) [10] đã giới thiệu MGIDI dễ dàng sử dụng không chỉ chọn lọc hiệu quả kiểu gen ưu tú mà còn có thể đồng thời xem xét nhiều tính trạng và hoặc cũng như đánh giá điểm mạnh và yếu của các kiểu gen được thử nghiệm. Trên thế giới, MGIDI đã được dùng để chọn ra các kiểu gen đầu tây [11] và lúa mạch chịu mặn [12]. Tại Việt Nam, MGIDI đã được đề xuất áp dụng chọn

lọc dòng và THL triển vọng trên cây ngô bởi N.T. Duc và cs (2021) [13] và áp dụng chọn lọc THL ngô lai giữa nếp với đường bởi Nguyễn Thị Nguyệt Anh và cs (2022b) [14]; chọn lọc THL ngô ăn tươi giàu anthocyanin bởi P.Q. Tuan và cs (2022) [8].

Kế thừa các kết quả lai tạo THL từ tập đoàn dòng ngô nếp tím của Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng (NC&PTCT) với 25 THL ngô nếp tím ưu tú, nghiên cứu này tiến hành so sánh các đặc điểm nông học, năng suất, chất lượng trong vụ xuân và đông năm 2021 và áp dụng phương pháp chọn lọc đa biến MGIDI nhằm chọn lọc các THL triển vọng nhất có năng suất cao, chất lượng tốt đưa vào hệ thống khảo nghiệm quốc gia, phục vụ công nhận lưu hành giống ngô nếp tím mới tại các tỉnh phía Bắc Việt Nam.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

Vật liệu nghiên cứu gồm 25 THL ngô nếp tím ưu tú kế thừa từ tập đoàn các THL được lai tạo bởi Viện NC&PTCT, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Thí nghiệm so sánh các THL với 2 giống đối chứng là ngô nếp tím Fancy111 (nguồn gốc Thái Lan) và ngô nếp trắng HN88 (nguồn gốc Trung Quốc) (bảng 1).

*Tác giả liên hệ: Email: ntduc@vnua.edu.vn

Selection of elite purple waxy corn hybrids by MGIDI multivariate selection method in Vietnam

Quang Tuan Pham¹, Trung Duc Nguyen^{1*},
Thi Nguyet Anh Nguyen¹, Van Liet Vu²

¹Crops Research and Development Institute, Vietnam National University of Agriculture,
Trau Quy Town, Gia Lam District, Hanoi, Vietnam

²Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture,
Trau Quy Town, Gia Lam District, Hanoi, Vietnam

Received 14 September 2022; revised 10 October 2022; accepted 14 October 2022

Abstract:

This study aims to select the elite purple waxy corn hybrids by Vietnam by multivariable selection method by multi-trait genotype-ideotype distance index (MGIDI) based on growth, yield, and quality traits for purple waxy corn varieties commercialisation in the North of Vietnam. The field experiment was arranged in a randomised complete block design with 3 replications and evaluated 25 crosses with two check varieties in the Spring and Winter season of 2021 in Hanoi. The results of the selection of purple waxy corn hybrids by MGIDI in the Spring and Winter 2021 season identified the two most promising hybrid combination having the MGIDI index with a commercial potential as THL01 (D161 x FP1, named VNUA261, MGIDI=1.449 in the Spring season and 1.869 in Winter season), and THL02 (Q2151 x FP1, named VNUA191, MGIDI=1.218 in Spring season and 0.404 in Winter season). The fresh corn harvest time of VNUA261 and VNUA191 ranged from 70-75 days and 66-73 days, respectively. Fresh corn yield of VNUA261 and VNUA191 reached 12.51-13.85 tons/ha and 12.24-13.56 tons/ha, respectively. Corn has good eating quality, thin pericarp ($\leq 60 \mu\text{m}$), and high anthocyanin content, in which VNUA261 reached 112.93-124.07 mg/100 g dry seed, VNUA191 reached 100.33-119.57 mg/100 g dry seed.

Keywords: MGIDI, multivariate selection, purple waxy corn, VNUA191, VNUA261.

Classification number: 4.6

Bảng 1. Danh sách các THL đánh giá và giống đối chứng.

STT	Ký hiệu	THL	Nguồn gốc
1	THL01	D161 × FP1	Viện NC&PTCT
2	THL02	Q2151 × FP1	Viện NC&PTCT
3	THL03	FP1 × Q2251	Viện NC&PTCT
4	THL04	FP1 × Q4373	Viện NC&PTCT
5	THL05	FP1 × NT41	Viện NC&PTCT
6	THL06	FP1 × Q2263	Viện NC&PTCT
7	THL07	FP1 × Q3221	Viện NC&PTCT
8	THL08	FP1 × Q4221	Viện NC&PTCT
9	THL09	FP1 × TL	Viện NC&PTCT
10	THL10	Q2242 × FP1	Viện NC&PTCT
11	THL11	Q2271 × FP1	Viện NC&PTCT
12	THL12	Q2341 × FP1	Viện NC&PTCT
13	THL13	Q2341 × FP2	Viện NC&PTCT
14	THL14	TD × FP1	Viện NC&PTCT
15	THL15	TL × NT41	Viện NC&PTCT
16	THL16	TL × NT62	Viện NC&PTCT
17	THL17	TL × Q2231	Viện NC&PTCT
18	THL18	TL × Q4352	Viện NC&PTCT
19	THL19	UV1 × FP1	Viện NC&PTCT
20	THL20	UV1 × NNT53	Viện NC&PTCT
21	THL21	UV1 × Q3221	Viện NC&PTCT
22	THL22	UV1 × Q4221	Viện NC&PTCT
23	THL23	UV1 × TL	Viện NC&PTCT
24	THL24	UV1 × D119	Viện NC&PTCT
25	THL25	UV1 × D181	Viện NC&PTCT
26	Fancy111	Giống đối chứng	Thái Lan
27	HN88	Giống đối chứng	Trung Quốc

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm đánh giá 25 THL ngô nếp tím và 2 giống đối chứng được bố trí theo khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh (RCBD), 3 lần nhắc lại, diện tích ô thí nghiệm 30 m² (6×5 m) trong vụ xuân và đông năm 2021 tại Viện NC&PTCT (Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội). Để tránh hiệu ứng Xenia - tác động của hạt phấn hoa khác loài đến sự hình thành hạt, ảnh hưởng tới chất lượng bắp tươi, tiến hành thực hiện thụ phấn bằng tay sử dụng bao cách ly nhằm tránh sự tung phấn chéo giữa các THL nghiên cứu. Đánh giá các đặc điểm nông học, năng suất và chất lượng ăn tươi theo quy chuẩn Việt Nam QCVN 01-56:2011/BNNPTNT và QCVN 01-66:2011/BNNPTNT [15, 16]. Đánh giá hàm lượng tổng chất rắn hòa tan (°Brix) vào giai đoạn chín sữa được đo theo phương pháp của M.D. Kleinhenz và cs (2012) [17]. Đo độ dày vỏ hạt bằng vi trắc kế theo phương pháp của E. Choe (2010) [18]. Phân tích hàm lượng anthocyanin tổng số bằng phương pháp pH vi sai theo M.M. Giusti và cs (2001) [19]; H.T.K. Cuc và cs (2004) [20]. Mô tả chi tiết các bước phân tích anthocyanin tổng số được trình bày trong nghiên cứu của Pham Quang Tuan và cs (2016) [3].

