

PHÂN TÍCH ĐA DẠNG DI TRUYỀN DỰA TRÊN KIỂU HÌNH VÀ CHỈ THỊ PHÂN TỬ SSR VÀ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU HẠN CỦA CÁC DÒNG NGÔ NẾP TỰ PHỐI - PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN GIỐNG NGÔ NẾP CHO CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC

Lê Thị Minh Thảo¹, Nguyễn Thị Ánh², Trần Thanh Tân², Phạm Quang Tuấn², Vũ Văn Liết^{3*}

¹*Trường Cao đẳng Cộng đồng Lào Cai;* ²*Viện nghiên cứu và Phát triển cây trồng, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội;* ³*Khoa Nông học, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội*

Email: vvlviet@hua.edu.vn*

Ngày gửi bài: 24.02.2014

Ngày chấp nhận: 10.06.2014

TÓM TẮT

Đánh giá đa dạng và phân nhóm di truyền của 24 dòng ngô nếp tự phối đời S₈ đến S₁₀ sử dụng chỉ thị hình thái và chỉ thị phân tử SSR. Thí nghiệm đồng ruộng đánh giá kiểu hình nhận thấy các dòng có đặc điểm nông sinh học như thời gian sinh trưởng, thời gian chênh lệch trổ cờ-phun râu, chiều cao cây, năng suất và yếu tố cấu thành năng suất phù hợp với dòng thuần cho tạo ngô nếp giống lai. Năng suất của các dòng đạt từ 24,43-39,86 tạ/ha cho thấy tiềm năng của năng suất hạt trong sản xuất lai. Phân nhóm di truyền dựa trên kiểu hình với 11 tính trạng 24 dòng tự phối được chia thành 6 nhóm khác biệt nếu hệ số tương đồng là 0,25. Sử dụng chỉ thị phân tử SSR với 19 cặp mồi đã dò thấy 75 alen trên 19 locus, trung bình 4 alen trên một marker và số alen/locus khá biến động từ 2 đến 8 alen. Giá trị thông tin đa hình PIC trong phạm vi từ 0,36 đến 0,81, có 5 chỉ thị phân tử SSR giá trị PIC > 0,7. Nếu mức tương đồng là 0,83 các dòng thuần được phân thành 5 nhóm di truyền. Kết quả làm cơ sở lựa chọn các dòng bố mẹ tạo tổ hợp lai có ưu thế lai và cho năng suất cao. Đánh giá khả năng chịu hạn bằng thí nghiệm chậu vại về các đặc điểm của bộ rễ, thân lá và đặc điểm hình thái khác nhận biết 5 dòng có khả năng chịu hạn tốt là I₅, I₉, I₈, I₂₃, I₁₅. Những dòng này đồng thời thuộc các nhóm di truyền khác nhau nên có thể sử dụng cho chương trình tạo giống ngô nếp lai chịu hạn thích ứng với điều kiện canh tác nhờ nước trời cho các tỉnh miền núi phía Bắc.

Từ khóa: Dòng tự phối thuần, đa dạng di truyền, khả năng chịu hạn, ngô nếp, nhóm di truyền.

Analysis of Genetic Diversity Based on Phenotypes and SSR Markers and Evaluation of Drought Tolerance of Waxy Maize Inbred Lines for Developing Hybrid Varieties for Northern Mountainous Provinces

ABSTRACT

Assessing genetic diversity and heterotic grouping of 24 waxy maize inbred lines in S₈ to S₁₀ generations were performed using morphological characters and molecular markers (SSR). The field experiment was designed to identify the agronomical characteristics, namely growth duration, plant height, anthesis-silking interval, yield and yield components. Results showed that the maize inbred lines possessed agronomic characters suitable to develop single crosses. Based on genetic diversity analysis of morphometric traits, 24 inbred lines were grouped into six heterotic groups at similarity value of 0.25. Genetic diversity analysis of inbred lines by 19 SSR markers detected 19 loci with a total of 75 alleles and average of 4 alleles per locus. Polymorphic Information Content (PIC) varied from 0.36 to 0.81. At genetic similarity value of 0.83, 24 inbred lines were divided into five groups. Of 24 lines tested, 5 lines, viz. I₅, I₉, I₈, I₂₃, I₁₅ were identified to be drought tolerant. These lines belonged to the different heterotic groups and therefore they can be used for hybrid waxy maize breeding for drought prone environment such as rainfed farming condition for northern mountainous provinces.

Keywords: Drought tolerance, genetic diversity, heterotic group, inbred maize line, waxy maize.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chọn tạo dòng thuần là một bước cơ bản để phát triển giống ngô lai, phương pháp tự thụ phấn cưỡng bức được sử dụng rộng rãi để phát triển dòng thuần sau khi Shull công bố phương pháp phát triển dòng thuần ở ngô (Chitra et al., 2003). Nhiều nghiên cứu đã chứng minh dòng thuần đóng vai trò nền tảng trong di truyền và chọn giống ngô lai, tuy nhiên quá trình phát triển dòng thuần tốn nhiều thời gian, chi phí và công sức. Do vậy, nghiên cứu biến dị, di truyền và đánh giá sớm các tính trạng đặc thù của dòng thuần có ý nghĩa quan trọng để dự đoán và nhận biết khả năng của dòng thuần cho chương trình tạo giống đặc thù (Rajab et al., 2006).

Khả năng kết hợp của các dòng bố mẹ thuần ở ngô tương quan dương với xa cách di truyền của hai bố mẹ (Betran et al., 2003). Khả năng kết hợp và ưu thế lai của các dòng tự phối ngô nếp cũng có những nghiên cứu kết luận tương tự (Chatpong et al., 2001; Huang et al., 2007; Shen et al., 2009). Melchinger và các tác giả khác công bố các yếu tố như năng suất hạt, ưu thế lai và đa dạng di truyền có tương quan với nhau, tăng đa dạng di truyền tăng khả năng cho ưu thế lai về năng suất hạt (Melchinger, 1999; Barata and Carena, 2006; Fan et al., 2008). Như vậy, đánh giá đa dạng và phân nhóm di truyền các dòng thuần trong chương trình chọn giống ngô lai như là một công cụ dự đoán khả năng kết hợp và ưu thế lai. Phương pháp phân nhóm di truyền các dòng tự phối thuần có thể dựa trên kiểu hình (Abdullah et al., 2010), sử dụng chỉ thị phân tử (Barata and Carena, 2006) và dựa trên khả năng kết hợp (Yu et al., 2007; Fan et al., 2008; Kahler et al., 2010).

Một chương trình tạo giống ngô ưu thế lai chống chịu điều kiện bất thuận cần phát triển hoặc thu thập nguồn vật liệu dòng thuần chống chịu, đánh giá nhận biết các dòng ưu tú (Weiwei et al., 2011; Technow et al., 2013). Các dòng thuần được đánh giá khả năng chống chịu dựa trên kiểu hình hay chỉ thị phân tử nhằm xác định dòng có khả năng chống chịu bất thuận để tổ hợp khả năng của chúng vào giống lai (Menkir et al., 2003; Warburton et al., 2005).

Ngô nếp ở Việt Nam được sử dụng cho ăn tươi, công nghiệp chế biến và làm lương thực.

Đồng bào dân tộc ít người ở các tỉnh miền núi phía Bắc trồng ngô làm lương thực chủ yếu trên đất dốc canh tác nhờ nước trời. Các giống ngô nếp địa phương thích ứng cao với điều kiện tự nhiên nên rất có giá trị trong tạo giống chống chịu (Xiang et al., 2010; Zhang et al., 2010). Chúng tôi đã sử dụng giống ngô nếp địa phương là vật liệu khởi đầu phát triển dòng thuần. Do vậy, mục đích nghiên cứu phân nhóm di truyền các dòng ngô phát triển từ nguồn vật liệu di truyền trong nước và nhập nội nhằm phục vụ chương trình chọn giống ngô nếp lai phù hợp với điều kiện canh tác nhờ nước trời của các tỉnh miền núi phía Bắc.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu gồm 24 dòng ngô nếp tự phối đời S_8 đến S_{10} có nguồn gốc từ các giống ngô thụ phấn tự do của Việt Nam, Lào và Trung Quốc. Ký hiệu các dòng từ I_1 đến I_{24} bao gồm: giống ngô nếp của Lào Cai (I_{13} và I_{14}), Điện Biên ($I_1, I_2, I_3, I_4, I_{16}, I_{18}, I_{23}$ và I_{24}), Sơn La (I_5, I_6), Yên Bái ($I_9, I_{10}, I_{11}, I_{12}$ và I_{17}), Đắk Lắk (dòng I_7), nguồn vật liệu từ Trung Quốc (dòng I_{15}), vật liệu từ CHDCND Lào ($I_{18}, I_{19}, I_{20}, I_{21}$ và I_{22}). (xem bảng).

