

甘蓝型油菜种质群体6个农艺性状变异及相关性分析

陈家辉,蔡 磊,余坤江*

(贵州大学农学院,贵州 贵阳 550025)

摘要:为了获得更多表型变异丰富的油菜资源,本研究以源自全国38个油菜生产地区的128份甘蓝型油菜品种为材料,通过测定这些品种在2020年贵阳生态环境下的株高、角果粒数、角果长度、一次有效分枝数、主花序长度和主花序角果数,利用SPSS软件进行表型变异分析、特异值分析和相关性分析,以明确这些材料的表型变异丰富度,并筛选特异性种质。结果表明:128份材料在6个农艺性状上的变异系数范围为2.33%~25.76%,变异幅度大小为:主花序角果数>角果长度>角果粒数>一次有效分枝数>株高>主花序长度。特异值分析发现,128份材料在6个性状上的极端变异品种数量大小为:主花序角果数>主花序长度>株高和角果粒数>一次有效分枝数>角果长度。相关性分析表明,株高与角果粒数、角果长度、主花序长度、主花序角果数的相关系数为0.953~0.982,呈显著正相关,而与一次有效分枝数的相关系数为0.01,无显著相关性。综合所有分析结果,本研究共筛选到极端变异材料共16份,并获得株高适中、农艺性状表现较好、产量潜力较大的宜机化油菜品种1份。本研究结果为培育油菜高产新品种和开展基础研究奠定基础。

关键词:甘蓝型油菜;农艺性状;变异分析;特异值分析;相关性分析

中图分类号:S565 **文献标识码:**A

文章编号:1008-0457(2022)05-0084-04

国际DOI编码:10.15958/j.cnki.sdnyswxb.2022.05.012

油菜作为重要的油料作物在全世界被广泛种植。菜籽油占我国国产油料作物产油量的57%以上,是国产食用植物油的第一大来源,在我国食用油市场中占据重要地位^[1]。但是,与发达国家相比,我国油菜产业面临严峻挑战,主要问题是产量低、品质差,年进口油菜籽约500万t^[2]。油菜生产受环境和遗传双重因素共同影响。在环境方面,生物炭对土壤固碳培肥有巨大潜力^[3],可考虑用于油菜高产生产。在遗传方面,油菜育种工作目前面临的一个重要问题是如何培育出更高产的新品种^[2]。然而,油菜产量是由多个性状共同作用的结果,不仅单一性状会对产量产生直接作用,且多个性状间互作也会对产量产生显著影响^[4]。农艺性状是育种选择的一个重要基础,掌握农艺性状间的关系是进行科学育种的关键^[5,6]。种质资源是油菜新品种选育的物质基础,对油菜种质资源进行科学评价对其有效利用的前提^[6]。

近年来,在评价种质资源和遗传育种中,变异分析和相关性分析被广泛应用^[7-13]。本研究通过测定128份甘蓝型油菜品种在2020年贵阳生态环

境下6个农艺性状的表现值,进行表型变异分析、特异株系分析及相关性分析,旨在明确这些材料在不同农艺性状上的变异范围和丰富度,并筛选特异性种质,为甘蓝型油菜的遗传育种和基础研究提供材料。

1 材料与方法

1.1 材料

本研究以收集自全国38个油菜生产地区的128份甘蓝型油菜品种为材料,128个油菜品种系按照CF1、CF2、CF3……依次命名。通过考察这些品种的农艺性状,进行表型变异分析,并筛选优异种质。于2020年10月在贵州大学教学实验场(E106.6°, N26.4°)种植试验材料,采用随机区组设计,设置2次重复,每个重复包含128个小区,每个小区播种2行,行长2m,行间距为0.4m,株距为0.2m,试验田四周设置保护行,田间管理措施参照油菜大田生产栽培管理方法执行。

1.2 方法

每小区选取3株有代表性单株进行株高、角果

收稿日期:2022-05-27;修回日期:2022-07-25

基金项目:贵州省科技计划项目(黔科合基础[2020]1Y098)

*通讯作者:余坤江(1989—),男,博士,副教授,主要从事油菜种质创新和遗传改良研究,E-mail:kjyu1@gzu.edu.cn.

