

引用格式:

周泉, 陈娇, 石超, 王龙昌. 西南山地抗逆高产优质油菜品种的筛选[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2021, 47(2): 125-131.

ZHOU Q, CHEN J, SHI C, WANG L C. Selection of high yield and high resistance and high quality rapeseed varieties in mountainous areas of southwest China[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2021, 47(2): 125-131.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



西南山地抗逆高产优质油菜品种的筛选

周泉^{1,2}, 陈娇¹, 石超¹, 王龙昌^{1*}

(1.西南大学农学与生物科技学院, 重庆 400716; 2.江西农业大学农学院, 江西 南昌 330045)

摘要:以20个油菜品种(品系)进行田间试验,采用灰色综合评判法和聚类分析法,结合品种(品系)的抗逆能力、产量及品质性状对油菜品种进行筛选。结果表明:德杂油5号与汉油8号的病情指数较对照品种三峡油5号的分别低77.4%和70.0%;GH04/GH02、绵油11、万油27、德杂油5号、GH06、渝油28、145027、渝华2号、145020的产量显著高于三峡油5号的;中双11号的含油量显著高于三峡油5号;灰色综合分析发现, GH06、145020、中双11号、万油27、渝华2号的G值排序为前5,聚类分析结果为I级,综合性状表现优良,适合西南山地推广种植。

关键词:油菜;品种;筛选;灰色综合评判;聚类分析;抗逆;高产优质

中图分类号: S565.402

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2021)02-0125-07

Selection of high yield and high resistance and high quality rapeseed varieties in mountainous areas of southwest China

ZHOU Quan^{1,2}, CHEN Jiao¹, SHI Chao¹, WANG Longchang^{1*}

(1.College of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing, 400716, China; 2.College of Agronomy, Jiangxi Agriculture University, Nanchang, Jiangxi 330045, China)

Abstract: This study did a field experiment for 20 rape varieties by use of gray comprehensive evaluation method and cluster analysis on their cultivation of resilience, yield and quality character. The aim is to screen out optimal varieties for the Southwest mountain region in China. Results showed that the disease index of Dezayou 5 and Hanyou 8 was 77.4% and 70.0% lower than that of the Sanxiayou 5, respectively. The yields of GH04/GH02, Mianyou 11, Wanyou 27, Dezayou 5, GH06, Yuyou 28, 145027, Yuhua 2 and 145020 were significantly higher than those of Sanxiayou 5. The oil content of zhongshuang 11 is significantly higher than that of sanxiayou 5. The comprehensive analysis found that GH06, 145020, Zhongshuang 11, Wanyou 27, Yuhua 2 having good indexes are adapt to be planted in Southwest mountain in China.

Keywords: rape; variety; selection; gray comprehensive evaluation; cluster analysis; stress resistance; high yield and high quality

油菜是中国重要的油料作物。2018年全国油菜播种面积约 6.551×10^6 hm², 约占油料作物播种总面积的一半^[1]。西南地区是油菜种植的重要地区,

约占全国油菜播种总面积的30%。目前,油菜育种专家都专注于培育高产优质(双低)的油菜品种^[2]。一般的油菜品种在食用品质上存在芥酸和硫苷含

收稿日期: 2020-02-23

修回日期: 2020-03-18

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(201503127)

作者简介: 周泉(1987—), 男, 山东济宁人, 博士, 助理研究员, 主要从事农业生态与可持续发展, zhouquanyilang@163.com; *通信作者, 王龙昌, 博士, 教授, 主要从事农业生态与农作制度研究, wanglc2003@163.com

量高的缺点,而对人体健康有益的油酸及亚油酸含量低^[3]。品种选择失误,会使农业生产过程投入产出不成正比,化肥、农药等化学品的投入还会给农业生态环境增加负担;因此,如何在众多品种中筛选出适宜西南地区种植的高产优质品种是研究人员应该考虑的现实问题。