2.2. Đánh giá đa dạng di truyền

Thí nghiệm đánh giá dòng bố trí thí nghiệm đồng ruộng, khối ngẫu nhiên (RCBD), 2 lần lặp lại, diện tích ô thí nghiệm $14m^2$ tại Viện Nghiên cứu và Phát triển cây trồng, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, Gia Lâm, Hà Nội.

Đánh giá đa dạng và phân nhóm di truyền dựa trên kiểu hình theo phương pháp của Xiang et al. (2010) với 11 tính trạng hình thái quan trọng bao gồm: thời gian sinh trưởng, chênh lệch trở cờ-phun râu, số lá, chiều cao cây, chiều cao đòng bắp, chiều dài bắp, đường kính bắp, số hàng hạt/bắp, số hạt trên hàng, năng suất thực thu và độ Brix (Brix bằng máy cầm tay REF-103).

Phân tích đa dạng và phân nhóm di truyền sử dụng chỉ thị SSR với 19 cặp mỗi, các cặp mỗi đã được tác giả Marilyn et al. (2002) và Xiang et al. (2010) công bố trước. Môi được nhập từ CHLB Đức (xem bảng).

| TT | Ký hiệu | Thế hệ tự phối | Nguồn gốc địa phương của vật liệu ban đầu sử dụng phát triển dòng tự phối |
|----|---------|---|---|
| 1 | I1 | GN2.5.2.2.8.7.2.11 | Điện Biên-Việt Nam |
| 2 | I2 | GN10.2.2.5.2.2.9.2.1.1 | Điện Biên-Việt Nam |
| 3 | I3 | GN2.2.2.14.3.1.2 | Điện Biên-Việt Nam |
| 4 | I4 | GN5.1.2.2.11.1.1.2 | Điện Biên-Việt Nam |
| 5 | I5 | GN19.2.3.2.2.1.4.3.1 | Sơn La-Việt Nam |
| 6 | I6 | GN19.2.3.2.2.1.3.3.1 | Sơn La-Việt Nam |
| 7 | I7 | GN40.1.4.1.3.1.1.1 | Đắc Lắc-Việt Nam |
| 8 | I8 | GN5.1.2.2.9.2.2.1 | Điện Biên-Việt Nam |
| 9 | I9 | GN47.2.4.4.3.5.2.8.1 | Yên Bái-Việt Nam |
| 10 | I10 | G N47.2.4.4.3.5.2.2.1 | Yên Bái-Việt Nam |
| 11 | I11 | GN47.2.4.4.3.1.3.1.1 | Yên Bái-Việt Nam |
| 12 | I12 | GN47.2.4.4.3.1.1.1.1 | Yên Bái-Việt Nam |
| 13 | I13 | GN48.1.3.1.1.4.2.6.1 | Lào Cai-Việt Nam |
| 14 | I14 | GN48.1.3.1.1.4.2.20.1 | Lào Cai-Việt Nam |
| 15 | I15 | GN TQ | Trung Quốc |
| 16 | I16 | GN23.1.4.8.10.1.4.1 | Điện Biên-Việt Nam |
| 17 | I17 | GN58.5.2.3.2.2.2.1 | Yên Bái-Việt Nam |
| 18 | I18 | GN63.2.1.2.1.3.1 | Viện nghiên cứu Ngô, CHDCND Lào |
| 19 | I19 | GN64.4.2.3.4.1.3.1 | Viện nghiên cứu Ngô, CHDCND Lào |
| 20 | I20 | GN64.4.2.3.4.2.2.1.1 | Viện nghiên cứu Ngô, CHDCND Lào |
| 21 | I21 | GN64.4.2.3.4.2.1.1 | Viện nghiên cứu Ngô, CHDCND Lào |
| 22 | I22 | GN64.4.2.3.4.2.2.1 | Viện nghiên cứu Ngô, CHDCND Lào |
| 23 | I23 | GN10.2.2.5.2.2.3.2.1 | Điện Biên-Việt Nam |
| 24 | I24 | GN2.5.2.2.3.4.1 | Điện Biên-Việt Nam |
| | VN2 | Sử dụng đối chứng cho thí nghiệm đánh giá khả năng chịu hạn | |

DNA tách chiết từ mô lá non theo phương pháp của Doy & Doy (1990). Đệm CTAB (mixed alkyltrimethyl-ammonium bromide), BME (mercaptoethanol), Ethanol 70%, Chloroform: isoamylalcohol (24:1). Phản ứng PCR với tất cả 19 mẫu được thực hiện trên máy PCR iCycler. Thể tích PCR là 15µl, gồm 100ng DNA, 1U Taq DNA polymerase, 1,5 mM/L MgCl₂, 0,2 mM/L primers, 150mM/L của mỗi dNTP và 2,5µl đệm 10×PCR. Phản ứng khuếch đại DNA thực hiện 40 chu trình nhiệt: Chu trình nhiệt với 94°C trong 5 phút, 94°C trong 30 phút, 50 -62°C trong 30 giây, 72°C trong 2 phút và tiếp theo 72°C trong 5 phút. Sản phẩm PCR được lấy 10µl cho vào điện di trên gel agarose 2% ở dòng điện 70V trong 1 giờ 30 phút với đệm 1X Tris-bozate-EDTA (TEB). Nhuộm ethidium bromide 0,5 µg/ml trong 15 phút quan sát dưới đèn UV và chụp ảnh điện di.

Phân tích phương sai ANOVA, hệ số biến động CV%, sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa LSD_{0,05}, mức đồng hình sử dụng mô hình toán học của

Nei and Li (1979): $GS = 2Nab / (Na + Nb)$. Phân tích đa dạng di truyền và giá trị thông tin đa hình (PIC):

$$PIC_j = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2$$

Trong đó: i là alen thứ i của chỉ thị phân tử j, p là tần suất alen thứ i ở locus j, n là số alen của chỉ thị phân tử j

Sử dụng chỉ số chọn lọc dựa trên khoảng cách O clit để chọn những dòng ưu tú khuyến cáo cho chương trình tạo giống ngô nếp ưu thế lai chịu hạn:

$$I = \sqrt{\sum_{i=1}^k A_i (x_i - M_i)^2}$$

Trong đó: k là số tính trạng chọn (1, 2,...,k), A_i là trạng số liên quan đến mức độ quan trọng của tính trạng chọn lọc (A_i là số không âm phụ thuộc vào cường độ chọn lọc và hệ số di truyền của tính trạng), x_i là độ lớn của tính trạng chọn lọc thứ i.

