

# 甘蓝型杂交油菜不同花序生产力与产量关系的研究

张 敏<sup>1</sup> 张学财<sup>1</sup> 左尚云<sup>1</sup> 李守国<sup>1</sup> 钟 凯<sup>1</sup> 徐黎峰<sup>1</sup> 张 洋<sup>1</sup> 庞春鹏<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 四川国豪种业股份有限公司, 绵阳 621000; <sup>2</sup> 重庆市酉阳大溪镇人民政府, 重庆 409811)

**摘要:**以 14 个四川盆地宜栽甘蓝型杂交油菜为材料,进行了不同来源的花序生产力大小及其对单株产量贡献研究。结果表明,一次分枝花序对单株产量贡献最大,关系最为密切且在品种间变异不大。主花序生产力和一次分枝花序生产力相互促进,二者均对二次分枝花序生产力有一定抑制作用,通径分析表明直接作用一次分枝花序最大,二次分枝花序大于主花序。杂种优势育种时,一次分枝花序生产力作首要考虑的同时,还应重点考虑一次分枝花序在单株产量中贡献程度和二次分枝花序的生产力。

**关键词:**甘蓝型杂交油菜;不同来源花序;生产力;单株产量;贡献率

近几年杂种优势在油菜育种上利用研究表明油菜不仅在种子产量上杂种优势明显,在其他许多农艺及经济性状上也存在明显的杂种优势。其杂种优势强弱顺序一般表现为:一般营养体性状>产量性状>品质>抗性性状<sup>[1-4]</sup>。基于这种情况,国内外学者作了油菜生物学性状、经济性状及品质性

状及其产量关系的研究,多数研究表明农艺性状与油菜单株有效荚果数呈正相关,如主花序长度、株高等<sup>[5]</sup>;且油菜单株有效荚果数、千粒重等经济性状与产量呈显著正相关<sup>[6-7]</sup>。同时,浦惠明等<sup>[8]</sup>研究表明,随着种植密度的增加,主花序和一次分枝的生产力及其贡献率有所升高,而二次分枝的生产力及

系鲜重、相对根系干重、相对幼苗鲜重和相对幼苗干重都有不同程度的降低,这说明干旱胁迫抑制了玉米种子的萌发过程。春播玉米品种京科 665、京科 968、农华 101 和联科 96 的根长、幼苗高度、幼苗鲜重、根系鲜重、幼苗干重和根系干重的相对值较大,郑单 958、农大 108、辽单 565 和中单 28 各项指标的相对值比较小;夏播玉米品种中京农科 728、旺禾 8 号、京单 68 和京科 528 的根长、幼苗高度、幼苗鲜重、根系鲜重、幼苗干重和根系干重的相对值较大,而纪元 1 号和浚单 20 的各项指标的相对值比较小。

综合分析玉米萌发幼苗期的抗旱性表明,春播品种中京科 968、京科 665、农华 101、先玉 335 和联科 96 萌发幼苗期抗旱性强,郑单 958、农大 108 和辽单 565 萌发幼苗期抗旱性中等,中单 28 萌发幼苗期抗旱性最差;夏播品种中京农科 728、京单 38、京单 68、京单 58 和京科 528 萌发幼苗期抗旱性强,京单 28、纪元 1 号和旺禾 8 号萌发幼苗期抗旱性中等,浚单 20 萌发幼苗期抗旱性最差。

## 参考文献

- [1] 孙喜云,张艳,卢广远.玉米抗旱育种的研究进展[J].中国种业,2011(1):16-17
- [2] 刘海燕.前期干旱胁迫对春玉米产量和品质影响的研究[J].中国种业,2011(11):43-45
- [3] 李玉玲,刘华山,台国琴.玉米不同基因型种子发芽及幼苗性状分析[J].华北农学报,1998,13(3):53-58
- [4] 孙景宽,张文辉,张洁明,等.种子萌发期 4 种植物对干旱胁迫的响应及其抗旱性评价研究[J].西北植物学报,2006,26(9):1811-1818
- [5] 王多成.干燥方式对玉米种子发芽特性及活力的影响[J].中国种业,2016(10):47-49
- [6] 蔡甫格.3 个杂交玉米种子萌发期及苗期对水分胁迫的响应[J].中国种业,2016(5):46-48
- [7] 王艺陶,周宇飞,李丰先,等.基于主成分和 SOM 聚类分析的高粱品种萌发期抗旱性鉴定与分类[J].作物学报,2014,40(1):110-121
- [8] 徐明慧,关义新,马兴林.玉米芽苗期抗旱性研究进展综述[J].玉米科学,2002,10(4):35-38
- [9] 黎裕.作物抗旱鉴定方法与指标[J].干旱地区农业研究,1993(11):91-99