2.3. Phương pháp phân tích số liệu

Số liệu được tổng hợp bằng phần mềm Microsoft Excel, phân tích phương sai (ANOVA) sử dụng phần mềm Statistix ver. 10.0. Chọn lọc THL triển vọng bằng phương pháp đa biến MGIDI [10] bằng gói “metan” trên phần mềm R 4.1.1 (R Core Team, 2021). THL có chỉ số MGIDI càng thấp thì càng gần với kiểu hình giống lý tưởng. MGIDI có công thức như sau:

$$MGIDI_i = \left[\sum_{j=1}^f (y_{ij} - y_j)^2 \right]^{0.5}$$

trong đó $MGIDI_i$ là chỉ số khoảng cách kiểu gen đa tính trạng cho kiểu gen thứ i ; y_{ij} là điểm của hàng thứ i /kiểu gen/xử lý trong nhân tố thứ j ($i=1, 2, \dots, g$; $j=1, 2, \dots, f$); g là số kiểu gen; f là số yếu tố tương ứng; y_j là điểm thứ j của kiểu cây lý tưởng.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Thời gian sinh trưởng, phát triển của các THL ngô nếp tím vụ xuân và đông năm 2021

Thời gian sinh trưởng của ngô được tính từ thời điểm gieo hạt cho đến khi hạt chín sinh lý biểu hiện ở đặc điểm lá bị khô hoặc chân hạt xuất hiện đốm đen và được chia thành hai thời kỳ chính là sinh dưỡng và sinh trưởng sinh thực. Trong mỗi thời kỳ lại chia ra các giai đoạn sinh trưởng khác nhau dựa vào các đặc điểm và yêu cầu sinh thái khác nhau. 25 THL ngô nếp tím và 2 giống đối chứng (Fancy111, HN88) được đánh giá trong vụ xuân và đông năm 2021 tại Gia Lâm, Hà Nội (bảng 2). Kết quả bảng 2 cho thấy, ở vụ xuân thời gian từ gieo đến mọc của các THL tương đối đồng đều nhau, dao động 6-8 ngày, tương tự đối chứng Fancy111 (8 ngày), HN88 (7 ngày). Thời gian từ gieo đến tung phần và phun râu của các THL dao động lần lượt là 51-60 ngày và 53-62 ngày. Đây là giai đoạn cây ngô chuyển từ sinh trưởng sinh dưỡng sang sinh thực, có ảnh hưởng quan trọng đến năng suất và yêu cầu nghiêm ngặt về các yếu tố ngoại cảnh. Tất cả các THL và giống đối chứng có thời gian tung phần, phun râu trùng với chênh lệch giữa 2 thời gian này ngắn (1-3 ngày), phù hợp cho quá trình thụ phấn diễn ra thuận lợi. Việc đánh giá thời gian từ khi gieo đến chín sữa có ý nghĩa đối với các giống ngô thực phẩm do liên quan đến thời gian cho thu hoạch bắp tươi trong thực tế sản xuất. Thời gian cho thu hoạch bắp tươi của các THL ngô nếp tím dao động 73-84 ngày, hầu như không có sai khác giữa các THL và so với 2 giống đối chứng, trừ THL02 (73 ngày) và THL23 (73 ngày) ngắn ngày hơn 2 giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Tương tự, thời gian từ khi gieo đến chín sinh lý của các THL ngô nếp tím dao động 89-99 ngày, trong đó THL23 sinh trưởng ngắn ngày hơn cả 2 giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%.

Bảng 2. Các giai đoạn sinh trưởng, phát triển của các THL ngô nếp tím vụ xuân và đông năm 2021.

THL	Gieo - mọc (ngày)		Gieo - tung phần (ngày)		Gieo - phun râu (ngày)		ASI (ngày)		Gieo - chín sữa (ngày)		Gieo - chín sinh lý (ngày)	
	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21
THL01	7	5	54	48	56	49	2	1	75	70	91	89
THL02	7	5	52	47	54	48	2	1	73	66	90	84
THL03	7	6	57	49	60	51	3	2	80	72	96	91
THL04	7	5	56	55	58	57	2	2	79	75	94	92
THL05	6	5	56	54	58	55	2	1	80	75	96	94
THL06	7	5	58	50	60	52	2	2	80	73	96	91
THL07	7	5	58	52	60	53	2	1	80	73	95	91
THL08	7	6	59	52	62	53	3	1	82	74	96	91
THL09	7	5	60	57	62	59	2	2	80	78	96	95
THL10	7	5	57	55	59	57	2	2	78	76	92	90
THL11	7	4	57	49	59	50	2	1	81	70	96	87
THL12	8	6	56	47	59	49	3	2	79	70	91	85
THL13	7	5	55	51	57	53	2	2	77	73	91	90
THL14	7	5	56	52	57	54	1	2	78	74	92	90
THL15	7	6	58	53	61	55	3	2	84	76	99	94
THL16	6	4	56	52	59	54	3	2	78	75	93	92
THL17	7	4	58	55	60	57	2	2	79	76	91	90
THL18	7	5	55	53	58	55	3	2	78	76	95	93
THL19	8	5	53	50	56	53	3	3	77	73	90	89
THL20	7	4	58	54	60	56	2	2	79	77	93	90
THL21	6	5	59	50	61	53	2	3	79	73	91	88
THL22	7	5	56	52	58	55	2	3	78	76	93	90
THL23	7	5	51	48	53	50	2	2	73	69	89	86
THL24	7	4	53	48	55	49	2	1	74	68	91	89
THL25	8	5	59	52	61	55	2	3	81	75	97	95
Fancy111	8	6	58	54	60	56	2	2	79	75	95	95
HN88	7	5	59	53	61	56	2	3	83	76	97	93
CI%	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	3	4
LSD _{0.05}	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5

ASI: chênh lệch thời gian tung phần và phun râu; X21: vụ xuân 2021; Đ21: vụ đông 2021.

