

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20241126004

61份玉米杂交组合农艺性状遗传多样性分析及优异组合筛选

谭瑾榕¹ 雷娅红¹ 陈德功¹ 钱伟¹ 马军光¹ 范太伟² 周强³ 韩秉成³(¹ 甘肃省兰州市西固区种子管理站,兰州 730060; ² 甘肃省兰州市西固区农业技术推广站,兰州 730060;³ 兰州大学草地农业科技学院,甘肃兰州 730060)

摘要:为筛选适宜甘肃省推广种植的宜机收、耐密、粮饲兼用、丰产稳产性好的优良玉米新品种,对61份玉米新配杂交组合的18个农艺性状及产量进行调查,通过遗传多样性分析、相关性分析、主成分分析和聚类分析,快速准确地将参试杂交组合分成多个类型进行筛选并推荐参加区域试验,以期有效提高玉米育种效率和精确性提供理论参考。结果表明,参试的杂交组合数量性状差异性大,变异系数为4.38%~70.73%,其中生育期离散程度最小,秃尖长和产量离散程度较大;主成分分析最终提取出5个主成分,累积贡献率为64.354%,单穗重、单穗粒重、株高、穗位高、生育期具有较大的载荷值,是玉米杂交组合数量性状的综合反映;聚类分析表明61份玉米杂交组合遗传多样性较为丰富,品系类型多样,可将其分为21份丰产中熟粮饲兼用品系、27份丰产稳产型中晚熟品系、11份早熟品系、2份宜机收早熟品系推荐参加下一轮试验。

关键词:玉米;杂交组合;农艺性状;遗传多样性;主成分分析;聚类分析

Genetic Diversity Analysis of Agronomic Traits and Selection of Superior Combinations in 61 Maize Hybrid Combinations

TAN Cuirong¹, LEI Yahong¹, CHEN Degong¹, QIAN Wei¹, MA Junguang¹,
FAN Taiwei², ZHOU Qiang³, HAN Bingcheng³(¹ Xigu District Seed Management Station, Lanzhou 730060; ² Xigu District Agricultural Technology Extension Station, Lanzhou 730060; ³ College of Pastoral Agricultural Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730060)

玉米是全球种植面积最大和产量最高的粮食作物,在我国经济发展中的重要地位在不断凸显^[1],具有粮食、饲料、工业原料等多种用途,种植面积常年保持在4000万hm²以上。选育与推广宜机收、粮饲兼用、耐密、高产稳产、广适、抗逆性强的新品种是促进玉米产业发展的重要途径。玉米是甘肃地区第一大粮食作物,年播种面积100万hm²左右,主要分为河西走廊及沿黄灌溉玉米区、中部及陇东雨养

玉米区和陇南山地玉米区,其中河西走廊已成为全国最大的杂交玉米种子生产基地,因此带动了全省玉米育种企业的迅速发展。目前甘肃省玉米育种仍以传统育种技术为主要手段,种质资源的研究与利用仍然是玉米育种的关键,提高对杂交组合的快速、精准筛选也是提高育种效率的关键环节之一。目前,对玉米种质资源的分析研究已有较多报道。李淑芳等^[2]对205份玉米种质资源进行调查研究,利用变异系数、遗传多样性指数等多种分析方法进行分析,筛选出了10份优异玉米种质。王艺焯等^[3]对34份玉米种质资源的抗旱性进行评价,利用数学分析法与耐旱性分级法进行评价,筛选出了2份自交系

雷娅红为共同第一作者

基金项目:兰州市青年科技人才创新项目(2023-QN-165);兰州市科技计划项目(2023-3-17)

通信作者:范太伟

可用于育种。王婷等^[4]以73份玉米自交系为试验材料,对瘤黑粉病的抗性进行了研究,采用遗传多样性分析和聚类分析快速准确地筛选出了5份高抗材料。因此,对玉米杂交组合进行针对性筛选可为提高育种效率奠定材料基础。

