

西藏甘蓝型油菜种质资源品质性状的聚类分析

李施蒙

(西藏自治区农牧科学院农业研究所, 西藏 拉萨 850000)

摘要:为研究西藏地区甘蓝型油菜种质资源品质性状的遗传多样性,以提高甘蓝型油菜品质育种中亲本选配的利用效率,采用近红外光谱法测试了 322 份西藏甘蓝型油菜种质资源的 12 项品质性状,用 DPS 软件进行表型分析和聚类分析,结果表明:12 项品质性状都存在丰富的遗传变异,多个品质性状之间达到显著相关;通过采用标准化转换,欧氏距离,类平均法(UPGMA)的聚类分析,在阈值为 55 时,可以将 322 份资源划分为 6 个类群。甘蓝型油菜品质性状聚类分析对于甘蓝型油菜品质鉴定、种质创新和今后杂交育种亲本选配具有重要的参考价值。

关键词:甘蓝型油菜;种质资源;品质性状;聚类分析
中图分类号:S565.4 **文献标识码:**A

Clustering Analysis of Quality Traits in Germplasm Resources of *Brassica napus* in Tibet

LI Shi-meng

(Agricultural Research Institute, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850000, China)

Abstract:To study the genetic diversity of quality traits of rapeseed (*Brassica napus* L.) germplasm resources in Tibet, and improve the utilization efficiency of parents selection in quality breeding, 12 quality traits of 322 germplasm resources of Tibet were tested by the near infrared reflectance spectroscopy, phenotypic analysis and cluster analysis were carried out by the DPS. The results were as follows: abundant genetic diversity for 12 quality traits were observed, significant correlations were observed between multiple quality traits. The 322 cultivars were divided into 6 groups at clustering threshold set by cluster analysis using unweighted pair-group method with arithmetic means (UPGMA). The clustering analysis of quality traits of rapeseed (*Brassica napus* L.) has important reference value for variety identification, germplasm innovation and cross breeding.

Key words:*Brassica napus* L.; Germplasm resources; Seed quality traits; Cluster analysis

青稞、小麦、油菜是西藏的主要粮油作物,经济水平的提高使得藏区人民的生活习惯以及饮食习惯大幅改善,菜籽油也成为西藏农牧民一日三餐不可或缺或食用的植物油。西藏大面积种植的油菜涵盖了白菜型油菜、甘蓝型油菜(*B. napus*, AACC, $2n = 38$)、芥菜型油菜 3 个栽培种。西藏大部分地区海拔高、无霜期短,比较适合种植生育期较短的白菜型油菜,但由于白菜型油菜和芥菜型油菜品质差,且我国白菜型油菜和芥菜型油菜遗传基础狭窄,品质育

种难度较大^[1],高品质油菜主要从甘蓝型品种中提供,因此甘蓝型油菜的品质育种一直是高海拔地区育种工作者们关注的重点。通过甘白(甘蓝型白菜型)杂交的方法可以达到缩短甘蓝型油菜生育期的目标,也可将甘蓝型油菜的优异品质基因导入到白菜型油菜中,因此想要高效率的配置杂交组合,有必要对已有种质资源的遗传多样性进行分析。目前,种质资源的遗传多样性研究已有一些报道^[2-4]。如孟霞^[5]等为研究西藏青稞种质资源的遗传多样性,对 67 份冬青稞资源进行了主成分分析以及聚类分析;臧珊^[6]等利用 SSR 引物和 SRAP 引物对油菜亲本的遗传多样性进行分析,结合采用了聚类分析、群体结构分析和主成分分析。卓么草^[7]等采用 SCoT 标记对西藏白菜型黄籽油菜进行遗传多样性分析,

收稿日期:2018 - 12 - 08
基金项目:西藏自治区农牧科学院农业研究所青年基金(2017NKS-QNJ)
作者简介:李施蒙(1990 -),女,研究实习员,主要从事油菜育种与推广,E-mail:li_shimeng90@163.com。