Vụ đông 2021 có điều kiện thời tiết khắc nghiệt khi đầu vụ nắng nóng cuối vụ mưa liên tục kéo dài 1 tháng cho nên ảnh hưởng đáng kể đến khả năng sinh trưởng, phát triển của ngô. Kết quả bảng 2 cho thấy, thời gian từ gieo đến mọc trong vụ đông ngắn ngày hơn so với vụ xuân, dao động 4-6 ngày, tương đương 2 giống đối chứng. Thời gian từ gieo đến tung phần, phun râu cũng ngắn hơn vụ xuân, dao động lần lượt là 47-57 ngày và 48-59 ngày. Trong vụ đông, các THL ngô nếp tím và 2 giống đối chứng vẫn biểu hiện chênh lệch giữa thời gian tung phần và phun râu ngắn (dao động 1-3 ngày). Tương tự, thời gian từ gieo đến thu hoạch của các THL ngô nếp tím trong vụ đông cũng ngắn hơn vụ xuân (dao

động 66-78 ngày) và hầu hết không có sự sai khác giữa các THL và với giống đối chứng, trừ THL23 (69 ngày), THL24 (68 ngày), THL02 (66 ngày) là ngắn ngày hơn 2 giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Thời gian từ gieo đến chín sinh lý của các THL trong vụ đông dao động 84-95 ngày, trong đó có 5 THL sinh trưởng ngắn ngày hơn cả 2 giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95% gồm THL21 (88 ngày), THL11 (87 ngày), THL23 (86 ngày), THL12 (85 ngày) và THL02 (84 ngày).

3.2. Các đặc điểm nông học của các THL ngô nếp tím vụ xuân và đông năm 2021

Một số đặc điểm nông học chính liên quan đến hình thái thân lá, bông cờ và bắp của các THL ngô nếp tím được thể hiện ở bảng 3 và 4.

Bảng 3. Một số đặc điểm hình thái thân lá, bông cờ của các THL ngô nếp tím vụ xuân và đông năm 2021.

THL	Chiều cao cây (cm)		Chiều cao bông bắp (cm)		Tỷ lệ chiều cao bông bắp/chiều cao cây (%)		Đường kính thân (cm)		Chiều cao bông cờ (cm)		Số nhánh cờ cấp 1 (nhánh)	
	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21
THL01	184,2	175,3	81,1	76,5	44,0	43,7	3,71	3,62	32,7	30,2	18,7	17,2
THL02	174,3	165,2	73,0	70,9	41,9	42,9	3,50	3,40	39,9	33,9	9,3	9,0
THL03	168,0	160,8	73,8	67,9	43,9	42,3	3,32	3,01	28,6	25,9	13,3	13,6
THL04	188,7	180,3	81,6	78,5	43,3	43,6	3,38	2,79	37,8	34,2	14,0	13,8
THL05	167,0	155,0	71,4	64,7	42,7	41,8	3,35	3,32	37,5	34,8	18,0	16,5
THL06	183,2	178,3	75,2	68,1	41,1	38,2	3,22	3,14	35,2	30,5	9,3	9,4
THL07	162,2	161,1	79,0	72,5	48,7	45,0	2,29	2,07	23,6	20,5	6,7	6,3
THL08	157,0	152,4	58,1	56,3	37,0	36,9	3,13	2,79	41,7	38,7	12,7	11,8
THL09	159,4	153,3	75,5	74,7	47,4	48,7	3,19	3,04	43,4	40,0	16,0	15,3
THL10	186,9	177,6	81,0	77,5	43,3	43,6	3,30	3,24	32,3	25,5	12,0	12,1
THL11	174,6	165,6	77,5	72,8	44,4	44,0	3,30	3,17	40,5	35,3	7,7	7,5
THL12	193,1	180,0	88,4	83,9	45,8	46,6	3,38	3,13	34,7	32,1	15,0	13,4
THL13	188,5	176,1	89,3	84,1	47,4	47,7	3,03	2,64	29,4	27,7	15,3	14,6
THL14	174,4	172,3	68,0	64,2	39,0	37,3	3,24	3,05	42,4	37,0	8,7	8,4
THL15	177,1	170,0	69,8	67,8	39,4	39,9	2,62	2,53	37,1	36,5	11,3	10,7
THL16	184,0	177,1	68,1	64,8	37,0	36,6	3,05	2,84	40,3	39,1	11,4	10,5
THL17	144,2	135,8	59,9	54,3	41,5	40,0	3,14	3,04	40,1	38,7	14,7	13,2
THL18	192,3	182,3	75,4	70,5	39,2	38,7	2,91	2,74	34,5	33,1	12,0	10,1
THL19	162,1	153,9	62,6	58,3	38,6	37,9	2,83	2,71	44,7	44,7	11,7	10,6
THL20	184,2	178,7	77,4	74,3	42,0	41,6	3,42	3,10	33,7	31,0	9,7	10,2
THL21	168,5	159,5	76,8	66,9	45,6	41,9	3,16	3,03	42,0	35,5	17,7	17,9
THL22	176,0	165,8	74,5	68,7	42,3	41,4	3,03	2,72	44,5	43,5	10,7	7,8
THL23	175,2	166,9	77,8	72,3	44,4	43,3	3,79	3,50	41,4	41,1	9,3	8,7
THL24	172,0	168,3	72,3	69,1	42,0	41,0	3,54	3,48	41,4	38,0	10,4	9,9
THL25	168,0	163,6	73,2	70,9	43,6	43,3	2,98	2,33	38,7	38,2	12,3	11,4
Fancy111	207,5	198,0	98,7	90,8	47,6	45,9	3,57	3,48	38,3	33,0	14,3	15,4
HN88	194,5	182,5	90,3	78,5	46,4	43,0	3,45	3,27	39,9	31,2	8,4	8,4
CI%	3,7	8,6	6,7	3,8	-	-	3,56	7,91	5,7	9,1	7,3	5,5
LSD _{0,05}	10,5	23,7	8,3	4,4	-	-	0,19	0,39	3,5	5,1	1,5	1,1

Bảng 4. Một số đặc điểm hình thái bắp của các THL ngô nếp tím vụ xuân và đông năm 2021.