本研究于2023年和2024年连续2年在甘肃省兰州市和平凉市种植了配制的61份玉米杂交组合,测定了18个主要农艺性状及产量,通过对所得数据进行遗传多样性分析、聚类分析和主成分分析,以期筛选出宜机收、丰产、耐密、耐旱寒、耐盐碱、产量高、抗性强等优势突出、适宜本地区及全国同类型生态区域推广种植的优良新组合。

1 材料与方法

1.1 供试材料 试验材料为新组配的61份玉米杂交组合,均由甘肃和恒农业技术有限公司提供,包含中熟粮饲兼用型、丰产稳产晚熟型、丰产早熟型等多种类型组合(表1)。

1.2 试验设计 试验地点为甘肃省兰州市西固区

达川镇(36°5'40"N,103°37'31"E,海拔1697m)和甘肃省平凉市崆峒区草峰镇(35°54'26"N,106°67'48"E,海拔1350m)。试验设计按西北春玉米区域试验方案进行,采用完全随机区组排列,2行区,行长5.0m,行距0.6m,株距0.2m,3次重复。前茬为玉米,选择大型机器秋季翻地、起垄、施肥。4月1日采用小区播种机播种,田间管理同当地大田。

1.3 指标测定 田间记载和室内测量指标均按照西北春玉米区域试验记载标准进行。测定的主要指标有生育期、株高、穗位高、茎粗、叶片数、穗长、穗粗、轴粗、秃尖长、穗行数、行粒数、单穗重、单穗粒重、百粒重、容重、含水量、粒型、粒色、产量。具体方法:小区≥50%穴数幼苗出土高达2~3cm时记载出苗期;小区≥90%植株乳线消失时记载成熟期;吐丝后10~30d连续取小区内正常植株10株,用卷尺测量株高和穗位高,用游标卡尺测量茎粗,统计叶片数;收获后取计产样本穗10穗,用直尺测量穗长、秃

表1 61份供试玉米杂交组合名称及亲本来源

| 编号 | 名称 | 亲本 | 编号 | 名称 | 亲本 | 编号 | 名称 | 亲本 |
|-----|-------|-------------------|-----|-------|-------------------|-----|-------|-------------------|
| Y01 | H021 | H90296 × B083 | Y22 | H2223 | C0818 × C0616 | Y43 | H2249 | D0477 × H1411 |
| Y02 | H022 | H90298 × B079 | Y23 | H2224 | C0191 × P128-Y1 | Y44 | H2250 | D0627-2 × H1411 |
| Y03 | H023 | H90291 × B074 | Y24 | H2228 | K04 × H17509 | Y45 | H2251 | 512 × 315 |
| Y04 | H025 | H90101 × D0475 | Y25 | H2229 | B107 × C0672 | Y46 | H2253 | B107 × N302 |
| Y05 | H026 | H80549 × 17509 | Y26 | H2230 | X47 × N302 | Y47 | H2255 | A094 × 315 |
| Y06 | H027 | H583 × H17506 | Y27 | H2231 | E0570-SH × H1411 | Y48 | H2256 | D0477 × C0672 |
| Y07 | H028 | H90352 × D0059 | Y28 | H2232 | D0014-3 × C0616 | Y49 | H2257 | A030 × A313 |
| Y08 | H029 | H90316 × B157 | Y29 | H2233 | D0477-4 × H1411 | Y50 | H2258 | D0614-h × H1411 |
| Y09 | H030 | H90413 × D0535 | Y30 | H2234 | C0031 × N302 | Y51 | H2259 | A088 × A313 |
| Y10 | H031 | H90121 × H17401 | Y31 | H2235 | D0476-3 × D0570-1 | Y52 | H2260 | D0477 × C0672 |
| Y11 | H036 | H90262 × H1411 | Y32 | H2236 | 1210-h × D0547 | Y53 | H2261 | D0627-1-2 × H1411 |
| Y12 | H040 | H90367 × 3k1114 | Y33 | H2238 | C0220 × S678 | Y54 | H2262 | C0250 × H1411 |
| Y13 | H043 | H80237 × C0676-h | Y34 | H2239 | A084 × C0672 | Y55 | H2263 | D0640-2 × H1411 |
| Y14 | H2207 | 11817 × P128-Y1-h | Y35 | H2240 | B091-1 × C0671 | Y56 | H2265 | H90438 × A316 |
| Y15 | H2267 | H90813 × H1481 | Y36 | H2241 | D0476-2 × D0014-3 | Y57 | H2266 | H82157 × L158-4 |
| Y16 | H2254 | C0470 × P128-Y1 | Y37 | H2243 | C0347 × C642 | Y58 | H2272 | H92537 × D0376 |
| Y17 | H2218 | X47 × H1411 | Y38 | H2244 | C0200-1 × N302 | Y59 | H2276 | H80046 × H3233 |
| Y18 | H2219 | DW25 × N302 | Y39 | H2245 | D0483-h × 改3长 | Y60 | H2281 | H280 × H3134 |
| Y19 | H2270 | H91937 × H1326 | Y40 | H2246 | C0349 × N302 | Y61 | H2220 | DW25 × 先锋5 |
| Y20 | H2221 | 3611 × G0694 | Y41 | H2247 | 585 × 1411 | | | |
| Y21 | H2284 | H6270 × P128-1 | Y42 | H2248 | D0163-1 × D0547-h | | | |

