

# CIMMYT 热带玉米种质在温带地区的改良利用

苏义臣, 苏桂华, 金明华\*

(吉林省农业科学院 玉米研究所, 吉林 公主岭 136100)

**摘要:** 在吉林省中部地区, 分析了 20 个玉米热带系与 8 个温带系间的 160 个温热组合的生育期、产量、植株形态特征和穗部性状。结果表明, 玉米热带系与合 344、四-287 等早熟温带系组合的后代, 其光敏感性降低明显, 尤其是熟期比较早的自交系, 反之作用较小; 在产量方面, 温热组合有一定的增产潜力, 相对来说旅大红骨同这批热带系的杂交优势最强, Lancaster 最弱; 在穗部性状、植株形态性状方面, 温热组合的穗部性状与对照差别明显, 不同温带系在组合中的作用有较大差异, 9046 能延长穗长, 吉 V022 能增加穗行数, Mo17 能增加行粒数, 四-287 能减小秃尖、增加百粒质量。

**关键词:** 玉米; 熟期; 光敏感性; 产量; CIMMYT

中图分类号: S513 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)07-0014-05

## Improvement and Application of Tropical Maize Germplasms from CIMMYT in Temperate Regions

SU Yi-chen, SU Gui-hua, JIN Ming-hua\*

(Institute of Maize, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** One hundred and sixty crosses between 20 tropical inbred lines and 8 temperate inbred lines of maize were used to study their growth periods, yield, plant morphological traits and ear characters in mid-region of Jilin province. The results indicated that the progenies of tropical lines with early-maturing temperate lines He 344 and four-287 etc. reduced in photoperiod sensitivity. The hybrids between tropical lines and temperate lines had a certain yield-increasing potential. Relatively, the tropical lines presented the strongest heterosis with line Lüdahonggu, and the weakest heterosis with line Lancaster in grain yield. In ear and plant characters, the tropical-temperate hybrids had great difference with CK, and the effect of different temperate lines in crosses was very different. For example, line 9046 increased the ear length, line Mo17 increased the kernel number per row, and line four-287 decreased the barren tip and increased the kernel weight.

**Key words:** maize; mature stage; photoperiod sensitivity; yield; CIMMYT

现阶段我国玉米种质资源狭窄, 优质、抗逆、高配合力和适应性广的新种质严重匮乏, 造成选育丰产、高效的突破性品种困难加大, 同时, 遗传基础狭窄加大了遗传的脆弱性, 解决这一问题的关键就是对种质资源进行扩增、改良、创新。

热带、亚热带玉米长期处于低纬度短日照地区, 在不同的海拔高度, 经过长期的自然和人工选

择, 形成了丰富的遗传多样性。具有许多温带种质所不具备的优良性状, 如耐旱、耐湿、生长旺盛、根系发达、抗倒抗病虫性强和保绿度好等<sup>[1-3]</sup>, 且同温带种质交流少, 遗传差异大。早在上个世纪初美国学者曾建议用拉美种质作为新的种质资源提高玉米产量和抗病能力。先锋公司 William Brown 在上个世纪 40—50 年代开始对加勒比海地

收稿日期: 2013-05-13

基金项目: 农业部“948”项目(2011-G1(3)-21); 吉林省科技发展计划项目(20110201); 吉林省现代农业产业技术体系建设项目; 吉林省科技发展计划项目—不同类型抗逆稳产春玉米新品种筛选与示范

作者简介: 苏义臣(1977-), 男, 吉林白山人, 副研究员, 硕士, 主要从事玉米品种评价及种质创新研究。

E-mail: suliul111@163.com

\* 通讯作者: 金明华(1961-), 女(朝鲜族), 吉林公主岭人, 研究员, 博士, 主要从事玉米品种评价及种质创新研究。

E-mail: ymjinh@163.com

区种质进行改良,目前推广的含有热带种质的杂交种占美国玉米种植面积的 10%<sup>[4]</sup>。美国的玉米种质改良研究计划(US-GEM)、拉美玉米计划(LAMP)、墨西哥国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)的育种研究方案,均强调了对热带亚热带种质资源的研究,并提出了 2 种应用方法,一种是将潜力较大的优秀种质资源逐渐应用到温带玉米育种中,另一种是温热种质杂种优势利用模式<sup>[5]</sup>。我国在 20 世纪 80 年代初开展了热带、亚热带玉米种质的导入利用研究,从墨西哥、泰国等引进热带和亚热带材料,先后选育出沈 118、S37、81565 等优秀自交系。育种实践表明,改良、利用热带亚热带玉米种质是拓宽温带玉米种质基础、丰富遗传多样性、提高配合力的有效途径之一<sup>[6-7]</sup>。但有关不同温

