

32份油药兼用红花种质资源表型性状遗传多样性分析

贾东海¹, 王秀珍², 侯献飞¹, 顾元国¹, 买买提伊明·斯马依¹, 梁鸿³,
孙杰⁴, 石必显¹, 苗昊翠¹, 李强¹, 陈跃华¹

(1. 新疆农业科学院经济作物研究所, 乌鲁木齐 830091; 2. 塔城地区农业技术推广中心站, 新疆塔城 834700

3. 北京大学药学院天然药物学系, 北京 100195; 4. 中国中药有限公司, 北京 100195)

摘要:【目的】筛选出油药兼用优质红花种质资源, 为选育适应新疆油药兼用优质红花品种提供参考。【方法】对收集的32份油药兼用红花种质资源进行遗传多样性、变异和聚类分析。【结果】种质资源中生育期在80~90 d的有4份, 90~100 d的6份, 100~110 d的16份, 110 d的以上的6份。参试材料的10个质量遗传多样性指数变幅在0.37~1.29; 花色的遗传多样性指数最高(1.29); 数量性状中多样性指数最大的是含油率和油酸, 为3.47; 聚类分析将32份材料可以分为10大类, 其中第一大类中以青海的材料为主; 第二大类包含14份材料; 第三大类3份材料; 第四大类包括3份材料, 主要来自山东。其他材料BXY11(甘肃)、BXY1(新疆)、BXY19(河北)、BXY3(江苏)、BXY8(浙江)分别成一类。【结论】油药兼用红花种质资源主要是叶型倒披(90.6%)、籽粒壳性普通(87.5%)、花球性状圆锥(84.4%)、籽粒性状圆锥(87.5%)为主, 新疆油药兼用红花品种品质性状遗传多样性高于产量性状, 且材料的聚类与其来源无明显的联系, 但青海、甘肃、河南、山东的材料优先聚在一起, 新疆拥有丰富的油药兼用红花种质资源, 且遗传距离较远。

关键词: 红花; 油药兼用; 表型; 多样性

中图分类号: S567

文献标识码: A

文章编号: 1001-4330(2020)10-1775-10

0 引言

【研究背景】红花栽培历史悠久^[1]。红花是双子叶植物, 藏红花是单子叶植物, 两者相差甚远。油用红花适应性强、耐寒耐旱、耐盐碱、栽培管理简单, 适于机械化作业, 种子含油率高、品质好、用途广^[1]。红花油是优质食用油, 不仅亚油酸含量是所有已知植物油中最高的, 为73%~85%, 且饱和酸和单不饱和酸含量比较低; 红花油除直接食用外, 还可以通过深加工制成奶油、色拉油等多种食用油和食品添加剂; 在工业上可以用作配制油漆涂料、印刷油等原料; 在畜牧业上用红花油作为饲料补充物, 可以增加牛奶中的亚油酸

含量^[1,2], 目前, 红花在全国范围内有所种植, 如新疆、河南、浙江、四川、云南等地皆有不同面积的种植, 其中新疆是我国红花的主要产区, 种植面积约占全国的90%左右^[1]。挖掘油用红花种质资源的多样性, 不仅是改良现有品种的基础, 也是保护我国红花种质资源的主要途径之一。【前人研究进展】袁东升等^[3]对收集的100份番茄种质资源材料进行遗传多样性分析, 发现59份资源材料可以在番茄品质改良和育种生产中充分利用, 12份可以作为培育高品质及耐贮藏的番茄育种材料; 雷梦林等^[4]对山西省冬小麦地方种质资源主要农艺性状遗传多样性分析发现, 芒形、幼苗习性、粒质和穗长4个性状的遗传多样性指数比其

收稿日期(Received): 2020-01-24

基金项目: 国家重点研发计划“中医药现代化研究”重点专项“新疆高品质红花和肉苁蓉规范化种植示范”(SQ2019YFC170503)

作者简介: 贾东海(1980-), 男, 新疆人, 高级农艺师, 硕士, 研究方向为油料作物育种与栽培, (E-mail) jiadonghai@sina.cn

通信作者: 陈跃华(1957-), 男, 新疆人, 研究员, 研究方向为油料作物育种与栽培, (E-mail) chen Yuehua@xaas.ac.cn

他性状高,遗传变异较丰富;赵孟良等^[5]对 126 份芜菁种质资源地上部表型的多样性分析发现,芜菁叶片形状、裂片数量、叶片绒毛和叶柄形状呈现出比较丰富的多样性,筛选出 7 份材料适于作为食用芜菁种植,8 份种质材料适于作为冬储牧草的饲用材料,为后续研究、加工利用提供可选优质材料。王沛琦等^[6]利用主成分分析和聚类分析对国内外的 312 份红花种质资源材料分析发现,顶果球着粒数的多样性指数最高,其次是果球直径;单株种子产量的变异系数最大,其次是单株有效果球数。胡尊红等^[2]利用 108 对 AFLP 标记对 50 份云南优异的红花种质资源遗传多样性分析,表明云南红花群体在种内遗传变异丰富,具有复杂的遗传分化和丰富的遗传多样性。除上述作物之外,目前关于不同作物种质资源研究较多,其中在烟草^[7]、杏^[8]、芝麻^[9]、西瓜^[10]、枣^[11]、绿豆