尖长,用游标卡尺测量穗粗、轴粗等果穗性状,统计穗行数、行粒数、粒型和粒色,用天平称取单穗重和单穗粒重;每小区随机取100粒,称取百粒重,重复3次取平均值;用谷物容重水分测量仪每小区随机测量容重和含水量,重复3次取平均值。产量是将计产样本的果穗风干后脱粒,称其籽粒干重,按标准含水量(14%)计算折合每667m²产量。参试组合各性状均取2年试验的平均值。

1.4 数据处理 利用Microsoft Excel 2007对参试的61份玉米杂交组合的18个主要性状及产量进行整理,利用SPSS 27.0数据统计分析软件和Origin软件分别对其进行遗传多样性分析、聚类分析和主成分分析。

2 结果与分析

2.1 遗传多样性分析 由表2可知,玉米杂交组合各性状指标变异系数范围为4.38%~70.73%,生育期、叶片数、穗粗、轴粗、容重、含水量的变异系数较小,在10.00%以下;生育期离散程度最小,变幅范围为144.00~170.00d;秃尖长离散程度最大,变幅范围为0~4.11cm,说明参试组合的秃尖长性状遗传多样性较高,可作为品种改良的重点。每667m²产量的变幅范围为102.60~1515.15kg,穗位高的变幅范围为50.00~161.00cm,单穗粒重的变幅范围为74.10~251.40g,单穗重的变幅范围为94.50~328.50g,这4个指标的变异系数在18.95%~33.20%之间,相对较高,也可作为品种选育的重点指标。