粒数、角果长度、一次有效分枝数、主花序长度、主花序角果数(分别用X1、X2、X3、X4、X5、X6表示)等农艺性状考察工作。其中具体测量方法如下:

株高(X1):用卷尺直接测量每株顶部到地面的垂直距离,单位为cm;角果粒数(X2):在每个小区的种子成熟之前,选取代表植株主支中部10个角果进行统计每角果粒数,单位为个^[8];角果长度(X3):在每个小区的种子成熟之前,选取主支中部10个角果进行统计角果长度,单位为cm;一次有效分枝数(X4):指主茎上具有一个以上有效角果的一次分枝的数目,单位为个^[9];主花序长度(X5):主花序顶端最上一个有效角果数至主花序基部着生有效角果数处的长度,单位为cm;主花序角果数(X6):指主花序上具有一粒以上正常种子的角果数,单位为个。

1.3 数据统计分析

试验获得的数据利用SPSS 20软件进行统计分析,包括表型变异分析、特异值分析、相关性分析等。

2 结果与分析

2.1 农艺性状群体变异系数分析

由表1分析得出,群体农艺性状的变异系数大小为:主花序角果数>角果长度>角果粒数>一次有效分枝数>株高>主花序长度,由此来看,试验材料在主花序角果数和角果长度上变异丰富,在主花序长度上变异最小,而角果粒数、一次有效分枝数和株高变异幅度介于两者之间。总体来看,除了主花序长度以外,其他的农艺性状的变异系数都在10%以上。最大的变异系数是主花序角果数,该变异系数是25.76%。另外,从极差值上来看,除了株高以外,其他的农艺性状最大值都达到了最小值的两倍以上。其中主花序角果数的倍数最大,为4.68,而主花序长度倍数最小,为2.47。综上来看,供试材料在6个农艺性状上均存在广泛变异。

2.2 特异值分析

由图1可知,这6个农艺性状的特异株系多少的顺序是:主花序角果数>主花序长度>株高和角果粒数>一次有效分枝数>角果长度,其中在主花

序角果数上的特异株系最多,有5个,而在角果长度上没有发现特性株系。其中CF45的株高、主花序长度表现为特异值,CF89的一次有效分枝数、主花序角果数表现为特异值。对于株高的平均值来说,CF93表现为异常高,CF127表现为异常低。对于角果粒数的平均值来说,CF24、CF40、CF61表现为异常低。对于主花序角果数来说,CF3、CF26、CF27、CF89、CF115表现为异常高。对于主花序长度来说,CF4、CF45、CF78、CF97表现为异常高。

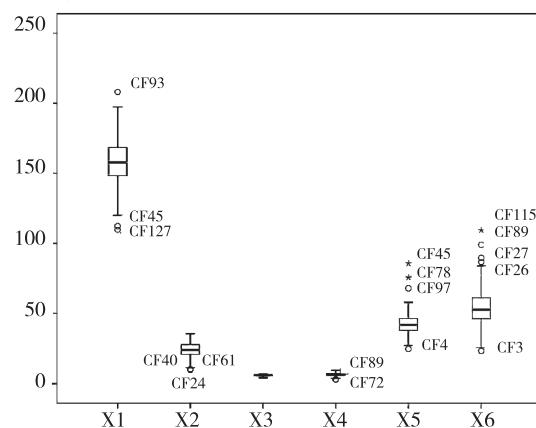


图1 农艺性状分散程度分析

Fig. 1 Analysis of the dispersion degree of the agronomic traits

2.3 变异范围分析

根据极差值,把试验材料分为高、较高、中、低这四个组。其中株高、角果粒数、角果长度、一次有效分枝数、主花序长度和主花序角果数的主要集中分布区间分别为:134~159 cm(在这个区间材料共有60份,占全部材料46.5%);23~30粒(在这个区间材料共有58份,占全部材料45.4%);4~8 cm(在这个区间材料共有105份,占全部材料82.7%);6~8个(在这个区间材料共有62份,占到全部材料的48.4%);40~56 cm(在这个区间材料共有66份,占到全部材料的51.6%);45~67个(在这个区间材料共有80份,占全部材料的62.5%)。

2.4 相关性分析

由表3可知,株高与角果粒数、角果长度、主花序长度、主花序角果数等都呈现出极显著正相关关

表1 农艺性状变异情况

Tab. 1 Variation status of agronomic trait

性状	最大值	最小值	极差	平均值	标准差	变异系数/%
X1	208.00	109.67	98.33	157.66	16.81	10.66
X2	35.56	9.78	25.78	24.34	5.06	20.79
X3	9.47	4.14	5.33	7.22	1.53	21.19
X4	9.33	2.67	6.66	6.47	1.21	18.70
X5	85.67	24.67	61.00	42.83	8.73	2.33
X6	109.33	23.33	86.00	54.23	13.97	25.76