Phân tích đa dạng di truyền dựa trên kiểu hình và chỉ thị phân tử SSR và đánh giá khả năng chịu hạn của các dòng ngô nếp tự phối - Phục vụ phát triển giống ngô nếp cho các tỉnh miền núi phía Bắc

Các cặp và trình tự mỗi sử dụng trong thí nghiệm

| STT | Tên mỗi | Vị trí trên NST | | Kiểu lặp |
|-----|------------------|-----------------|---|------------|
| 1 | <i>phi109275</i> | 1.00 | F-CGGTTCATGCTAGCTCTGC R-GTTGTGGCTGTGGTGGTG | AGCT |
| 2 | <i>phi308707</i> | 1.10 | F-GCAACAAGATCCAGCCGAT R-GTCGCCCTCATATGACCTTC | AGC |
| 3 | <i>phi083</i> | 2.04 | F-CAAACATCAGCCAGAGACAAGGAC R-ATTCATCGACGCGTCACAGTCTACT | AGCT |
| 4 | <i>phi101049</i> | 2.09 | F-CCGGGAAGTTGTTTCATCG R-CCACGTCCATGATCACACC | AGAT |
| 5 | <i>phi029</i> | 3.04 | F-TTGTCTTTCTTCCCTCCACAAGCAGCGAA R-ATTTCCAGTTGCCACCGACGAAGAACTT | AG/AGCG*** |
| 6 | <i>phi102228</i> | 3.04-.05 | F-ATTCCGACGCAATCAACA R-TTCATCTCCTCCAGGAGCCTT | AAGC |
| 7 | <i>phi053</i> | 3.05 | F-CTGCCTCTCAGATTCAGAGATTGAC R-AACCCAACGTAAGTCCGGCAG | ATAC |
| 8 | <i>phi072</i> | 4.00 | F-ACCGTGCATGATTAATTTCTCCAGCCTT R-GACAGCGCGCAAATGGATTGAACT | AAAC |
| 9 | <i>phi079</i> | 4.05 | F-TGGTGCTCGTTGCCAAATCTACGA R-GCAGTGGTGGTTTGAACAGACAA | AGATG |
| 10 | <i>phi093</i> | 4.08 | F-AGTGCATCAGCTTCATCGCCTACAAG R-AGGCCATGCATGCTTGAACAATGGATACA | AGCT |
| 11 | <i>phi109188</i> | 5.00 | FAAGCTCAGAAGCCGGAGC R-GGTCATCAAGCTCTCTGATCG | AAAG |
| 12 | <i>phi423796</i> | 6.01 | F-CACTACTCGATCTGAACCACCA R-CGCTCTGTGAATTTGCTAGCTC | AGATG |
| 13 | <i>phi299852</i> | 6.08 | F-GATGTGGGTGCTACGAGCC R-AGATCTCGGAGCTCGGCTA | AGC |
| 14 | <i>phi328175</i> | 7.04 | F-GGGAAGTGCTCCTTGACAG R-CGGTAGGTGAACGCGGTA | AGG |
| 15 | <i>phi223376</i> | 8.03 | F-CCGGCAGTCGATTACTCC R-CGAGACCAAGAGAACCCTCA | CCG |
| 16 | <i>phi065</i> | 9.03 | F-AGGGACAAATACGTGGAGACACAG R-CGATCTGCACAAAGTGGAGTAGTC | CACTT |
| 17 | <i>phi032</i> | 9.04 | F-CTCCAGCAAGTGATGCGTGAC R-GACACCCGGATCAATGATGGAAC | AAAG |
| 18 | <i>phi108411</i> | 9.06 | F-CGTCCCTTGGATTTGAC R-CGTACGGGACCTGTCAACAA | AGCT |
| 19 | <i>phi96342</i> | 10.02 | F-GTAATCCCACGTCCTATCAGCC R-TCCAAGTTGAACGAAGTCTCTC | ATCC |

2.3. Đánh giá khả năng chịu hạn

Thí nghiệm đánh giá khả năng chịu hạn trồng trong chậu plastic theo phương pháp của Camacho et al. (1994). Các dòng trồng trong chậu plastic lớn có thể rút được nước (chậu cao 35cm, đường kính 20cm), mỗi dòng trồng trong 3 chậu (24 x 3 = 72 chậu), mỗi chậu 3 cây, giá thể trồng là cát sạch. Các chậu đặt trong nhà có mái che, tưới nước ẩm đến trước thu hoạch 10

ngày rút nước, ngừng tưới gây hạn. Thu hoạch cây sau gieo 4 tuần bằng cách nhổ cả cây và rễ để đánh giá các chỉ tiêu: Diện tích lá/cây (leaf area per plant); Thể tích rễ (Root volume-RV) = cho rễ vào ống đong, đổ nước ngập ghi thể tích, vớt rễ ra ghi thể tích; $RV = V(\text{tổng}) - V(\text{nước})$; Chiều dài rễ dài nhất (longest root length-LRL); Chiều cao cây (Plant height-PH); Khối lượng rễ tươi (Fresh Root Weight-RFW); Khối lượng rễ

khô (Dry Root Weight-RDW); Khối lượng thân khô (Dry Shoot Weight-SDW); Tỷ lệ RDW/SDW. Kiểu gen nào trong thí nghiệm có chỉ tiêu cao hơn, khả năng chịu hạn tốt hơn.

2.4. Xử lý số liệu

Các số liệu thu được từ nghiên cứu được xử lý và phân tích bằng phần mềm IRRISTAT 5.0; chương trình thống kê sinh học của Nguyễn Đình Hiền (1995) và NTSYSpc 2.1.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đánh giá đặc điểm nông sinh học, năng suất và yếu tố cấu thành năng suất và phân tích đa dạng di truyền của các dòng dựa trên chỉ thị hình thái

Thí nghiệm đánh giá các dòng trên đồng ruộng, theo dõi các chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển, năng suất và yếu tố cấu thành năng suất,

độ Brix. Một số đặc điểm nông sinh học như thời gian sinh trưởng, chênh lệch trổ cờ-phun râu, số lá, chiều cao cây và chiều cao đóng bắp là những đặc điểm quan trọng của dòng ngô thuần trình bày trong bảng 1.

Thời gian sinh trưởng từ gieo đến chín dao động trong phạm vi từ 97-130 ngày và sai khác ở mức có ý nghĩa 95%, thuộc nhóm trung bình và dài ngày theo phân nhóm của CIMMYT. Theo David L. Beck (2002), thời gian sinh trưởng dài nhất là I_{14} và I_{17} (120 ngày), không thuận lợi trong sản xuất hạt lai. Chiều cao cây của các dòng từ 170-180cm và chênh lệch không lớn là phù hợp với tung phấn khi làm dòng bố cho phấn trong sản xuất hạt lai, chiều cao đóng bắp khá phù hợp từ 65,9-91,9 cm (Beck, 2002). Chênh lệch trổ cờ-phun râu từ 1-4 ngày phù hợp đối với sản xuất hạt lai, tuy nhiên những dòng có chênh lệch lớn 4 ngày khả năng chịu hạn kém hơn theo Chen et al., 2012.

Bảng 1. Một số đặc điểm nông sinh học của 24 dòng ngô nếp tự phối thuần vụ Thu Đông (2013) tại Gia Lâm, Hà Nội

| TT | Ký hiệu dòng | TGST (ngày) | CCC (cm) | CCĐB (cm) | Số lá | CL trổ cờ-phun râu (ngày) |
|----|--------------------------|-------------|----------|-----------|-------|---------------------------|
| 1 | I_1 | 97 | 170,7 | 65,9 | 13,5 | 2 |
| 2 | I_2 | 100 | 182,1 | 90,0 | 13,6 | 1 |
| 3 | I_3 | 98 | 175,7 | 72,9 | 13,1 | 2 |
| 4 | I_4 | 97 | 184,7 | 72,6 | 13,3 | 2 |
| 5 | I_5 | 103 | 170,0 | 78,7 | 12,9 | 1 |
| 6 | I_6 | 100 | 184,9 | 74,7 | 13,1 | 1 |
| 7 | I_7 | 110 | 187,2 | 91,1 | 13,7 | 2 |
| 8 | I_8 | 98 | 186,8 | 65,1 | 13,3 | 2 |
| 9 | I_9 | 100 | 185,5 | 86,0 | 12,0 | 3 |
| 10 | I_{10} | 97 | 185,8 | 73,3 | 13,3 | 2 |
| 11 | I_{11} | 107 | 177,3 | 86,4 | 12,9 | 3 |
| 12 | I_{12} | 104 | 177,9 | 76,6 | 13,2 | 3 |
| 13 | I_{13} | 105 | 174,7 | 70,6 | 13,2 | 2 |
| 14 | I_{14} | 120 | 175,5 | 87,6 | 12,8 | 2 |
| 15 | I_{15} | 115 | 176,8 | 72,9 | 12,7 | 2 |
| 16 | I_{16} | 102 | 172,1 | 74,1 | 12,9 | 4 |
| 17 | I_{17} | 120 | 172,5 | 86,3 | 13,1 | 4 |
| 18 | I_{18} | 108 | 180,7 | 87,8 | 13,8 | 2 |
| 19 | I_{19} | 111 | 172,8 | 84,7 | 12,7 | 2 |
| 20 | I_{20} | 105 | 172,4 | 82,8 | 12,7 | 2 |
| 21 | I_{21} | 104 | 183,1 | 88,6 | 12,9 | 2 |
| 22 | I_{22} | 98 | 180,7 | 91,9 | 13,7 | 2 |
| 23 | I_{23} | 106 | 182,8 | 90,6 | 12,9 | 2 |
| 24 | I_{24} | 111 | 182,6 | 85,7 | 13,5 | 4 |
| | CV (%) | | 6,41 | 3,2 | 1,2 | |
| | LSD_{0,5} | | 8,30 | 6,03 | 0,34 | |