表2 61份玉米杂交组合农艺性状及产量的遗传多样性

| 性状 | 最小值 | 最大值 | 平均值 | 标准差 | 方差 | 变异系数(%) |
|---------------------------|--------|---------|--------|--------|----------|---------|
| 生育期(d) | 144.00 | 170.00 | 158.30 | 6.93 | 48.08 | 4.38 |
| 株高(cm) | 190.00 | 354.00 | 281.11 | 30.12 | 907.32 | 10.71 |
| 穗位高(cm) | 50.00 | 161.00 | 100.02 | 20.70 | 428.60 | 20.70 |
| 茎粗(cm) | 1.07 | 2.41 | 1.64 | 0.18 | 0.03 | 10.98 |
| 叶片数 | 13.00 | 24.00 | 21.33 | 1.61 | 2.61 | 7.55 |
| 穗长(cm) | 10.54 | 24.88 | 18.37 | 1.99 | 3.95 | 10.83 |
| 穗粗(cm) | 3.49 | 5.74 | 4.73 | 0.32 | 0.10 | 6.77 |
| 轴粗(cm) | 1.85 | 3.51 | 2.64 | 0.22 | 0.05 | 8.33 |
| 秃尖长(cm) | 0 | 4.11 | 1.23 | 0.87 | 0.75 | 70.73 |
| 穗行数 | 10.00 | 22.00 | 15.98 | 2.01 | 4.03 | 12.58 |
| 行粒数 | 23.00 | 47.00 | 35.75 | 3.85 | 14.85 | 10.77 |
| 单穗重(g) | 94.50 | 328.50 | 189.76 | 35.96 | 1293.47 | 18.95 |
| 单穗粒重(g) | 74.10 | 251.40 | 157.77 | 30.62 | 937.43 | 19.41 |
| 百粒重(g) | 18.10 | 40.90 | 30.17 | 3.70 | 13.72 | 12.26 |
| 容重(g/L) | 619.00 | 898.00 | 756.06 | 50.04 | 2504.34 | 6.62 |
| 含水量(%) | 7.30 | 12.70 | 9.28 | 0.72 | 0.52 | 7.76 |
| 产量(kg/667m ²) | 102.60 | 1515.15 | 712.24 | 236.48 | 55921.73 | 33.20 |

由图1可知,61份玉米组合的粒型可分为硬粒型、半马齿型和马齿型。其中马齿型的杂交组合份数占比最多,为83.61%;其次为半马齿型,占比14.75%;硬粒型占比最小,为1.64%。粒色可分为黄色、橙色和红色,黄色占比最大,为90.16%;其次为橙色,占比8.20%;红色占比最小,为1.64%。说明此次供试杂交组合籽粒以马齿型、黄色为主。

2.2 主成分分析 由表3、表4可知,当特征值>1

时,主成分分析最终提取出5个主成分,其累积贡献率为65.354%。不同主成分中各性状的载荷值表明了该指标在不同主成分下的衡量程度,在第1主成分中,单穗重、单穗粒重、株高、穗位高、生育期具有较大的载荷值,是玉米杂交组合数量性状的综合反映;第2主成分中,穗行数、叶片数、生育期具有较大的载荷值,这一主成分可称为生育期、穗行数和叶片数因子;第3主成分中,容重、含水量具有较大的载

荷值,可称第3主成分为容重与含水量因子;第4主成分中,穗行数、产量具有较高的载荷值,这一主成分可称为穗行数与产量因子;第5主成分中,秃尖长、百粒重、含水量具有较高的载荷值,这一主成分可称为秃尖长、百粒重和含水量因子。