等^[12,13]作物已有相关报道。【本研究切入点】我国油用红花种植主要以新疆塔城地区、伊犁、昌吉为主,以云红 2 号、裕民红花、吉选 3 号为主,高产、高抗、优质品种少,且国内对红花的研究主要集中在花用、药用,关于油用红花相关报道较少,研究油用红花种质资源的遗传多样性,为选育油药兼用红花品种提供基础材料。【拟解决的关键问题】分析 32 份油用红花种质资源的表型形状、主要油用性状,挖掘油花兼用的种质资源,为选育高产、高抗、优质品种,提高红花种植效益奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

材料来源于新疆农业科学院经济作物研究所收集的 32 份红花种质资源材料。表 1

表 1 种质资源材料编号、来源及物候期

Table 1 Number, source and phenology of germplasm resources

编号 Number	来源 Source	出苗期 Emergence stage	成熟期 Maturity	生育期 Days of growth period (d)	编号 Number	来源 Source	出苗期 Emergence stage	成熟期 Maturity	生育期 Days of growth period (d)
BXY1	新疆	4月30日	7月20日	81	BXY17	河南	4月2日	7月14日	104
BXY2	新疆	5月2日	8月15日	105	BXY18	河南	4月1日	7月14日	105
BXY3	江苏	5月6日	8月2日	88	BXY19	河北	4月1日	7月20日	111
BXY4	青海	4月30日	7月25日	86	BXY20	黑龙江	4月26日	8月10日	107
BXY5	青海	5月2日	8月2日	92	BXY21	河南	5月10日	8月8日	91
BXY6	青海	5月2日	8月2日	92	BXY22	山东	4月2日	7月11日	101
BXY7	山东	4月30日	8月20日	114	BXY23	内蒙古	3月29日	7月8日	102
BXY8	浙江	5月2日	7月25日	84	BXY24	四川	5月10日	8月5日	88
BXY9	云南	4月4日	7月20日	108	BXY25	山东	4月2日	7月12日	102
BXY10	甘肃	4月2日	7月28日	118	BXY26	四川	4月19日	8月4日	107
BXY11	甘肃	4月1日	7月7日	108	BXY27	新疆	3月31日	7月9日	101
BXY12	陕西	4月1日	7月18日	109	BXY28	新疆	3月30日	7月19日	112
BXY13	陕西	4月2日	7月11日	101	BXY29	宁夏	4月1日	7月10日	101
BXY14	福建	3月3日	6月29日	92	BXY30	四川	5月4日	8月4日	93
BXY15	河南	4月2日	7月15日	105	BXY31	甘肃	3月30日	7月23日	116
BXY16	内蒙古	4月1日	7月8日	99	BXY32	甘肃	4月1日	7月23日	108

1.2 方法

1.2.1 试验设计

试验材料于 2019 年 4 月播种于新疆农业科学院安宁渠综合试验场。试验地前茬为花生,土

壤为灰漠土,土壤肥力中等、均匀,播种前施 $1.2 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$ 农家肥及 $450 \text{ kg/hm}^2 (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 用作底肥,32 份红花材料每份材料播种 2 行,行距 30 cm,行长 3 m,有效播种数为 60 株,株距 10

cm,3 次重复。常规田间管理。

1.2.2 测定指标

1.2.2.1 红花性状

收获时,每份材料随机选取 5 株,分别测定株

高(cm)、千粒重(g)、分枝高度(cm)、顶球直径(mm)、皮壳率(%)、单株球数(个)、单株产量(g),以其平均值作为该材料的实测值。表 2,图 1

表 2 红花种质资源质量性状描述规范及数据标准^[1]

Table 2 Specification and data standard of quality characters of safflower germplasm resources

性状 Traits	记载标准 Recording criteria
出苗期 Seedling stage	子叶平展达 50% 的日期为准
成熟期 Maturity	80% 的花球变黄、种壳变硬之日期
叶形 Leaf shape	1. 倒披,2. 椭圆,3. 卵形,4. 矩圆
叶缘 Leaf margin	1. 锯齿,2. 全缘,3. 浅裂,4. 深锯,5. 琴状
叶刺 Leaf thorn	0. 无,1. 中,2. 多,3. 少
苞叶刺刺数 Number of prickles in bract	0. 无,1. 中,2. 多,3. 少
苞叶刺刺长 Bract prickle long	0. 无,1 中,2 长,3 短
苞叶刺刺位 Bract prickle position	1. 仅尖端,2. 尖端和少数顶部,3. 尖端和少数基部,4. 尖端和沿着整个叶缘,5. 仅叶缘
花球性状 Flower character	1. 圆锥,2. 扁平,3. 椭圆
花色 Flower color	1. 橘黄,2. 黄色,3. 橘红,4. 红色,5. 白色
籽粒性状 Grain character	1. 圆锥,2. 月牙,3. 椭圆
籽粒壳性 Grain shell characteristics	1. 普通,2. 条纹