系。相关系数分别为0.959、0.968、0.953、0.982。株高与一次有效分枝数无显著相关性。角果粒数与角果长度、主花序长度、主花序角果数等呈现极显著正相关关系,相关系数分别为0.838、0.852、0.896。角果长度与主花序长度、主花序角果数呈现极显著正相关关系,相关系数为0.885、0.923。主花序长度与主花序角果数呈现极显著正相关,相关系数为0.988。综合上述结果表明,6个农艺性状中,油菜株高越高,其角果粒数、角果长度、主花序长度、主花序角果数等性状的数值都会变大。而一次有效分枝数与其他5个农艺性状均没有明显相关性。

2.5 特异种质筛选

综合上述分析结果,本研究共筛选到株高极端变异种质2份、角果粒数极端变异种质3份、一次有效分枝数极端变异种质2份、主花序长度极端变异种质4份、主花序角果数极端变异种质5份,这些极端变异材料可用于解析性状变异的遗传机制研究。

结合油菜矮化育种需求,筛选出1份农艺性状表现优良的优异种质,即CF115,其株高为146.5 cm、角果粒数为33.6粒、角果长度为8.21 cm、一次有效分枝为7.3个、主花序长度65.72 cm、主花序角果数为92.8个。该材料株高适中,其他农艺性状表现较好,具有较大产量潜力,可作为潜在的宜机化油菜品种。

3 结论与讨论

高产育种一直都是油菜育种的主要目标,而种质资源匮乏是制约油菜高产育种的关键要素^[1]。

表2 农艺性状变异范围情况
Tab. 2 Variation range of agronomic traits

性状	低	中	较高	高
X1	109~134(11,8.5)	134~159(60,46.5)	159~184(50,38.7)	184~209(7,5.3)
X2	9~16(6,4.1)	16~23(46,36.2)	23~30(58,45.4)	30~37(18,14.3)
X3	4~8(105,82.7)	8~12(19,15.3)	12~16(1,1)	16~20(2,1)
X4	2~4(6,4.7)	4~6(47,36.7)	6~8(62,48.4)	8~10(13,10.2)
X5	24~40(54,41.9)	40~56(66,51.6)	56~72(6,4.2)	72~88(3,2.3)
X6	23~45(29,22.6)	45~67(80,62.5)	67~89(16,12.5)	89~111(3,2.4)

注:括号内数值分别为分组区间内油菜品种系数及其所占百分比。

表3 农艺性状相关性分析
Tab. 3 Correlation analysis of agronomic traits

性状	平均值	标准差	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	157.658	16.810	1					
X2	24.342	5.056	0.959 **	1				
X3	7.219	6.528	0.968 **	0.838 **	1			
X4	6.472	1.212	0.010	-0.011	0.023	1		
X5	42.829	8.727	0.953 **	0.852 **	0.885 **	0.046	1	
X6	54.232	13.968	0.982 **	0.896 **	0.923 **	0.022	0.988 **	1

注:“*”表示 $P < 0.05$;“**”表示 $P < 0.01$ 。

本研究通过测定源自全国38个油菜生产地区的128份甘蓝型油菜品种的株高、角果粒数、角果长度、主花序长度、一次有效分枝数、主花序角果数等6个农艺性状,明确了所有材料中在6个农艺性状中的变异系数大小为主花序角果数>角果长度>角果粒数>一次有效分枝数>株高>主花序长度。从几个早前的研究报道来看^[5,7-8],主花序角果数和角果长度在不同遗传背景的材料中表型出丰富的表型变异,且不同环境间变异幅度差异不大^[12],这说明主花序角果数和角果长度的变异幅度受遗传因素影响较大。

特异值分析发现,在6个性状上的极端变异材料数量大小为主花序角果数>主花序长度>株高和角果粒数>一次有效分枝数>角果长度,其中角果长度极端个体数为0,即无极端变异情况。结合前人的研究结果^[5,7-8],这可能反映了主花序角果数有明显的主基因调控效应,不同遗传背景的材料之间可能表型变异会出现极端差异,而角果长度可能主要受微效多基因控制,不同材料之间呈连续变化。

变异范围分析发现,株高、主花序长度和主花序角果数主要分布在中值组,而角果粒数和一次有效分枝数主要分布在较高值组,角果长度主要分布在低值组。这些结果表明供试材料的株高普遍较适中,而角果粒数和一次有效分枝数分布普遍较多,但角度长度偏短。

相关性分析发现,株高与角果粒数、角果长度、主花序长度、主花序角果数呈显著正相关,而一次有效分枝数与其他5个农艺性状均没有明显相关性。根据这个结果,我们在开展油菜矮化育种时,