THL	Chiều dài bắp (cm)		Đường kính bắp (cm)		Hình dạng bắp		Độ che kín bắp (điểm 1-5)		Màu sắc hạt	
	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21
THL01	22,23	21,93	5,43	5,36	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL02	22,43	20,12	5,11	4,58	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL03	19,20	17,19	4,41	3,95	Trụ	Trụ	1	2	Tím	Tím
THL04	20,83	17,97	4,73	4,08	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL05	18,93	16,93	4,51	4,04	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL06	17,77	17,04	4,27	4,10	Trụ	Trụ	2	2	Tím	Tím
THL07	18,24	17,52	3,11	2,99	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL08	17,17	16,60	4,66	4,51	Trụ	Trụ	1	2	Tím	Tím
THL09	16,40	15,32	4,40	4,11	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL10	18,30	17,25	4,40	4,15	Trụ	Trụ	2	2	Tím	Tím
THL11	16,87	13,23	4,46	3,50	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL12	19,43	18,15	4,85	4,54	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL13	20,90	18,22	5,48	4,78	Trụ	Trụ	2	2	Tím	Tím
THL14	18,27	16,90	4,32	4,00	Trụ	Trụ	2	2	Tím	Tím
THL15	17,86	16,37	5,14	4,71	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL16	17,57	16,02	4,42	4,03	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL17	16,73	15,57	4,43	4,12	Trụ	Trụ	2	2	Tím	Tím
THL18	18,17	16,09	3,98	3,53	Trụ	Trụ	2	2	Tím	Tím
THL19	18,17	16,98	4,41	4,12	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL20	16,76	15,45	4,18	3,86	Trụ	Trụ	1	2	Tím	Tím
THL21	16,23	15,70	4,42	4,27	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL22	21,83	20,95	5,40	5,19	Trụ	Trụ	1	2	Tím	Tím
THL23	22,97	20,78	5,03	4,55	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
THL24	22,03	17,28	4,73	3,71	Trụ	Trụ	1	2	Tím	Tím
THL25	20,17	18,58	4,99	4,60	Trụ	Trụ	1	1	Tím	Tím
Fancy111	22,53	20,73	4,72	4,34	Trụ	Trụ	2	2	Tím	Tím
HN88	20,87	19,46	4,87	4,54	Trụ	Trụ	1	1	Trắng đục	Trắng đục
CI%	4,51	6,14	4,15	7,39	-	-	-	-	-	-
LSD _{0,05}	1,42	1,77	0,31	0,51	-	-	-	-	-	-

Vụ xuân 2021, các THL có chiều cao cây dao động 144,2-193,1 cm, đều thấp hơn so với đối chứng Fancy111 (207,5 cm), trong đó THL17 (144,2 cm) có chiều cao cây thấp nhất có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Tương tự, chỉ tiêu chiều cao bông bắp của các THL ngô nếp tím (dao động 58,1-89,3 cm) đều thấp hơn so với đối chứng Fancy111 (98,7 cm) có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Xác định chiều cao bông bắp là công việc quan trọng nhằm đánh giá một giống ngô chất lượng về khả năng nhận phân, chống đổ gãy và thu hoạch bắp ngô bằng cơ giới. Vị trí bông bắp thích hợp nhất ở cây ngô là ở khoảng giữa thân (40-50% chiều cao cây). Như vậy, hầu hết các THL có chiều cao bông bắp nằm trong khoảng phù hợp, trừ một số THL có tỷ lệ chiều cao bông bắp thấp (<40%) gồm THL08, THL14, THL15, THL16, THL18 và THL19. Đường kính thân của các THL trong vụ xuân dao động 2,29-3,79 cm, trong đó THL23 (3,79 cm) có đường kính thân lớn hơn hầu hết các THL còn lại (trừ THL01 là 3,71 cm) và 2 giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%; đường kính thân nhỏ nhất ở THL07 (2,29 cm) có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Một số chỉ tiêu về bông cờ của các vật liệu ngô nghiên cứu được đánh giá bao gồm chiều cao bông cờ và số nhánh cờ cấp 1, hai chỉ tiêu này

ở các THL dao động lần lượt trong khoảng 23,6-44,7 cm và 6,7-18,7 nhánh. 3 THL gồm THL01, THL05 và THL21 có số nhánh cỡ cấp 1 nhiều nhất, nhiều hơn so với các THL còn lại và giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%.

Chiều dài bắp của các THL dao động 16,23-22,97 cm, một số THL có bắp dài tương đương với đối chứng Fancy111 (22,53 cm) gồm THL23 (22,97 cm), THL02 (22,43 cm), THL01 (22,23 cm), THL24 (22,03 cm), THL22 (21,83 cm). Các THL còn lại đều thấp hơn so với đối chứng Fancy111 có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. So với đối chứng HN88, THL23 và THL02 có bắp dài hơn có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Về chỉ tiêu đường kính bắp của các THL dao động 3,11-5,48 cm, một số THL có đường kính bắp lớn hơn so với đối chứng Fancy111 (4,72 cm) và HN88 (4,87 cm) gồm THL13 (5,48 cm), THL01 (5,43 cm), THL22 (5,40 cm). Tất cả các THL đều có bắp hình trụ, màu sắc hạt tím và có lá bị bao kín bắp (điểm 1-2).

Vụ đông 2021, các THL ngô nếp tím có chiều cao cây dao động 135,8-182,3 cm, thấp cây hơn so với vụ xuân. Chiều cao đóng bắp của các THL dao động 54,3-84,1 cm, thấp hơn so với đối chứng Fancy111 (90,8 cm) có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%, một số THL có chiều cao đóng bắp thấp nhất là THL19 (58,3 cm), THL08 (56,3 cm) và THL17 (54,3 cm). Tương tự như vụ xuân, trong vụ đông hầu hết các THL có tỷ lệ chiều cao đóng bắp trên chiều cao cây nằm trong khoảng phù hợp (40-50%), trừ một số THL có tỷ lệ này thấp (<40%) gồm THL06, THL08, THL14, THL15, THL16, THL18 và THL19. Đường kính thân của các THL trong vụ đông dao động 2,07-3,62 cm, đều thấp hơn hoặc tương đương so với 2 giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Chiều cao bông cờ của các THL dao động 20,5-44,7 cm, trong khi số nhánh cỡ cấp 1 dao động 6,3-17,9 nhánh, không có sự chênh lệch đáng kể giữa 2 vụ đánh giá. 3 THL gồm THL01, THL05 và THL21 có số nhánh cỡ cấp 1 nhiều hơn so với các THL còn lại và giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95% (tương tự như trong vụ xuân). Chiều dài bắp của các THL dao động 13,23-21,93 cm, một số THL có chiều dài bắp tương đương với đối chứng Fancy111 (20,73 cm) gồm THL01 (21,93 cm), THL22 (20,95 cm), THL23 (20,78 cm) và THL02 (20,12 cm). Đường kính bắp của các THL ngô nếp tím dao động 2,99-5,36 cm, trong đó lớn nhất ở THL01, lớn hơn các THL còn lại (trừ THL22, 5,19 cm) và 2 giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%.