目前,对油菜品种的筛选主要集中在农艺性状、产量和抗逆性状的研究^[4-6],鲜有结合产量、抗性品质性状对油菜品种进行综合筛选。本研究中,以20种甘蓝型油菜为研究对象,通过大田试验,在田间自然条件下研究不同品种(品系)的抗逆能力、产量及品质性状,运用灰色评判法筛选出适合西南山区旱地种植的油菜品种。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料如表1,以当地政府推广种植的三峡油5号为对照。

表1 供试材料及来源

编号	材料	来源
1	万油25	重庆三峡农业科学院
2	绵油11	四川省农业科学院
3	GH04/GH02	西南大学
4	万油27	重庆三峡农业科学院
5	德杂油5号	四川省农业科学院
6	GH06	西南大学
7	渝油28	西南大学
8	145027	重庆三峡农业科学院
9	汉油8号	汉中市农业科学研究所
10	中双11号	西南大学
11	三峡油5号(CK)	云阳宝坪镇政府
12	德新油59	重庆三峡农业科学院
13	新德杂油9号	四川省农业科学院
14	渝华2号	重庆三峡农业科学院
15	渝华3号	重庆三峡农业科学院
16	中双12	西南大学
17	145020	重庆三峡农业科学院
18	152024	重庆三峡农业科学院
19	陕油19	西北农林科技大学
20	秦优168	汉中市农业科学研究所

1.2 方法

1.2.1 试验设计

试验于2015年10月至2016年5月在重庆市

云阳县宝坪镇江南村试验田(E108°54',N30°55')进行。该试验区属丘陵山区立体气候,海拔高度约700 m。表2为2015—2016年试验区油菜生育期月平均降水量及温度。从表2可以看出,本试验区降水时空分布极不均衡,12月(油菜苗期)降水量极少,干旱现象明显。试验地土壤为旱地紫色土,坡度较缓,地力相对均匀,但土层较薄。0~20 cm土壤容重为1.44 g/cm³。油菜播种前土壤有机质、全氮含量分别为15.42、0.94 g/kg,碱解氮、有效磷、速效钾含量分别为107.78、16.82、73.57 mg/kg,土壤pH为6.38。试验区前茬作物为高粱。挑选籽粒饱满、大小均匀、无病虫的油菜种子于10月10日人工条播,播种量3.00~3.75 kg/hm²。五叶期定苗,留苗密度1.5×10⁵株/hm²。小区面积10 m²。3次重复,随机区组排列。播种前施西洋牌复合肥(N、P、K比例为14 16 15)750 kg/hm²。定苗后追施尿素97.5 kg/hm²。其他管理措施同常规管理。

表2 2015—2016年试验区油菜生育期月平均降水量及温度

Table 2 The average rainfall and temperature of each month at the whole growth period of rapeseed during 2015—2016

时间	降水量/mm	温度/°C
2015-10	89.8	18.1
2015-11	43.3	12.5
2015-12	22.4	6.7
2016-01	33.2	4.9
2016-02	26.5	7.6
2016-03	68.7	12.5
2016-04	129.4	17.1
2016-05	113.8	20.0

1.2.2 病害调查

在成熟期采用五点取样法(每点取5株)调查油菜菌核病病株数及发病级别。根据病害严重程度和植株发病情况,按照文献^[7]进行病级分级,统计不同时期的病株率及病情指数。

1.2.3 产量的测定

成熟期每小区连续取10株植株测产。将每株油菜籽粒自然风干至恒重,用电子天平(JA2003)称量其千粒质量及单株产量。

1.2.4 油菜籽粒品质性状的测定

采用Foss近红外品质分析仪(瑞典,Foss)测定籽粒含油量以及蛋白质、油酸、芥酸及硫苷的含量。

1.3 数据处理与分析

对各性状平均值进行无量纲化处理并计算^[8], 采用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 进行统计分析和绘图。