结果显示西藏白菜型黄籽油菜存在较为丰富的遗传多样性。

本试验利用近红外光谱法扫描测试了 322 份西藏地区甘蓝型油菜种质资源的 12 项品质性状,利用 DPS 软件对其进行表型分析、相关分析和聚类分析,目的在于分析西藏地区甘蓝型油菜种质资源的遗传多样性,旨在为更有效地配制强优势的杂交组合以及为如何提高品质育种效果提供参考,进一步提高甘蓝型油菜种质资源的利用效率。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为西藏自治区农牧科学院农业研究所保存和收集的甘蓝型油菜资源,共 322 份。

1.2 试验方法

供试材料于 2017 年 4 月 1 日播种于西藏农牧科学院农业所试验基地,海拔 3650 m,开沟条播,采用完全随机区组排列,3 次重复,每份资源种 5 行,每行 10 ~ 13 株,行距 0.4 m,株距 0.2 m,采用常规大田管理。同年 8 月初收获,每个小区随机选取 5 株,自然风干后脱粒,采用 FOSS 5000 型近红外光谱仪测试籽粒品质性状,包括含油量、蛋白质、油酸、高油酸、亚油酸、亚麻酸、黄籽度、硫苷、硬脂酸、棕榈酸、花生烯酸、芥酸共 12 项指标。

1.3 数据分析

采用 Excel 软件对近红外 3 次品质性状扫描值进行平均,将平均值定为 322 份甘蓝型油菜种质资源的最终品质性状。采用 DPS 软件对材料进行表型分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 各品质性状的表型统计

322 份甘蓝型油菜资源种子品质性状统计结果显示(表 1),硬脂酸含量较低,材料间变幅为 0.01 % ~ 2.14 %,变幅最小,其次是棕榈酸,变幅为 2.31 % ~ 5.23 %,变幅也比较小,其余品质性状含量变幅均较大,存在广泛变异,如芥酸的变幅为 0.52 % ~ 50.26 %,硫苷的变幅为 18.67 ~ 157.66 $\mu\text{mol/g}$,变异系数分别为 70 % 和 34 %。变异系数最小的为含油量,变异系数为 7 %。

2.2 相关性分析

各品质性状相关性分析结果(表 2)表明,含油量与蛋白质呈显著负相关,相关系数达 0.752;高油酸与花生烯酸、芥酸呈显著正相关,相关系数达 0.856 和 0.844,高油酸与亚油酸、油酸、棕榈酸呈显著负相关,相关系数达 0.845、0.796 和 0.778;花生烯酸与芥酸呈显著正相关,相关系数达 0.963,花生烯酸与亚油酸、油酸、棕榈酸呈显著负相关,相关系

表 1 322 份种质资源 12 项品质性状的表型统计

Table 1 Descriptive statistics of 12 quality traits in 322 germplasm resources

性状 Trait	变幅 Range	平均值 Average	标准差 Standard deviation	变异系数 Coefficient of variation (%)
含油量 Oil content	33.90 ~ 55.21	47.43	3.11	7
蛋白质 Protein	11.89 ~ 25.47	16.69	2.78	17
高油酸 High oleic acid	62.79 ~ 100.69	78.88	6.91	9
花生烯酸 C20:1 (%)	3.57 ~ 19.51	10.08	3.89	39
黄籽度 Yellow-seeded R value	4.96 ~ 172.67	58.81	29.88	51
芥酸 C22:1 (%)	0.52 ~ 50.26	19.23	13.53	70
硫苷 Glucisinoate($\mu\text{mol/g}$)	18.67 ~ 157.66	76.23	25.96	34
亚麻酸 C18:3(%)	6.73 ~ 19.88	8.97	1.18	13
亚油酸 C18:2(%)	7.85 ~ 20.77	13.42	2.00	15
硬脂酸 C18:0(%)	0.01 ~ 2.14	0.27	0.21	78
油酸 C18:1(%)	7.91 ~ 67.13	41.97	16.65	40
棕榈酸 C16:0(%)	2.31 ~ 5.23	3.82	0.59	15