1.2.2.2 品质

每份材料随机选取 5 株,收其种子,混合均匀后,均分 3 份,利用近红外分析仪(Foss NIR systems)检测含油率(%)、棕榈酸(%)、硬脂酸(%)、油酸(%)、亚油酸(%)、蛋白质含量(%)。

1.3 数据处理

数据利用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 统计分析软件进行分析,采用 Shannon - wiener 指数(Shannon - wiener diversity index, H')进行多样性分析,计算公式 $H' = - \sum [(Ni/N) \ln(Ni/N)]$,式中 Ni 为某性状第 i 个代码出现的次数, N 为某性状所有代码出现的次数, Ni/N 表示某性状第 i 个代码出现的频率。其中聚类方法采用 Ward 法,种质间遗传聚类为平方欧式距离。

2 结果与分析

2.1 红花种质资源物候期

研究表明,参试红花种质资源全生育期天数变幅较大,在 81 ~ 114 d,其中来自新疆的 BXY1,4 月 30 日出苗,7 月 20 日成熟,生育期最短 81 d,来自浙江的 BXY8,5 月 2 日出苗,7 月 25 日成熟,

生育期天数 84 d,而来自甘肃的 BXY10、BXY31 全生育期最长,分别是 118 和 116 d;32 份种质资源中生育期在 80 ~ 90 d 的 4 份,90 ~ 100 d 的 6 份,100 ~ 110 d 的 16 份,110 d 以上的 6 份。表 1

2.2 质量性状的遗传多样性

研究表明,参试材料的 10 个质量性状变异系数(CV)、遗传多样性指数(H')变幅范围较大,变异系数变幅在 29.87% ~ 89.99%;遗传多样性指数(H')变幅在 0.37 ~ 1.29;苞叶刺刺长的变异系数最大(89.99%);花色的遗传多样性指数(H')最高(1.29),其次是苞叶刺刺长(1.19),苞叶刺刺位(1.16),花色、苞叶刺刺长、苞叶刺刺位多样性较为丰富;遗传多样性指数最低的是叶形(0.37),其次是籽粒壳性(0.38),且油用红花种质资源主要是叶型倒披(90.6%)、籽粒壳性普通(87.5%)、花球性状圆锥(84.4%)、籽粒性状圆锥(87.5%)为主,只有少数的叶形矩圆(3.1%)、花球性状椭圆(3.1%)、籽粒壳性椭圆(3.1%)。叶刺中材料占到 62.5%,无苞叶刺刺数的材料 25%,苞叶刺刺数较多的 37.5%,苞叶刺刺位主要位于尖端和沿着整个叶缘(59.4%)。表 3

表3 红花种质资源质量性状遗传多样性

Table 3 Genetic diversity analysis of quality characters of safflower germplasm resources

性状 Traits	最大值 Max	最小值 Min	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV(%)	遗传多样 性指数 H'	频率分布 Ratio of distribution (%)					
							0	1	2	3	4	5
叶形 Leaf shape	4	1	1.16	0.57	49.66	0.37	90.6	6.3	3.1			
叶缘 Leaf margin	5	1	1.59	0.98	61.43	0.96	65.6	15.6	15.6	3.1		
叶刺 Leaf thorn	2	0	0.81	0.59	72.90	0.87	28.1	62.5	9.4			
苞叶刺刺数 Number of prickles in bract	3	0	1.81	1.18	64.88	0.94	25.0	3.1	37.5	34.4		
苞叶刺刺长 Bract prickle long	3	0	1.44	1.29	89.99	1.19	40.6	3.1	28.1	28.1		
苞叶刺刺位 Bract prickle position	5	0	2.94	1.78	60.49	1.16	21.9	6.3	6.3		59.4	6.3
花球性状 Flower character	3	1	1.19	0.47	39.66	0.51	84.4	12.5	3.1			
花色 Flower color	4	1	2.59	1.24	47.83	1.29	25.0	28.1	9.4	37.5		
籽粒性状 Grain character	3	1	1.16	0.45	38.74	0.45	87.5	9.4	3.1			
籽粒壳性 Grain shell characteristics	2	1	1.13	0.34	29.87	0.38	87.5	12.5				

2.2 数量性状多样性

研究表明,参试材料的变异系数在 8.84% ~ 332.83%,其中亚油酸含量变异系数最小,其次是生育期天数,而最大的是硬脂酸含量(332.83%),其次是单株产量(68.08%);油药兼