带种质对热带种质改良效果的研究报道较少,限制了热带种质的有效利用,为此,以中国温带不同血缘骨干自交系和热带自交系为材料,对其杂种优势模式及利用潜力进行了研究,以期为热带玉米种质资源的利用提供参考依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

在海南以 8 个温带玉米骨干系为母本,20 个 CIMMYT 热带玉米材料为父本,配制 160 个组合。以吉单 261、平全 13、农大 364 为对照。8 个温带系分别是 Reid: K10、9046、吉 V022;塘四平头:四-287、吉 853;Lancaster: Mo17、合 344;旅大红骨:丹 340。供试材料的具体来源见表 1。

表 1 材料来源

| 热带材料   |            |        |              | 温带系    |                 | 对照          |
|--------|------------|--------|--------------|--------|-----------------|-------------|
| 名称     | 来源         | 名称     | 来源           | 名称     | 来源              | 名称          |
| CML181 | 南非热带 QPM   | CML401 | 墨西哥热带白胚乳晚熟   | 合 344  | 五霜×Mo17BC       | 吉单 261(CK1) |
| CML257 | 墨西哥热带黄粒马齿  | CML402 | 墨西哥热带白胚乳晚熟   | K10    | 5003×长 3        | 平全 13(CK2)  |
| CML261 | 墨西哥热带黄粒马齿  | CML411 | 墨西哥热带黄胚乳晚熟   | 四-287  | 444×255(金 03)   | 农大 364(CK3) |
| CML271 | 墨西哥热带黄粒马齿  | CML414 | 墨西哥热带黄胚乳晚熟   | 吉 V022 | 欧洲杂种 Volga      |             |
| CML282 | 墨西哥热带黄粒马齿  | CML415 | 墨西哥热带黄胚乳晚熟   | Mo17   | 182-7×C103      |             |
| CML289 | 墨西哥热带黄粒马齿  | CML416 | 墨西哥热带白胚乳早熟   | 吉 853  | 330×黄早 4        |             |
| CML295 | 墨西哥热带黄粒马齿  | CML421 | 墨西哥黄热带胚乳早熟   | 9046   | 7922×5003       |             |
| CML300 | 墨西哥热带黄粒马齿  | CML423 | 墨西哥黄热带胚乳早熟   | 丹 340  | 旅 9 宽×有稃玉米 C060 |             |
| CML388 | 津巴布韦中海拔白胚乳 | CML372 | 墨西哥亚热带白胚乳中晚熟 |        |                 |             |
| CML395 | 津巴布韦中海拔白胚乳 | CML378 | 墨西哥亚热带白胚乳中晚熟 |        |                 |             |

### 1.2 田间设计及性状调查

试验按 NC II 遗传交配设计,共计 160 个组合,重复 3 次,2 行区,5 m 行长,行距 0.65 m,施肥及田间管理同大田。

调查项目包括抽丝期、抽雄期、株高、穗位、雄穗一级分支数、棒三叶各叶叶长、叶宽、穗行数、行粒数、秃尖长、百粒质量、产量。

## 2 结果与分析

### 2.1 玉米不同材料组合生育期性状分析

本次试验利用的 20 个热带系在吉林省基本不

能正常散粉、抽丝,但通过与温带系杂交后,多数组合可以在吉林省正常开花结实,但不同父本组合间差异较大(表 2、表 3),如 CML181 等 8 个热带系的组合在 7 月 31 日前全部正常抽丝、散粉,且散粉一抽丝期(ASI)不超过 2 d,而 CML257、CML401 的组合仅有 25.0%在 7 月 31 日前全部正常抽丝、散粉,且平均 ASI 超过 6 d。