表 2 各品质性状表型间的相关性分析

Table 2 Correlation analysis of phenotypes among quality traits

	含油量 Oil content	蛋白质 Protein	高油酸 High oleic acid	花生烯酸 C20:1	黄籽度 Yellow- seeded R value	芥酸 C22:1	硫苷 Glucisinate	亚麻酸 C18:3	亚油酸 C18:2	硬脂酸 C18:0	油酸 C18:1	棕榈酸 C16:0
含油量 Oil content		-0.752 **	0.241 **	0.077	-0.217 **	-0.089	-0.187 **	-0.261 **	-0.303 **	-0.135 *	0.084	0.063
蛋白质 Protein	-0.752 **		0.142 *	0.319 **	0.517 **	0.454 **	0.370 **	0.320 **	-0.020	-0.138 *	-0.445 **	-0.479 **
高油酸 High oleic acid	0.241 **	0.142 *		0.856 **	0.456 **	0.844 **	0.371 **	-0.155 **	-0.845 **	-0.468 **	-0.796 **	-0.778 **
花生烯酸 C20:1	0.077	0.319 **	0.856 **		0.595 **	0.963 **	0.477 **	0.131 *	-0.623 **	-0.477 **	-0.969 **	-0.818 **
黄籽度 Yellow-seeded R value	-0.217 **	0.517 **	0.456 **	0.595 **		0.657 **	0.481 **	0.048	-0.188 **	-0.377 **	-0.666 **	-0.710 **
芥酸 C22:1	-0.089	0.454 **	0.844 **	0.963 **	0.657 **		0.548 **	0.121 *	-0.633 **	-0.533 **	-0.984 **	-0.885 **
硫苷 Glucisinate	-0.187 **	0.370 **	0.371 **	0.477 **	0.481 **	0.548 **		0.188 **	-0.224 **	-0.453 **	-0.534 **	-0.651 **
亚麻酸 C18:3	-0.261 **	0.320 **	-0.155 **	0.131 *	0.048	0.121 *	0.188 **		0.279 **	0.423 **	-0.241 **	0.045
亚油酸 C18:2	-0.303 **	-0.020	-0.845 **	-0.623 **	-0.188 **	-0.633 **	-0.224 **	0.279 **		0.469 **	0.535 **	0.668 **
硬脂酸 C18:0	-0.135 *	-0.138 *	-0.468 **	-0.477 **	-0.377 **	-0.533 **	-0.453 **	0.423 **	0.469 **		0.444 **	0.653 **
油酸 C18:1	0.084	-0.445 **	-0.796 **	-0.969 **	-0.666 **	-0.984 **	-0.534 **	-0.241 **	0.535 **	0.444 **		0.829 **
棕榈酸 C16:0	0.063	-0.479 **	-0.778 **	-0.818 **	-0.710 **	-0.885 **	-0.651 **	0.045	0.668 **	0.653 **	0.829 **	

注: * 在 0.01 水平(双侧)上显著相关, * 在 0.05 水平(双侧)上显著相关。
Note: * and ** represent $P=0.05$ and 0.01 , respectively.

数达 0.623, 0.969 和 0.818; 黄籽度与芥酸呈显著正相关, 相关系数达 0.657, 黄籽度与油酸、棕榈酸呈显著负相关, 相关系数达 0.666 和 0.710, 芥酸与亚油酸、油酸、棕榈酸呈显著负相关, 相关系数分别为 0.633, 0.984, 0.885, 硫苷与棕榈酸呈显著负相关, 相关系数为 0.651, 亚油酸与棕榈酸呈显著正相关, 相关系数为 0.668, 硬脂酸与棕榈酸呈显著正相关, 相关系数为 0.653, 油酸与棕榈酸呈显著正相关, 相关系数达 0.829。