3.3. Các chỉ tiêu chất lượng của các THL ngô nếp tím vụ xuân và đông năm 2021

Đánh giá các chỉ tiêu chất lượng cho thấy, các THL ngô nếp tím có chất lượng ăn tươi khá với độ ngọt, độ dẻo và vị đậm điểm 1-3, tương đương với 2 giống đối chứng Fancy111 (bảng 5). Chỉ số độ ngọt hay hàm lượng chất rắn hoà tan ($^{\circ}$ Brix) của các THL ngô nếp tím dao động 11,03-15,93% trong vụ xuân, trong đó THL01 (15,93%), THL02 (15,73%) có độ Brix cao hơn các

THL còn lại và 2 giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Trong vụ đông, độ Brix của các THL dao động 11,57-16,23%, trong đó cao nhất ở THL01 (16,23%), cao hơn hầu hết các THL còn lại và đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95% (trừ THL02 là 15,93% và THL23 là 15,23%) (bảng 5).

Bảng 5. Các chỉ tiêu chất lượng của các THL ngô nếp tím vụ xuân và đông năm 2021.

THL	Độ ngọt (điểm 1-5)		Độ dẻo (điểm 1-5)		Vị đậm (điểm 1-5)		Brix (%)		Độ dày vỏ hạt (μ m)		Hàm lượng anthocyanin (mg/100 g)	
	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21
THL01	1	1	1	2	2	1	15,93	16,23	58,93	56,63	112,93	124,07
THL02	2	2	2	2	2	2	15,73	15,93	58,30	56,30	100,33	119,57
THL03	3	2	3	2	2	2	13,07	14,70	72,40	71,63	98,53	102,90
THL04	2	2	2	3	2	2	12,73	13,47	63,57	62,47	80,80	98,67
THL05	3	2	2	2	1	2	11,13	11,57	66,97	62,73	84,67	91,60
THL06	3	3	2	2	2	1	12,60	12,77	77,73	73,80	74,80	96,60
THL07	3	2	2	2	3	2	11,47	12,30	65,83	64,27	80,70	90,17
THL08	2	2	3	3	3	2	12,93	14,90	81,20	78,03	91,33	98,33
THL09	2	3	3	3	2	2	12,43	13,40	75,40	69,97	91,10	107,57
THL10	2	2	2	2	2	2	13,23	13,60	77,13	72,90	105,30	109,73
THL11	3	2	2	2	3	2	13,73	13,87	88,87	84,17	100,97	115,13
THL12	2	1	2	2	3	3	12,20	12,60	85,77	79,77	82,53	93,27
THL13	2	2	2	2	2	1	13,90	14,13	62,90	56,43	94,87	104,50
THL14	2	2	3	2	2	2	13,13	14,87	72,13	66,43	102,97	106,57
THL15	2	2	2	2	2	2	13,07	13,33	73,87	69,50	90,33	98,67
THL16	2	2	2	2	2	2	12,97	13,97	89,87	84,53	98,27	104,90
THL17	3	3	2	3	2	2	11,70	11,87	82,63	77,93	76,37	92,97
THL18	3	2	3	3	2	2	11,03	11,80	91,97	86,83	76,77	83,57
THL19	2	2	3	3	3	2	12,73	13,10	62,67	62,53	85,63	87,80
THL20	2	2	2	2	2	1	12,33	12,73	84,07	81,33	86,90	93,60
THL21	2	2	3	2	2	2	12,27	12,53	74,03	68,97	78,60	83,97
THL22	2	2	3	2	2	2	12,87	13,00	70,07	66,93	92,07	94,33
THL23	2	2	2	2	2	2	14,57	15,23	54,80	54,00	102,17	106,87
THL24	2	2	2	2	2	2	14,03	14,93	58,33	57,13	102,73	116,87
THL25	1	2	3	3	2	2	14,43	14,90	66,50	62,10	97,67	101,67
Fancy111	2	2	3	2	2	2	13,00	13,47	78,50	74,13	99,53	108,03
HN88	2	2	2	2	3	2	12,93	13,97	58,97	57,20	1,70	2,17
CI%	-	-	-	-	-	-	4,36	4,55	2,95	5,61	4,00	3,97
LSD0,05	-	-	-	-	-	-	0,93	1,02	3,50	6,33	5,80	6,35

Cho điểm theo QCVN 01-56:2011/BNNPTNT.

Độ dày vỏ hạt của ngô ăn tươi là một yếu tố được người tiêu dùng quan tâm và là tính trạng mục tiêu quan trọng trong các chương trình chọn tạo giống ngô chất lượng. E. Choe (2010) [18] cũng đề xuất độ dày vỏ hạt phù hợp nhất cho ngô ăn tươi là 35-60 μ m. Xác định độ dày vỏ hạt của các vật liệu ngô nghiên cứu ở 3 vị trí của hạt gồm đỉnh hạt, mặt trước phôi và mặt sau được kết quả trung bình 3 điểm như ở bảng 5. Như vậy, 4 THL có chất lượng vỏ hạt mỏng theo đề xuất của E. Choe (2010) [18] gồm THL01, THL02, THL23 và THL24.

Hàm lượng anthocyanin tổng số có trong hạt của các THL ngô nếp tím được xác định theo phương pháp pH vi sai cho kết quả dao động 74,8-112,93 mg/100 g trong vụ xuân và 83,57-124,07 mg/100 g trong vụ đông. Trong đó, các THL có hàm lượng này cao trên 100 mg/100 g trong cả 2 vụ đánh giá gồm

THL01, THL02, THL10, THL11, THL14, THL23 và THL24. Trong vụ xuân, THL01 (112,93 mg/100 g) có hàm lượng anthocyanin cao hơn đối chứng Fancy111 (99,53 mg/100 g) có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%; trong vụ đông có 4 THL có hàm lượng anthocyanin cao hơn Fancy111 gồm THL01 (124,07 mg/100 g), THL02 (119,57 mg/100 g), THL24 (116,87 mg/100 g) và THL11 (115,13 mg/100 g) có ý nghĩa ở độ tin cậy 95% (bảng 5).

