

甘蓝型油菜主要农艺性状相关及聚类分析

刘娜¹ 李华健¹ 黄乔芬² 文和明¹ 邓国军¹ 罗贞媛¹

(¹ 云南省文山州农业科学院, 文山 663099; ² 云南省文山市农业环境保护监测站, 文山 663099)

摘要:为拓宽油菜育种配制杂交组合用种资源, 筛选优异基因, 对近年收集和自育的 50 份油菜材料进行田间鉴定和农艺性状相关、回归和聚类分析, 结果表明, 不同油菜材料农艺性状差异较大, 单株产量与株高、每角粒数呈极显著正相关, 与主花序长呈显著正相关, 与主花序角果、千粒重呈负相关。回归分析显示每角粒数和株高是影响单株产量的主要因子。聚类分析将 50 份油菜材料分为 3 个类群, 为育种中亲本选配提供参考依据。

关键词:甘蓝型油菜; 育种; 农艺性状; 相关性分析; 聚类分析

油菜在云南省广泛栽培, 主要有白菜型油菜、芥菜型油菜和甘蓝型油菜三大类型^[1]。其中甘蓝型油菜与其他芸薹属作物相比, 驯化历史较短, 种内分化程度较低, 加上长期以来育种家根据需求对特定农艺性状作定向选择, 导致甘蓝型油菜品种的单一性, 遗传背景相对狭窄, 遗传多样性普遍较低。为解决甘蓝型油菜杂种优势利用方面遗传背景狭窄等问题, 种间杂交是实现种质创新的主要手段之一。育种实践证明, 对油菜种质主要农艺性状进行考察和分析, 可有效对育种亲本进行筛选, 同时通过对部分主要亲本农艺性状的遗传分析, 可以较好掌握油菜主要性状的遗传规律, 为高效开展重要目标性状改良提供有效科学依据。

近年来, 相关性分析已广泛应用于各作物育种^[2-5]。在油菜育种上, 有研究对甘蓝型杂交油菜主花序长度与植株性状进行相关分析, 结果表明主花序长度与株高、主花序角果数、单株角果数、一次分枝数、主花序角果长度、角粒数均呈极显著正相关, 单株产量与单株角果数、主花序角果数、主花序长度、株高、一次分枝数均呈极显著正相关, 选育长主花序的材料能有效提高株高、主花序角果数、单株角果数、一次分枝数、主花序角果长度、角粒数, 从而达到提高油菜产量的目的^[6]。对甘蓝型油菜株高及其相关性状的主基因+多基因遗传分析, 结果表明株高、主花序长度及一次有效分枝高度均受 2 对加性主基因控制, 并存在加性-显性多基因效应; 有效分

枝节间距和有效分枝数的遗传均只受加性-显性-上位多基因控制, 无主基因效应。在甘蓝型油菜理想株高育种进程中, 对早代株高进行选择是有效的^[7]。通过对油菜产量及农艺性状进行统计分析, 得出株高和生育期外的农艺性状均对油菜产量有直接的正面影响; 分枝部位、分枝数对有效角果数有促进作用^[8]。对白菜型春油菜的经济性状进行相关性分析, 指出分枝数目、单株角果数、主花序角果数、角果长度可作为白菜型春油菜产量评价的主要指标^[8]。对甘蓝型油菜育种亲本单株产量与农艺性状相关分析, 指出株高、每角果粒数、一次有效分枝高度和一次有效分枝数是决定单株产量的主要因子^[9]。这些研究得出的结论有相似, 也有不同, 原因可能与试验材料差异有关。为搞好杂交组配, 掌握不同育种亲本间的遗传差异, 本研究以近年收集和自育的 50 份油菜为试验材料, 对主要农艺性状进行相关及聚类分析, 分析材料的遗传差异性, 客观评价材料农艺性状特点, 为杂交育种亲本选择提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 50 份油菜材料见表 1, 分别为西南大学农业科学研究院、四川省农业科学院、云南省农业科学院及玉溪市农业科学院、楚雄州农业科学院、文山州农业科学院自育材料。

1.2 试验方法 试验于 2020 年 10 月至 2021 年 4 月在云南砚山锐卡基地进行, 于 2020 年 10 月播种, 采用完全随机设计, 小区面积 9m², 行距 43cm, 株距 33cm, 按照常规方式进行田间管理, 对花期、生育期