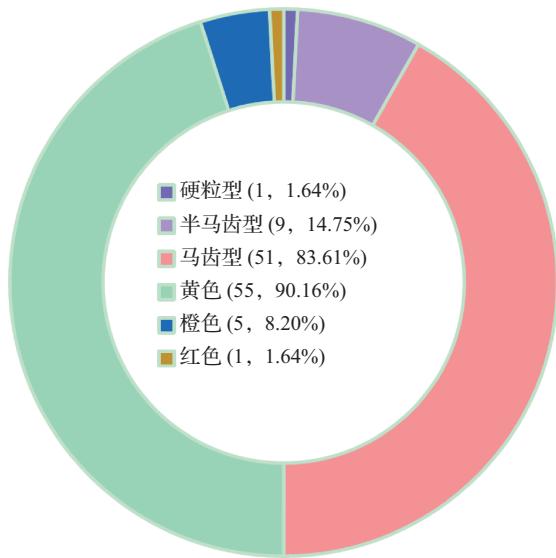


图1 61份玉米杂交组合的粒型和粒色

表3 解释的总方差

| 主因子 | 提取载荷平方和 | | |
|-----|---------|----------|----------|
| | 特征值 | 方差贡献率(%) | 累积贡献率(%) |
| 1 | 5.866 | 34.507 | 34.507 |
| 2 | 1.536 | 9.036 | 43.544 |
| 3 | 1.302 | 7.660 | 51.204 |
| 4 | 1.167 | 6.865 | 58.070 |
| 5 | 1.068 | 6.284 | 64.354 |
| 6 | 0.918 | 5.398 | 69.751 |
| 7 | 0.851 | 5.006 | 74.757 |
| 8 | 0.790 | 4.649 | 79.406 |
| 9 | 0.660 | 3.884 | 83.290 |
| 10 | 0.568 | 3.338 | 86.628 |
| 11 | 0.490 | 2.885 | 89.513 |
| 12 | 0.441 | 2.596 | 92.109 |
| 13 | 0.349 | 2.051 | 94.160 |
| 14 | 0.313 | 1.841 | 96.002 |
| 15 | 0.289 | 1.700 | 97.701 |
| 16 | 0.242 | 1.425 | 99.126 |
| 17 | 0.149 | 0.874 | 100 |

表4 旋转后主成分矩阵

| 性状 | 主成分 | | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 穗长 | 0.650 | -0.137 | 0.032 | -0.083 | 0.092 |
| 穗行数 | 0.158 | 0.562 | 0.138 | 0.572 | 0.071 |
| 穗粗 | 0.659 | -0.016 | -0.181 | 0.296 | 0.215 |
| 单穗重 | 0.770 | -0.062 | 0.084 | 0.247 | 0.015 |
| 秃尖长 | -0.323 | 0.188 | -0.536 | -0.014 | 0.465 |
| 容重 | -0.011 | -0.567 | 0.468 | 0.144 | 0.301 |
| 行粒数 | 0.642 | -0.128 | 0.116 | -0.205 | -0.426 |
| 百粒重 | 0.576 | -0.436 | -0.143 | -0.182 | 0.401 |
| 轴粗 | 0.453 | -0.388 | -0.527 | 0.044 | 0.011 |
| 含水量 | 0.233 | 0.071 | 0.633 | -0.169 | 0.416 |
| 单穗粒重 | 0.785 | -0.264 | -0.005 | 0.163 | -0.163 |
| 株高 | 0.785 | 0.181 | -0.030 | -0.269 | -0.042 |
| 穗位高 | 0.776 | 0.174 | -0.092 | -0.224 | 0.001 |
| 叶片数 | 0.651 | 0.347 | 0.079 | 0.013 | 0.107 |
| 茎粗 | 0.363 | 0.285 | 0.061 | -0.481 | -0.106 |
| 生育期 | 0.736 | 0.365 | -0.064 | 0.006 | 0.230 |
| 产量 | 0.594 | -0.105 | 0.026 | 0.420 | -0.286 |

2.3 聚类分析 如图2所示,当欧氏距离等于10时,61份玉米杂交组合可分为4大类。第1类包括Y05、Y06,这一类杂交组合生育期较短,株高和穗位高较低,株型紧凑,穗较短而秃尖较长,产量低,可以作为宜机收早熟品系,也可在进一步测定其籽粒品质后,决定是否作为鲜食玉米,或在冷凉地区进行试验后利用。第2类包括Y01、Y08、Y24、Y09、Y11、Y02、Y04、Y56、Y07、Y22、Y03,这一类杂交组合生育期短,株高和穗位高低,单穗粒重和容重小,穗较短、较细,行粒数偏小,丰产性较差,可作为早熟品系在多雨冷凉地区进行试验后利用。第3类包括Y29、Y39、Y47、Y12、Y51、Y43、Y59、Y60、Y20、Y52、Y16、Y45、Y49、Y13、Y23、Y28、Y40、Y31、Y58、Y19、Y50,这一类杂交组合生育期适中,株高和穗位高较高,茎较粗,单穗粒重较重,行粒数较多,穗较长,可作丰产性中熟品系,同时从株高、穗位高、茎粗等指标来看,也可作青贮品系,所以第3类杂交组合可作为丰产中熟粮饲兼用型玉米品系。第4类包括Y33、Y36、Y32、Y48、Y53、Y54、Y34、Y41、Y37、Y10、Y15、Y27、Y17、Y44、Y55、Y46、Y61、Y25、Y35、Y26、Y57、Y38、Y14、Y30、Y42、Y21、