(收稿日期:2017-02-06)

其贡献率却有所降低。本研究在前人研究的基础上,将产量性状细化到每一个不同花序来源,研究其对产量的贡献,以期为高产高效育种、杂种优势的性状选择与利用、合理的栽培措施及提高产量提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 选用四川省推广面积较大的 14 个甘蓝型杂交油菜品种,分别为陕油 8 号、中油杂 2 号、蓉油 8 号、蓉油 4 号、杏油 2 号、蓉油 11 号、乐油 5 号、早杂 2 号、科乐 521、德油 5 号、德油 6 号、德油 9 号、德杂 10 号、绵油 11 号。

**1.2 试验方法** 试验于 2013–2014 年在四川绵阳四川国豪种业科研基地进行。试验地为紫色壤土,前茬水稻,肥力中等偏上,均匀一致。油菜于 9 月 15 日播种,10 月 15 日移栽。每品种移栽 4 行,行长 10m,行距 45cm,株距 25cm,每行 40 株。每 667m<sup>2</sup>施尿素 27kg (折纯氮 12.5kg)、过磷酸钙 40kg、氯化钾 12.5kg。田间管理按本地高产栽培要求进行。

成熟时,在每品种中部两行取代表性植株 10 株,编号 1~10,并将同株油菜不同来源花序分别放入不同尼龙袋中并进行标记,置于晾晒棚内风干。待风干后,考测不同来源花序的生产力及单株产量,分析不同花序生产力对单株总产量的贡献大小情况及内在关系。

**1.3 统计分析** 以参试各油菜品种 10 株的平均数为基础,计算同一油菜品种不同来源花序生产力大小及其对单株产量的贡献、不同品种油菜同花序来源生产力的变异系数,用 DPS 7.55 软件计算不同花序来源生产力及其对单株产量贡献率与单株产量的相关和通径系数。

## 2 结果与分析

**2.1 不同来源花序的生产力及单株产量分析** 从表 1 可知,对于单株产量而言,所选参试甘蓝型杂交油菜品种群体单株产量均值为 47.01g,其中 5 个油菜品种单株产量达到 50g 以上,其按照大小顺序依次为:早杂 2 号 > 德杂 10 号 > 绵油 11 号 > 德油 9 号 > 蓉油 4 号; 5 个油菜品种单株产量较低,单株产量于 45g 以下,按大小顺序依次为:乐油 5 号 > 蓉油 8 号 > 德油 6 号 > 蓉油 11 号 > 科乐 521。

表 1 各品种不同来源花序生产力及单株产量

| 品种名称    | 主花序<br>生产力<br>(g/株) | 一次分枝<br>花序生产<br>力(g/株) | 二次分枝<br>花序生产<br>力(g/株) | 单株产量<br>(g/株) |
|---------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------|
| 陕油 8 号  | 9.00                | 32.90                  | 5.20                   | 47.10         |
| 中油杂 2 号 | 9.30                | 35.50                  | 3.90                   | 48.70         |
| 蓉油 8 号  | 7.90                | 32.70                  | 1.80                   | 42.40         |
| 蓉油 4 号  | 8.60                | 38.00                  | 3.50                   | 50.10         |
| 杏油 2 号  | 7.50                | 29.20                  | 9.50                   | 46.20         |
| 蓉油 11 号 | 5.80                | 27.70                  | 7.00                   | 40.50         |
| 乐油 5 号  | 5.50                | 32.00                  | 6.00                   | 43.50         |
| 早杂 2 号  | 9.50                | 39.00                  | 6.40                   | 54.90         |
| 科乐 521  | 6.70                | 29.00                  | 3.60                   | 39.30         |
| 德油 5 号  | 8.20                | 36.70                  | 3.90                   | 48.80         |
| 德油 6 号  | 6.80                | 29.10                  | 5.10                   | 41.00         |
| 德油 9 号  | 7.40                | 36.30                  | 6.70                   | 50.40         |
| 德杂 10 号 | 6.20                | 37.40                  | 9.50                   | 53.10         |
| 绵油 11 号 | 5.70                | 32.90                  | 13.50                  | 52.10         |
| 平均      | 7.44                | 33.46                  | 6.11                   | 47.01         |
| CV (%)  | 18.36               | 11.22                  | 50.17                  | 10.68         |

