

西藏油菜种质资源品质性状鉴定分析

袁玉婷

(西藏自治区农牧科学院农业研究所,西藏 拉萨 850032)

摘要:为分析甘蓝型油菜和白菜型油菜种质资源的品质特性,并对其遗传多样性进行评价。本研究对100份甘蓝型油菜和100份白菜型油菜的含油量、蛋白质、硫苷、芥酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、花生酸、棕榈酸等10个品质性状的分布特征、相关性、聚类结果进行分析。结果表明,白菜型油菜资源和甘蓝型油菜资源均具有较好的遗传多样性,10个性状变异系数分别为4.33%~51.46%、7.05%~214.08%,花生酸与芥酸的相关性系数均大于0.800。在欧式距离为10处白菜型油菜资源聚为4类,甘蓝型油菜资源聚为5类。本研究探明了白菜型油菜和甘蓝型油菜品质的特征特性,为下一步油菜杂交育种的亲本选配提供依据。

关键词:甘蓝型油菜;白菜型油菜;品质性状;西藏

中图分类号:S634.3 文献标志码:A

Identification and Analysis of Quality Traits of Rapeseed Germplasm Resources in Tibet

YUAN Yuting

(Institute of Agriculture, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850032, China)

Abstract: In order to analyze the quality characteristics and evaluate their genetic diversity of the germplasm resources of *Brassica rapa* L and *Brassica napus*, in this study, 10 quality traits including oil content, protein, glucosinolate, erucic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, arachidic acid and palmitic acid of 100 *Brassica rapa* L and 100 *Brassica napus* were detected and the distribution characteristics, correlation, and clustering results were analyzed. The results showed that both of resources had good genetic diversity, the variation coefficient of the 10 traits were 4.33%~51.46%, 7.05%~214.08%, and the correlation coefficients of arachidic acid and erucic acid were both greater than 0.800. At the European distance of 10, the *Brassica rapa* L resources were divided into 4 categories, and the *Brassica napus* resources are divided into 5 categories. In this study, the characteristics of quality traits of *Brassica rapa* L and *Brassica napus* were proved, which provided the basis for the parental selection of rapeseed hybrid breeding in the next step.

Key Words: *Brassica rapa* L; *Brassica napus*; quality traits; Tibet

油菜是西藏的主要油料作物,菜籽油是西藏人民一日三餐不可或缺的食用植物油。西藏较大面积种植的油菜涵盖了白菜型油菜(*Brassica rapa* L., AA 2n=20)、甘蓝型油菜(*Brassica napus*, AACC, 2n=38)、芥菜型油菜(*Brassica juncea* Coss., AABB, 2n=36)3个栽培种。白菜型油菜由于生育期短、抗寒、抗旱性强,在西藏高海拔、无霜期短的区域种植面积较大,但由于白菜型油菜的硫苷和芥酸含量偏高,育

种过程中品质改良难度较大^[1]。甘蓝型油菜作为目前油菜主要种植类型,也是重要的饲用蛋白源,具有丰产性、品质优等特点,但由于生育期偏长,主要在西藏河谷农区种植^[2]。芥菜型油菜具有耐热、耐贫瘠、抗旱等特点^[3],目前在西藏日喀则地区有部分种植。

随着人们生活水平提高,油菜品质越来越受重视。菜籽油中的芥酸不易被人体消化,品质育种中要求芥酸含量小于5%,而油酸和亚油酸具有软化血管、降低胆固醇的作用^[4],容易被人体吸收消化。此外,菜籽饼粕中硫代葡萄糖苷(简称硫苷)明显影响动物的适口性,过量摄入会直接伤害动物器官。因此,菜籽中的含油量、蛋白质含量、芥酸含量、硫