Y18,这一类杂交组合生育期较长,株高较高,百粒重较重,穗长、穗粗和单穗粒重适中,容重较重,行粒数适中,可作为有潜力的丰产稳产型中晚熟玉米品系。

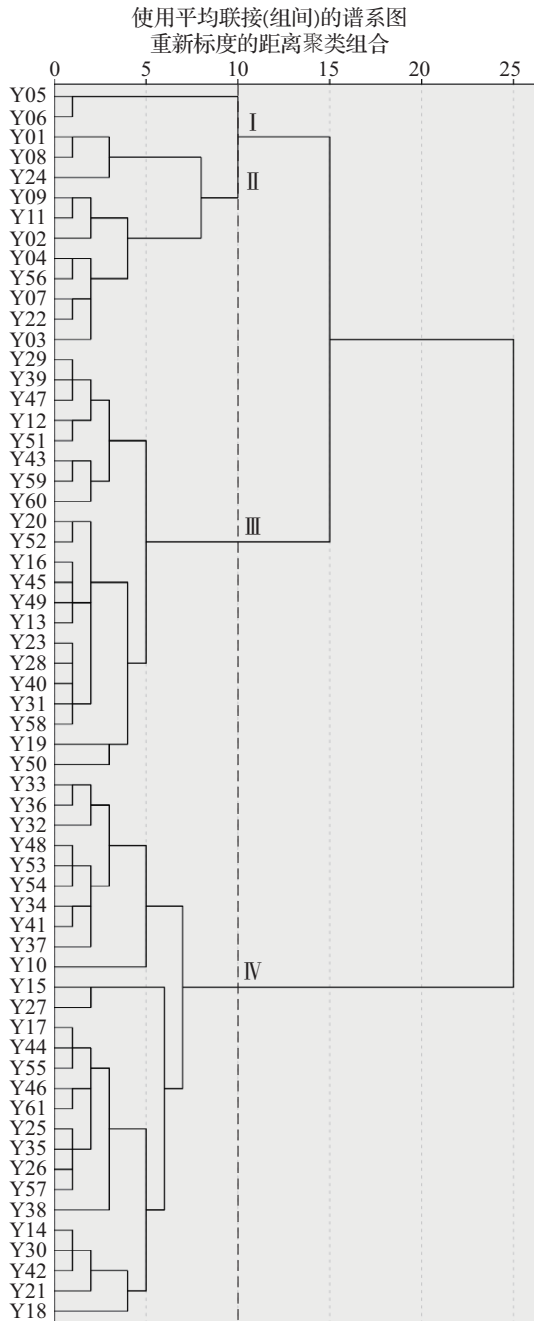


图2 基于18个农艺性状及产量的聚类分析

3 讨论

在品种选育过程中,育种者应综合考虑市场需求、当地气候地理条件、育种目标等多个因素,进行精准选育。由于市场需求和当地气候地理条件不同,所以优先考虑的性状会有所差异。如黄淮地区以抗

倒、抗病、耐密为主要目标,则应注重株高适中,茎粗、富有弹性的品种。在甘肃等西北地区,目前仍以丰产、抗病为主要目标,则应选择单穗重较高、穗粗较粗、株高较高的品种,但也要考虑农民的喜好,株高和穗位过高或过低,都会在生产中造成诸多不便。育种目标不同时,优先考虑的农艺性状也不同。如在选育粮饲兼用、青贮、鲜食、机收、加工等类型的玉米时,除了需注重单穗重、穗粗和株高,侧重点还要有所不同,宜机收应偏重株高、穗位高、抗倒伏等性状,鲜食玉米则偏重果穗整齐度、外观和口感等。本试验中61份杂交玉米组合经聚类分析,可分为不同类型的玉米品系,根据其类型特点可分类推荐参加下一轮区域试验,在今后进行针对性品种推广。