用红花种质资源数量性状主要变异来源于硬脂酸含量,其次是单株产量,顶球直径、蛋白质含量、亚油酸的变异差异较小。多样性指数最大的是含油率和油酸,为 3.47,其次是棕榈酸(3.23),最小的是皮壳率(2.26)。表 4

表4 红花种质资源数量性状遗传多样性

Table 4 Diversity analysis of quantitative characters of safflower germplasm resources

	均值 Mean	标准差 SD	方差 Variance	极小值 Min	极大值 Max	变异系数 CV(%)	多样性 指数 H'
生育期数 Days of growth period (d)	100.97	9.69	93.84	81.00	118.00	9.59	2.85
株高 Plant height (cm)	77.81	19.46	378.74	41.00	110.00	25.01	3.13
千粒重 Thousand grain weight(g)	41.84	9.20	84.59	24.00	59.00	21.98	2.84
分枝高度 Branch height (cm)	36.63	17.72	313.92	13.00	92.00	48.38	2.97
顶球直径 Head ball diameter(mm)	23.03	3.75	14.03	15.00	30.00	16.26	2.53
皮壳率 Husk ratio (%)	49.72	10.34	107.01	5.00	61.10	20.81	2.26
单株球数 Individual bulb number (个)	13.91	6.40	40.93	4.00	29.00	46.00	2.66
单株产量 Yield per plant(g)	9.75	6.64	44.06	3.00	31.00	68.08	2.62
含油率 Oil content (%)	24.48	6.30	39.68	16.50	40.96	25.73	3.47
棕榈酸 Palmitic acid (%)	5.97	1.56	2.44	1.00	7.97	26.13	3.34
硬脂酸 Hard fatty acids (%)	2.16	7.19	51.76	0.00	41.48	332.83	3.23
油酸 Oleic acid (%)	15.74	6.90	47.65	9.43	49.86	43.85	3.47
亚油酸 Linoleic acid (%)	77.21	6.82	46.57	43.09	83.06	8.84	2.82
蛋白质含量 Protein content (%)	16.83	2.30	5.30	8.44	21.45	13.68	2.73

2.3 不同地区种质资源资性状遗传差异

研究表明,来源于甘肃省的材料生育期天数最长,平均为 112.5 d,生育期天数最少的是浙江的材料(84 d);来源于新疆的材料生育期天数变异系数最大(13.33%),其次是四川(10.26%),内蒙古的材料生育期天数变异系数最小(2.11%);株高的变异系数以新疆的材料变异系数最大(53.10%),其次是甘肃(40.80%),植株高度最高的是来自河北的材料(92.00 cm),其次是山东的材料(47.67 cm);顶球直径最大的是河北(110 mm),最小的是青海(47.33 mm),变异系数最大的是甘肃(21.63%),最小的是陕西(7.27%);单株产量最高的是宁夏(21.00 g),其次是新疆(16.00 g),变异系数最大的是山东(72.65%),最小的是陕西(28.28%);含油率最

高的是新疆的材料平均为 37.29%,其次是来自甘肃 28.12%;含油率最低的是来自于江苏(18.13%),含油率的变异系数以甘肃(21.24%)的最大,内蒙古的最小(0.43%)。表 5

2.4 聚类分析

研究表明,在欧氏距离为 4.5 时,32 份材料可以分为 10 大类,其中第一大类中包括 6 份材料,以青海的材料为主;第二大类包含 14 份材料,第三大类 3 份材料,第四大类包括 3 份材料,主要来自山东。其他材料 BXY11(甘肃)、BXY1(新疆)、BXY19(河北)、BXY3(江苏)、BXY8(浙江)分别成一类;材料的聚类与其来源无明显的联系,但也有相同来源的部分材料优先聚在一起,主要有青海、甘肃、河南、山东的材料。图 2