对于不同来源花序生产力,任何品种一次分枝花序的生产力均表现为最大,而主花序和二次分枝花序生产力则因品种不同表现出一定的差异。主花序生产力均值为 7.44g,其中达到 8g 以上的油菜品种从大到小排序为:早杂 2 号 > 中油杂 2 号 > 陕油 8 号 > 蓉油 4 号 > 德油 5 号;一次分枝花序生产力均值为 33.46,其中达到 35g 以上的油菜品种从大到小排序为:早杂 2 号 > 蓉油 4 号 > 德杂 10 号 > 德油 9 号 > 中油杂 2 号;二次分枝花序生产力均值为 6.11,其中达到 6.5g 以上的油菜品种从大到小排序为:绵油 11 号 > 德杂 10 号 > 杏油 2 号 > 蓉油 11 号 > 德油 9 号。

**2.2 不同来源花序对单株产量的贡献率分析** 从表 2 可知,对于不同来源花序对单株产量贡献率:一次分枝花序对单株产量的贡献率最大,达到 70% 以上,主花序其次,二次分枝花序最小。

各来源花序对产量的贡献率大小在参试甘蓝型杂交油菜品种间存在较大的差异(表 2)。主花序对单株产量贡献最大的油菜品种是陕油 8 号,占单株产量的 19.18%,最小的是绵油 11 号,仅占单株产量的 11.01%;一次分枝花序对单株产量贡献最大的是蓉油 8 号,占单株产量的 77.03%,最小的是绵油 11 号,仅占单株产量的 63.08%;二次分枝花序对单株产量贡献最大的是绵油 11 号,占单株产量的

25.91%,最小的是蓉油8号,占单株产量的4.32%。故在主花序和二次分枝花序对单株产量的贡献上,蓉油8号与绵油11号差异最大,绵油11号在一次分枝花序最小的情况下,单株产量达到50g以上,说明二次分枝花序生产力在该品种油菜产量构成上的作用较大。大部分参试油菜品种的主花序对单株产量的贡献率大于二次分枝花序,二者贡献率差值最大的是蓉油8号,达到14.33个百分点,而杏油2号、蓉油11号、乐油5号、德杂10号和绵油11号主花序对单株产量贡献较二次分枝花序小,分别少4.23、2.95、1.22、6.25和14.9个百分点。

从各花序来源生产力对单株产量贡献率的变异系数(表2)来看,二次分枝花序对产量的贡献在品种间变异最大,变异系数为45.55%,其次是主花序,一次分枝花序生产力对单株产量贡献率在品种间差异最小,仅为5.87%。在参试品种间,一次分枝花序生产力对单株产量的贡献率表现相对稳定,而主花序和二次分枝花序对单株产量的贡献,在不同油菜品种上表现出较大变异,故对主花序和二次分枝花序生产力的改良和利用的空间更大,其中二次分枝花序表现会更为突出。