表1 材料来源

编号	材料	来源	编号	材料	来源
1	sw01	重庆	26	sw140	重庆
2	sw18	重庆	27	sw144	重庆
3	sw19	重庆	28	sw150	重庆
4	sw23	重庆	29	sw151	重庆
5	sw25	重庆	30	cy-1-2	四川
6	sw36	重庆	31	cy-1-3	四川
7	sw37	重庆	32	cy-2-2	四川
8	sw38	重庆	33	cy-6-2	四川
9	sw48	重庆	34	cy-7-1	四川
10	sw49	重庆	35	cy-15-2-1	四川
11	sw52	重庆	36	cy-19-1	四川
12	sw54	重庆	37	6290-7-1	四川
13	sw55	重庆	38	6290-7-2	四川
14	sw57	重庆	39	6375-4-1	四川
15	sw66	重庆	40	6384-6-1	四川
16	sw71	重庆	41	6539-8-1	四川
17	sw72	重庆	42	1802-14	云南
18	sw74	重庆	43	1802-1	云南
19	sw75	重庆	44	云油 JD141	云南
20	sw88	重庆	45	云油 18JD003	云南
21	sw91	重庆	46	玉油 10 号	云南
22	sw106	重庆	47	楚油 20071	云南
23	sw107	重庆	48	文油 3-5-5	云南
24	sw117	重庆	49	文油 3-6-1	云南
25	sw131	重庆	50	文油 3-4-3	云南

进行记载。于成熟后,每个品种(系)取5株进行株高、分枝部位、一次有效分枝、再次有效分枝、主花序长、主花序角果、单株角果、千粒重等性状测量,测量方法按照《油菜种质资源描述规范和数据标准》^[11]完成。

1.3 数据处理 所有的数据用 Excel 2010 进行统计,用 SPSS 24 和 Origin Pro2021 软件对数据进行相关分析、回归和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 主要农艺性状差异分析 对试验材料的主要农艺性状进行差异分析(表2),除生育期变异系数小于10%外,其余性状变异系数均较大,依次排序为再次有效分枝>单株角果>分枝部位>单株产量>一次有效分枝>主花序角果>每角粒数>主花序长>花期>株高>千粒重,变异系数分别为88.39%、41.91%、40.74%、29.85%、24.17%、23.72%、23.16%、21.36%、14.69%、13.88%、10.40%,说明各油菜材料农艺性状存在较大差异,为筛选不同目标性状提供了基础。

2.2 主要农艺性状相关性分析 由表3可见各农艺性状间都有相关性。株高与分枝部位、一次有效分枝、再次有效分枝、主花序角果、单株角果、单株产量呈极显著正相关;与主花序长、生育期呈显著正相关。分枝部位与主花序角果、千粒重呈极显著正相关;与每角粒数呈极显著负相关。一次有效分枝与再次有效分枝、单株角果呈极显著正相关;与千粒重、生育期呈

表2 参试材料的农艺性状差异分析

性状	最小值	最大值	均值	标准差	方差	偏度	峰度	变异系数(%)
株高(cm)	105.00	200.00	149.93	20.80	432.90	0.24	-0.79	13.88
分枝部位(cm)	14.00	102.00	47.23	19.24	370.30	0.57	0.08	40.74
一次有效分枝	3.00	13.00	7.02	1.69	2.87	0.59	0.25	24.17
再次有效分枝	0	28.00	6.02	5.32	28.31	1.20	1.74	88.39
主花序长(cm)	23.00	93.00	58.38	12.47	155.53	0.20	-0.16	21.36
主花序角果	25.00	125.00	67.59	16.03	257.09	0.24	0.75	23.72
单株角果	68.00	881.00	314.84	131.93	17407.08	1.05	1.53	41.91
每角粒数	8.00	40.00	24.37	5.64	31.86	-0.24	0.36	23.16
千粒重(g)	2.70	4.10	3.23	0.34	0.11	0.78	0.01	10.40
单株产量(g)	6.50	28.40	13.53	4.04	16.38	1.03	2.36	29.85
生育期(d)	168.00	184.00	173.36	5.41	29.29	0.47	-1.30	3.12
花期(d)	22.00	39.00	27.36	4.02	16.23	0.73	0.146	14.69

显著正相关;与每角粒数呈极显著负相关。再次有效分枝与单株角果、生育期呈极显著正相关。主花序长与每角粒数、花期呈极显著正相关;与单株产量呈显著正相关;与千粒重呈极显著负相关。主花序角果与

单株角果、千粒重呈极显著正相关;与每角粒数呈极显著负相关。单株角果与生育期呈显著正相关。每角粒数与单株产量呈极显著正相关;与千粒重呈极显著负相关。生育期与花期呈显著负相关。