青贮玉米是世界公认的优质饲草,具有生物产量高、汁水丰富、适口性好、营养全面等特点^[5]。近两年,随着国际形势急剧变化,国家对粮食安全问题又提出了新的要求,在稳定粮食播种面积和产量的基础上,鼓励发展青贮玉米。粮饲通用型玉米品种既可作为普通玉米品种收获籽粒,用作口粮或作为精饲料,又可作为青贮玉米品种收获全株,助力大规模畜牧业养殖^[6]。本试验中,H2233、H2245、H2255、H040、H2259、H2249、H2276、H2281、H2221、H2260、H2254、H2251、H2257、H043、H2224、H2232、H2246、H2235、H2272、H2270、H2258生育期适中,株高和穗位较高,茎较粗,单穗粒重较重,行粒数较多,穗较长,适合作为青贮饲料,经品种审定后可在甘肃合作、临夏等以畜牧业发展为主的、气候偏冷凉的地区及全国相似生态区作为粮饲兼用型玉米进行推广种植。

随着经济的发展,劳动力成本日益提高,土地流转制度的改变和生产机械化使得育种目标已由过去的晚熟稀植、高秆大穗转变为早熟耐密、抗逆性强、脱水快、籽粒含水量低、便于机械化操作^[7]。但目前甘肃省玉米的机械化收获还处于较低水平,主要原因为品种质量参差不齐,不能完全满足生产需要。在适宜机械化的玉米品种选育过程中,应特别注意降低籽粒含水量,玉米籽粒完全成熟收获时的最适含水量为23%左右,机械化收获应在籽粒含水量在15%以下时进行。研究发现,大麦籽粒含水量与破碎率、杂质率呈极显著正相关,在一定范围内,随着籽粒含水量的增加,破碎率和杂质率也相应

增加^[8],说明较低的籽粒含水量有利于提高机收质量。此外,玉米品种类型、倒伏情况、产量水平、种植密度、植株株高、穗位高度、株行距配置以及收获机具、收割速度等因素均会影响籽粒机械化收获的质量^[9]。本研究中,H026、H027成熟早、株型紧凑、抗倒伏且收获时籽粒含水量低、脱水较快,品种审定后可作为机收型玉米在甘肃及同类生态区域推广。

甘肃省玉米品种育种过程中,还应注重叶片、花期、百粒重、容重等指标。在叶片的选择上,应偏重父母本叶片的数量,以此判断花期是否相遇,是否易于制种等;百粒重越高则烘干越慢;尺寸均匀的大颗粒玉米在加工时玉米糝的出品率更高;角质(硬)胚乳含量越高的玉米特色品种,其籽粒重量通常也越大。GB 1353—2018《玉米》中规定,容重和不完善粒是收购玉米过程中的定等指标,生产品质等级较高的玉米品种,较为注重容重指标。目前,甘肃省玉米育种种质资源较为匮乏,先进的育种手段尚待普及。

本研究利用遗传多样性分析、聚类分析、主成分分析等多种分析手段,对杂交组合连续2年在甘肃省不同试验点种植的农艺性状表现进行了分析,筛选出了4种类型的优势潜力组合,为下一步推荐进入区域试验提供了科学、准确的依据,分析方法简单、便捷、高效,适宜目前甘肃省以传统育种为主要手段的玉米育种实际。但是,本试验还存在尚待完善之处。一是未进行营养品质、加工品质、商业品质的鉴定,粗蛋白、粗脂肪含量等主要指标尚不明确,需进行进一步检测后再确定是否以加工型玉米进行推荐。二是适宜种植密度需深入探究,适宜的种植密度是调控群体结构的关键,合理密植是玉米优质高效生产的重要措施^[10-11],下一步应对机收类型的玉米品种的耐密性进行试验研究。三是可针对玉米的青贮生产与利用进行研究,目前已有机械设备可实现玉米收获时不同植株部位的分馏,让玉米成为现今可根据植株不同部位生产多种类型青贮饲料的唯一作物^[12],下一步应针对穗上部青贮、穗下部青贮、全株青贮进行深入研究。