另外,不同母本组合在 7 月 31 日前抽丝的比例差别明显,说明温带材料之间在改善热带材料光敏感性方面有较大差别(表 2、表 3)。如吉 V022、合 344、四-287、K10 的组合近 80%可以在 7 月 31 日前抽丝

表 2 玉米不同材料组合在 7 月 31 日前抽丝的比例

| 组合(同一父本) | 比例/% | 组合(同一母本) | 比例/%  | 组合(同一母本) | 比例/% |
|----------|------|----------|-------|----------|------|
| 吉 V022   | 94.4 | CML181   | 100.0 | CML289   | 75.0 |
| 合 344    | 89.5 | CML282   | 100.0 | CML414   | 75.0 |
| 四-287    | 78.9 | CML295   | 100.0 | CML395   | 71.4 |
| K10      | 78.9 | CML300   | 100.0 | CML271   | 66.7 |
| Mo17     | 57.9 | CML411   | 100.0 | CML378   | 62.5 |
| 9046     | 50.0 | CML415   | 100.0 | CML402   | 37.5 |
| 丹 340    | 42.1 | CML421   | 100.0 | CML416   | 37.5 |
| 吉 853    | 40.0 | CML423   | 100.0 | CML372   | 37.5 |
|          |      | CML261   | 85.7  | CML257   | 25.0 |
|          |      | CML388   | 85.7  | CML401   | 25.0 |

且雌雄协调,ASI 不超过 3d,Mo17、9046 只有不到 60%的组合在 7 月 31 日前抽丝,且 ASI 增至 4 d,

丹 340、吉 853 表现最差,只有 40%左右的组合在 7 月 31 日前抽丝,ASI 高达 6 d。

表 3 不同供试材料雌雄平均间隔时间

| 温带系(同一父本) | 平均雌雄间隔期 | 热带材料(同一母本) | 平均雌雄间隔期 | 热带材料(同一母本) | 平均雌雄间隔期 |
|-----------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 合 344     | 2       | CML181     | 1       | CML261     | 4       |
| 吉 V022    | 2       | CML295     | 1       | CML395     | 4       |
| 四-287     | 2       | CML300     | 1       | CML416     | 4       |
| K10       | 3       | CML411     | 1       | CML271     | 5       |
| 9046      | 4       | CML282     | 2       | CML388     | 5       |
| Mo17      | 4       | CML414     | 2       | CML401     | 6       |
| 吉 853     | 6       | CML415     | 2       | CML402     | 6       |
| 丹 340     | 6       | CML421     | 2       | CML372     | 7       |
|           |         | CML423     | 2       | CML378     | 7       |
|           |         | CML289     | 3       | CML257     | 8       |

总体来说,与早熟温带系(如合 344、四-287 等)组合的后代光敏感性明显降低,反之作用较小。在今后的热带资源利用过程中,可以利用温带早熟自交系来改良其光敏感性,然后对其他性状进行深入研究。在改良过程中,不同热带系的光敏感性也有明显不同,选择 CML181、CML282、CML295 等光敏感性弱的热带系,将在今后的改良中起到事半功倍的效果。

## 2.2 玉米不同材料组合丰产性分析

在参试的 160 个温热组合中,有 12 个组合光温反应敏感没有结实,另外 148 个组合的平均产量 3 523.1 kg/hm<sup>2</sup>,共有 25 个组合产量高于对照农大 364(5 213.3 kg/hm<sup>2</sup>)(表 4),有 4 个参试组合产量均高于 3 个对照,说明温热组合在温带地区有一定的增产潜力,如 CML181、CML282、CML414 等材料,可以作为育种材料进一步加以利用。