2 结果与分析

2.1 不同甘蓝型油菜品种抗逆性分析

所有品种(品系)成熟期均无倒伏, 未受霜冻及虫害影响, 但多数品种均出现菌核病。从表 3 可以看出, 20 个参试品种(品系)中, 万油 25 病情指数为 0, 无菌核病病发现象; 德杂油 5 号与汉油 8 号的病情指数分别为 5.36% 和 7.10%, 较对照品种三峡油 5 号的病情指数分别低 77.4% 和 70.0%, 而 152024 的病株率高达 68.75%, 病情指数高达 62.50%, 较对照品种三峡油 5 号的病株率高 161.2%, 病情指数高 163.9%。

表 3 参试品种(品系)田间条件下菌核病的发病情况

序号	品种(品系)	病株率	病情指数
1	GH04/GH02	41.67	18.75
2	绵油 11	61.54	50.00
3	万油 25	0.00	0.00
4	万油 27	23.08	23.10
5	德杂油 5 号	35.71	5.36
6	145027	27.27	27.30
7	渝油 28	15.38	11.50
8	GH06	27.27	27.30
9	汉油 8 号	7.14	7.10
10	中双 11 号	23.53	22.06
11	三峡油 5 号(CK)	26.32	23.68
12	德新油 59	17.65	14.71
13	新德杂油 9 号	16.67	9.72
14	渝华 2 号	26.32	26.32
15	渝华 3 号	25.00	21.25
16	中双 12	50.00	48.44
17	145020	55.56	51.39
18	152024	68.75	62.50
19	陕油 19	54.55	52.27
20	秦优 168	33.33	33.33

2.2 不同甘蓝型油菜品种的产量分析

在当地田间条件下, 参试的 20 个材料小区平均产量为 859.19 ~ 2685.09 kg/hm²。从表 4 可知, 渝油 28 号等 11 个品种(品系)的产量较三峡油 5 号的有所增高, 其中 GH04/GH02、绵油 11、万油 27、

德杂油 5 号、GH06、渝油 28、145027、渝华 2 号、145020 的产量与三峡油 5 号的产量差异显著, 增幅最大的为渝油 28 达 45.61%; 152024 等 8 个品种(品系)的产量比三峡油 5 号的有所降低, 其中中双 11 号、新德杂油 9 号、渝华 3 号、中双 12、152024、秦优 168 的产量与三峡油 5 号的差异显著。从产量来看, 渝油 28、145027、绵油 11、万油 27、渝华 2 号、GH06、GH04/GH02、145020 的产量较高, 较适宜当地土壤和气候条件, 而 152024、秦优 168、中双 12、中双 11 号则不适宜在当地种植。

表 4 各供试品种(品系)的产量

品种(品系)	单产/(kg·hm ⁻²)	比对照增产/ (kg·hm ⁻²)	增幅/%	位次
GH04/GH02	2 043.44 de	199.40	10.81	7
绵油 11	2 364.79 b	520.75	28.24	3
万油 25	1 930.97 ef	86.92	4.71	10
万油 27	2 582.18 a	401.94	21.80	4
德杂油 5 号	1 978.25 e	134.21	7.28	9
145027	2 576.44 cd	732.40	39.72	6
渝油 28	2 685.09 a	841.05	45.61	1
GH06	2 129.40 a	285.36	15.47	2
汉油 8 号	1 930.69 ef	86.65	4.70	11
中双 11 号	1 369.81 j	-474.23	-25.72	17
三峡油 5 号	1 844.04 fg	0.00	0.00	12
德新油 59	1 730.06 gh	-113.98	-6.18	14
新德杂油 9 号	1 639.86 hi	-204.18	-11.07	15
渝华 2 号	2 180.24 c	336.20	18.23	5
渝华 3 号	1 532.85 i	-311.19	-16.88	16
中双 12	1 365.16 j	-478.88	-25.97	18
145020	1 993.69 e	149.65	8.12	8
152024	859.19 l	-984.86	-53.41	20
陕油 19	1 784.05 g	-60.00	-3.25	13
秦优 168	1 164.26 k	-679.78	-36.86	19