Ghi chú: TGST: thời gian sinh trưởng; CCC: chiều cao cây; CCĐB: chiều cao đóng bắp; CL: chênh lệch

Phân tích đa dạng di truyền dựa trên kiểu hình và chỉ thị phân tử SSR và đánh giá khả năng chịu hạn của các dòng ngô nếp tự phối - Phục vụ phát triển giống ngô nếp cho các tỉnh miền núi phía Bắc

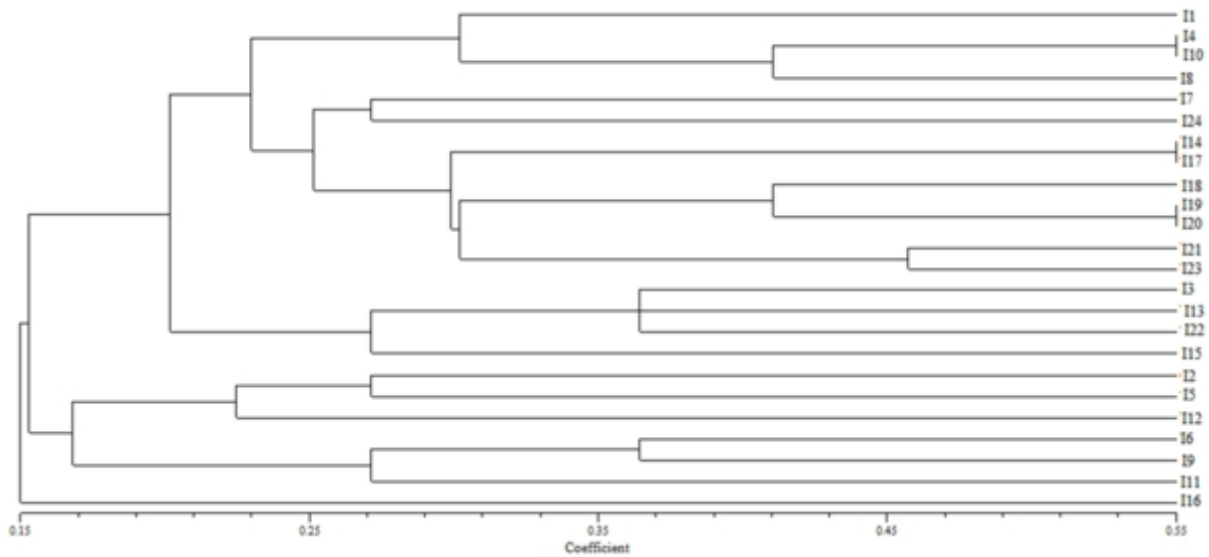
Những đặc điểm chiều dài bắp, đường kính bắp, số hàng hạt/bắp, số hạt/hàng, khối lượng hạt, năng suất phản ánh tiềm năng của các dòng bố mẹ (Frederico et al., 2002). Đồng thời những đặc điểm này cũng là tính trạng trực tiếp liên quan đến khả năng chịu hạn của dòng. Theo Majid et al. (2010), đánh giá khả năng chịu hạn thông qua các tính trạng gián tiếp, trực tiếp và chỉ số chịu hạn. Tính trạng trực tiếp

quan trọng liên quan đến chịu hạn là khả năng sinh sản bao gồm: số bắp trên cây, số hàng hạt, số hạt/hàng, khối lượng 100 hạt và năng suất thực thu. Những dòng ngô thuần biểu hiện khả năng sinh sản thấp sẽ biểu hiện chịu hạn kém hơn các dòng có khả năng sinh sản cao. Kết quả đánh giá các dòng ngô nếp tự phối thuần về các tính trạng này trong vụ Thu Đông (2013) được trình bày tại bảng 2.

Bảng 2. Năng suất, yếu tố cấu thành năng suất của 24 dòng ngô nếp tự phối thuần vụ Thu Đông (2013) tại Gia Lâm, Hà Nội

| TT | Ký hiệu dòng | CDB (cm) | ĐKB (cm) | SHH/B | SH/H | KL1.000 hạt (g) | Độ Brix (%) | Năng suất (tạ/ha) |
|----|--------------------------|----------|----------|-------|------|-----------------|-------------|-------------------|
| 1 | I ₁ | 14,75 | 4,10 | 14,1 | 21,5 | 213,0 | 11,5 | 26,44 |
| 2 | I ₂ | 15,85 | 3,91 | 14,5 | 22,5 | 216,0 | 11,5 | 30,25 |
| 3 | I ₃ | 15,60 | 4,35 | 14,3 | 23,0 | 214,0 | 13,5 | 32,08 |
| 4 | I ₄ | 16,55 | 3,87 | 14,5 | 21,0 | 202,0 | 12,6 | 30,50 |
| 5 | I ₅ | 16,12 | 3,95 | 14,1 | 23,0 | 188,5 | 11,3 | 34,26 |
| 6 | I ₆ | 16,62 | 4,10 | 16,4 | 12,5 | 185,5 | 12,4 | 25,43 |
| 7 | I ₇ | 17,14 | 4,00 | 14,7 | 20,0 | 198,0 | 12,7 | 34,30 |
| 8 | I ₈ | 16,85 | 3,90 | 14,2 | 21,0 | 172,0 | 11,6 | 36,02 |
| 9 | I ₉ | 16,80 | 4,15 | 14,5 | 25,5 | 173,0 | 9,7 | 35,06 |
| 10 | I ₁₀ | 17,04 | 4,25 | 14,6 | 21,5 | 147,0 | 11,5 | 29,21 |
| 11 | I ₁₁ | 16,55 | 4,17 | 15,6 | 20,5 | 166,5 | 10,8 | 30,50 |
| 12 | I ₁₂ | 16,00 | 4,23 | 16,5 | 24,0 | 177,5 | 11,5 | 32,82 |
| 13 | I ₁₃ | 16,30 | 4,37 | 14,2 | 27,0 | 220,0 | 12,7 | 36,52 |
| 14 | I ₁₄ | 17,10 | 4,55 | 14,7 | 24,5 | 217,0 | 11,7 | 32,65 |
| 15 | I ₁₅ | 18,45 | 4,15 | 16,2 | 23,0 | 200,0 | 11,3 | 39,86 |
| 16 | I ₁₆ | 17,65 | 4,28 | 14,5 | 21,0 | 180,0 | 11,7 | 34,42 |
| 17 | I ₁₇ | 16,90 | 4,45 | 14,3 | 24,5 | 188,0 | 12,3 | 32,98 |
| 18 | I ₁₈ | 17,15 | 4,45 | 14,6 | 24,5 | 190,0 | 12,0 | 32,20 |
| 19 | I ₁₉ | 17,80 | 4,25 | 14,6 | 24,5 | 225,0 | 11,3 | 32,30 |
| 20 | I ₂₀ | 17,40 | 4,25 | 14,6 | 24,5 | 221,5 | 11,0 | 33,25 |
| 21 | I ₂₁ | 16,35 | 3,97 | 14,4 | 24,5 | 195,5 | 11,4 | 34,56 |
| 22 | I ₂₂ | 16,22 | 3,97 | 14,5 | 20,5 | 190,5 | 11,3 | 26,50 |
| 23 | I ₂₃ | 16,70 | 4,05 | 14,3 | 24,5 | 206,0 | 11,4 | 34,26 |
| 24 | I ₂₄ | 17,25 | 4,05 | 14,6 | 19,0 | 209,0 | 12,7 | 31,20 |
| | CV (%) | 3,10 | 5,30 | 1,50 | 14,1 | 3,50 | 12,7 | 7,89 |
| | LSD_{0,5} | 1,39 | 0,60 | 0,46 | 6,31 | 6,27 | | 9,2 |