表2 14个甘蓝型油菜不同来源花序对单株产量的贡献率及其变异系数

| 品种名称  | 主花序贡献率(%) | 一次分枝花序贡献率(%) | 二次分枝花序贡献率(%) |
|-------|-----------|--------------|--------------|
| 陕油8号  | 19.18     | 69.80        | 11.02        |
| 中油杂2号 | 19.08     | 72.97        | 7.95         |
| 蓉油8号  | 18.65     | 77.03        | 4.32         |
| 蓉油4号  | 17.09     | 75.91        | 7.00         |
| 杏油2号  | 16.23     | 63.31        | 20.46        |
| 蓉油11号 | 14.36     | 68.33        | 17.31        |
| 乐油5号  | 12.66     | 73.46        | 13.88        |
| 早杂2号  | 17.30     | 70.97        | 11.73        |
| 科乐521 | 16.96     | 73.76        | 9.28         |
| 德油5号A | 16.80     | 75.27        | 7.93         |
| 德油6号  | 16.49     | 71.17        | 12.34        |
| 德油9号B | 14.69     | 71.96        | 13.35        |
| 德杂10号 | 11.69     | 70.36        | 17.95        |
| 绵油11号 | 11.01     | 63.08        | 25.91        |
| 平均    | 15.87     | 71.24        | 12.89        |
| 标准偏差  | 2.63      | 4.18         | 5.87         |
| CV(%) | 16.59     | 5.87         | 45.55        |

2.3 不同来源花序生产力及其贡献率与单株产量的相关性分析 作物杂种优势是各个性状相互作用的表现,各性状间存在不同程度的相关,对一个性状的选择势必会影响到另一个性状的遗传效果,其内在相关具体见表3。一次分枝花序生产力与单株产量相

表3 不同来源花序生产力及其贡献率与单株总产量相关分析

| 项目        | 主花序生产力 | 一次分枝花序生产力 | 二次分枝花序生产力 | 主花序贡献率  | 一次分枝花序贡献率 | 二次分枝花序贡献率 |
|-----------|--------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|
| 一次分枝花序生产力 | 0.54*  |           |           |         |           |           |
| 二次分枝花序生产力 | -0.50  | -0.07     |           |         |           |           |
| 主花序贡献率    | 0.83** | 0.05      | -0.77**   |         |           |           |
| 一次分枝花序贡献率 | 0.34   | 0.35      | -0.89**   | 0.46    |           |           |
| 二次分枝花序贡献率 | -0.61* | -0.27     | 0.98**    | -0.77** | -0.92**   |           |
| 单株产量      | 0.36   | 0.85**    | 0.42      | -0.21   | -0.19     | 0.23      |

\* :  $P < 0.05$ , \*\* :  $P < 0.01$

关达到极显著,而主花序和二次分枝花序生产力与单株产量表现出正相关但不显著,并且二者与单株产量的相关系数差异不大。单株产量与主花序和一次分枝花序贡献率呈不显著的负相关,而与二次分枝花序贡献率却呈不显著的正相关,说明在提高主花序和一次分枝花序生产力的同时,需特别注意其对单株产量的贡献率影响,当其贡献率增加到一定值时,再增加其生产力会对单株产量的增加有一定抑制作用。二次分枝花序的生产力及其对单株产量的贡献率与单

株产量均表现出正相关的特点,说明二次分枝花序生产力增加无疑会提高单株产量,而且在很大程度上都不会对单株产量产生抑制效应,故通过提高二次分枝花序生产力来增加单株产量的操作空间较大。

主花序与一次分枝花序生产力呈显著正相关,而与第二次分枝花序呈不显著的负相关,一次分枝花序与二次分枝花序生产力间也存在一定程度负相关。说明提高主花序和一次分枝花序生产力均对二次分枝花序生产力产生一定抑制作用,而主花序和

一次分枝花序之间提高任何一个的生产力都对另一个有一定促进作用。

#### 2.4 不同来源花序生产力对单株产量的通径分析

通径分析是在相关分析与回归分析的基础上进一步研究因变量与自变量之间的数量关系,可将相关系数分解为直接作用和间接作用,以揭示各个因素对因变量的相对重要性。通过逐步回归分析,得出的回归方程为  $Y = -0.1654413395 + 0.9836860339X_1 + 1.0082560691X_2 + 1.0063939235X_3$ , 其中 Durbin-Watson 统计量  $d = 1.96619705$ , 表现出较好的统计效果。

通过不同来源花序生产力对单株产量作通径分析见表 4。不同来源花序生产力对单株产量均为

正向直接作用,其中一次分枝花序对单株产量作用最强,其直接通径系数为 0.7533,其次为二次分枝花序,最小的是主花序。而在间接作用上,主花序和一次分枝花序生产力作用均为正向且差异不大,而二次分枝花序生产力对单株产量的间接作用表现为负向,且作用较强,为 -0.1895,说明二次分枝花序生产力通过影响主花序和一次分枝花序生产力从而在一定程度上对单株产量有间接的抑制作用。主花序和一次分枝花序生产力相互作用对单株产量产生正向的间接作用,而二者通过影响二次分枝花序生产力对单株产量产生负向间接作用,抑制单株产量的增加。