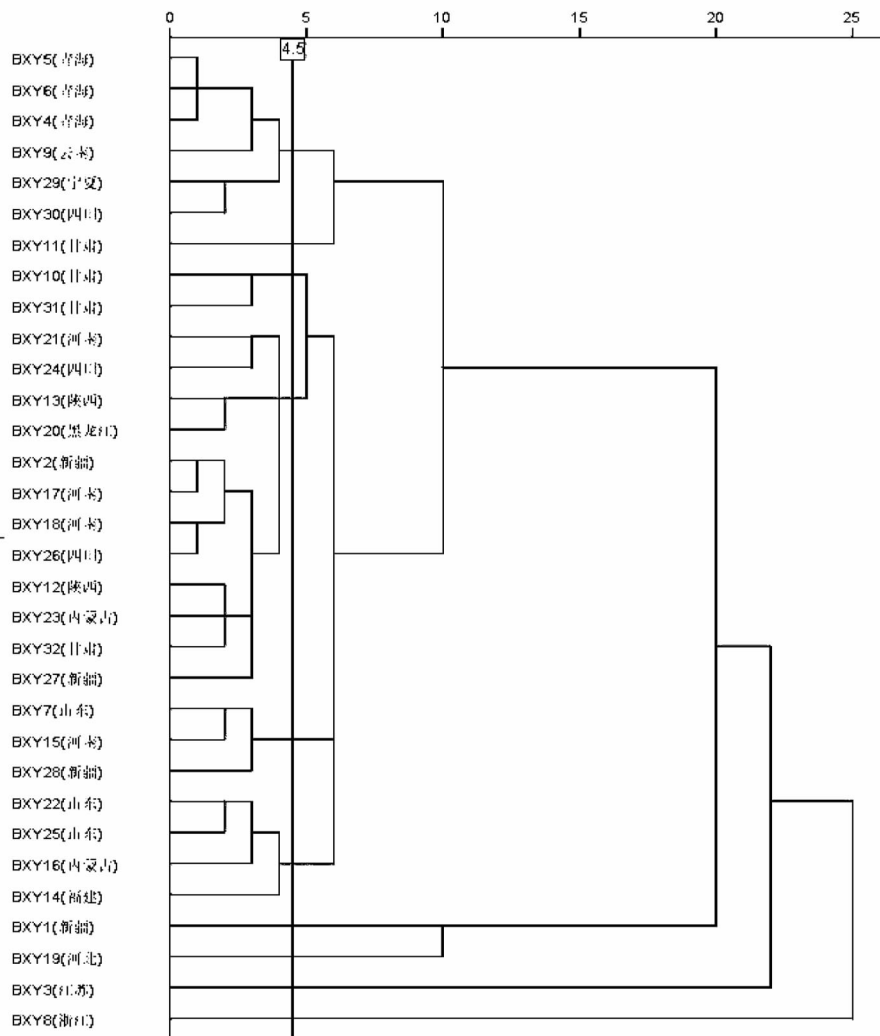


图 1 种质资源材料聚类

Fig. 1 Clustering map of germplasm resources and materials

表 5 不同地区种质资源性状遗传差异比较

Table 5 Comparison of genetic differences of germplasm resources in different regions

编号	生育期 天数 Days of growth period (d)	株高 Plant height (cm)	分枝高度 Branch height (cm)	顶球直径 Head ball diameter (mm)	千粒重 Thousand grain weight (g)	皮壳率 Husk ratio (%)	单株球数 Individual bulb number (个)	单株产量 Yield per plant (g)	含油率 Oil content (%)	棕榈酸 Palmitic acid (%)	硬脂酸 Hard fatty acids (%)	油酸 Oleic acid (%)	亚油酸 Linoleic acid (%)	蛋白质含量 Protein content (%)
新疆 Xinjiang	均值 M	41.50	23.00	94.00	42.00	44.88	19.25	16.00	37.29	4.88	0.60	14.37	79.61	18.46
	变异系数 C_v	53.10	7.94	12.80	16.61	19.43	6.54	69.78	10.70	63.45	76.18	18.11	3.81	10.96
	标准差 SD	22.04	1.83	12.03	6.98	8.72	1.26	11.17	3.99	3.09	0.45	2.60	3.04	2.02
青海 Qinghai	均值 M	27.00	19.33	47.33	27.67	55.50	10.00	5.00	18.90	4.35	0.94	14.69	79.68	16.85
	变异系数 C_v	6.42	2.99	13.75	12.69	0.00	34.64	52.92	8.93	66.80	81.25	11.44	2.64	13.20
	标准差 SD	1.73	0.58	6.51	3.51	0.00	3.46	2.65	1.69	2.91	0.76	1.68	2.11	2.22
山东 Shandong	均值 M	47.67	17.67	80.00	35.33	53.33	12.00	12.00	21.19	6.36	0.88	14.50	78.26	16.89
	变异系数 C_v	15.89	17.29	10.00	16.34	10.83	52.04	72.65	19.30	11.56	30.91	5.14	0.89	0.83
	标准差 SD	7.57	3.06	8.00	5.77	5.77	6.24	8.72	4.09	0.74	0.27	0.74	0.69	0.14
甘肃 Gansu	均值 M	19.75	26.00	84.00	51.75	52.75	15.00	11.50	28.12	7.11	0.98	13.35	78.58	16.35
	变异系数 C_v	40.80	10.42	21.63	14.06	13.61	54.97	57.46	21.24	4.59	75.72	27.00	4.17	15.48
	标准差 SD	8.06	2.71	18.17	7.27	7.18	8.25	6.61	5.97	0.33	0.74	3.60	3.28	2.53
陕西 Shanxi	均值 M	31.50	21.50	87.50	45.50	56.50	13.00	5.00	22.70	7.12	1.06	13.36	78.47	17.62
	变异系数 C_v	20.20	23.02	7.27	17.09	8.76	65.27	28.28	5.36	16.88	5.34	10.22	3.19	8.07
	标准差 SD	6.36	4.95	6.36	7.78	4.95	8.49	1.41	1.22	1.20	0.06	1.36	2.50	1.42
河南 Henan	均值 M	40.25	23.75	87.50	42.00	45.43	11.00	7.50	23.25	6.34	1.07	13.80	78.78	16.30
	变异系数 C_v	44.23	7.19	9.40	19.73	11.73	41.33	35.28	15.73	5.67	37.61	18.46	2.94	13.16
	标准差 SD	17.80	1.71	8.23	8.29	5.33	4.55	2.65	3.66	0.36	0.40	2.55	2.31	2.14