同列数据不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

2.3 不同甘蓝型油菜品种籽粒品质分析

油菜籽的主要经济价值是榨取菜油。油菜籽的含油量越高, 榨取的菜油越多。从表 5 可以看出, 12 个品种(品系)的含油量高于对照, 其中中双 11 号与对照差异显著; 7 个品种(品系)的含油量均低于对照, 其中万油 25 与对照差异显著。中双 11 号、145027、渝华 3 号、152024、陕油 19、绵油 11、万油 27 和 GH04/GH02 在当地土壤和气候条件种植下含油量较高, 经济效益好。

表 5 各供试品种(品系)的品质性状
Table 5 Quality traits of tested rapeseed varieties

序号	品种(品系)	含油率/%	蛋白质含量/%	油酸含量/%	芥酸含量/%	硫苷含量/($\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$)
1	GH04/GH02	49.41 ab	13.99 bc	21.40 e	40.23 a	89.12 b
2	绵油 11	48.76 abc	14.93 bc	21.82 e	38.18 a	79.61 bc
3	万油 25	43.88 f	17.83 ab	55.79 abc	7.26 def	82.58 b
4	万油 27	48.31 bcd	15.88 bc	65.88 ab	4.36 defg	35.48 f
5	德杂油 5 号	45.53 def	12.82 c	57.73 abc	20.46 c	86.44 b
6	145027	49.33 ab	17.61 ab	32.13 de	29.85 b	93.80 a
7	渝油 28	47.69 bcde	15.95 bc	50.77 abcd	16.19 c	84.95 b
8	GH06	47.36 bcde	15.63 bc	68.14 ab	0.76 g	33.46 f
9	汉油 8 号	45.72 def	15.57 bc	66.59 ab	3.07 efg	39.77 f
10	中双 11 号	51.09 a	16.03 bc	69.58 a	2.72 efg	33.61 f
11	三峡油 5 号(CK)	47.01 bcde	15.84 bc	45.41 bcd	19.09 c	73.04 bcd
12	德新油 59	47.29 bcde	14.63 bc	57.80 abc	7.98 de	59.80 de
13	新德杂油 9 号	44.91 ef	15.97 bc	68.18 ab	1.36 fg	63.81 cd
14	渝华 2 号	47.66 bcde	15.14 bc	68.11 ab	1.23 fg	34.37 f
15	渝华 3 号	48.87 abc	15.19 bc	67.97 ab	2.85 efg	35.04 f
16	中双 12	46.42 cdef	16.72 bc	55.44 abc	9.89 d	64.23 cd
17	145020	46.36 cdef	14.85 bc	66.89 ab	0.24 g	36.84 f
18	152024	49.44 ab	15.31 bc	70.12 a	2.18 efg	36.12 f
19	陕油 19	48.71 abc	20.75 a	37.92 cde	3.73 efg	58.19 de
20	秦优 168	46.13 cdef	15.07 bc	65.31 ab	0.30 g	44.62 ef

同列数据不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

2.4 抗逆高产优质油菜品种筛选及灰色综合评判

从单一的性状来看,各品种(品系)的表现优良不一,需采用灰色综合评判法作进一步分析。以单株产量(x_1)、含油率(x_2)、蛋白质含量(x_3)、油酸含量(x_4)、芥酸含量(x_5)、硫苷含量(x_6)、发病指数(x_7)等 7 个主要性状为评判内容(参考序列),通过灰色系统理论确定最优性状值(对照序列)。

对各性状的平均值作无量纲化处理。其中单株产量、含油率、蛋白质含量、油酸含量值越大越好,采用上限效果测度;芥酸含量、硫苷含量、发病指数值越小越好,采用下限效果测度;由于万油 25 的菌核病病情指数为 0,无法进行计算,在计算中对数据进行无量纲化处理,得到表 6。