Ghi chú: CDB: chiều dài bắp; ĐKB: đường kính bắp; SHH/B: số hàng hạt/bắp; SH/H: số hạt/hàng; CL: chênh lệch



Hình 1. Sơ đồ tương đồng của 24 dòng ngô nếp tự phối thuần dựa trên kiểu hình

Các yếu tố cấu thành năng suất như chiều dài bắp từ 15-18cm, đường kính bắp từ 3,87-4,8cm, số hàng hạt từ 14-16 hàng, số hạt/hàng 12,5-25,5 hạt và khối lượng 1.000 hạt từ 147-220g. Năng suất thực thu trong phạm vi 24,43-39,86 tạ/ha, trong đó những dòng có năng suất cao như I₈, I₁₅, I₁₃ là những dòng tiềm năng sử dụng làm mẹ cho năng suất hạt lai đơn cao, phù hợp với nghiên cứu của Kim et al., 1984.

Phân tích mức độ đa dạng của 24 dòng tự phối dựa trên kiểu hình với 11 tính trạng là thời gian sinh trưởng, chênh lệch trổ cờ-phun râu, chiều cao cây, chiều cao đóng bắp, số lá, chiều dài bắp, chiều rộng bắp, số hàng hạt/bắp, số hạt trên hàng, năng suất thực thu và độ Brix. Mức độ đa dạng của các dòng khá cao về các tính trạng và đặc điểm hình thái (Hình 1).

Phân nhóm di truyền của 24 dòng cho thấy nếu hệ số tương đồng là 0,25, chúng được phân thành 6 nhóm di truyền. Nhóm 1 có dòng I₁₆; nhóm 2 gồm 3 dòng là I₆, I₉ và I₁₁; nhóm 3 gồm 3 dòng là I₂, I₅ và I₁₂; nhóm 4 gồm 4 dòng là I₃, I₁₃, I₂₂ và I₁₅; nhóm 5 gồm 9 dòng là I₇, I₂₄, I₁₄, I₁₇, I₁₈, I₁₉, I₂₀, I₂₁ và I₂₃; nhóm 6 bao gồm 4 dòng là I₁, I₄, I₁₀ và I₈. Mức độ đa dạng cao của các dòng thuần do nguồn vật liệu tự phối ban đầu đa dạng bao gồm các giống địa phương thụ phấn tự do ở các địa phương khác nhau như

Lào Cai (I₁₃ và I₁₄), Điện Biên (I₁, I₂, I₃, I₄, I₁₆, I₁₈, I₂₃ và I₂₄), Sơn La (I₅, I₆), Yên Bái (I₉, I₁₀, I₁₁, I₁₂ và I₁₇), Đắk Lắk (I₇), nguồn vật liệu từ Trung Quốc (I₁₅), vật liệu từ CHDCND Lào (I₁₈, I₁₉, I₂₀, I₂₁ và I₂₂).

3.2. Phân nhóm di truyền dựa trên chỉ thị phân tử

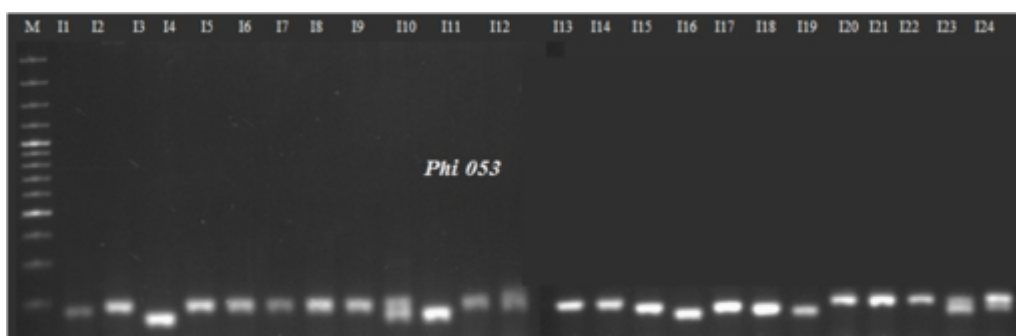
Phân nhóm di truyền 24 dòng tự phối sử dụng chỉ thị SSR đã dò thấy 75 alen trên 19 locus, trung bình 4 alen trên một chỉ thị phân tử SSR và số alen/locus khá biến động từ 2 đến 8 alen. Giá trị thông tin đa hình PIC trong phạm vi từ 0,36 đến 0,81, có 5 chỉ thị SSR giá trị PIC > 0,7 và cao nhất với môi *phi328175* là 0,81 (Bảng 3). Kết quả nghiên cứu phù hợp với nhiều nghiên cứu đã công bố trước đây (Xiang et al., 2010; Kanagarasu et al., 2013). Nghiên cứu cung cấp thông tin di truyền hữu ích cho những nghiên cứu tiếp theo về nguồn gen ngô địa phương, khả năng kết hợp, đặc biệt cho chương trình tạo giống ngô nếp lai.

Số băng thu được của mỗi cặp môi có khác nhau từ 18 (*Phi 109 275*) đến 24 băng (10 chỉ thị phân tử cho 24 băng), số băng đa hình dao động từ 2 đến 8, trong đó mỗi *phi53* và *phi32* cho số băng đa hình cao và rõ rệt như minh họa trong hình 2 và 3.

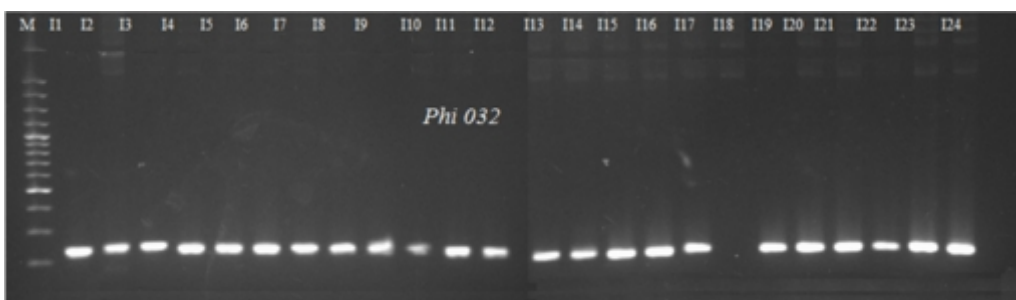
Phân tích đa dạng di truyền dựa trên kiểu hình và chỉ thị phân tử SSR và đánh giá khả năng chịu hạn của các dòng ngô nếp tự phối - Phục vụ phát triển giống ngô nếp cho các tỉnh miền núi phía Bắc

