

## 10份 CIMMYT 玉米自交系的育种潜势分析

张华, 税红霞, 庞启华, 卢庭启, 蒋晓芳, 王秀全, 何丹 (四川省绵阳市农业科学研究院, 四川绵阳 621023)

**摘要** [目的] 探明 10 份 CIMMYT 玉米自交系在农艺、产量性状方面的配合力, 为绵阳骨干自交系的改良与玉米杂交种选育提供指导。[方法] 以绵阳农科院自育系绵 714、绵 723 及外引系 18599 为测验种, 采用 NCII 遗传交配设计配制 30 个杂交组合, 对 10 份 CIMMYT 玉米自交系的配合力进行分析。[结果] 10 份 CIMMYT 玉米自交系中, CML522、CLYN492 具有较高的单株产量一般配合力, 其效应值分别为 8.313 5、4.831 9。CML522、CLYN492 与 18599、绵 723 组配也表现出较好的特殊配合力, 其中 18599×CLYN492 的产量水平超过对照 11.34%, 绵 723×CML522 的产量水平超过对照 5.19%。[结论] CIMMYT 玉米自交系 CML522、CLYN492 在产量性状方面表现出较好的一般配合力, 具有较好的育种利用潜力, 可作为未来高产杂交种的选配模式。

**关键词** 玉米; 自交系; 一般配合力; 特殊配合力

**中图分类号** S513

**文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)09-0043-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.09.013

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Analysis of Combining Ability on 10 CIMMYT Maize Inbred Lines

ZHANG Hua, SHUI Hong-xia, PANG Qi-hua et al (Mianyang Academy of Agricultural Sciences, Mianyang, Sichuan 621023)

**Abstract** [Objective] To explore the combining ability of 10 CIMMYT inbred lines for application on maize breeding. [Method] MIAN714, MIAN723, 18599 were chose for tester which crossed with 10 CIMMYT inbred lines to used with incomplete diallel cross design. [Result] CML522 and CLYN492 showed better yield GCA, the GCA from CML522 and CLYN492 were 8.313 5 and 4.831 9, respectively. CLYN492 crossing 18599 had high SCA, the yield of 18599×CLYN492 increased by 11.3% comparing with CK, CML522 crossing MIAN723 had high SCA, the yield of MIAN723×CLYN492 increased by 5.19% compared with CK. [Conclusion] The lines of CML522 and CLYN492 with high GCA had good breeding potentiality, which could be used as the matching pattern for high-yield coeno-species in future.

**Key words** Maize; Inbred lines; GCA; SCA

玉米种质资源是选育玉米自交系、开展杂交种培育的物质基础, 热带、亚热带种质资源具有抗病抗逆性强、根系发达、品质优良等特点, 能够较好地适应我国热带和亚热带地区的生态环境, 是四川及西南地区玉米育种工作不可或缺的重要种质资源<sup>[1-3]</sup>。前人针对不同来源、不同类型的热带、亚热带种质开展了大量研究, 王安贵等<sup>[4]</sup>研究了 Suwan 种质选系与旅大红骨、瑞德等我国骨干种质的配合力和杂种优势情况, 认为 Suwan 种质遗传多样性丰富, 与旅大红骨、瑞德等种质具有较强的配合力效应, 可以作为西南地区重点利用的杂种优势模式; 王永学等<sup>[4]</sup>对 5 个含热带血缘的玉米自交系进行了杂种优势和配合力效应分析, 认为热带种质与国内的旅大红骨、塘四平头群有较强杂种优势, 同时具有抗病抗逆性强、叶片功能期长等特点, 能够有效拓宽当前我国种质资源的遗传基础。田树云等<sup>[5]</sup>对 12 个泰国玉米群体的配合力效应及杂优类群划分进行了研究, 结果显示 12 个泰国玉米群体与瑞德种质有较强的配合力, 与兰卡斯特、塘四平头种质配合力效应低, 其中 Q1、Q10、Q11 群体在广西的利用潜力较高; 沈建华等<sup>[7]</sup>运用分属 6 个不同杂种优势群的代表自交系, 对 7 个 Suwan 种质玉米自交系配合力及杂种优势模式进行分析, 结果显示西南地区玉米育种可以重点利用 Suwan 种质×Reid 种质、Suwan 种质×旅大红种质模式进行杂交种组配; 郭向阳等<sup>[8]</sup>研究了 Suwan 种质、Tuxpeno 种质选系的配合力, 认为运用温带种质如 Lancaster 种质、Reid 种质改良热带亚热带种质的方法是可行的, 既保留了热带亚热带种质的抗