表 6 数据无量纲化处理结果

Table 6 Dimensionless processing result of data

序号	品种(品系)	无量纲化处理值						
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1	GH04/GH02	0.747	0.967	0.674	0.305	0.006	0.375	0.053
2	绵油 11	0.947	0.954	0.720	0.311	0.006	0.420	0.020
3	万油 25	0.950	0.859	0.860	0.796	0.033	0.405	1.000
4	万油 27	0.887	0.945	0.766	0.940	0.055	0.943	0.043
5	德杂油 5 号	0.662	0.891	0.618	0.823	0.012	0.387	0.187
6	145027	0.721	0.966	0.849	0.458	0.008	0.294	0.037
7	渝油 28	1.000	0.933	0.769	0.724	0.015	0.394	0.087
8	GH06	0.898	0.927	0.753	0.972	0.315	1.000	0.037
9	汉油 8 号	0.639	0.895	0.751	0.950	0.078	0.841	0.141
10	中双 11 号	0.542	1.000	0.772	0.992	0.088	0.996	0.045
11	三峡油 5 号	0.605	0.920	0.763	0.648	0.012	0.458	0.042
12	德新油 59	0.701	0.926	0.705	0.824	0.030	0.559	0.068
13	新德杂油 9 号	0.558	0.879	0.770	0.972	0.176	0.524	0.103
14	渝华 2 号	0.750	0.933	0.730	0.971	0.194	0.973	0.038
15	渝华 3 号	0.550	0.956	0.732	0.969	0.084	0.955	0.047
16	中双 12	0.432	0.909	0.806	0.791	0.024	0.521	0.021
17	145020	0.779	0.907	0.716	0.954	1.000	0.908	0.019
18	152024	0.276	0.968	0.738	1.000	0.110	0.926	0.016
19	陕油 19	0.608	0.953	1.000	0.541	0.064	0.575	0.019
20	秦优 168	0.484	0.903	0.726	0.931	0.787	0.750	0.030
最优序列值		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_7 分别示单株产量、含油率、蛋白质含量、油酸含量、芥酸含量、硫苷含量、发病指数。

基于表 6 求出各供试品种(品系)性状与最优性状关联系数及权重系数(表 7)算出灰色综合评判值 G 值(表 8)。根据灰色综合评判原理, G 值越大, 品种(品系)的综合性状越优良。 G 值由大到小的品种(品系)依次为 GH06、145020、中双 11 号、万油 27、渝华 2 号、渝华 3 号、万油 25、152024、汉油 8 号、秦优 168、渝油 28、陕油 19、新德杂油 9 号、德新油 59、绵油 11、中双 12、145027、德杂油 5 号、三峡油 5 号、GH04/GH02。结合欧氏距离和最大邻

元素法对 G 值进行聚类分析并划分等级。从图 1 可以看出, 在距离 5 处可以将 20 个参试品种(品系)分为 3 个等级, 其中 GH06、145020、中双 11 号、万油 27 和渝华 2 号为 I 级, 渝华 3 号、万油 25、152024、汉油 8 号、秦优 168、渝油 28 为 II 级; 陕油 19、新德杂油 9 号、德新油 59、绵油 11、中双 12、145027、德杂油 5 号、三峡油 5 号、GH04/GH02 为 III 级。

表 7 各供试品种(品系)性状与最优性状的关联系数及权重系数

Table 7 Correlation coefficient and weight coefficient of correlation between all traits and the optimal properties

品种(品系)	关联系数						
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
GH04/GH02	0.663	0.938	0.604	0.417	0.333	0.443	0.344
绵油 11	0.904	0.916	0.639	0.419	0.333	0.462	0.336
万油 25	0.908	0.779	0.780	0.709	0.339	0.455	1.000
万油 27	0.815	0.901	0.680	0.892	0.345	0.897	0.342
德杂油 5 号	0.596	0.820	0.565	0.738	0.335	0.448	0.379
145027	0.641	0.935	0.767	0.478	0.334	0.413	0.340
渝油 28	1.000	0.882	0.682	0.643	0.335	0.451	0.352
GH06	0.830	0.872	0.668	0.946	0.420	1.000	0.340
汉油 8 号	0.579	0.825	0.666	0.908	0.350	0.758	0.366
中双 11 号	0.520	1.000	0.686	0.985	0.353	0.991	0.342
三峡油 5 号	0.557	0.861	0.677	0.585	0.335	0.478	0.342
德新油 59	0.624	0.870	0.627	0.739	0.339	0.530	0.348
新德杂油 9 号	0.529	0.804	0.683	0.947	0.376	0.511	0.356
渝华 2 号	0.665	0.881	0.648	0.946	0.381	0.949	0.341
渝华 3 号	0.525	0.919	0.650	0.942	0.352	0.917	0.343
中双 12	0.467	0.845	0.719	0.704	0.337	0.509	0.337
145020	0.692	0.843	0.636	0.915	1.000	0.844	0.336
152024	0.407	0.939	0.655	1.000	0.358	0.871	0.336
陕油 19	0.559	0.914	1.000	0.520	0.347	0.539	0.336
秦优 168	0.491	0.837	0.645	0.879	0.700	0.665	0.339
关联度	0.649	0.879	0.684	0.766	0.400	0.657	0.378
权重系数	0.147	0.199	0.155	0.174	0.091	0.149	0.086