3 讨论

3.1 新疆红花油药兼用种质资源丰富

新疆是我国红花的主要种植区,每年红花总种植面积约 40 000 hm²,占到全国种植面积的 50% 以上,其中塔城地区种植面积约 25 333 hm²,伊犁地区约 13 333 hm²,昌吉地区约 6 666 hm²,塔城地区裕民县已成为新疆最大的红花种植基地,年均种植面积在 10 000 hm² 以上,主要用于油用,采摘花丝;新疆红花种质资源已有 300 多份在中国作物种质信息网收录,新疆红花种质资源丰富^[14,15,16]。高玉尧等^[17]通过利用 44 份玉米种质材料的主要农艺性状进行遗传多样性,发现这些种质材料具有丰富的多样性;王丽慧等^[18]利用莴苣种质资源材料的质量性状对 24 份资源材料进行遗传多样性分析发现,茎用莴苣资源的表型性状的变异程度和遗传多样性指数较高,具有丰富的变异程度和多样性。研究通过对新疆农科院经济作物研究所收集的 32 份油药兼用红花种质资源多样性分析发现,10 个质量性状遗传多样性指数变幅在 0.37 ~ 1.29,红花种质资源表型存在广泛的遗传多样性,花色、苞叶刺相关性状遗传多样性指数最高,在数量性状方面,多样性指数最大的是含油率和油酸,新疆油药兼用红花品种品质性状遗传多样性高于产量性状,新疆拥有丰富的红花油药兼用种质资源。

3.2 优良的红花种质资源及育种潜力

研究通过变异分析发现,参试材料的变异数量性状变异系数在 8.84% ~ 332.83%,质量性状的变异系数变幅在 29.87% ~ 89.99%;同时经过聚类发现 32 份材料可以分为 10 大类,其中来自青海、山东、河南等地的材料单独成一类,说明收集的新疆红花种质资源遗传距离较远;赵朝森等^[19]利用 13 个描述型性状对 431 份江西省大豆种质资源进行多样性分析,筛选出 21 份优异种质可用于我国高蛋白质大豆新品种选育、种质创新和蛋白质特异基因挖掘;李亚兰等^[20]对 165 份核桃种质其坚果表型数量性状指标和质量性状多态性指标进行分析,坚果表型性状多样性分析可为新疆核桃种质资源多样性评价提供基础;吕伟等^[21]利用山西芝麻种质资源 10 个质量性状和 8 个数量性状进行遗传多样性分析,将 189 份资源

材料分为 4 个类群,为选育优质芝麻亲本奠定基础。研究通过红花表型数据分析其遗传多样性,筛选出用于不同方向的红花种质资源,为选育新品种提供依据,但表型数据与生态环境关系密切,为更准确的掌握资源材料的遗传信息,必须在红花种质资源表型多样性的基础上,结合分子生物学、细胞学研究方法,为红花高品质育种提供更为可靠、准确的科学依据。

4 结论

新疆红花种质资源表型存在广泛的遗传多样性,花色、苞叶刺相关性状遗传多样性指数最高,在数量性状方面,参试材料的 10 个质量遗传多样性指数变幅在 0.37 ~ 1.29;花色的遗传多样性指数最高(1.29);质量性状中多样性指数最大的是含油率和油酸,为 3.47;多样性指数最大的是含油率和油酸,新疆油药兼用红花品种品质性状遗传多样性高于产量性状,新疆拥有丰富的红花油药兼用种质资源,油药兼用红花种质资源主要是叶型倒披(90.6%)、籽粒壳性普通(87.5%)、花球性状圆锥(84.4%)、籽粒性状圆锥(87.5%)为主,32 份材料可以分为 10 大类,其中来自青海、山东、河南等地的材料单独成一类,收集的红花油药兼用种质资源遗传距离较远。

参考文献(References)