性, 又保持了与其他温带种质群体的杂种优势。为提升育种材料的抗病抗逆性, 丰富种质资源的遗传基础, 近年来绵阳市农科院相继从 CIMMYT 引进 50 余份热带、亚热带自交系, 经鉴定其中 10 份自交系能农艺学性状优良, 能较好适应绵阳地区生态环境, 可能具有一定的利用潜力。鉴于此, 笔者以 10 份 CIMMYT 玉米自交系为供试材料, 采用不完全双列杂交设计, 对上述自交系在产量、农艺性状方面开展配合力分析, 以期对 10 份 CIMMYT 玉米自交系的利用、改良提供参考。

### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试材料为绵阳农科院通过四川省科技计划国际合作项目引进的 10 份 CIMMYT 玉米自交系和 3 份国内测验种(由绵阳市农业科学研究院提供), 供试材料的遗传背景或来源见表 1。

表 1 10 份 CIMMYT 自交系与 3 个国内测验种的遗传背景或来源  
Table 1 Genetic background of 10 CIMMYT inbred lines and 3 tester inbred lines

| 编号<br>Code | 名称<br>Name | 遗传背景<br>Genetic<br>background | 编号<br>Code | 名称<br>Name | 遗传背景<br>Genetic<br>background |
|------------|------------|-------------------------------|------------|------------|-------------------------------|
| 1          | CML522     | CIMMYT                        | 9          | CML491     | CIMMYT                        |
| 2          | CLYN488    | CIMMYT                        | 10         | CLYN492    | CIMMYT                        |
| 3          | CML323     | CIMMYT                        | 11         | 绵 714      | Suwan 种质选系                    |
| 4          | CLYN486    | CIMMYT                        | 12         | 绵 723      | 瑞德种质                          |
| 5          | CML206     | CIMMYT                        | 13         | 18599      | PB 种质                         |
| 6          | CML202     | CIMMYT                        |            |            |                               |
| 7          | CML494     | CIMMYT                        |            |            |                               |
| 8          | CML537     | CIMMYT                        |            |            |                               |

**1.2 试验方法** 2016 年冬, 以 3 个测验种为父本, 10 个

**基金项目** 四川省科技计划项目(17GJHZ0004)。

**作者简介** 张华(1982—), 男, 四川江油人, 高级农艺师, 博士, 从事玉米遗传育种工作。

**收稿日期** 2019-08-06; **修回日期** 2019-10-12

CIMMYT 自交系为母本,按照不完全双列杂交设计配制 30 个杂交组合;2017 年在绵阳市农业科学研究院松垭试验基地开展田间试验,随机机组设计,双行区,每行 14 株,3 次重复,密度 54 000 株/hm<sup>2</sup>,每小区取中间 20 株获取性状数据;以小区均数为单位,对 9 个性状进行方差分析,组合间差异显著的性状采用不完全双列杂交模型计算配合力。按照优势 (%) = (F<sub>1</sub>-CK)/CK × 100% 计算产量增幅,其中 F<sub>1</sub> 为组合单株产量平均值。CK 为对照,计算单株产量平均值。

表 2 玉米主要农艺性状方差分析比较(F 值)

Table 2 Comparison of variance analysis in main agronomic characters of maize

| 变异来源<br>Source of variation | 自由度<br>DF | 株高<br>Plant height | 穗位高<br>Ear height | 秃尖<br>Sterile length | 穗长<br>Ear length | 穗行数<br>Ear row number | 行粒数<br>Kernel per row | 单株产量<br>Yield per plant | 出籽率<br>Seed rate | 百粒重<br>100-kernel weight |
|-----------------------------|-----------|--------------------|-------------------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|
| 区组 Block                    | 2         | 0.763              | 0.432             | 0.932                | 24.580**         | 0.801                 | 0.057                 | 0.094                   | 0.061            | 7.070**                  |
| 组合 Comination               | 29        | 67.820**           | 413.850**         | 45.480**             | 53.780**         | 54.220**              | 17.116**              | 72.350**                | 11.620**         | 5.543**                  |
| 误差 Error                    | 58        | 12.068             | 1.032             | 0.013                | 0.064            | 0.080                 | 1.193                 | 0.004                   | 0.125            | 4.023                    |