2.3 类平均法聚类分析

基于 322 份材料的 12 项品质性状, 采用标准化转换, 欧氏距离, 类平均法(UPGMA), 对材料进行聚类分析, 分析结果如图 1 所示。

由图 1 可以看出, 大约在阈值为 55 时, 可以将 322 份资源划分为 6 个类群, 分别标记为 I、II、III、IV、V、VI。基于 12 项品质性状的分类结果显示, 第 I 类群包含 76 份资源, 第 II 类群包含 11 份资源, 第 III 类群包含 7 份资源, 第 IV 类群包含 218 份资源, 第 V 类群包含 9 份资源, 类群 VI 包含 1 份资源。6 个类群品质性状对比如图 2 所示。可以看出, 各类群在黄籽度、芥酸、硫苷、油酸含量上存在较大差异, 相比之下, 类群 I 黄籽度、芥酸、硫苷含量较高, 油酸含量较低; 类群 II 含油量最高, 硫苷含量相对较低, 芥酸含量相对较高; 类群 III 黄籽度、硫苷、芥酸、蛋白质含量最高, 油酸含量最低, 含油量最低; 类群 IV 芥酸含量、黄籽度相对较低, 油酸、硫苷含量相对较高; 类群 V 黄籽度相对最低, 硫苷含量相对较高; 类群 VI 芥酸、硫苷、蛋白质含量最低, 油酸、亚油酸含量最高。

综合分析, 类群 I 可作为高黄籽度种质资源, 也可通过进一步提高此类资源芥酸含量而用作工业利用; 类群 II 可作为提高含油量的种质资源, 也可通过降低芥酸含量来提高此类资源的综合品质性状; 类群 III 具有一定工业利用价值, 也可作为高蛋白含量资源; 类群 IV 可通过改善硫苷含量来提高综合品质性状; 类群 V 可作为低黄籽度的资源; 类群 VI 综合品质性状优良, 但属于低蛋白质含量资源, 育种中需改良此类资源的蛋白质性状。

因此, 在西藏地区甘蓝型油菜品质育种中, 应根据不同育种目标来选择不同类群中的种质资源, 杂交育种中应避免亲本的选配过于重复而增加工作量。

3 讨论

提高种子含油量是油菜品质育种的重要目标, 本试验 322 份甘蓝型油菜种质资源含油量变幅为 33.90 % ~ 55.21 %, 平均值为 47.43 %, 变异系数为 7 %, 说明本试验材料遗传变异不够丰富, 主要缺乏高含油量油菜种质资源, 通过引进其他地区高含油量资源, 经过育种研究, 培育出适合当地高寒、高海拔气候的优良品种, 是解决高含油量种质资源缺乏问题的方法之一。此外, 同一品系, 随着种植海拔高度的升高, 含油量是否有稳定升高的趋势也待进一步研究。