收稿日期:2022-4-10

基金项目:西藏自治区农牧科学院农业研究所统筹项目(2021-XZNYS-TCXM-0001);国家农业产业技术体系(CARS-12)。

作者简介:袁玉婷(1971-),女,研究员,主要从事油菜栽培与示范推广工作,E-mail:yuanyuting.71@163.com。

苷含量等品质性状是油菜新品种选育过程中的主要参考指标。本文利用近红外分析仪对西藏 100 份甘蓝型油菜和 100 份白菜型油菜种质资源的 10 个品质性状进行扫描,利用 SPSS 软件对其作图进行遗传多样性分析,旨在为下一步西藏油菜杂交育种的亲本选育和基础研究等提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为西藏自治区农牧科学院农业研究所收集、保存和引进。其中,白菜型油菜资源 100 份,甘蓝型油菜资源 100 份。

1.2 试验方法

试验于 2021 年 4—10 月在西藏自治区农牧科学院农业研究所 3 号试验基地进行,当地海拔 3 650 m,开沟条播,按编号顺序排列,每份资源种 3 行,行长 2 m,行距 0.4 m,采用常规大田统一管理。成熟后,每个小区随机选取 5 株,自然风干后脱粒,

采用近红外光谱仪测试籽粒品质性状,包括棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、花生酸、芥酸、含油量、硫苷、蛋白质共 10 个指标。

1.3 数据处理

利用 Excel 和 SPSS 软件进行数据统计分析,包括分布特征、相关性和聚类分析,其中聚类方法采用离差平方和法,种质间遗传距离为欧式距离。

2 结果与分析

2.1 油菜资源主要品质性状分布特征

对 100 份白菜型油菜和 100 份甘蓝型油菜种质资源的品质性状平均值进行散点图分布分析(图 1)。芥酸含量分析,白菜型油菜资源芥酸含量主要分布在 20.00%~30.00% 范围内,占总资源含量的 89%,芥酸含量>30.00% 的有 7 份,最高达 34.94%,只有 1 份资源的芥酸含量<15.00%;甘蓝型油菜资源芥酸含量大部分在 5.00% 以下,占总资源的 87%,符合国家双低油菜芥酸含量标准,13% 资源的芥酸含量>