注: \* 表示在 0.05 水平上差异显著, \*\* 表示在 0.01 水平上差异显著;误差为均方差

Note: \* and \*\* stand for the significant differences at 0.05 and 0.01 levels, respectively; the error was the mean square

## 2.2 配合力分析

2.2.1 配合力方差分析。对组合间差异显著的性状进行配合力方差分析(表 3)。结果表明,除母本的百粒重 GCA 外,

1.3 数据分析 采用 DPS 9.50 和 Excel 2013 软件进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

2.1 组合间差异显著性检验 以小区均数为单位,对 30 个组合的 9 个性状进行方差分析。从表 2 可以看出,区组间除穗长、百粒重差异显著外,其他性状区组间差异未达显著,说明多数性状受环境影响较小;组合间各性状差异均达极显著水平,说明各组合间存在真实的遗传差异。

其余性状的 GCA 在父本间、母本间的差异均达显著或极显著水平;9 个性状的 SCA 在组合间的差异均达到显著或极显著水平<sup>[9]</sup>。

表 3 差异显著性状的配合力方差分析

Table 3 Analysis of variance(F value) for combining ability

| 变异来源<br>Source of variation      | 自由度<br>DF | 株高<br>Plant height | 穗位高<br>Ear height | 秃尖<br>Sterile length | 穗长<br>Ear length | 穗行数<br>Ear row number | 行粒数<br>Kernel per row | 单株产量<br>Yield per plant | 出籽率<br>Seed rate | 百粒重<br>100-kernel weight |
|----------------------------------|-----------|--------------------|-------------------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|
| 父本 GCA Male parent GCA           | 2         | 0.123              | 2.003**           | 48.7463**            | 3.7470**         | 3.1916**              | 0.6138**              | 2.2786**                | 2.3510**         | 4.6735**                 |
| 母本 GCA Female parent GCA         | 9         | 0.785*             | 0.819**           | 1.1645**             | 1.7211**         | 2.4510**              | 1.6659**              | 0.8831*                 | 1.7352**         | 0.5664                   |
| 父本×母本 Male parent ×female parent | 28        | 77.710**           | 408.440**         | 10.4823**            | 38.0582**        | 33.8564**             | 14.4969**             | 68.7700**               | 8.7092**         | 4.9324**                 |

注: \* 表示在 0.05 水平上差异显著, \*\* 表示在 0.01 水平上差异显著;误差为均方差

Note: \* and \*\* stand for the significant differences at 0.05 and 0.01 levels, respectively; the error was the mean square

2.2.2 一般配合力分析。被测自交系的 9 个性状 GCA 相对效应值见表 4。由表 4 可知,3 个测验种中,单株产量 GCA 最高的是绵 723,其效应值为 6.143 9。10 个被测系中,单株产量配合力较高的自交系有 CML522、CML491、CLYN492,其效应值分别为 8.3135、4.6196、4.8319,说明利用它们可能组配出高

产组合;综合农艺性状、产量性状一般配合力效应值考虑,被测系 CML522 具有较好的育种利用价值,除秃尖性状有待改良外,其余性状一般配合力效应值均有利于优良玉米杂交种的组配;3 个测验种虽然都是审定品种的亲本,但是部分性状仍需继续改良,如自交系绵 714 的秃尖性状,绵 723 的行粒数性状。

表 4 测验种与被测系 9 个性状的 GCA 相对效应值比较

Table 4 Comparison of GCA effects of 9 agriculture practical characters from tester and inbred lines