种质资源是育种工作的物质基础, 现有油菜种质资源遗传多样性分析以及评价是合理、正确、高效利用的前提^[8-9]。利用分子标记进行聚类分析是种

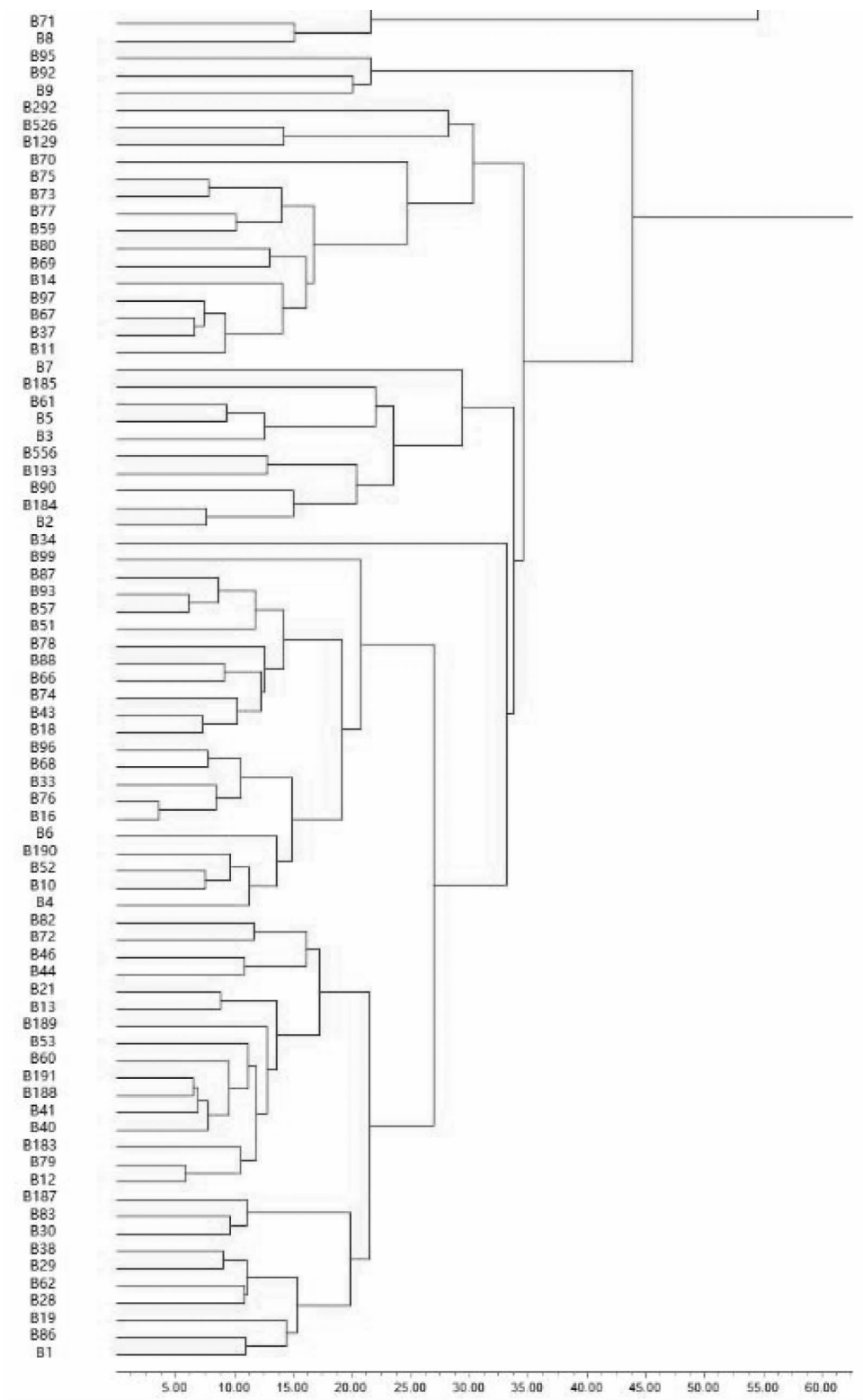


图 1 采用类平均法的甘蓝型油菜不同资源聚类结果

Fig. 1 Cluster results of different resources of rapeseed (*Brassica napus* L.) using unweighted pair-group method

质资源遗传多样性研究的方法之一,目前,油菜种质资源分子聚类研究已有很多报道。例如,臧珊^[10]利用 SSR 标记和 SRAP 标记对 32 份供试材料进行聚类分析,结果在遗传相似系数为 0.65 处将 32 份油

菜分为 3 大类。张星星^[11]利用 SSR 标记对 121 份人工合成的甘蓝型油菜进行聚类分析,结果将 121 份资源聚类为 2 大类 10 个亚类,并结合这一批资源的农艺性状进行聚类,结果表明 2 种聚类分析结果