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_7 分别示单株产量、含油率、蛋白质含量、油酸含量、芥酸含量、硫苷含量、发病指数。

表 8 供试品种(品系)的 G 值及综合排序

Table 8 G value and comprehensive ranking of tested rapeseed varieties

序号	品种(品系)	G 值	综合排序	综合等级	序号	品种(品系)	G 值	综合排序	综合等级
1	GH04/GH02	0.576	20	III	11	三峡油 5 号	0.591	19	III
2	绵油 11	0.615	15	III	12	德新油 59	0.630	14	III
3	万油 25	0.717	7	II	13	新德杂油 9 号	0.649	13	III
4	万油 27	0.754	4	I	14	渝华 2 号	0.743	5	I
5	德杂油 5 号	0.596	18	III	15	渝华 3 号	0.722	6	II
6	145027	0.603	17	III	16	中双 12	0.606	16	III
7	渝油 28	0.668	11	II	17	145020	0.772	2	I
8	GH06	0.780	1	I	18	152024	0.713	8	II
9	汉油 8 号	0.686	9	II	19	陕油 19	0.650	12	III
10	中双 11 号	0.762	3	I	20	秦优 168	0.683	10	II

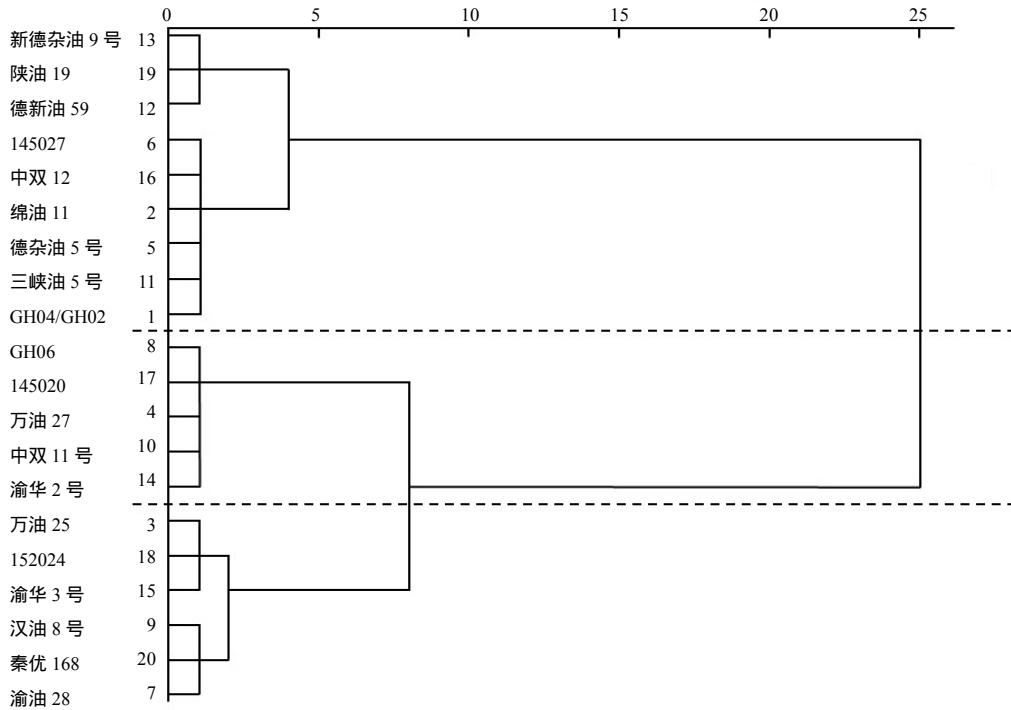


图 1 供试材料 G 值的聚类分析结果

Fig.1 Clustering analysis based on G

3 结论与讨论

参试品种(品系)在油菜抗逆性、产量、籽粒品质 3 个方面的表现各异,难以准确筛选出高产优质油菜。运用灰色关联分析法^[9-14],将 20 个品种(品系)的 7 个性状看作整体,避免了以往品种筛选研究中的主观性^[15-16],同时克服了诸多性状处于孤立离散的状态或单位数据值相差太大而难于分析的缺点^[17]。本研究结果表明,虽然渝油 28 单株产量最高,但综合评判排序位于第 11,这是因为在抗菌核病能力和品质方面并不是最优;万油 25 的抗菌核病能力最强,但产量位于第 10,在综合评判排序位于第 7;中双 11 号在品质性状方面表现较优,但综合评判排序位于第 3;而 GH06 各方面的性状都不是最优,其综合评判排序却是第 1,这是因为其在各方面的表现虽不位于第 1,但都排在前列。