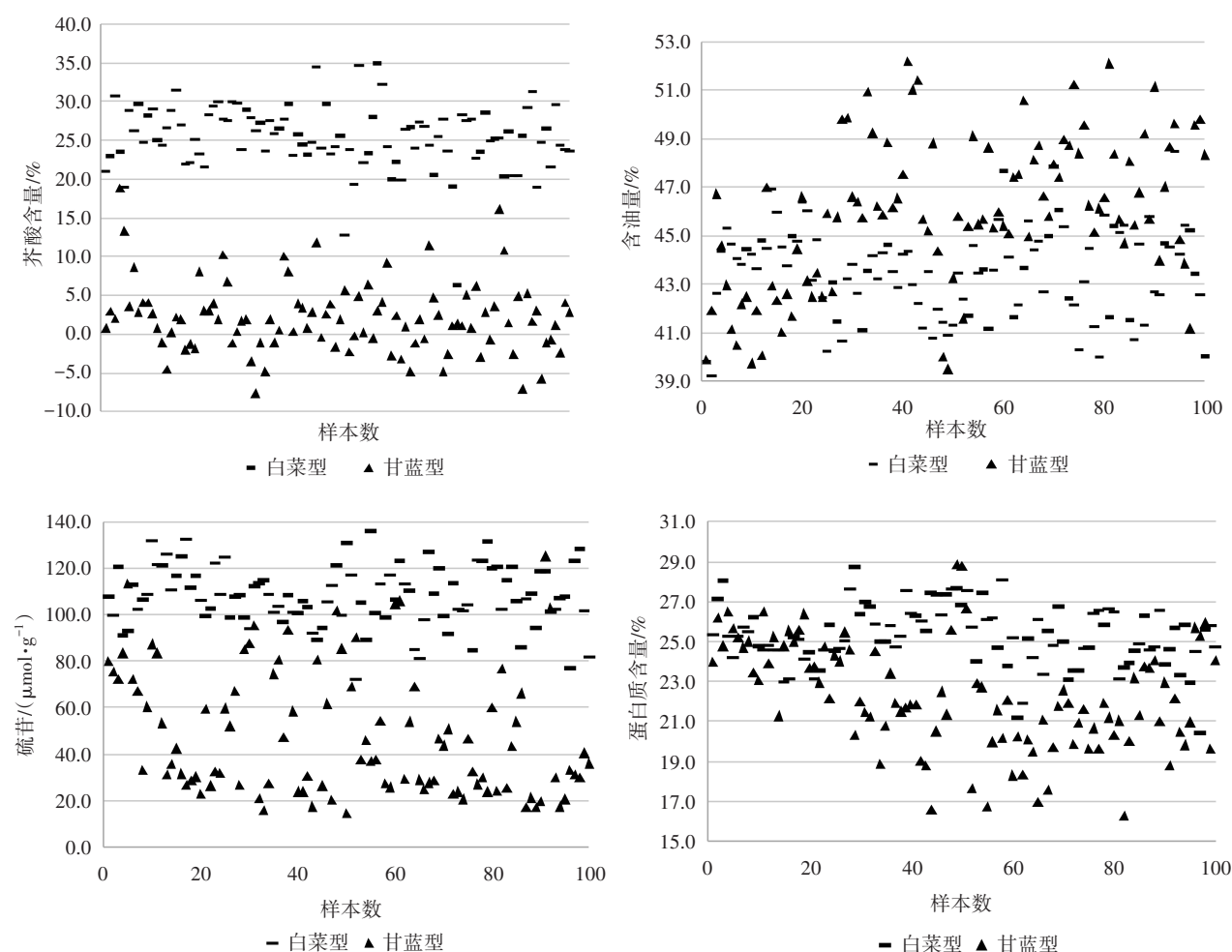


图1 油菜资源主要品质性状分布

5.00%,芥酸含量最高的达到18.88%。

含油量分析,白菜型油菜资源含油量在41.00%~45.00%范围内资源最多为82份,占82%,含油量超过47%的仅有2份,最高达48.48%,8%的资源含油量<39.00%;甘蓝型油菜资源含油量>45.00%有72份,含油量>50.00的资源有8份,最高达52.18%,6份资源的含油量<40.00%。

硫苷含量分析,白菜型油菜资源硫苷含量均高于40.00 μmol/g饼,硫苷含量>80.00 μmol/g饼的资源最多,占86%,硫苷含量介于60~70 μmol/g饼的资源有2份;甘蓝型油菜资源硫苷含量<40.00 μmol/g饼的占57%,硫苷含量最小为14.49 μmol/g饼,硫苷含量>40.00 μmol/g饼的资源有43份,硫苷含量最高达124.89 μmol/g饼。

蛋白质含量分析,白菜型油菜蛋白质含量在23.00%~27.00%的资源最多,占总资源的83%,而蛋白质含量>28%的资源仅有3份;甘蓝型油菜资源蛋白质<23.00%的资源占55%,19份资源的蛋白质含量>25.00%,2份资源的蛋白质含量接近29.00%。

综上,甘蓝型油菜硫苷、芥酸、含油量大部分符合优质、双低油菜标准,这为后期优质油菜新品种选育提供了基础材料;白菜型油菜硫苷和芥酸含量均大于双低油菜标准,需要育种者通过远缘杂交等相应育种技术改良品质性状。