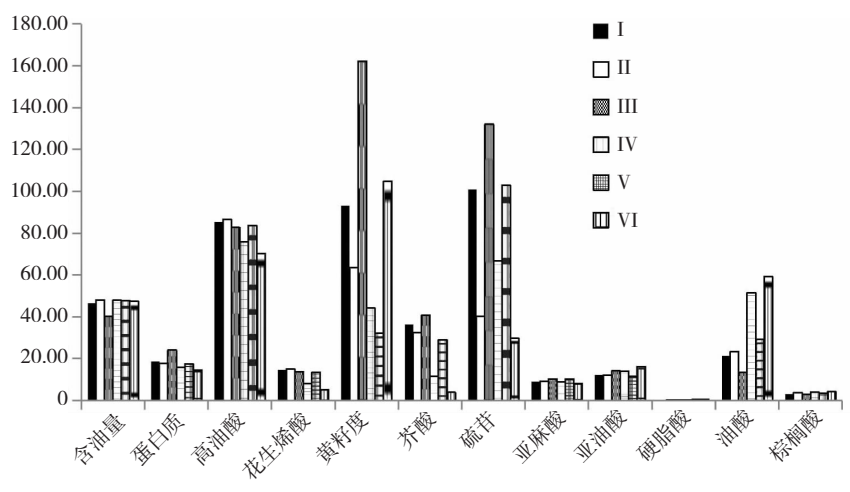


图 2 6 个类群各品质性状对比

Fig. 2 Comparison of quality traits of 6 groups resources

具有较高的一致性。因此,利用种质资源农艺性状结合分子标记进行遗传多样性研究,可以更好地分析种质资源的遗传背景,对配置强优势的杂交组合具有较强的指导意义。今后的研究当中,可以对材料进行基于分子标记的聚类分析,进一步揭示西藏甘蓝型油菜种质资源的遗传背景,指导今后杂交育种中亲本的选配,提高育种成效。

4 结 论

本试验利用近红外光谱法扫描测试了 322 份西藏地区甘蓝型油菜种质资源的 12 项品质性状,利用 DPS 软件对其进行表型分析、相关分析和聚类分析,在阈值为 55 时,将 322 份资源划分为 6 个类群,各类群在黄籽度、芥酸、硫苷、油酸含量上存在较大差异,本试验进一步揭示了西藏甘蓝型油菜种质资源的遗传背景,对提高育种成效有一定的指导意义。

参考文献:

[1]杜德志,肖麓,赵志,等.我国春油菜遗传育种研究进展[J].中国油料作物学报,2018,40(5):633-639.

[2]叶威.甘蓝型油菜种质资源遗传多样性研究[D].武汉:华中农业大学,2011.

[3]关周博,王学芳,赵小光,等.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,2015,27(7):15-18.

[4]唐章林,罗艺,李阳阳,等.甘蓝型油菜种质资源的聚类分析[J].安徽农业大学学报,2017,44(5):918-923.

[5]孟霞,李梦寒,曾兴权,等.西藏冬青稞种质资源的主要形态性状分析[J].西藏农业科技,2018,40(2):9-13.

[6]臧珊,张云霄,郭媛,等.利用 SSR 和 SRAP 标记分析油菜骨干亲本的遗传多样性[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2019(5):1-7.

[7]卓么草,郭文文,杨广环,等.基于 SCoT 标记分析西藏白菜型黄籽油菜遗传多样性[J].中国油料作物学报,2018,40(4):486-491.

[8]王林海,王晓伟,詹克慧,等.黄淮麦区部分小麦种质资源农艺性状的聚类分析[J].中国农学通报,2008(4):186-191.

[9]丁厚栋,张尧锋,余华胜,等.甘蓝型油菜种质资源的农艺性状聚类分析[J].华北农学报,2009,24(S1):103-105.

[10]臧珊.甘蓝型油菜三系骨干亲本的遗传多样性分析[D].咸阳:西北农林科技大学,2018.

[11]张星星.人工合成甘蓝型油菜的遗传多样性分析[D].成都:四川农业大学,2013.