- [1] 王兆木,龙肖平,陈跃华,等. 世界红花种质资源评价与利用[M]. 北京:中国科学技术出版社:1993.
WANG Zhaomu, LONG Xiaoping, CHEN Yuehua, et al. *Evaluation and utilization of safflower germplasm resources in the world* [M]. Beijing: China Science and Technology Press: 1993
- [2] 胡尊红,王沛琦,杨谨,等. 利用 AFLP 标记分析云南红花优异种质资源的遗传多样性[J]. 山西农业科学,2019,47(10): 1756 - 1761.
HU Zunhong, WANG Peiqi, YANG Jin, Analysis of genetic diversity of Yunnan safflower germplasm resources by AFLP Markers [J]. *Shanxi Agricultural Science*, 2019, 47(10): 1756 - 1761.
- [3] 袁东升,王晓敏,赵宇飞,等. 100 份番茄种质资源表型性状的遗传多样性分析[J]. 西北农业学报,2019,28(4):594 - 601.
YUAN Dongsheng, WANG Xiaomin, ZHAO Yufei, et al. Genetic diversity analysis of phenotypic characters of 100 Tomato Germplasm Resources [J]. *Journal of Northwest Agriculture*, 2019, 28(4): 594 - 601.
- [4] 雷梦林,刘霞,冯瑞云,等. 山西省冬小麦地方种主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 分子植物育种,2019, 17(3):1 - 17.
LEI Menglin, LIU Xia, FENG Ruiyun, et al. Genetic diversity

- analysis of main agronomic characters of local winter wheat varieties in Shanxi Province [J]. *Molecular plant breeding*, 2019, 17(3): 1-17.
- [5] 赵孟良, 韩睿, 田闵玉, 等. 126 份芜菁种质资源地上部表型的多样性分析[J]. *分子植物育种*, 2019, 17(10): 1-18.
ZHAO Mengliang, HAN Rui, TIAN Minyu, et al. Phenotypic diversity analysis of 126 germplasm resources of turnip [J]. *Molecular Plant Breeding*, 2019, 17(10): 1-18.
- [6] 王沛琦, 胡学礼, 李雪蓉, 等. 红花种质资源表型多样性分析[J]. *热带作物学报*, 2019, 40(6): 1102-1107.
WANG Peiqi, HU Xueli, LI Xuerong, etc. Phenotypic diversity of safflower Germplasm Resources [J]. *Journal of Tropical Crops* (6): 1102-1107.
- [7] 李辉, 李德芳, 向世鹏, 地方晒烟种质资源遗传多样性分析与评价[J]. *云南农业大学学报(自然科学版)*; 2019, 34(6): 1-7.
LI Hui, LI Defang, XING Shipeng. Analysis and evaluation of genetic diversity of local sun cured tobacco germplasm resources [J]. *Journal of Yunnan Agricultural University (natural science)*; 2019, 34(6): 1-7.
- [8] 徐豪, 刘明国, 董胜君, 等. 东北杏种质资源多样性及其地理变化[J]. *植物生态学报*; 2019, 43(7): 1-16.
XU Hao, LIU Mingguo, DONG Shengjun, etc. Diversity and geographical changes of Apricot Germplasm Resources in Northeast China [J]. *Journal of plant ecology*; 2019, 43(7): 1-16.
- [9] 韩俊梅, 吕伟, 任果香, 等. 200 份芝麻种质资源农艺性状遗传多样性分析[J]. *江苏农业科学*, 2019, 47(13): 95-99.
HAN Junmei, Lü Wei, REN Guoxiang, Genetic diversity of agronomic characters in 200 sesame germplasm [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2019, 47(13): 95-99.
- [10] 王准, 许勇, 张海英, 等. 1 197 份西瓜种质资源遗传多样性和群体结构分析及核心种质构建[J]. *中国瓜菜*, 2019, 32(8): 210.
WANG Zhun, XU Yong, ZHANG Haiying, Genetic diversity, population structure and core collection construction of 1197 Watermelon Germplasm [J]. *Chinese Melon and Vegetable*, 2019, 32(8): 210.
- [11] 孟晓焯, 韩传明, 公庆党, 等. 山东省枣种质资源遗传多样性分析[J]. *落叶果树*, 2019, 51(5): 17-20.
MENG Xiaoye, HAN Chuanming, GONG Qingdang, et al Genetic diversity of Jujube Germplasm Resources in Shandong [J]. *Deciduous Fruit Trees*, 2019, 51(5): 17-20.
- [12] 朱慧珺, 张耀文, 赵雪英, 等. 山西省绿豆种质资源的遗传多样性分析[J]. *山西农业科学*, 2019, 47(9): 1540-1543, 1602.
ZHU Huijun, ZHANG Yaowen, ZHAO Xueying, Genetic diversity analysis of mung bean germplasm resources in Shanxi Province [J]. *Shanxi Agricultural Science*, 2019, 47(9): 1540-1543, 1602.
- [13] 李秀诗, 付瑜华, 周祥, 等. 基于表型性状的薏苡初级核心种质库构建[J]. *热带作物学报*; 2020, 41(4): 1-14.
LI Xiushi, FU Yuhua, ZHOU Xiang, et al. Construction of Coix Primary Core Germplasm Bank Based on phenotypic traits [J]. *Journal of Tropical Crops*; 2020, 41(4): 1-14.
- [14] 覃瑞, 陈贤军, 湛蔚, 等. 红花 EST-SSR 分子标记开发与初步验证[J]. *西南民族大学学报(自然科学版)*, 2019, 45(2): 146-154.
QIN Rui, CHEN Xianjun, ZHAN Wei, et al. Development and preliminary verification of EST-SSR molecular markers of [J]. *Journal Southwest University For Nationalities (Natural Science)*, 2019, 45(2): 146-154.
- [15] 任水莲, 王健, 王晓梅, 等. 新疆红花生育气候条件分析与适生种植气候区划[J]. *中国农业气象*, 2005, (2): 119-122.
REN ShuiLian, WANG Jian, WANG Xiaomei, et al. Analysis of the climatic conditions for the growth of Safflower in Xinjiang and the climatic division for its suitable growth [J]. *Agrometeorology of China*, 2005, (2): 119-122.
- [16] 岳庆妮, 葛娟, 王蕾, 等. 新疆红花主要栽培品种遗传多样性的 RAPD 分析(英文)[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, (4): 34-38.
YUE Qingni, GE Juan, WANG Lei, et al. RAPD analysis of genetic diversity of main cultivars of Safflower in Xinjiang [J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, (4): 34-38.
- [17] 高玉尧, 许文天, 胡小文, 等. 热带甜玉米 (*Zea mays* L. sacharatastult) 种质资源遗传多样性分析及抗旱性鉴定[J]. *分子植物育种*; 1-15.
GAO Yuyao, XU Wentian, HU Xiaowen, et al. Geneic diversity analysis and drought resistance identification of *Zea mays* L. sacharatastult [J]. *Molecular plant breeding*; 1-15.
- [18] 王丽慧, 张广楠, 孙雪梅, 等. 24 份茎用莴苣种质资源表型性状的遗传多样性分析[J]. *分子植物育种*; 2020, 18(16): 1-24.
WANG Lihui, ZHANG Guangnan, SUN Xuemei, et al. Genetic diversity of phenotypic characters in 24 germplasm resources of lettuce for stem [J]. *Molecular plant breeding*; 2020, 18(16): 1-24.
- [19] 赵朝森, 王瑞珍, 李英慧. 江西大豆种质资源表型及品质性状综合分析[J]. *大豆科学*, 2019, 38(5): 686-693.
ZHAO Chaosen, WANG Ruizhen, LI Yinghui. Comprehensive analysis and evaluation of phenotype and quality characters of soybean germplasm resources in Jiangxi [J]. *Soybean Science*, 2019, 38(5): 686-693.
- [20] 李亚兰, 潘存德, 范江涛, 等. 基于坚果表型性状的新疆核桃种质资源多样性与分类[J]. *西南农业学报*, 2019, 32(9): 1986-1994.
LI Yalan, PAN Cunde, FAN Jiangtao, Diversity and classification of walnut germplasm resources in Xinjiang Based on nut [J]. *Journal Southwest Agriculture*, 2019, 32(9): 1986-1994.
- [21] 吕伟, 韩俊梅, 任果香, 等. 山西芝麻种质资源遗传多样性分析[J]. *作物杂志*, 2019, (5): 57-63.
LÜ Wei, HAN Junmei, REN Guoxiang, . Genetic diversity analysis of sesame germplasm resources in Shanxi [J]. *Crop Magazine*, 2019, (5): 57-63.