除 GH04/GH02 以外,所有参试品种(品系)的综合性状都优于对照三峡油 5 号,按综合性状由优到差排序依次为 GH06、145020、中双 11 号、万油 27、渝华 2 号、渝华 3 号、万油 25、152024、汉油 8 号、秦优 168、渝油 28、陕油 19、新德杂油 9 号、德新油 59、绵油 11、中双 12、145027、德杂油 5 号、三峡油 5 号、GH04/GH02。

聚类分析将 20 个参试品种(品系)分为 3 个等

级,其中 GH06、145020、中双 11 号、万油 27、渝华 2 号为 I 级;渝华 3 号、万油 25、152024、汉油 8 号、秦优 168、渝油 28 为 II 级;陕油 19、新德杂油 9 号、德新油 59、绵油 11、中双 12、145027、德杂油 5 号、三峡油 5 号、GH04/GH02 为 III 级。GH06、145020、中双 11 号、万油 27、渝华 2 号的抗逆性、丰产性、品质综合性状表现优良,适合西南山地推广种植。

参考文献:

[1] 中国统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.
National Statistical Bureau. China Statistical Yearbook[M]. Beijing: China Statistical Press, 2019.

[2] 涂金星, 傅廷栋. 油菜品质育种现状及展望[J]. 植物遗传资源科学, 2001, 2(4): 53-58.
TU J X, FU T D. Current situation and prospect of rapeseed quality improvement[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2001, 2(4): 53-58.

[3] 熊秋芳, 张效明, 文静, 等. 菜籽油与不同食用植物油营养品质的比较: 兼论油菜品质的遗传改良[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(6): 122-128.
XIONG Q F, ZHANG X M, WEN J, et al. Comparison of nutritional values between rapeseed oil and several other edible vegetable oils-discussion of rapeseed quality genetic improvement[J]. Journal of the Chinese Cereals