表 4 玉米不同材料组合的产量表现

| 组合            | 产量/(kg/hm <sup>2</sup> ) | 位次 | 组合            | 产量/(kg/hm <sup>2</sup> ) | 位次 |
|---------------|--------------------------|----|---------------|--------------------------|----|
| CML295×丹 340  | 8 853.3                  | 1  | CML300×丹 340  | 5 853.3                  | 15 |
| CML181×吉 V022 | 8 253.3                  | 2  | CML282×吉 V022 | 5 840.0                  | 16 |
| CML423×吉 V022 | 8 226.7                  | 3  | CML414×丹 340  | 5 640.0                  | 17 |
| CML415×丹 340  | 7 760.0                  | 4  | CML415×吉 853  | 5 626.7                  | 18 |
| 平全 13(CK2)    | 7 000.0                  | 5  | CML414×Mo17   | 5 560.0                  | 19 |
| CML421×四-287  | 6 720.0                  | 6  | 吉单 261(CK1)   | 5 533.3                  | 20 |
| CML181×9046   | 6 573.3                  | 7  | CML257×合 344  | 5 506.7                  | 21 |
| CML411×吉 853  | 6 360.0                  | 8  | CML261×K10    | 5 480.0                  | 22 |
| CML414×吉 V022 | 6 306.7                  | 9  | CML411×K10    | 5 466.7                  | 23 |
| CML282×丹 340  | 6 133.3                  | 10 | CML289×合 344  | 5 420.0                  | 24 |
| CML423×吉 853  | 6 133.3                  | 11 | CML261×四-287  | 5 333.3                  | 25 |
| CML181×Mo17   | 5 893.3                  | 12 | CML289×9046   | 5 280.0                  | 26 |
| CML300×9046   | 5 893.3                  | 13 | CML372×吉 V022 | 5 280.0                  | 27 |
| CML282×9046   | 5 853.3                  | 14 | 农大 364(CK3)   | 5 213.3                  | 28 |

在增产的 25 个组合中,旅大红骨组合的平均产量最高(表 5),达 6 848.0 kg/hm<sup>2</sup>,依次是 Reid 组合、塘四平头组合、Lancaster 组合,说明旅大红骨同这批热带系的杂交优势最强,Lancaster 最弱。

表 5 比对照增产组合的平均产量 kg/hm<sup>2</sup>

| 组合           | 平均产量    | 变幅              |
|--------------|---------|-----------------|
| 旅大红骨组合       | 6 848.0 | 5 640.0~8 853.3 |
| Reid 组合      | 6 223.0 | 5 280.0~8 253.3 |
| 塘四平头组合       | 6 035.0 | 5 333.3~6 360.0 |
| Lancaster 组合 | 5 595.0 | 5 506.7~5 560.0 |

从上述结果可以看出,温热组合有一定的增产潜力,但不同热带系、温带系之间配合力有较大差异,在今后的改良过程中,应该通过产量的表现,结合血缘的远近,有针对地改良。

## 2.3 玉米不同材料组合穗部性状分析

从表 6 可以看出,温热组合的穗长、穗行数、行粒数、百粒质量的平均值比对照小,秃尖比对照长,但它们的变幅比对照大,说明继续改良,可以从中选出穗部性状优良的材料。

表 6 玉米温热组合及对照穗部性状的平均值

| 组合   | 项目 | 穗长/cm     | 穗行数/行     | 行粒数/粒     | 秃尖长/cm  | 百粒质量/g    |
|------|----|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|
| 温热组合 | 平均 | 20.3      | 14.8      | 37.0      | 1.3     | 37.0      |
|      | 幅度 | 8.5~28.3  | 10.4~18.6 | 13.0~52.6 | 0.0~6.5 | 18.7~50.7 |
| CK   | 平均 | 22.9      | 16.1      | 46.9      | 0.3     | 38.7      |
|      | 幅度 | 21.3~23.7 | 15.0~16.7 | 45.0~49.3 | 0.2~0.4 | 35.3~42.0 |