2.2 油菜资源品质变异分析

油菜品质性状变异系数表明(表1):不同材料之间有较大差异,白菜型油菜变异系数为4.33%~

51.46%,其中油酸的变异系数最大,为51.46%;甘蓝型油菜的变异系数为7.05%~214.08%,其中芥酸的变异系数最大,为214.08%;白菜型油菜品质性状的变异系数从大到小依次为油酸、蛋白质=硬脂酸、芥酸、亚油酸、硫苷=棕榈酸、花生酸、亚麻酸、含油量。白菜型油菜平均油酸含量为12.29%,变异幅度为-3.86%~40.90%,平均芥酸含量为25.38%,变异范围为6.31%~34.94%;平均含油量为43.52%,介于39.22%~48.48%之间;平均硫苷含量为107.81 μmol/g饼,变异范围为72.05~136.01 μmol/g;平均蛋白质含量为25.26%,介于20.41%~28.72%之间。

甘蓝型油菜品质性状的变异系数从大到小依次为芥酸、花生酸、蛋白质=硬脂酸、亚油酸、油酸、硫苷=棕榈酸、亚麻酸、含油量。甘蓝型油菜平均油酸含量为45.32%,变异幅度为21.59%~56.03%;平均芥酸含量为2.16%,变异范围为-7.62%~18.88%,平均含油量为45.76%,变异幅度为36.71%~52.18%;平均硫苷含量为48.06 μmol/g饼,变异范围为14.49~124.89 μmol/g;平均蛋白质含量为22.20%,介于16.26%~28.87%之间。

综上,各品质性状在材料间表现出不同的变异程度,白菜型油菜资源硬脂酸、油酸、亚油酸、芥酸、蛋白质均高于10%;甘蓝型油菜资源除棕榈酸、亚麻酸、含油量和硫苷外,其余指标变异程度均大于10%,表明白菜型油菜资源和甘蓝型油菜资源均具有很好的遗传多样性。

表1 油菜资源品质性状变异分析 %

类型	变异值	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	花生酸	芥酸	含油量	硫苷	蛋白质
白菜型油菜	最大值	3.66	1.32	40.90	20.13	13.66	16.56	34.94	48.48	136.01	28.72
	最小值	2.09	0.35	-3.86	7.96	9.59	8.23	6.31	39.22	72.05	20.41
	均值	2.73	0.83	12.29	15.55	11.42	13.30	25.38	43.52	107.81	25.26
	极差	1.58	0.97	44.76	12.17	4.08	8.34	28.64	9.26	63.96	8.31
	标准差	0.26	0.19	6.32	2.03	0.73	1.17	4.19	1.88	13.03	1.51
	变异系数	9.39	23.21	51.46	13.07	6.41	8.83	16.50	4.33	9.39	23.21
甘蓝型油菜	最大值	4.43	1.65	56.03	27.14	15.14	11.35	18.88	52.18	124.89	28.87
	最小值	2.47	0.40	21.59	13.11	10.48	2.21	-7.62	36.71	14.49	16.26
	均值	3.62	0.93	45.32	18.63	12.75	4.91	2.16	45.76	48.06	22.20
	极差	1.96	1.26	34.44	14.03	4.66	9.14	26.50	15.47	110.40	12.61
	标准差	0.33	0.24	6.65	2.75	1.01	1.63	4.63	3.23	26.99	2.70
	变异系数	8.98	26.31	14.67	14.75	7.91	33.27	214.08	7.05	8.98	26.31

2.3 油菜资源品质性状相关性分析

利用SPSS软件对100份白菜型油菜(表2)和100份甘蓝型油菜资源进行相关性分析(表3)。结果表明,白菜型油菜在置信度为0.01时:①棕榈酸与油酸(0.524**)、亚油酸(0.615**)呈极显著正相关,与花生酸(-0.574**)、芥酸(-0.478**)、含油量(-0.376**)、硫苷(-0.432**)呈极显著负相关;②硬脂酸与亚麻酸(-0.425**)、硫苷(-0.360**)呈极

显著负相关;③油酸与花生酸(-0.896*)、芥酸(-0.946**)和硫苷(-0.340**)呈极显著负相关;④亚油酸与亚麻酸呈极显著正相关(0.433**),与含油量极显著负相关(-0.396**);⑤亚麻酸与硫苷呈极显著正相关(0.334**);⑥花生酸与芥酸(0.864**)和硫苷(0.395**)呈极显著正相关;⑦芥酸与硫苷呈极显著正相关(0.483**),⑧含油量与蛋白质呈极显著负相关(-0.660**)。