3.4. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của các THL ngô nếp tím vụ xuân và đông năm 2021

Kết quả nghiên cứu cho thấy, số hàng hạt trên bắp có sự sai khác có ý nghĩa giữa các công thức thí nghiệm ở độ tin cậy 95% trong cả hai vụ xuân và đông 2021 (bảng 6). Trong vụ xuân, số hàng hạt dao động 12,4-17,9 hàng, trong đó THL23 (17,9 hàng), THL01 (17,6 hàng) có số hàng hạt cao hơn hầu hết các THL còn lại (trừ THL02, THL24) và 2 giống đối chứng có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Tương tự trong vụ đông, số hàng hạt trên bắp của các THL dao động 12,6-17,3 hàng, trong đó cao nhất ở THL01 (17,3 hàng), THL23 (17,2 hàng), THL02 (17,2 hàng) có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%.

Bảng 6. Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của các THL ngô nếp tím vụ xuân và đông năm 2021.

THL	Số hàng hạt/bắp		Số hạt/hàng		Khối lượng 1000 hạt (g)		Năng suất hạt khô (tấn/ha)		Năng suất bắp tươi (tấn/ha)		Tỷ lệ bắp loại 1 (%)	
	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21	X21	Đ21
THL01	17,6	17,3	41,1	36,5	248,7	235,2	7,88	6,65	13,85	12,51	92,5	91,4
THL02	17,3	17,2	38,9	34,8	245,0	228,7	6,25	5,80	13,56	12,24	91,9	90,7
THL03	14,4	13,9	36,0	32,0	220,0	197,1	5,07	4,08	9,08	7,44	75,6	66,1
THL04	14,2	13,2	38,0	32,5	217,8	187,9	5,33	3,59	9,77	9,39	80,4	79,4
THL05	14,4	13,9	34,3	30,4	221,0	197,6	4,75	3,95	8,80	8,42	73,6	72,6
THL06	15,0	14,4	34,7	33,2	230,0	220,7	4,99	5,16	10,11	9,54	82,8	78,3
THL07	14,1	13,7	29,5	28,2	170,0	164,4	3,13	2,78	7,85	7,27	77,0	72,5
THL08	15,7	15,2	31,3	30,3	240,0	232,1	5,78	5,17	10,87	10,40	87,1	84,2
THL09	13,7	13,4	35,3	32,9	210,1	196,0	4,97	4,01	10,84	9,07	85,9	77,8
THL10	15,7	14,8	34,0	33,8	240,0	226,4	6,41	4,70	11,27	9,01	87,9	81,1
THL11	12,4	13,6	36,0	27,8	190,2	149,0	3,46	2,41	6,78	5,71	79,4	75,4
THL12	14,4	13,4	35,9	32,8	220,0	205,6	5,28	4,44	10,42	9,53	84,9	80,8
THL13	15,7	15,4	33,3	30,5	210,0	205,4	5,21	4,32	9,59	8,47	79,1	74,2
THL14	14,4	13,4	34,7	32,0	220,0	203,5	5,35	4,16	10,54	8,36	85,8	78,4
THL15	13,0	12,6	36,0	32,8	200,0	183,2	3,87	3,36	7,76	7,29	76,3	69,8
THL16	14,4	14,1	33,3	28,7	220,1	200,9	4,49	3,38	9,09	7,43	75,6	66,2
THL17	14,4	13,5	29,6	27,8	190,0	176,7	3,63	3,23	7,45	6,59	74,1	68,9
THL18	14,0	13,7	33,3	31,6	190,0	184,6	4,42	3,91	8,30	8,17	80,1	72,1
THL19	14,6	13,8	31,0	28,9	223,8	209,2	4,80	3,94	10,63	8,06	86,4	80,0
THL20	13,5	13,5	28,0	25,9	207,9	191,7	3,61	3,17	7,16	6,44	72,1	68,2
THL21	14,4	13,9	37,0	35,7	220,0	212,9	5,29	4,42	10,46	9,78	85,2	83,7
THL22	13,7	13,1	35,6	32,0	210,0	201,6	4,66	3,84	9,57	8,89	79,0	77,4
THL23	17,9	17,2	35,3	33,3	255,5	247,6	7,07	6,11	13,22	12,14	89,4	84,0
THL24	16,5	15,1	37,0	34,5	237,3	223,3	6,74	5,41	12,60	12,04	88,2	84,5
THL25	15,0	13,8	30,3	27,8	229,8	211,9	4,96	3,68	9,95	8,02	79,6	75,1
Fancy111	15,4	14,8	33,7	30,8	251,2	225,9	6,29	4,97	12,55	11,49	87,9	84,1
HN88	14,6	14,7	31,1	28,9	246,2	223,7	5,28	4,67	11,94	11,37	83,6	83,3
CV%	7,4	7,1	8,1	6,2	3,6	7,6	6,17	6,51	5,54	5,47	3,19	4,43
LSD0,05	1,8	1,7	4,5	3,2	13,2	25,7	0,52	0,46	0,92	0,81	4,29	5,64

Chỉ tiêu số hạt trên hàng của các THL ngô nếp tím dao động 28,0-41,1 hạt trong vụ xuân và 25,9-36,5 hạt trong vụ đông, trong cả 2 vụ, THL01 có số hạt trên hàng nhiều nhất, sai khác có ý nghĩa thống kê với hầu hết các THL và giống đối chứng (trừ THL02, THL04, THL21, THL24, THL10). Khối lượng 1000 hạt của các THL ngô nếp tím dao động 170,0-255,5 g trong vụ xuân và 149,0-247,6 g trong vụ đông. Một số THL có khối lượng 1000 hạt tương đương với đối chứng HN88 và Fancy111 trong cả 2 vụ đánh giá gồm THL01, THL02, THL23. Năng suất hạt khô ở vụ xuân của các THL ngô nếp tím dao động trong khoảng 3,13-7,88 tấn/ha, cao nhất ở THL01 (7,88 tấn/ha). Ngoài ra, THL01, THL23 có năng suất hạt khô cao hơn Fancy111 có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Trong vụ đông 2021, năng suất hạt khô của các THL dao động 2,41-6,65 tấn/ha, cao nhất có ý nghĩa thống kê ở THL01 (6,65 tấn/ha); đồng thời THL01, THL02, THL23 có năng suất hạt khô cao hơn đối chứng Fancy111 có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%.