Bảng 3. Số alen và giá trị PIC của các chỉ thị SSR sử dụng trong nghiên cứu

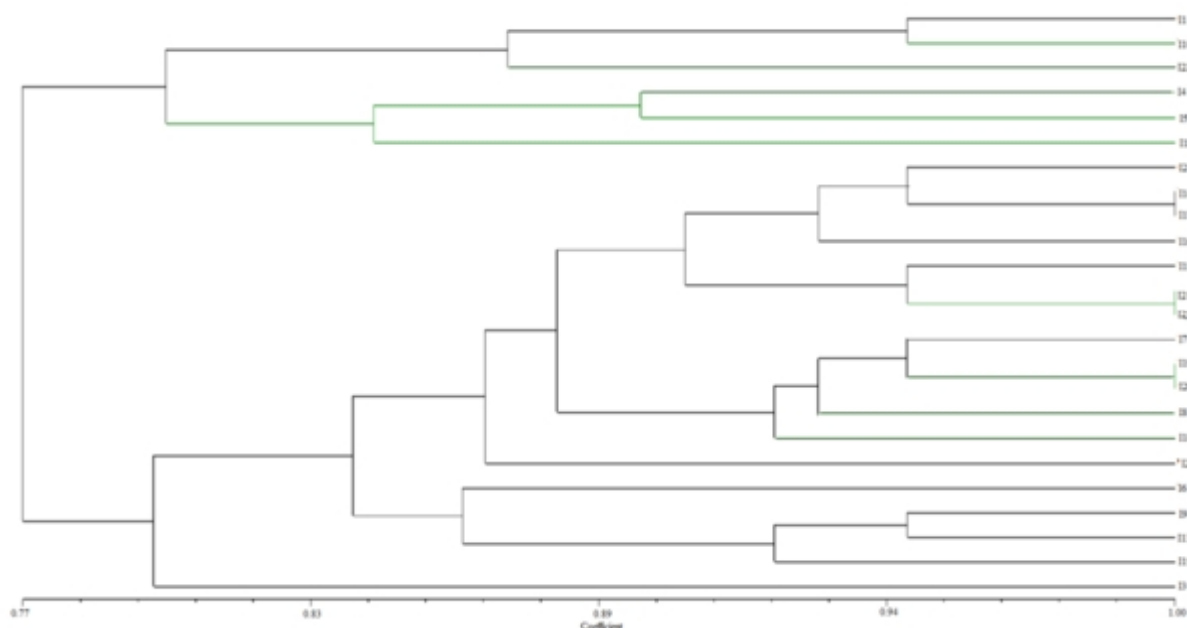
| STT | Tên mồi | Nhiễm sắc thể | Số allele | PIC |
|-----|------------------|---------------|-----------|------|
| 1 | <i>phi109275</i> | 1.00 | 3 | 0,56 |
| 2 | <i>phi308707</i> | 1.10 | 4 | 0,68 |
| 3 | <i>phi083</i> | 2.04 | 3 | 0,57 |
| 4 | <i>phi101049</i> | 2.09 | 5 | 0,77 |
| 5 | <i>phi029</i> | 3.04 | 5 | 0,36 |
| 6 | <i>phi102228</i> | 3.04-.05 | 5 | 0,76 |
| 7 | <i>phi053</i> | 3.05 | 4 | 0,69 |
| 8 | <i>phi072</i> | 4.00 | 4 | 0,74 |
| 9 | <i>phi079</i> | 4.05 | 3 | 0,58 |
| 10 | <i>phi093</i> | 4.08 | 3 | 0,67 |
| 11 | <i>phi109188</i> | 5.00 | 4 | 0,68 |
| 12 | <i>phi423796</i> | 6.01 | 3 | 0,57 |
| 13 | <i>phi299852</i> | 6.08 | 5 | 0,71 |
| 14 | <i>phi328175</i> | 7.04 | 8 | 0,81 |
| 15 | <i>phi223376</i> | 8.03 | 4 | 0,63 |
| 16 | <i>phi065</i> | 9.03 | 2 | 0,49 |
| 17 | <i>phi032</i> | 9.04 | 3 | 0,65 |
| 18 | <i>phi108411</i> | 9.06 | 3 | 0,55 |
| 19 | <i>phi96342</i> | 10.02 | 4 | 0,63 |
| | Tổng | | 75 | |
| | Số allele/locus | | 4 | |



Hình 2. Sản phẩm DNA điện di với mồi *Phi 053*



Hình 3. Sản phẩm DNA điện di với mồi *Phi 032*



Hình 4. Sơ đồ đồng hình của 24 dòng ngô nếp tự phối thuần phân tích bằng chỉ thị SSR

Trên cơ sở phân tích chỉ thị SSR đã chia 24 dòng thuần thành các nhóm di truyền khác nhau, nếu hệ số đồng hình là 0,83 các dòng thuần được phân thành 5 nhóm di truyền khác biệt. Nhóm 1 dòng I₃; nhóm 2: bao gồm 3 dòng là I₆, I₉, I₁₃, I₁₅; nhóm 3 gồm 13 dòng là I₂, I₁₄, I₁₇, I₁₆, I₁₁, I₂₁, I₂₃, I₇, I₁₉, I₂₀, I₁₈, I₈ và I₂₄; nhóm 4 gồm 3 dòng I₄, I₅, I₁₂ và nhóm 5 gồm 3 dòng là I₁, I₁₀ và I₂₂. Các chỉ thị SSR phản ánh phương sai kiểu hình ở mức tin cậy, do vậy chỉ thị SSR phù hợp sử dụng phân tích đa dạng di truyền nguồn gen ngô nếp (Zhang et al., 2012).

3.3. Đánh giá khả năng chịu hạn của các dòng ngô nếp bằng thí nghiệm chậu vại

Đánh giá khả năng chịu hạn gây hạn trong chậu vại, các dòng trồng cây trong chậu cao 35cm. Đến khi cây có 3-4 lá thật (1 tháng) thu hoạch cả cây và tính các chỉ tiêu để xác định khả năng chịu hạn. Diện tích lá của các dòng trong điều kiện gây hạn nhân tạo có sự sai khác nhau, có 11 dòng có diện tích lá cao hơn các dòng khác gồm I₄, I₆, I₁₁, I₁₂, I₁₄, I₁₆, I₁₇, I₁₉, I₂₁, I₂₂ và I₂₄, là những dòng có tiềm năng chịu hạn.

Các dòng trong điều kiện gây hạn biểu hiện sinh trưởng phát triển tốt như tăng trưởng chiều cao cây dao động từ 21,8-34,8cm và có sự

khác nhau giữa các dòng ở mức có ý nghĩa 95% về tính trạng này. Ba dòng có chiều cao cây thấp nhất là I₅, I₇ và I₉, về khối lượng thân lá khô phản ánh khả năng sinh trưởng và tích lũy chất khô trong điều kiện hạn cho thấy có 4 dòng có giá trị cao hơn các dòng khác ở mức có ý nghĩa là I₁₂, I₁₃, I₁₄ và I₂₀. Kết quả đánh giá các chỉ tiêu về bộ rễ (những tính trạng quan trọng liên quan đến khả năng chịu hạn) được trình bày ở bảng 5.

Dòng có chiều dài rễ dài sẽ có khả năng ăn sâu, hút nước ở những tầng dưới; thể tích rễ lớn cho khả năng hút nước của các tầng sâu. Những dòng có thân to, khối lượng thân lớn có khả năng dự trữ nước tốt chống chịu với bất thuận về nước tưới. Tỷ lệ RDW/SDW để so sánh sinh khối của bộ rễ và thân, tỷ lệ này càng lớn càng thuận lợi trong sinh trưởng trong điều kiện hạn và ngược lại. Các dòng nghiên cứu chủ yếu có diện tích lá từ 150-210cm², đối chứng VN2 có diện tích lá 182,0cm². Thể tích rễ biến động từ 0,3-1,1ml, đối chứng có thể tích rễ lớn nhất 1,1ml. Chiều dài rễ biến động trong khoảng 22,0-32,9cm, dòng I₁₁ có chiều dài rễ nhỏ nhất (22,0cm) và I₂₃ có chiều dài rễ lớn nhất (32,1cm). Dòng I₁₄ có khối lượng rễ tươi nhỏ nhất (0,3g), đối chứng có khối lượng rễ tươi lớn nhất (1,2g). Tỷ lệ RDW/SDW cho biết về sinh khối của rễ có khô và thân khô. Nếu RDW/SDW < 1; thân khô

Phân tích đa dạng di truyền dựa trên kiểu hình và chỉ thị phân tử SSR và đánh giá khả năng chịu hạn của các dòng ngô nếp tự phối - Phục vụ phát triển giống ngô nếp cho các tỉnh miền núi phía Bắc

sinh khối lớn hơn rễ khô và ngược lại. Tỷ lệ RDW/SDW dao động từ 0,1-1,8; đối chứng có tỷ lệ này lớn nhất; các dòng I₁₀, I₁₁, I₁₉ có tỷ lệ này nhỏ nhất.

Dựa trên kết quả nghiên cứu để khuyến cáo những dòng ưu tú có đặc điểm nông sinh học phù hợp và chống chịu hạn. Một số tính trạng cơ

bản được đưa vào chọn là thời gian sinh trưởng, chiều cao cây, chiều dài rễ, khối lượng rễ tươi, chênh lệch trở cò-phun râu, năng suất thực thu, diện tích lá. Kết quả sử dụng chương trình chỉ số chọn lọc đã chọn được 5 dòng ưu tú nhất. Những đặc điểm cơ bản của 5 dòng chọn được trình bày trong bảng 6.