不能过度降低油菜株高,否则将会大大降低主花序长度、主花序角果数等产量相关性状,可能导致单株产量水平大幅下降。

油菜的产量与油菜相关农艺性状有着密切的联系^[4],其中,一次有效分枝数、主花序角果数和株高都是影响产量最主要的因素^[3-8]。通过筛选与油

菜高产相关性高的农艺性状来进行选择,有利于提高油菜农艺性状高产育种的效率^[11-13]。本研究共筛选到极端变异材料共16份,并筛选到株高适中、其他农艺性状较好、产量潜力较大的宜机化的油菜品种1份,这些结果为培育油菜高产新品种和开展基础研究奠定了基础。

(责任编辑:段丽丽)

参 考 文 献:

- [1] 王汉中.我国油菜产业发展的历史回顾与展望[J].中国油料作物学报,2010,32(2):300-302.
- [2] 范成明,田建华,胡赞民,等.油菜育种行业创新动态与发展趋势[J].植物遗传资源学报,2018,19(3):447-454.
- [3] 史登林,王小利,段建军,等.生物炭对农业土壤及作物生长影响的研究进展[J].山地农业生物学报,2020,39(1):50-57.
- [4] 姚雪雁,关周博,田建华,等.高含油量甘蓝型油菜产量与农艺性状的灰色关联度分析[J].安徽农业科学,2015,43(16):6-7,10.
- [5] 关周博,王学芳,赵小光.甘蓝型油菜种质资源农艺性状的鉴定与评价[J].江西农业学报,2015,7(7):15-18.
- [6] 何红琼,郭世星,牛应泽.甘蓝型油菜茎秆强度与主要农艺经济性状的相关分析[J].西南农业学报,2016,29(2):221-225.
- [7] 倪正斌,王陈燕,孙雪辉.甘蓝型油菜主要农艺性状相关性及主成分分析[J].江西农业学报,2018,30(3):7-10.
- [8] 赵彩霞.拉萨市甘蓝型油菜引进品种的农艺性状分析[J].西藏农业科技,2018,40(3):12-16.
- [9] 郑本川,崔成,张锦芳.甘蓝型油菜育种亲本单株产量与农艺性状相关性分析[J].植物遗传资源学报,2019,20(1):113-121.
- [10] 江桦皓,周时艺,覃雪梅.甘蓝型油菜引种和初步农艺性状的观察[J].农村科学实验,2018(15):43-44.
- [11] 张东锁,臧珊,胡胜武,等.基于农艺性状的甘蓝型油菜三系骨干亲本多样性分析[J].西北农业学报,2019,28(3):397-403.
- [12] 张鹤.油菜表型精准鉴定及优良种质筛选[D].杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [13] 叶波涛,余坤江,万薇,等.甘蓝型油菜种质群体农艺性状变异及相关性分析[J].种子,2019,38(5):64-67.

Variation and Correlation Analysis of Six Agronomic Traits in *Brassica napus* Germplasm Population

Chen Jiahui, Cai Lei, Yu Kunjiang*

(College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025, China)

Abstract: In order to obtain more rapeseed resources rich in phenotypic variation. 128 *Brassica napus* lines from 38 rapeseed production areas in China were used as materials in this study. The plant height (PH), number of seeds per pod (NSP), pod length (PL), number of primary effective branches (NPEB), length of main inflorescence (LMI) and pod number of main inflorescence (PNMI) of these lines planted in Guiyang in 2020 were measured. The phenotypic variation analysis, outlier analysis and correlation analysis were carried out using SPSS software to clarify the abundance of these materials and screen specific germplasm. The results showed that the coefficients of variation of the 128 lines on 6 agronomic traits ranged from 2.33% to 25.76%, and the variation abundance was in descending order: PNMI > PL > NSP > NPEB > PH > LMI. Outlier analysis showed that the number of extreme variation lines in 6 traits of 128 materials was in descending order: PNMI > LMI > PH and NSP > NPEB > PL. The correlation analysis showed that the correlation coefficient between plant height and siliques grain number, siliques length, main inflorescence length, and main inflorescence siliques number ranged from 0.953 to 0.982, with a significant positive correlation, while the correlation coefficient with the number of effective branches at one time was 0.01, which showed no significant correlation. Based on all the above analysis results, a total of 16 extreme variation lines were screened in this study, and 1 rapeseed line suitable for mechanization with moderate plant height, good agronomic performance and high yield potential was obtained. The results of this study lay a foundation for cultivating new high-yield varieties of rapeseed and conducting more in-depth theoretical research.

Keywords: *Brassica napus*; agronomic traits; variation analysis; outlier analysis; correlation analysis