4 结论

本研究以61个玉米杂交组合为研究材料,对

其农艺性状进行遗传多样性分析、相关性分析、主成分分析和聚类分析,结果表明61份杂交组合遗传多样性较为丰富,品系类型多样,可将其分为21份丰产中熟粮饲兼用型品系、27份丰产稳产型中晚熟品系、11份早熟品系、2份宜机收早熟品系推荐参加下一轮区域试验。在实际育种过程中应根据育种目标,分别以株高、容重、穗长、穗粗、秃尖长、百粒重等其他性状为侧重点进行分类选育,可有效提高育种效率。

参考文献

- [1] 黄保. 我国玉米种业发展现状、挑战与展望. 种子科技, 2022, 40(21): 133-135
- [2] 李淑芳, 李鹤南, 刘晓冬, 张春宵, 刘学岩, 贾立辉, 李晓辉. 205份玉米种质资源表型性状遗传多样性分析及优异种质筛选. 玉米科学, 2023, 31(5): 1-10
- [3] 王艺焯, 李成, 康洪彪, 陈阳, 王光娟, 杨毅成, 苏二虎, 王瑞莲, 王志刚. 玉米种质资源抗旱性评价方法鉴评与抗旱资源筛选. 玉米科学, 2022, 30(6): 19-29
- [4] 王婷, 王铁兵, 王鹏, 冯志进, 金梓浩, 王芳, 王威, 彭去玲. 玉米种质资源对瘤黑粉病的抗性鉴定与遗传多样性分析. 玉米科学, 2022, 30(6): 30-38
- [5] 陈威, 许海良, 彭星星, 李豪远, 吴占清, 李雪松, 陈东旭, 梁旭东. 2022年河南省青贮玉米品种对比分析与筛选. 中国种业, 2024(1): 113-118
- [6] 周旭梅, 高旭东, 高洪敏, 郑君海. 8个粮饲兼用玉米新品种产量与主要农艺性状的相关分析及综合评价. 辽宁农业科学, 2024(3): 29-32
- [7] 刘旭, 景希强, 何晶, 赵文媛, 刘君, 刘俊, 李卉. 辽宁省玉米杂优模式分析及种质基础. 玉米科学, 2014, 22(1): 15-17, 22
- [8] 方伏荣, 董庆国, 张建平, 胡艳红, 柴玉梅, 张金汕, 金平. 新疆大麦产量及其构成因素的相关和通径分析. 新疆农业科学, 2013, 50(8): 1386-1391
- [9] 张士龙, 贺正华, 黄益勤. 湖北省夏玉米耐密植宜机收品种筛选与评价. 种子, 2021, 40(7): 90-98
- [10] 刘霞, 李宗新, 王庆成, 刘开昌. 种植密度对不同粒型玉米品种籽粒灌浆进程、产量及品种的影响. 玉米科学, 2007, 15(6): 75-78
- [11] 马俊峰, 洪德峰, 魏锋, 马毅, 卫晓轶, 张学舜, 王稼苜, 唐振海, 吴涛, 张玉红, 李栋. 宜机收玉米新品种新单65的特征特性. 耕作与栽培, 2022, 42(1): 91-93
- [12] 严旭, 吴子周, 左艳春, 王红林, 王强锋, 李杨, 寇晶, 杜周和. 玉米植株不同部位的青贮特征及其品质提升策略. 草地学报, 2023, 31(8): 2275-2286

(收稿日期: 2024-11-26)