- and Oils Association, 2014, 29(6): 122–128.
- [4] 毕影东, 刘明, 周广生, 等. 黑龙江省饲料油菜品种筛选与种植技术研究[J]. 中国油料作物学报, 2019, 41(6): 835–841.
BI Y D, LIU M, ZHOU G S, et al. Selection and cultivation of forage rapeseed in Heilongjiang Province[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2019, 41(6): 835–841.
- [5] 邓力超, 李莓, 范连益, 等. 适合湖南稻田多熟制油菜品种的筛选[J]. 湖南农业科学, 2018(11): 10–12.
DENG L C, LI M, FAN L Y, et al. Screening of rape varieties suitable for multi-cropping in Hunan paddy field[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2018(11): 10–12.
- [6] 孙万仓, 武军艳, 曾军, 等. 8 个白菜型冬油菜品种抗寒性的初步评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2007, 33(S1): 151–155.
SUN W C, WU J Y, ZENG J, et al. Primary evaluation of cold tolerance among eight winter *Brassica rapa*[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 2007, 33(S1): 151–155.
- [7] 范其新, 刘念, 蒙大庆, 等. 适宜直播机收油菜品种的筛选[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 81–83.
FAN Q X, LIU N, MENG D Q, et al. Selection of rapeseed varieties suitable for direct-seeding machine harvesting[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2015, 43(6): 81–83.
- [8] 袁谦. 两种耕作制度下油菜菌核病的发生动态及盾壳霉防效评价[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
YUAN Q. Epidemics of sclerotinia stem rot of oilseed rape in two rotation systems and biocontrol of the disease using coniothyrium minitans[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2013.
- [9] 冯国郡, 王兆木, 贾东海. 新疆甜高粱区域试验精确度分析及品种的灰色综合评判[J]. 杂粮作物, 2008, 28(2): 70–73.
FENG G J, WANG Z M, JIA D H. Analysis of experimental precision and grey integrative evaluation of varieties of sweet sorghum regional test in Xinjiang[J]. Rain Fed Crops, 2008, 28(2): 70–73.
- [10] 陈娇, 谢小玉, 张小短, 等. 甘蓝型油菜苗期抗旱性鉴定及综合抗旱指标筛选[J]. 中国油料作物学报, 2019, 41(5): 713–722.
CHEN J, XIE X Y, ZHANG X D, et al. Seedling drought resistance and parameter screening of rapeseed[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2019, 41(5): 713–722.
- [11] 郑敏娜, 李荫藩, 梁秀芝, 等. 晋北地区引种苜蓿品种的灰色关联度分析与综合评价[J]. 草地学报, 2014, 22(3): 631–637.
ZHENG M N, LI Y F, LIANG X Z, et al. Relation grade analysis of grey theory and comprehensive evaluation of introduced alfalfa in the north of Shanxi Province[J]. Acta Agrestia Sinica, 2014, 22(3): 631–637.
- [12] 孙松林, 罗锡文. 中国油菜生产机械化影响因素的灰色关联分析[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2009, 10(5): 27–30.
SUN S L, LUO X W. Gray correlation analysis of main influencing factors for rape mechanization development[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Social Sciences), 2009, 10(5): 27–30.
- [13] 贾东海, 李强, 顾元国, 等. 冬油菜新品种筛选及灰色综合评判[J]. 新疆农业科学, 2012, 49(5): 815–819.
JIA D H, LI Q, GU Y G, et al. Screening of new winter rapeseed varieties and gray comprehensive evaluation[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2012, 49(5): 815–819.
- [14] 田兵, 冉雪琴, 薛红, 等. 贵州 42 种野生牧草营养价值灰色关联度分析[J]. 草业学报, 2014, 23(1): 92–103.
TIAN B, RAN X Q, XUE H, et al. Evaluation of the nutritive value of 42 kinds of forage in Guizhou Province by grey relational grade analysis[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2014, 23(1): 92–103.
- [15] 黎兰献, 赵伟伟, 程鹏飞, 等. 湖北省优质油菜品种筛选[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(9): 69–72.
LI L X, ZHAO W W, CHENG P F, et al. Screening of high quality rape variety in Hubei Province[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2016, 44(9): 69–72.
- [16] 张同科, 贺晟阳, 易镇邪, 等. 洞庭湖区耐密植宜机收夏玉米品种的筛选[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2020, 46(6): 649–656.
ZHANG T K, HE S Y, YI Z X, et al. Screening of suitable high density and mechanical harvesting summer maize varieties in Dongting Lake area[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2020, 46(6): 649–656.
- [17] 潘海云, 濮小勇. 优质油菜品种筛选试验[J]. 现代农业科技, 2008(9): 132.
PAN H Y, PU X Y. Screening test of high quality rapeseed varieties[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2008(9): 132.

责任编辑: 毛友纯

英文编辑: 柳正