表 4 不同来源花序生产力对单株产量的通径分析

| 因子            | → X1          | → X2          | → X3          | 间接作用    | 相关系数   |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|--------|
| 主花序生产力(X1)    | <u>0.2675</u> | 0.4047        | -0.3074       | 0.0973  | 0.3648 |
| 一次分枝花序生产力(X2) | 0.1437        | <u>0.7533</u> | -0.0453       | 0.0984  | 0.8517 |
| 二次分枝花序生产力(X3) | -0.1339       | -0.0556       | <u>0.6141</u> | -0.1895 | 0.4246 |

决定系数 = 0.99991, 剩余通径系数 = 0.00953, 下划线数据表示对应因子的直接通径系数

### 3 讨论

通过对油菜的 3 个来源花序对单株产量的贡献分析表明,一次分枝花序对单株产量的贡献最大且在油菜品种间变异较小,与主花序生产力密切正相关,二者相互促进,带动单株产量的增加;二次分枝花序对单株产量的贡献虽然最小,但它与单株产量的密切程度大于主花序,通径分析表明二次分枝花序对单株产量的正向直接作用较大,它与主花序和一次分枝花序生产力呈现负相关,使得它影响主花序和一次分枝花序生产力而对单株产量产生一定的抑制作用。主花序和一次分枝花序贡献率与单株产量表现为负相关,说明二者来源花序的贡献率增大对产量增加有一定的限制,具体增加到什么程度会抑制单株产量还需要进一步研究。笔者认为,在育种上,改良一次分枝花序生产力的同时,适当增加二次分枝花序生产力及其对产量的贡献率(在单株产量中的比重),无疑是获得较高单株产量较理想的做法,与黄露等<sup>[9]</sup>通过聚类分析的第三类品种主花序和一次分枝生产力适中,对二次分支花序抑制相对较弱,从而提高了单株产量的结论相吻合。因此,在实际生产中,可将不同油菜品种的这些规律与相应

的栽培措施结合,有效地调整不同来源花序对单株产量的贡献率,使贡献率分配达到最优化,从而提高油菜单株产量。

#### 参考文献

- [1] 戚存扣,浦惠明,张洁夫,等. 甘蓝性油菜品种间籽粒参量及单株产量性状杂种优势分析[J]. 江苏农业科学,2003,19(3): 145-150
- [2] Brandle J E, McVetty P B E. Geographical diversity, parental selection and heterosis in oilseed rape[J]. Can J Plant Sci, 1990, 70: 935-940
- [3] 沈金雄,傅廷栋,杨光圣. 甘蓝型油菜杂种优势及单株产量性状遗传改良[J]. 中国油料作物学报,2005,27(1): 5-9
- [4] Grant I, Bebersdorf W D. Heterosis and combining ability estimates in spring Planted oilseed rape (*Brassica napus* L.) [J]. Can J Genet Cytol, 1985, 7: 472-478
- [5] 田志宏,刘碧波,陈诗波,等. 双低油菜主要经济性状与单株产量的相关分析[J]. 河南农业科学,2003,32(9): 20-22
- [6] 谢果林. 甘兰型油菜主要经济性状对单株单株产量的影响[J]. 西昌农业高等专科学校学报,2001,15(2): 7-9
- [7] 田广文,徐爱遐. 低芥酸油菜单株产量与主要农艺性状相关通径分析[J]. 陕西农业科学,2007(3): 1-3, 13
- [8] 浦惠明,傅寿仲,戚存扣,等. 不同栽植密度对杂交油菜若干性状的影响[J]. 江苏农业科学,2001(3): 28-30
- [9] 黄露,陶诗顺,张敏,等. 甘蓝型杂交油菜不同来源花序生产力及其对产量贡献研究[J]. 中国种业,2010(S1): 43-45

(收稿日期: 2017-01-10)