表2 白菜型油菜品质性状间相关系数

	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	花生酸	芥酸	含油量	硫苷	蛋白质
棕榈酸	1									
硬脂酸	-0.133	1								
油酸	0.524**	-0.002	1							
亚油酸	0.615**	-0.088	-0.063	1						
亚麻酸	0.089	-0.425**	-0.209*	0.433**	1					
花生酸	-0.574**	-0.020	-0.896**	-0.117	0.082	1				
芥酸	-0.478**	-0.165	-0.946**	0.09	0.231*	0.864**	1			
含油量	-0.376**	0.03	-0.116	-0.396**	-0.006	0.191	0.078	1		
硫苷	-0.432**	-0.360**	-0.340**	-0.063	0.334**	0.395**	0.483**	-0.012	1	
蛋白质	0.089	-0.041	-0.005	0.143	0.05	-0.071	0.034	-0.660**	0.089	1

注:**表示 $p<0.01$ 水平极显著相关,*表示 $p<0.05$ 水平显著相关,下同。

甘蓝型油菜在置信度为0.01时:①棕榈酸与油酸(0.289**)、亚油酸(0.722**)、亚麻酸(0.271**)呈极显著正相关,与花生酸(-0.657**)、芥酸(-0.449**)、硫苷(-0.502**)呈极显著负相关;②硬脂酸与含油量呈极显著正相关(0.395**),与亚麻酸(-0.268**)、芥酸(-0.290**)、蛋白质(-0.459**)呈极显著负相关;③油酸与花生酸(-0.784**)和芥酸(-0.869**)呈极显著负相关;④亚油酸与亚麻酸呈极显著正相关(0.538**),与花生酸呈极显著负相关(-0.287**);⑤花生酸与芥酸(0.844**)和硫苷

(0.475**)呈极显著正相关;⑥芥酸与硫苷呈极显著正相关(0.433**),⑦含油量与硫苷(-0.348**)和蛋白质(-0.808**)呈极显著负相关。

综上结果说明,无论是甘蓝型油菜还是白菜型油菜,10个品质性状之间相关性表现一致,其中呈极显著正相关的白菜型有7对,甘蓝型有8对,呈极显著负相关的白菜型有12对,甘蓝型有11对;相关系数大于0.800的品质性状,白菜型油菜和甘蓝型油菜均只有1对,为花生酸与芥酸。

表3 甘蓝型油菜品质性状间相关系数

	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	花生酸	芥酸	含油量	硫苷	蛋白质
棕榈酸	1									
硬脂酸	0.113	1								
油酸	0.289**	0.181	1							
亚油酸	0.722**	0.043	-0.106	1						
亚麻酸	0.271**	-0.268**	-0.251*	0.538**	1					
花生酸	-0.657**	-0.235*	-0.784**	-0.287**	-0.035	1				
芥酸	-0.449**	-0.290**	-0.869**	0.002	0.194	0.844**	1			
含油量	-0.041	0.395**	0.101	-0.123	-0.077	-0.107	-0.250*	1		
硫苷	-0.502**	-0.194	-0.185	-0.107	0.105	0.475**	0.433**	-0.348**	1	
蛋白质	-0.099	-0.459**	-0.095	-0.058	-0.064	0.05	0.209*	-0.808**	0.182	1

2.4 油菜品质性状聚类分析

将100份白菜型油菜资源和100份甘蓝型油菜资源的10个品质分析数据采用SPSS软件进行欧氏距离分类分析(图2),100份白菜型油菜资源在距离为10处可聚为4大类。第Ⅰ类群包括93份材料,其亚麻酸和硫苷含量较高,而硬脂酸含量较低;第Ⅱ类群包括4份材料,此类群材料硫苷含量较高,油酸含量较低;第Ⅲ类群包括1份材料,亚麻酸、硫苷和蛋白质含量较低;第Ⅳ类群包括2份