从表 7 可以看出,不同父本组合其穗部性状的差异也较大,相对来说,9046 组合穗长平均值最大,为 22.4 cm。吉 V022 组合穗行数平均值最大,为

17.0 行。Mo17 组合行粒数平均值最大,为 40.2 粒。四-287 组合秃尖平均值最小、百粒质量平均值最大,分别为 0.7 cm、40.1 g。

表 7 玉米不同父本组合穗部性状的平均值

| 杂交种       | 穗长/cm | 穗行数/行 | 行粒数/粒 | 秃尖长/cm | 百粒质量/g |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 合 344 组合  | 20.4  | 14.2  | 37.4  | 1.1    | 38.0   |
| 吉 V022 组合 | 20.5  | 17.0  | 38.2  | 1.9    | 36.7   |
| Mo17 组合   | 21.8  | 13.8  | 40.2  | 1.3    | 35.8   |
| K10 组合    | 19.4  | 14.4  | 35.6  | 1.4    | 38.9   |
| 9046 组合   | 22.4  | 15.1  | 37.8  | 2.2    | 36.3   |
| 丹 340 组合  | 20.7  | 16.2  | 38.5  | 1.3    | 33.9   |
| 四-287 组合  | 18.7  | 13.9  | 35.0  | 0.7    | 40.1   |

从上述数据可以看出,虽然温热组合的穗部性状劣于对照,但一些温带系仍能对一些性状起到调节作用,如 9046 能延长穗长,吉 V022 能增加行数,Mo17 能增加行粒数,四-287 能减小秃尖长、增加百粒质量。

#### 2.4 玉米不同材料组合形态性状分析

从表 8 可以看出,温热组合的株高、穗位高、雄穗分支数、叶片数、茎粗、棒三叶面积的平均值均明显高于对照平均值,尤其是雄穗分支数接近对照的

2 倍。除雄穗分支数外,其他值的变动幅度均比对照大,说明温热组合的植株繁茂。

对父本分析表明,合 344 组合株高、穗位高、叶片数的平均值最低(表 9),吉 V022 组合的雄穗分支数最低,K10、Mo17、吉 853 组合的茎粗最小,K10 组合的棒三叶叶面积最小。统计不同父本优于对照形态性状的个数(表 10),顺序依次是合 344 组合 > K10 组合 > Mo17 组合 > 吉 V022 组合 > 四-287 组合 > 9046 组合 > 853 组合 > 丹 340 组合。

表 8 玉米温热组合及对照形态性状的平均值

| 组合   | 株高/cm | 穗位高/cm  | 雄穗分支数/个 | 叶片数/个 | 茎粗/cm | 叶面积/cm <sup>2</sup> |
|------|-------|---------|---------|-------|-------|---------------------|
| 温热组合 | 平均    | 330     | 27      | 23    | 3.1   | 4 224.9             |
|      | 幅度    | 242~390 | 99~210  | 13~45 | 17~30 | 2.4~3.9             |
| CK   | 平均    | 297     | 14      | 21    | 2.7   | 3 841.7             |
|      | 幅度    | 278~323 | 111~139 | 10~18 | 21~22 | 2.7~2.8             |

表 9 玉米不同父本组合形态性状的平均值

| 杂交种       | 株高/cm | 穗位高/cm | 雄穗分支数/个 | 叶片数/个 | 茎粗/cm | 叶面积/cm <sup>2</sup> |
|-----------|-------|--------|---------|-------|-------|---------------------|
| 合 344 组合  | 305.8 | 125.3  | 23.3    | 21.4  | 3.1   | 4 537.5             |
| K10 组合    | 321.4 | 139.6  | 27.9    | 22.0  | 2.9   | 3 876.5             |
| 四-287 组合  | 338.7 | 154.9  | 23.8    | 23.2  | 3.0   | 4 335.4             |
| Mo17 组合   | 319.8 | 145.2  | 24.1    | 22.4  | 2.9   | 4 009.5             |
| 吉 V022 组合 | 337.0 | 154.3  | 20.7    | 22.1  | 3.1   | 4 420.2             |
| 吉 853 组合  | 340.2 | 162.1  | 33.9    | 25.5  | 2.9   | 4 117.4             |
| 9046 组合   | 331.6 | 150.3  | 27.2    | 23.9  | 3.2   | 4 245.3             |
| 丹 340 组合  | 342.1 | 170.9  | 34.9    | 26.0  | 3.4   | 4 305.6             |