表 3 农艺性状相关性分析

性状	株高	分枝部位	一次有效分枝	再次有效分枝	主花序长	主花序角果	单株角果	每角粒数	千粒重	生育期	花期
分枝部位	0.705**	1									
一次有效分枝	0.485**	0.183	1								
再次有效分枝	0.370**	-0.067	0.565**	1							
主花序长	0.307*	-0.251	-0.130	0.246	1						
主花序角果	0.530**	0.475**	0.224	0.179	0.075	1					
单株角果	0.388**	0.076	0.452**	0.611**	0.096	0.451**	1				
每角粒数	-0.176	-0.373**	-0.422**	-0.167	0.479**	-0.437**	-0.067	1			
千粒重	0.254	0.505**	0.307*	-0.067	-0.373**	0.466**	-0.011	-0.723**	1		
生育期	0.300*	0.240	0.341*	0.392**	-0.184	0.151	0.307*	-0.270	0.247	1	
花期	0.103	-0.166	-0.165	0.117	0.538**	0.233	0.168	0.245	-0.089	-0.330*	1
单株产量	0.378**	0.160	0.095	0.120	0.305*	-0.027	0.265	0.456**	-0.242	0.109	0.051

** 和 * 分别表示在 0.01、0.05 水平(双尾)显著相关

2.3 产量性状与农艺性状回归分析

基于提高产量的育种目标,运用 SPSS 对单株产量与其他农艺性状进行逐步回归,分析影响产量的因子。经过分析,分枝部位、一次有效分枝、再次有效分枝、主花序长、主花序角果、单株角果、千粒重、生育期及花期 P 值均不显著,只有株高和每角粒数 P 值显著。说明每角粒数和株高是影响单株产量的主要因子。得到逐步回归方程如下。

$$\text{单株产量} = 1.005 + 0.233 \times \text{每角粒数} + 0.05 \times \text{株高}$$

2.4 聚类分析 用 Origin Pro2021 软件以 12 个性状为变量,对 50 份材料进行聚类,当聚类阈值为 145 时,50 份资源可分为 3 类(图 1)。第Ⅰ类包含 22 份材料,表现为株高、分枝部位、一次有效分枝、再次有效分枝、主花序角果、单株角果、每角粒数、千粒重较低,主花序长最低,单株产量最高,生育期较短,花期最短;第Ⅱ类 26 份材料,表现为株高、分枝部位、一次有效分枝、再次有效分枝、主花序角果、单株角果、千粒重、单株产量最低,主花序长较短,每角粒数最多,生育期最短,花期较短;第Ⅲ类包含 2 份材料,表现为株高、分枝部位、一次有效分枝、再次有