材料,油酸含量较高,花生酸含量较低。

100份甘蓝型油菜资源在距离为10处可聚为5大类。第Ⅰ类群包括84份材料,其油酸含量较高,而芥酸和硫苷含量最低;第Ⅱ类群包括2份材料,此类群硫苷含量较高,棕榈酸和含油量含量较低;第Ⅲ类群包括11份材料,芥酸和硫苷含量较高;第Ⅳ类群包括1份材料,油酸和蛋白质含量较低;第Ⅴ类群包括2份材料,花生酸、芥酸和硫苷含量较高。

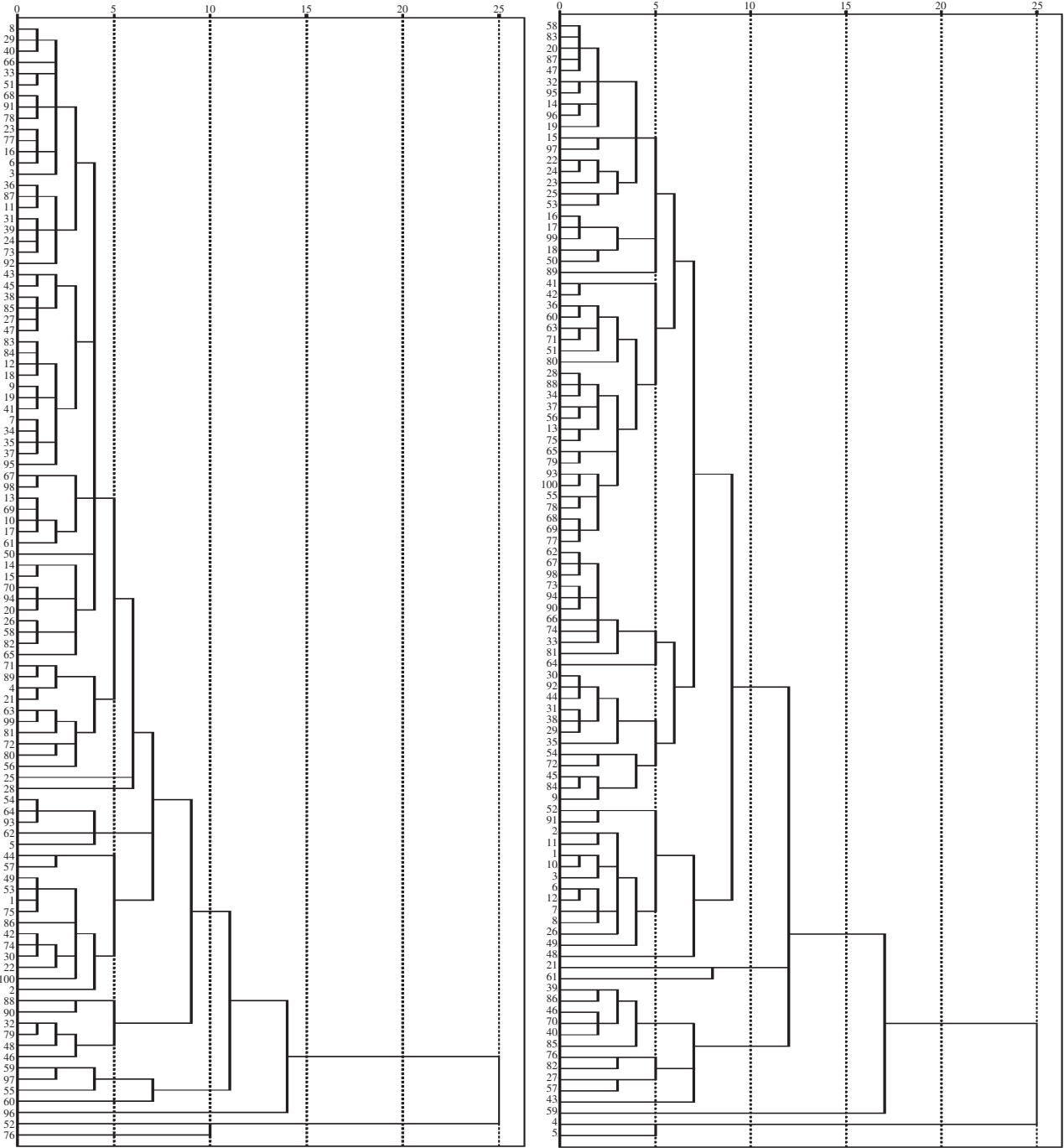


图2 油菜资源聚类结果(左:白菜型油菜,右:甘蓝型油菜)

3 结论与讨论

油菜品质性状的多样性体现了种质资源遗传性状的丰富性,而丰富的种质资源为育种工作者提供了优势基础材料,对现有油菜资源准确地分析和评价是高效利用资源的前提条件^[5-7]。在育种工作中,育种目标不同对品质的要求不同,食用油要求硫苷、芥酸的含量分别低于 30 $\mu\text{mol/g}$ 饼和 5%,以保证食用油营养品质和人体健康;用于饲料时则要求硫苷含量偏低,蛋白质含量偏高;用于工业时,则要求高芥酸和高含油量^[8]。

本研究对 100 份白菜型油菜资源和 100 份甘蓝型油菜资源的 10 个品质性状进行综合分析。结果显示,甘蓝型油菜资源 57% 以上芥酸含量 $<5\%$,硫苷含量 $<40 \mu\text{mol/g}$,含油量 $>45\%$,其中硬脂酸、油酸、亚油酸、花生酸、芥酸、蛋白质变异系数大于 10%。82% 的白菜型油菜资源含油量 $>41\%$,全部的白菜型油菜资源芥酸 $>5\%$ 、硫苷含量 $>40 \mu\text{mol/g}$,其中硬脂酸、油酸、亚油酸、芥酸、蛋白质变异系数大于 10%。甘蓝型油菜的优良品质和丰富的遗传多样性为后期油菜育种提供了丰富的基础材料。