表 10 玉米温热组合各形态性状优于对照的个数

| 杂交种       | 株高低于对照平均值/个 | 穗位高低于对照平均值/个 | 雄穗分支数最少的 20 份组合/个 | 叶片数低于对照平均值/个 | 茎粗低于对照平均值/个 | 棒三叶面积低于对照平均值/个 | 合计/个 |
|-----------|-------------|--------------|-------------------|--------------|-------------|----------------|------|
| 合 344 组合  | 6           | 8            | 3                 | 7            | 0           | 6              | 30   |
| K10 组合    | 6           | 5            | 1                 | 5            | 4           | 7              | 28   |
| 四-287 组合  | 2           | 2            | 3                 | 2            | 1           | 1              | 11   |
| 吉 V022 组合 | 1           | 1            | 8                 | 5            | 0           | 3              | 18   |
| Mo17 组合   | 3           | 1            | 3                 | 4            | 3           | 6              | 20   |
| 853 组合    | 0           | 0            | 0                 | 0            | 3           | 4              | 7    |
| 9046 组合   | 2           | 2            | 1                 | 1            | 1           | 3              | 10   |
| 丹 340 组合  | 1           | 0            | 0                 | 0            | 0           | 4              | 5    |
| 合计        | 21          | 19           | 19                | 24           | 12          | 34             |      |

综合来看,合 344、K10 对热带种植外部形态特征的改良效果较明显,尤其是合 344,既能明显减小植株形态特征,又没有降低茎粗。

### 3 结论与讨论

引进 CIMMYT 热带、亚热带种质,并对其进行鉴定、改良,是拓宽我国玉米种质的一条重要途径。刘代惠等<sup>[6]</sup>认为,热带、亚热带玉米种质改良途径和方法有:①充分鉴定,②混合选择法,③热带、亚热带种质与温带种质的互导,④构建温热复合群体,进行相互轮回选择。陈彦惠等<sup>[5]</sup>分析热带、亚热带自交系与中国温带玉米种质杂交种,总结温热组合在温带地区生长的特点,指出温热组合有一定的增产潜力,温带材料对杂交种的不同性状有一定的调节作用。

本研究利用热带、亚热带种质与温带种质互导的方法,对 CIMMYT 种质进行改良,并对其杂交后代进行综合分析。结果表明:利用早熟温带系对热带种质改良,其光敏感性明显降低,这同陈彦惠等<sup>[5]</sup>的温带种质早熟性对外来的热带种质晚熟性表现为显性或部分显性一致;部分温热组合产量高于对照,说明温热组合有一定的增产潜力,相对来说旅大红骨同热带系的杂交优势最强,这同樊荣峰等<sup>[8]</sup>认为的 CIMMYT×丹 340 杂种优势模式在温带育种中具有重要的应用价值一致;热带种质在穗部性状、形

态性状方面表现较劣,但合 344、四-287、9046 等温带系能对其株型、穗行数等起到一定的改良作用。

综合来看,温热组合材料有一定的增产潜力,但光敏感性、植株形态、穗部性状等都存在一定缺陷,在今后的改良过程中,应针对不同组合的优缺点,逐步解决育种中存在的实际问题,加快优良基因的重组,推动育种材料的更新。

#### 参考文献:

- [1] 李维岳,才卓,赵化春. 吉林玉米[M]. 长春:吉林科学技术出版社,2000.
- [2] 董海河. 玉米种质资源与种质创新研究的现状[J]. 天津农业科学,2005,11(2):25-27.
- [3] 李新海,李明顺,袁力行,等. 热带亚热带玉米种质的研究与利用[J]. 中国农业科学,2000,33(增):20-26.
- [4] 王侠理. 用热带、亚热带种质资源拓宽我国玉米遗传基础[J]. 安徽农业科学,2005,33(4):731,742.
- [5] 陈彦惠,王利明,戴景瑞. 热带、亚热带自交系与中国温带玉米种质杂交种的研究[J]. 中国农业大学学报,2000,5(1):50-57.
- [6] 刘代惠,李钟,蒲全波,等. 热带、亚热带玉米种质的改良利用[J]. 玉米科学,2009,17(2):53-55.
- [7] 王晓娟. 热带亚热带玉米种质的研究与利用进展[J]. 种业论坛,2005(6):13-15.
- [8] 樊荣峰,王建林,张宝石. 几个热带玉米种质与温带测验种杂交的配合力分析[J]. 作物杂志,2008(2):26-29.