Bảng 4. Đặc điểm thân lá của các dòng trong thí nghiệm chậu vại vụ Thu Đông năm 2013

| Dòng | DTL/cây (m ² /cây) | CCC (cm) | KLTK (g) |
|--------------------|-------------------------------|----------|----------|
| I ₁ | 125,1 | 24,7 | 0,2 |
| I ₂ | 103,2 | 21,7 | 0,2 |
| I ₃ | 130,8 | 24,5 | 0,2 |
| I ₄ | 165,3 | 27,3 | 0,2 |
| I ₅ | 100,6 | 23,0 | 0,1 |
| I ₆ | 152,4 | 25,8 | 0,2 |
| I ₇ | 101,7 | 21,9 | 0,1 |
| I ₈ | 108,0 | 26,7 | 0,1 |
| I ₉ | 100,5 | 21,8 | 0,1 |
| I ₁₀ | 128,2 | 23,6 | 0,2 |
| I ₁₁ | 150,8 | 25,8 | 0,3 |
| I ₁₂ | 168,5 | 28,7 | 0,3 |
| I ₁₃ | 110,5 | 23,3 | 0,3 |
| I ₁₄ | 170,4 | 28,4 | 0,3 |
| I ₁₅ | 112,5 | 24,9 | 0,1 |
| I ₁₆ | 157,7 | 24,2 | 0,2 |
| I ₁₇ | 149,9 | 25,0 | 0,5 |
| I ₁₈ | 142,2 | 30,2 | 0,2 |
| I ₁₉ | 210,3 | 42,7 | 0,2 |
| I ₂₀ | 227,2 | 34,8 | 0,5 |
| I ₂₁ | 158,9 | 26,1 | 0,2 |
| I ₂₂ | 184,4 | 31,3 | 0,2 |
| I ₂₃ | 113,7 | 32,7 | 0,2 |
| I ₂₄ | 206,5 | 34,8 | 0,4 |
| DC(VN2) | 182,0 | 38,6 | 0,3 |
| CV (%) | | 11,3 | 6,1 |
| LSD _{0,5} | | 1,8 | 0,08 |

Ghi chú: DTL: diện tích lá; CCC: chiều cao cây; KLTK: khối lượng thân khô.

Bảng 5. Đặc điểm bộ rễ các dòng nghiên cứu trong thí nghiệm chậu vại

| Vật liệu | TTR (ml) | CDR (cm) | KLRT (g) | KLRK (g) | KLRK/KLTK (%) |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| I ₁ | 0,3 | 24,9 | 0,5 | 0,1 | 0,7 |
| I ₂ | 0,4 | 22,3 | 0,4 | 0,1 | 0,7 |
| I ₃ | 0,4 | 24,7 | 0,4 | 0,1 | 0,8 |
| I ₄ | 0,4 | 25,8 | 0,5 | 0,1 | 0,7 |
| I ₅ | 0,7 | 24,4 | 0,6 | 0,1 | 0,9 |
| I ₆ | 0,4 | 25,0 | 0,4 | 0,1 | 0,2 |
| I ₇ | 0,7 | 23,3 | 0,4 | 0,1 | 1,7 |
| I ₈ | 0,7 | 24,9 | 0,5 | 0,1 | 1,7 |
| I ₉ | 0,7 | 22,2 | 0,5 | 0,1 | 1,0 |
| I ₁₀ | 0,7 | 23,8 | 0,9 | 0,2 | 1,0 |
| I ₁₁ | 0,4 | 22,0 | 0,4 | 0,1 | 0,1 |
| I ₁₂ | 0,3 | 27,0 | 0,3 | 0,1 | 0,4 |
| I ₁₃ | 0,3 | 24,1 | 0,4 | 0,1 | 0,2 |
| I ₁₄ | 0,5 | 23,2 | 0,3 | 0,1 | 0,3 |
| I ₁₅ | 0,7 | 23,8 | 0,7 | 0,1 | 0,9 |
| I ₁₆ | 0,4 | 22,5 | 0,4 | 0,1 | 0,6 |
| I ₁₇ | 0,5 | 26,3 | 0,5 | 0,2 | 0,3 |
| I ₁₈ | 0,4 | 28,7 | 0,5 | 0,2 | 0,7 |
| I ₁₉ | 0,5 | 28,3 | 0,8 | 0,1 | 0,1 |
| I ₂₀ | 0,5 | 32,9 | 0,6 | 0,1 | 0,3 |
| I ₂₁ | 0,3 | 26,1 | 0,3 | 0,1 | 0,7 |
| I ₂₂ | 0,9 | 25,3 | 0,7 | 0,1 | 0,7 |
| I ₂₃ | 0,8 | 32,1 | 0,6 | 0,1 | 0,9 |
| I ₂₄ | 1,0 | 32,6 | 1,0 | 0,2 | 0,6 |
| DC(VN2) | 1,1 | 35,3 | 1,2 | 0,2 | |
| CV% | 12,8 | 5,1 | 6,2 | 7,3 | |
| LSD _{0,5} | 0,4 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | |

Ghi chú: TTR: thể tích rễ; CDR: chiều dài rễ; KLRT: khối lượng rễ tươi; KLRK: khối lượng rễ khô.

Bảng 6. Những đặc điểm cơ bản của các dòng chọn có khả năng chịu hạn

| Dòng | TGST (ngày) | Năng suất (tạ/ha) | KLTK (g) | TTR (cm ³) | KLR (g) | CDR (cm) |
|-----------------|-------------|-------------------|----------|------------------------|---------|----------|
| I ₅ | 113 | 34,26 | 0,1 | 0,7 | 0,6 | 24,4 |
| I ₈ | 98 | 36,02 | 0,1 | 0,7 | 0,5 | 24,9 |
| I ₉ | 100 | 39,80 | 0,1 | 0,7 | 0,5 | 22,2 |
| I ₁₅ | 115 | 35,06 | 0,1 | 0,7 | 0,7 | 23,8 |
| I ₂₃ | 106 | 34,26 | 0,2 | 0,8 | 0,6 | 32,1 |

Ghi chú: TGST: Thời gian sinh trưởng; KLTK: khối lượng thân khô; KLR: khối lượng rễ; CDR: chiều dài rễ

4. KẾT LUẬN

Các dòng tự phối sinh trưởng phát triển tốt trong điều kiện vụ Thu Đông (2013) tại Gia Lâm, Hà Nội, thời gian sinh trưởng từ 97-130 ngày, chiều cao cây từ 170-180 cm, chênh lệch trổ cờ-phun râu từ 1-4 ngày. Năng suất và yếu tố cấu thành năng suất khá cao, năng suất thực thu trong phạm vi 24,43-39,86 tạ/ha, trong đó những dòng có năng suất cao gồm I₈, I₁₅, I₁₃, là những dòng tiềm năng sử dụng làm mẹ của tổ hợp ngô nếp lai.

Phân nhóm di truyền dựa trên kiểu hình cho thấy nếu hệ số tương đồng là 0,25, các dòng được phân thành 6 nhóm di truyền khác biệt. Sử dụng chỉ thị phân tử SSR phân tích đã dò được 75 alen trên 19 locus, trung bình 4 alen/1 chỉ thị SSR và số alen/locus biến động từ 2 đến 8 alen. Giá trị thông tin đa hình PIC trong phạm vi từ 0,36 đến 0,81, có 5 chỉ thị SSR giá trị PIC > 0,7. Phân nhóm di truyền sử dụng chỉ thị phân tử cho thấy nếu hệ số tương đồng là 0,83 các dòng thuần được phân thành 5 nhóm di truyền khác biệt. Những thông tin từ phân nhóm di truyền dựa trên kiểu hình và chỉ thị phân tử rất có giá trị để lựa chọn dòng cho chương trình tạo giống ngô nếp lai.