相关性分析结果显示,10 个品质性状之间相关性表现一致,其中呈极显著正相关的白菜型资源品质有 7 对,甘蓝型有 8 对,呈极显著负相关的白菜

型资源品质有 12 对,甘蓝型有 11 对;白菜型油菜和甘蓝型油菜资源的花生酸与芥酸的相关性系数均大于 0.800。欧氏距离分类分析表明,在距离为 10 处,100 份白菜型油菜资源可聚为 4 大类,100 份甘蓝型油菜资源可聚为 5 大类,不同类群都具有各自的特点,可将遗传距离阈值的大小值作为杂交育种亲本选配的依据。

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] 刘 成,冯中朝,肖唐华,等.我国油菜产业发展现状、潜力及对策[J].中国油料作物学报,2019,41(4):485-489.
- [3] 刘忠松,官春云,陈社员,等.芥菜型油菜与甘蓝型油菜种间杂种后代的 RAPD 分析[J].中国农业科学,2002,35(8):1010-1015.
- [4] 叶 桑,崔 翠,郜欢欢,等.基于 SNP 遗传图谱对甘蓝型油菜部分脂肪酸组成性状的 QTL 定位[J].中国农业科学,2019,52(21):3733-3747.
- [5] 臧海军,张克英.菜籽饼粕中硫代葡萄糖苷的危害与脱毒措施研究[J].饲料工业,2007,28(2):62-64.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 石江华,郎春秀,王伏林,等.工业用高油高芥酸转基因油菜株系的获得[J].分子植物育种,2016,14(3):586-592.