| 亲本<br>Parent   | 株高<br>Plant height | 穗位高<br>Ear height | 秃尖<br>Sterile length | 穗长<br>Ear length | 穗行数<br>Ear row number | 行粒数<br>Kernel number per row | 单株产量<br>Yield per plant | 出籽率<br>Seed rate | 百粒重<br>100-kernel weight |
|----------------|--------------------|-------------------|----------------------|------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|
| 18599          | -0.139 9           | 5.190 0           | 32.494 5             | 1.521 5          | -2.281 4              | 1.208 5                      | -4.186 5                | -0.511 2         | -1.407 7                 |
| 绵 714 Mian 714 | -0.669 1           | 0.257 7           | 11.816 1             | 2.094 1          | -1.445 4              | 0.502 1                      | -1.957 4                | 0.983 9          | 6.454 1                  |
| 绵 723 Mian 723 | 0.808 8            | -5.449 6          | -44.310 7            | -3.615 6         | 3.726 8               | -1.710 6                     | 6.143 9                 | -0.472 3         | -5.046 3                 |
| CML522         | -2.816 9           | -1.475 1          | 22.781 4             | 0.682 8          | 5.891 6               | 3.840 7                      | 8.313 5                 | 0.747 7          | -7.044 5                 |
| CLYN488        | -1.236 4           | -5.056 8          | 4.546 6              | -0.086 9         | 2.918 1               | -2.197 4                     | -0.263 2                | -1.482 3         | -2.385 9                 |
| CML323         | -1.554 0           | -0.158 4          | -7.002 1             | -2.784 5         | -7.275 8              | -3.023 9                     | -3.447 7                | -1.219 9         | 4.563 4                  |
| CLYN486        | -5.190 9           | -12.276 0         | -14.053 0            | 2.303 8          | -4.055 5              | 0.861 4                      | 0.458 6                 | -0.695 3         | 5.303 3                  |
| CML206         | 1.394 2            | 0.466 4           | 9.895 5              | 0.169 6          | -2.208 8              | 3.491 4                      | 3.175 9                 | 1.797 2          | -3.114 7                 |
| CML202         | 2.266 1            | 1.816 5           | -4.935 6             | 2.504 0          | -3.948 8              | 6.479 2                      | -13.595 5               | 0.485 4          | -0.958 2                 |
| CML494         | 3.707 1            | 7.652 1           | -11.135 4            | -2.008 4         | 2.171 4               | -2.495 6                     | 0.628 4                 | 1.797 2          | 2.659 6                  |
| CML537         | 3.051 9            | 9.102 7           | -7.853 1             | 2.529 1          | 1.051 4               | -6.906 4                     | -4.721 5                | -0.957 6         | -0.790 9                 |
| CML491         | -4.173 8           | -3.550 4          | 5.883 8              | 4.744 6          | -3.988 9              | 5.050 5                      | 4.619 6                 | -1.351 2         | 0.023 4                  |
| CLYN492        | 4.553 1            | 3.479 1           | 1.872 1              | 0.945 7          | 9.445 1               | -5.100 1                     | 4.831 9                 | 0.878 9          | 1.744 9                  |

**2.2.3 特殊配合力分析。**对组合 SCA 差异显著的性状进行分析,将 SCA 效应值按正向、负向进行组合归类(表 5)。结果显示,各性状 SCA 效应值为正向和负向的杂交组合个数差异较小,正向、负向效应值变幅较大<sup>[10]</sup>。效应值最大(株高、穗位高、秃尖按负向最大的计)的组合中,测验种 18599、绵 723、绵

714 分别出现 3、2、1 次,被测系 CML522、CLYN488、CLYN492 各出现 2 次。其中 18599×CLYN492 在单株产量、百粒重性状方面的 SCA 最高,绵 723×CLYN488 在出籽率、穗行数性状方面的 SCA 最高,18599×CML522 在穗长性状方面的 SCA 最高,绵 714×CML522 在行粒数性状方面的 SCA 最高。

表 5 玉米性状的特殊配合力比较

Table 5 Comparison of the SCA of maize characters

| 性状<br>Traits              | 正向组合数<br>Positively<br>significant<br>hybrids | 负向组合数<br>Negatively<br>significant<br>hybrids | 效应值变幅<br>Range of<br>SCA effects | 正向效应值<br>最大的组合<br>Hybrids with<br>max Positive<br>SCA effect | 负向效应值<br>最大的组合<br>Hybrids with<br>max negative<br>SCA effect |
|---------------------------|---|---|----------------------------------|--|--|
| 株高 Plant height           | 13  | 17  | -9.626 7~10.723 2                | 绵 714×CML323   | 18599×CML206   |
| 穗位高 Ear height            | 14  | 16  | -9.836 9~21.920 0                | 18599×CML494   | 绵 723×CML323   |
| 秃尖 Sterile length         | 16  | 14  | -23.972 8~23.437 9               | 绵 714×CML206   | 绵 714×CLYN492  |
| 穗长 Ear length             | 12  | 18  | -6.468 9~6.621 0                 | 18599×CML522   | 绵 714×CML206   |
| 穗行数 Ear row number        | 15  | 15  | -13.286 0~5.800 3                | 绵 723×CLYN488  | 18599×CML494   |
| 行粒数 Kernel number per row | 12  | 18  | -10.550 5~8.962 0                | 绵 714×CML522   | 18599×CML522   |
| 单株产量 Yield per plant      | 15  | 15  | -17.225 7~15.905 2               | 18599×CLYN492  | 绵 723×CLYN492  |
| 出籽率 Seed rate             | 14  | 16  | -2.807 3~2.571 2                 | 绵 723×CLYN488  | 绵 723×CML494   |
| 百粒重 100-kernel weight     | 17  | 13  | -13.621 3~15.090 6               | 18599×CLYN492  | 18599×CML494   |