Năng suất bắp tươi của các THL ngô nếp tím trong vụ xuân 2021 dao động 6,78-13,85 tấn/ha, trong đó THL01 (13,85 tấn/ha), THL02 (13,56 tấn/ha) cao hơn các THL, giống đối chứng còn lại có ý nghĩa ở độ tin cậy 95% (trừ THL23 là 13,22 tấn/ha). Tương tự trong vụ đông 2021, năng suất bắp tươi của các THL dao động 5,71-12,51 tấn/ha, trong đó THL01 (12,51 tấn/ha) cao hơn đối chứng Fancy111 (11,49 tấn/ha) và HN88 (11,37 tấn/ha) có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Tỷ lệ bắp loại 1 của các THL ngô nếp tím trong vụ xuân 2021 dao động 72,1-92,5% và trong vụ đông 2021 dao động 66,1-91,4%. Một số THL có tỷ lệ bắp loại 1 trên 85% trong cả 2 vụ đánh giá gồm THL01 và THL02.

3.5. Chọn lọc THL ngô nếp tím triển vọng

Chỉ số chọn lọc tuyến tính Smith-Hazel đã được sử dụng trong chọn lọc trên cây trồng trong gần một thập kỷ qua. Một điểm yếu của các chỉ số lựa chọn tuyến tính là vấn đề đa cộng tuyến thường được quan sát thấy trong tập hợp các tính trạng được đánh giá, có thể làm sai lệch các hệ số của hồi quy bội và do đó làm xói mòn lợi ích lựa chọn. Phương pháp chọn lọc đa biến MGIDI đã được T. Olivoto và cs (2021) [10] đề xuất để chọn lọc các kiểu gen vượt trội dựa trên tập dữ liệu đa tính trạng, vượt trội hơn so với các phương pháp cổ điển Smith-Hazel do khắc phục được vấn đề đa cộng tuyến, do đó giúp các nhà chọn giống đưa ra quyết định chính xác hơn. Ngoài ra, MGIDI còn dễ sử dụng, đưa ra kết quả nhanh, trực quan và được tích hợp vào gói “metan” trên phần mềm R. Trên thế giới, MGIDI đã được dùng để chọn ra các kiểu gen đầu tây ưu tú [11], lúa mạch chịu mặn [12] và lúa mì chịu hạn [21]. Chọn lọc các THL ngô nếp tím triển vọng áp dụng MGIDI được thực hiện trên 10 tính trạng và mục tiêu chọn lọc tương ứng (bảng 7).

Bảng 7. Các tính trạng và mục tiêu chọn lọc THL triển vọng.

TT	Tên tính trạng	Ký hiệu	Đơn vị	Mục tiêu chọn lọc
1	Gieo - chín sữa	CS	ngày	Thấp
2	Gieo - chín sinh lý	CSL	ngày	Thấp
3	Tỷ lệ đổ rể	DR	%	Thấp
4	Đốm lá nhỏ	DLN	Điểm	Thấp
5	Dày vỏ hạt	DVH	μm	Thấp
6	Năng suất hạt khô	NSTT	tấn/ha	Cao
7	Năng suất bắp tươi	NSBT	tấn/ha	Cao
8	Tỷ lệ bắp loại 1	BL1	%	Cao
9	Chỉ số °Brix	BRIX	°Brix	Cao
10	Hàm lượng anthocyanin	AN	mg/100 g hạt khô	Cao

Giá trị của MGIDI và xếp hạng của các THL ngô nếp tím chọn lọc trong vụ xuân và đông 2021 được trình bày ở bảng 8. Kết quả cho thấy, MGIDI dao động 1,218-5,495 trong vụ xuân 2021 và 0,404-4,987 trong vụ đông 2021. Kết quả xếp hạng 5 THL tốt nhất trong vụ xuân 2021 theo thứ tự gồm THL02>THL01>THL24>THL19>THL23 và trong vụ đông 2021 gồm THL02>THL23>THL24>THL01>THL12.

Bảng 8. Chỉ số MGIDI của các THL ngô nếp tím chọn lọc trong vụ xuân và đông 2021.

THL	Vụ xuân 2021		Vụ đông 2021	
	MGIDI	Xếp hạng	MGIDI	Xếp hạng
THL01	1,449	2	1,869	4
THL02	1,218	1	0,404	1
THL03	3,807	18	3,491	13
THL04	2,711	8	3,585	15
THL05	3,651	13	4,132	23
THL06	3,703	15	3,504	14
THL07	4,070	22	3,827	19
THL08	4,350	25	3,013	7
THL09	4,060	21	4,247	25
THL10	2,722	9	3,046	8
THL11	3,971	20	3,778	18
THL12	4,199	23	2,559	5
THL13	2,483	6	3,415	11
THL14	3,654	14	3,313	9
THL15	4,283	24	4,206	24
THL16	3,798	17	4,075	21
THL17	3,765	16	4,124	22
THL18	4,668	26	4,376	26
THL19	2,048	4*	3,421	12
THL20	3,863	19	4,050	20
THL21	2,876	10	2,964	6
THL22	2,896	11	3,375	10
THL23	2,311	5	0,998	2
THL24	1,642	3	1,854	3
THL25	2,641	7	3,609	16
Fancy111	3,238	12	3,639	17
HN88	5,495	27	4,987	27

Như vậy, kết hợp kết quả chọn lọc THL ưu tú trong cả 2 vụ xuân và đông 2021, xác định được 2 THL ngô nếp tím triển vọng nhất gồm THL02 (hình 1A) và THL01 (hình 1B). Các THL này có nhiều đặc điểm nông học tốt như thời gian sinh trưởng ngắn (gieo đến thu bắp tươi 66-75 ngày, gieo đến chín sinh lý 84-91 ngày); chống chịu tốt với sâu bệnh và đổ gãy (nhiễm đốm lá nhỏ điểm 0-1); năng suất hạt khô (5,80-7,88 tấn/ha), năng suất bắp tươi (12,24-13,85 tấn/ha) và tỷ lệ bắp loại 1 cao (>90%), chất lượng ăn tươi tốt, vỏ hạt mỏng ($\leq 60 \mu\text{m}$), hàm lượng anthocyanin cao (100,33-124,07 mg/100 g).



Hình 1. Hai THL ngô nếp tím ưu tú. (A) VNUA191 (THL02); (B) VNUA261 (THL01).

4. Kết luận

Các THL ngô nếp tím thí nghiệm có thời gian sinh trưởng tương đối ngắn ngày với giai đoạn từ gieo đến thu bắp tươi 73-84 ngày trong vụ xuân, 66-78 ngày trong vụ đông và hầu như không có sai khác giữa các THL và so với 2 giống đối chứng (Fancy111, HN88). Hầu hết các THL ngô nếp tím có chất lượng ăn tươi tốt (độ ngọt, dẻo, vị đậm điểm 1-3), °Brix 11,03-16,23%, 4 THL có chất lượng vỏ hạt mỏng (THL01, THL02, THL23, THL24), 4 THL có hàm lượng anthocyanin cao hơn đối chứng Fancy111 (THL01, THL02, THL24, THL11). Năng suất bắp tươi và tỷ lệ bắp loại 1 của các THL ngô nếp tím dao động 6,78-13,85 tấn/ha, 72,1-92,5%, tương ứng trong vụ xuân và 5,71-12,51 tấn/ha, 66,1-91,4%, tương ứng trong vụ đông.