效分枝、主花序长、主花序角果、单株角果千粒重最高,每角粒数最低,单株产量较低,生育期、花期最长(表4)。

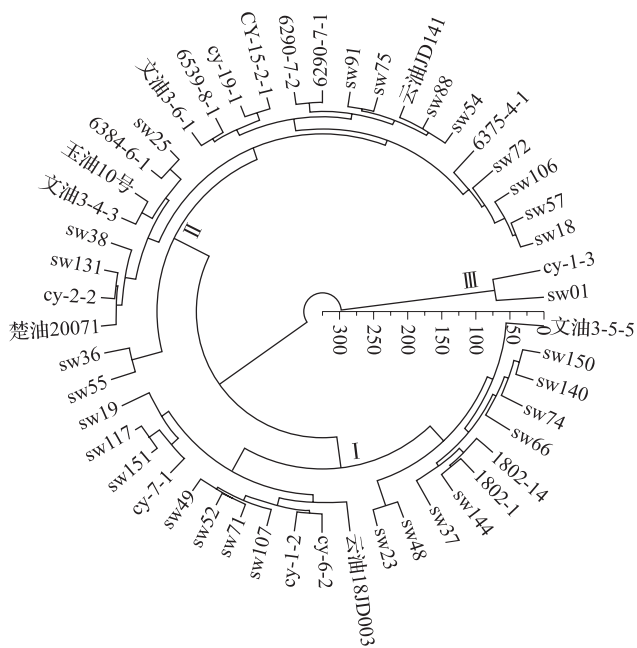


图 1 油菜资源聚类结果

表4 油菜资源亚类性状特点分析

性状	第Ⅰ类		第Ⅱ类		第Ⅲ类	
	范围	均值	范围	均值	范围	均值
株高(cm)	124.8~176.8	154.16	118.8~179.8	144.03	172.0~187.6	179.80
分枝部位(cm)	27.6~87.6	48.41	23.4~70.4	45.31	35.0~83.2	59.10
一次有效分枝	5.2~11.6	7.54	5.2~9.0	6.46	8.4	8.40
再次有效分枝	1.8~12.8	6.84	0.6~17.2	4.66	12.6~16.4	14.50
主花序长(cm)	42.0~79.8	58.09	40.0~78.4	58.45	47.8~73.4	60.60
主花序角果	56.8~91.2	69.70	43.4~84.0	63.33	84.2~115.2	99.70
单株角果	309.2~461.8	374.92	166.0~299.0	242.63	587.6~597.8	592.70
每角粒数	13.8~29.4	23.80	12.8~35.4	25.14	10.8~30.4	20.60
千粒重(g)	2.7~3.8	3.27	2.7~3.9	3.17	2.9~4.1	3.50
单株产量(g)	11.8~16.8	14.77	8.01~17.5	13.73	10.6~17.4	14.00
生育期(d)	168.0~179.0	173.72	168~184.0	172.42	179.0~184.0	181.50
花期(d)	22.0~33.0	26.54	22.0~39.0	27.61	31.0~35.0	33.00

3 结论与讨论

亲本选配是杂交育种的基础,研究育种亲本材料遗传差异,并进行分类,可为杂交育种亲本选配提供重要依据。本试验从油菜主要农艺性状差异分析看,除生育期变异系数较小外,其余性状变异系数均较大,说明各性状存在广泛变异,运用于杂交育种中,可有效拓宽油菜的遗传背景,创制丰富油菜种质。从相关性分析结果看,各农艺性状间都有相关性。单株产量与株高、每角粒数呈极显著正相关,与主花序长呈显著正相关,与主花序角果、千粒重呈负相关,但不显著。通过单株产量与农艺性状回归分析,株高和每角粒数对单株产量影响显著,是影响单株产量的主要因子。从聚类分析结果看,第Ⅰ类单株产量最高,生育期较短,可以作为高产品种选育亲本;第Ⅱ类生育期最短,可以作为早熟品种选育亲本;第Ⅲ类株高最高,生育期、花期最长,可以作为观赏品种选育亲本。试验过程中为便于统计分析,在性状的选择上还是有局限性,因此在杂交育种操作中,还要对亲本一些重要特性的遗传传递规律开展进一步研究,综合考虑性状,以达到选育出优良杂交后代的目标。

参考文献

- [1] 郑涛. 杂交技术在油菜籽 w-3 和 w-6 均衡性方面的可行性探讨. 中国种业, 2021 (7): 17-20

- [2] 李猛, 郭晓红, 周健, 胡月, 姜红芳, 吕艳东, 姜凯铭, 解宁宁. 寒地早粳稻农艺性状与品质性状的相关性分析. 中国稻米, 2018, 24 (6): 83-86
- [3] 王官, 赵威军, 张阳, 邵荣峰, 张伟, 薛丁丁, 范国华, 王磊. 甜高粱种质资源主要农艺性状的主成分及聚类分析. 农学学报, 2019, 9 (5): 5-9
- [4] 陈小翠, 覃成, 钟永先, 田欢, 许琪, 唐相群. 长江上游小麦产量与主要农艺性状的相关性分析和通径分析. 耕作与栽培, 2019, 39 (2): 13-17
- [5] 丁璐, 刘海学, 王聿双, 牟美睿, 杨仁杰. 26 个玉米杂交组合农艺性状的相关性与主成分分析. 分子植物育种, 2020, 18 (3): 995-1002
- [6] 戴祥来, 赵继献, 向阳, 任廷波, 程国平. 甘蓝型杂交油菜主花序长度与植株性状的相关分析. 中国农学通报, 2018, 34 (5): 42-48
- [7] 刘霞, 张冰冰, 马兵, 赵娜, 田正书, 秦梦凡, 王阳, 郎丽娜, 刘亚萍, 黄镇, 徐爱遐. 甘蓝型油菜株高及其相关性状的主基因 + 多基因遗传分析. 西北农业学报, 2018, 27 (4): 528-536
- [8] 谢雄泽, 谢捷, 尹羽丰, 张清伟, 白桂萍. 2016-2017 年湖北省油菜区试品种(系)产量成因性状分析. 湖北农业科学, 2019, 58 (24): 38-42
- [9] 次仁白珍, 唐琳, 袁玉婷, 王晋雄, 尼玛次仁, 赵彩霞, 李施蒙, 南志强. 西藏白菜型春油菜经济性状与品质性状相关性分析. 广东农业科学, 2019, 46 (5): 1-8
- [10] 郑本川, 崔成, 张锦芳, 李浩杰, 柴靛, 蒋俊, 蒋梁材. 甘蓝型油菜育种亲本单株产量与农艺性状相关性分析. 植物遗传资源学报, 2019, 20 (1): 113-121
- [11] 伍晓明, 陈碧云, 陆光远. 油菜种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2007

(收稿日期: 2022-01-24)