**2.2.4 高产组合的杂种优势模式。**以成单 30 为对照,根据单株产量分析 30 个组合的杂种优势表现。以对照的优势大于 5% 的原则选出 5 个强优势组合(表 6)。从表 6 中可以看出,5 个强优势组合中,3 个组合的父本是绵 723,占 60%;单株产量最高的是由 18599 和 CLYN492 组配的组合,超对照单株产量增产 11.34%。

表 6 单株产量对照优势大于 5% 的杂交组合

Table 6 Hybrid combinations with superiority over 5% in yield per plant

| 编号<br>No. | 杂交组合<br>Hybrid<br>combination | 单株产量<br>Yield per<br>plant/kg | 对照优势<br>Advantage<br>of CK/% |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1         | 18599×CLYN492                 | 3.05                          | 11.34                        |
| 2         | 绵 714×CLYN488                 | 2.95                          | 7.84                         |
| 3         | 绵 723×CML206                  | 2.94                          | 7.81                         |
| 4         | 绵 723×CML494                  | 2.89                          | 5.36                         |
| 5         | 绵 723×CML522                  | 2.88                          | 5.19                         |
| 6         | CK(成单 30)                     | 2.74                          | —                            |

### 3 小结

一般配合力分析结果表明,CML522、CLYN492 的单株产量具有较高的一般配合力,其效应值分别为 8.313 5、4.831 9,在自交系的改良、高产杂交种选配等育种工作中具有一定的利用潜力,是较好的基础育种材料。同时自交系 CML522、CLYN492 分别与测验种 18599、绵 723 组配也表现出较好的

特殊配合力,其中 18599×CLYN492 的产量水平超过对照 11.34%,绵 723×CML522 的产量水平超过对照 5.19%,可以作为高产杂交种的组配模式。下一步育种工作中可针对 2 个自交系进行定向改良,如改良 CML522 秃尖过长、CLYN492 生育期偏长等缺陷,为下一轮优良玉米新品种选育提供种质基础。

### 参考文献

- [1] 潘兴明,谭静,杨峻芸. 热带、亚热带外来玉米种质的利用[J]. 西南农业学报,2000,13(1):107-111.
- [2] 李娟,陈泽辉,祝云芳,等. 美国先锋玉米杂交种选系的配合力[J]. 贵州农业科学,2011,39(9):5-8.
- [3] 苟才明,黄宁,余世权,等. 17 个玉米地方种质选系的杂优类群分析[J]. 核农学报,2015,29(5):821-829.
- [4] 王安贵,陈泽辉,祝云芳,等. 玉米 Suwan 选系杂种优势利用模式研究[J]. 贵州农业科学,2008,36(3):7-9.
- [5] 王永学,季洪强,张战辉,等. 5 个含热带血缘玉米骨干自交系产量性状的杂种优势与配合力效应[J]. 河南农业大学学报,2011,45(4):377-382.
- [6] 田树云,文仁来,苏月贵,等. 12 个泰国玉米群体的产量配合力效应分析及其杂种优势类群的划分[J]. 玉米科学,2012,20(5):1-6.
- [7] 沈建华,任洪,徐宏,等. Suwan 种质玉米自交系的配合力分析[J]. 贵州农业科学,2012,40(4):14-16.
- [8] 郭向阳,坞成,陈泽辉,等. 玉米 Suwan-Lancaster 和 Tuxpeno-Reid 改良系的产量及相关性状配合力分析[J]. 西南农业学报,2016,29(12):2796-2799.
- [9] 王秀全,张华,何丹,等. 大白草血缘普通玉米自交系的配合力分析[J]. 西南科技大学学报,2013,28(4):102-107.
- [10] 秦燕,杨洪,赵永康,等. 16 个新选玉米自交系主要性状的配合力分析[J]. 安徽农业科学,2017,45(31):31-33.