Nghiên cứu đã xác định được 2 THL triển vọng nhất theo MGIDI gồm THL01 (D161 x FP1 - VNUA261) và THL02 (Q2151 x FP1 - VNUA191) có tiềm năng thương mại hóa với thời gian thu bắp tươi VNUA261 70-75 ngày, VNUA191 66-73 ngày; năng suất bắp tươi VNUA261 đạt 12,51-13,85 tấn/ha, VNUA191 đạt 12,24-13,56 tấn/ha, chất lượng ăn tươi tốt, vỏ hạt mỏng ($\leq 60 \mu\text{m}$) và hàm lượng anthocyanin cao, trong đó VNUA261 đạt 112,93-124,07 mg/100 g hạt khô, VNUA191 đạt 100,33-119,57 mg/100 g hạt khô. 2 THL này đã được gửi khảo nghiệm để chọn THL tốt nhất phục vụ công nhận lưu hành giống ngô nếp tím mới tại Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này thuộc đề tài “Nghiên cứu, chọn tạo giống ngô nếp tím và ngô đường siêu ngọt cho các tỉnh phía Bắc”, mã số ĐTĐL.CN-09/21. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã hỗ trợ kinh phí thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] L.A. Chatham, M. Paulsmeyer, J.A. Juvik (2019), “Prospects for economical natural colorants: Insights from maize”, *Theoretical and Applied Genetics*, **132**(11), pp.2927-2946, DOI: 10.1007/s00122-019-03414-0.
- [2] R. Mattioli, R. Mattioli, A. Francioso, et al. (2020), “Anthocyanins: A comprehensive review of their chemical properties and health effects on cardiovascular and neurodegenerative diseases”, *Molecules*, **25**(17), DOI: 10.3390/molecules25173809.
- [3] P.Q. Tuan, N.T. Duc, N.T.N. Anh, et al. (2016), “Evaluation of purple waxy corn lines for hybrid variety development”, *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, **14**(3), pp.328-337.
- [4] P.Q. Tuan, N.T. Hung, N.V. Long, et al. (2018a), “Results of breeding and testing hybrid purple sticky corn variety VNUA141 in the Red River Delta and North Central region”, *Journal of Agriculture and Rural Development*, **11**, pp.17-28 (in Vietnamese).
- [5] P.Q. Tuan, N.T. Hung, N.V. Long, et al. (2018b), “Improving the sweetness of sticky corn lines by backcrossing method”, *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, **16**(3), pp.197-206 (in Vietnamese).
- [6] P.Q. Tuan, N.T. Hung, N.V. Long, et al. (2021), “Assessment of agronomic characteristics, environmental impact and economic efficiency of purple sticky corn variety VNUA141 and white sticky corn variety VNUA69 in Hai Duong”, *Journal of Agriculture and Development Rural*, **418**, pp.64-75 (in Vietnamese).
- [7] N.T.N. Anh, M.T. Duc, V.V. Liet, et al. (2022a), “Heterosis and combining ability for yield and quality of some purple waxy corn and sweet corn inbred lines”, *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, **20**(5), pp.563-575 (in Vietnamese).
- [8] P.Q. Tuan, N.T. Hung, N.V. Long, et al. (2022), “Development and selection of anthocyanin-rich fruit corn lines”, *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, **20**(7), pp.853-862 (in Vietnamese).
- [9] P.Q. Tuan, N.T. Hung, N.V. Long, et al. (2022), “Heterosis, combining ability on yield, yield components, and quality of purple sweet corn”, *Journal of Southern Agriculture*, **53**(5), pp.1193-1206.
- [10] T. Oliveto, M. Nardino (2021), “MGIDI: Toward an effective multivariate selection in biological experiments”, *Bioinformatics*, **37**(10), pp.1383-1389, DOI: 10.1093/bioinformatics/btaa981.
- [11] E. Barth, J.T.V. Resende, K.H. Marigule, et al. (2022), “Multivariate analysis methods improve the selection of strawberry genotypes with low cold requirement”, *Scientific Reports*, **12**(1), DOI: 10.1038/s41598-022-15688-4.
- [12] A.P. Aboughadareh, S. Sanjani, H.N. Chamanabad, et al. (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), DOI: 10.1186/s42269-021-00576-0.
- [13] N.T. Duc, P.Q. Tuan, N.T.N. Anh, et al. (2021), “New technologies in maize research: Potential and application”, *International Conference: “Sustainable exploitation of maize genetic resources and application of new technologies in the development of vegetable and forage maize resilience to climate change” Organized by Vietnam National University of Agriculture*, pp.244-269.
- [14] N.T.N. Anh, V.V. Liet, P.Q. Tuan et al (2022b), “Agronomic characteristics, yield and quality of hybrid corn combinations between purple sticky corn and sweet corn”, *Journal of Agriculture and Rural Development*, **426+427**, pp.11-21 (in Vietnamese).
- [15] Ministry of Agriculture and Rural Development (2011a), *QCVN01-56:2011/BNNPTNT: National Technical Regulations on Testing The Cultivation Value and Use Value of Corn Varieties* (in Vietnamese).
- [16] Ministry of Agriculture and Rural Development (2011b), *QCVN01-66:2011/BNNPTNT on Testing for Distinctness, Uniformity and Stability of Corn Varieties* (in Vietnamese).
- [17] M.D. Kleinhenz, R.N. Bumgarner (2012), *Using °Brix as an Indicator of Vegetable Quality Instructions for Measuring °Brix in Cucumber, Leafy Greens, Sweet corn, Tomato, and Watermelon*, The Ohio State University.
- [18] E. Choe (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.
- [19] M.M. Giusti, R.E. Wrolstad (2001), “Characterisation and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy”, *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, **1**, DOI: 10.1002/0471142913.faf0102s00.
- [20] H.T.K. Cuc (2004), “Determination of anthocyanin content in some fruit and vegetable ingredients by differential pH method”, *Journal of Science and Technology, University of Danang*, **3**(7), pp.47-54 (in Vietnamese).
- [21] M. Nardino, E.C. Perin, B.C. Aranha, et al. (2022), “Understanding drought response mechanisms in wheat and multi-trait selection”, *PLOS ONE*, **17**(4), DOI: 10.1371/journal.pone.0266368.