Kết quả đánh giá khả năng chịu hạn của các dòng bằng thí nghiệm chậu vại gây hạn nhân tạo đã chọn được 5 dòng ưu tú nhất, những dòng này cũng thuộc nhóm di truyền khác nhau khuyến cáo sử dụng trong chương trình chọn giống ngô nếp lai chịu hạn thích ứng với điều kiện canh tác nhờ nước trời của các tỉnh miền núi phía Bắc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abdullah A. Jaradat, Walter Goldstein, Kenton Dashiell (2010). Phenotypic structure and breeding value of open-pollinated corn varietal hybrids, International Journal of plant breeding, Global Science Books.
- Alex L. Kahler, Jonathan L. Kahler, Steven A. Thompson, Ronald S. Ferriss, Elizabeth S. Jones, Barry K. Nelson, Mark A. Mikel and Stephen Smith (2010). North American Study on Essential Derivation in Maize: II. Selection and Evaluation of a Panel of Simple Sequence Repeat Loci, Crop Sci. 50: 486-503. Segoe Rd., Madison, WI 53711 USA.
- Barata. C., and M. Carena (2006). Classification of North Dakota maize inbred lines into heterotic groups based on molecular and testcross data. Euphytica 151: 339-349.
- Chitra Bahadur Kunwar and Krisda Samphantharak (2003). Alternate S1 and Diallel Cross Selection for High Yield and High combining Ability Maize (Zea mays L.) Inbred, Kasetsart J. (Nat.Sci.) 37: 247-253.
- Chatpong Balla; Nopong Chulchoho; Chamaiporn Aekatasawan; Choekchai Aekatasawan (2001). Evaluation of the combining ability of waxy corn lines, Proceedings of the 12th genetics: Gene revolution era, Kasetsart Univ., Bangkok (Thailand).
- National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok (Thailand). Genetics Society of Thailand, ISBN 974-553-922-8. p. 56-61.
- Dan Makumbi, Javier F. Betrán, Marianne Bänziger, Jean-Marcel Ribaut (2011). Combining ability, heterosis and genetic diversity in tropical maize (Zea mays L.) under stress and non-stress conditions, Euphytica, 180(2): 143-162.
- David L. Beck (2002). Management of Hybrid Maize Seed Production, CIMMYT, August (2002).
- Doyle, J.J. and J.L. Doyle (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12:13-15.
- Fan X. M., Y. M. Zhang, W. H. Yao, H. M. Chen, J. Tan, C. X. Xu, X. L. Hana, L. M. Luo and M. S. Kang (2008). Classifying Maize Inbred Lines into Heterotic Groups using a Factorial Mating Design, Agronomy Journal, 101(1): 106-112.
- Frederico Ozanan Machado Durães; Paulo César Magalhães; Antônio Carlos de Oliveira; Manoel Xavier dos Santos; Elto Eugenio Gomes and Gama and Cláudia Teixeira Guimarães (2002). Combining ability of tropical maize inbred lines under drought stress conditions, Crop Breeding and Applied Biotechnology, 2(2): 291-298.
- F.J. Betran, J.M. Ribaut, D. Beck và Gonzalez de Leon (2003). Genetic Diversity, Specific Combining Ability, and Heterosis in Tropical Maize under Stress and Nonstress Environments, Crop Sci. 43:797-806.
- Frank Technow, Anna Bürger and Albrecht E. Melchinger (2013). Genomic Prediction of Northern Corn Leaf Blight Resistance in Maize with Combined or Separated Training Sets for Heterotic Groups, Genome selection, 3: 197-203.
- J. Chen, W. Xu, J. Velten, Z. Xin and J. Stout (2012). Characterization of maize inbred lines for drought and heat tolerance, Journal of Soil and Water Conservation 67(5): 354-364.

- J.J. Zhang J.J. , X.Q. Zhang, Y.H. Liu, H.M. Liu, Y.B. Wang, M.L. Tian, Y.B. Huang (2010). Variation characteristics of the nitrate reductase gene of key inbred maize lines and derived lines in China, *Genet. Mol. Res.* 9 (3): 1824-1835.
- Kim S.K., A. Joshua, Y. Efron, J. Fajemisin, J. Mareck (1984). *Hybrid Maize Seed Production Manual*, International Institute of Tropical Agriculture.
- Leandro Vagno de Souza, Glauco Vieira Miranda, João Carlos Cardoso Galvão, Lauro José Moreira Guimarães and Izabel Cristina dos Santos (2009). Combining ability of maize grain yield under different levels of environmental stress, *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 44(10): 1297-1303.
- Luciano Lourenço Nass; Marlene Lima; Roland Vencovsky; Paulo Boller Gallo (2003). Combining ability of maize inbred lines evaluated in three environments in Brazil *Scientia Agricola*, v.60, n.1, p.83-89
- Melchinger, A. E. (1999). Genetic diversity and heterosis, pp. 99-118 in *The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops*, edited by J. G. Coors and S. Pandey. ASA-CSSA, Madison, WI.
- Menkir A., B. Badu-Apraku, C. The, A. Adepoju (2003). Evaluation of heterotic patterns of IITA's lowland white maize inbred line, *Maydia* 48: 160-170.
- Majid Khayatnezhad, Roza Gholamin, Shahzad Jamaati-e-Somarin and Roghayeh Zabihi-e-Mahmoodabad (2010). Investigation and Selection Drought Indexes Stress for Corn Genotypes.
- Marilyn L. Warburton, Xia Xianchun, Jose Crossa, Jorge Franco, Albrecht E. Melchinger, Matthias Frisch, Martin Bohn and David Hoisington (2002). Genetic Characterization of CIMMYT Inbred Maize Lines and Open Pollinated Populations Using Large Scale Fingerprinting Methods, *Crop Science* 42: 1832-1840.
- P.H. Zaidi, Mamata Yadav, D.K. Singh and R.P. Singh (2008). Relationship between drought and excess moisture tolerance in tropical maize (*Zea mays* L.), *Australian Journal of Crop Science*, 1(3): 78-96.
- R.G. Camacho; D.F. Caraballo, 1994, Evaluation of morphological characteristics in Venezuelan maize (*Zea mays* L.) genotypes under drought stress, *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)* vol.51(3): 453-458
- Qianqian Zhang, Chenglai Wu, Fengyang Ren, Yan Li, Chunqing Zhang (2012). Association analysis of important agronomical traits of maize inbred lines with SSRs, *AJCS* 6(6): 1131-1138.
- Sherry A. Flint-Garcia, Michael D. McMullen, and Larry L. Darrah (2003). Genetic Relationship of Stalk Strength and Ear Height in Maize, *Crop Sci.* 43: 23-31.
- Shen Xue Fang; Yan Shao Bing; Qian Qing; Lou Jian Feng; Lou XinQuan; Liu Kang; Zheng Hong Jian; Zhang Jian Ming; Lu Yong Ming; Wang YiFa (2009). Analysis of combining ability and genetic parameters of table quality traits of waxy corn., *Acta Agriculturae Shanghai* 25(2): 1-5.
- Shull, G. H. (1909). A pure line method of corn breeding. *Am. Breeders Assoc. Rep.* 5: 51-59.
- Xiang K., K.C. Yang, G.T. Pan, L.M. Reid, W.T. Li, X. Zhu, Z.M. Zhang (2010). Genetic diversity and classification of maize landraces from China's Sichuan basin based on the agronomic traits, quality traits combining ability and SSR markers, *Maydia* 55: 85-93.
- Warburton M.L., J.M. Ribaut, J. Franco, J. Crossa, P. Dubreuil & F.J. Betran (2005). Genetic characterization of 218 elite CIMMYT maize inbred lines using RFLP markers, *Euphytica* 142: 97-106.
- Weiwei Wen, Jose Luis Araus, Trushar Shah, Jill Cairns, George Mahuku, Marianne Bänziger, Jose Luis Torres, Ciro Sánchez, and Jianbing Yan (2011). Molecular Characterization of a Diverse Maize Inbred Line Collection and its Potential Utilization for Stress Tolerance Improvement, *Crop Sci.* 51(6): 2569-2581.
- Yu Y., R. Wang, Y. Shi, Y. Song, T. Wang, Y. Li (2007). Genetic diversity and structure of the core collection for maize inbred lines in china. *Maydia* 52: 108-194.