Genetic Diversity of Phenotypic Characters 32 Germplasm Resources of Oil and Medicine Safflower

JIA Donghai¹, WANG Xiuzhen², HOU Xianfei¹, GU Yuanguo¹, Maimaitiyiming Simayi¹, LIANG Hong³, SUN Jie⁴, SHI Bixian¹, MIAO Haocui¹, LI Qiang¹, CHEN Yuehua¹

(1. *Institute of Economic Xinjiang Academic of Agricultural Science, Urumqi 830091, China*; 2. *Tacheng Agricultural Technology, Tacheng Xinjiang 834700, China*; 3. *Department of Natural Pharmacology, School of , Peking University, Beijing 100195, China*; 4. *China Chinese Medicine Co., Ltd., Beijing 100195, China*)

Abstract: **[Objective]** To select the oil and medicine safflower germplasm resources high quality for both oil and medicine in Xinjiang. **[Method]** Genetic diversity analysis, variation analysis and cluster analysis were carried out on 32 oil medicine safflower germplasm resources. **[Result]** Among the germplasm resources, there were 4 in 80 – 90 days, 6 in 90 – 100 days, 16 in 100 – 110 days, and 6 in 110 days. Genetic diversity analysis showed that the variation range of 10 quality genetic diversity indexes was 0.37 – 1.29; The genetic diversity index of flower color was the highest (1.29) in quantitative characters; The highest diversity index of was oil content and oleic acid (3.47) in quality characters. 32 materials divided into 10 groups by cluster analysis. In the first category, Qinghai the main material; the second category 14 materials, the third category 3 materials, and the fourth category 3 materials, mainly from Shandong. Other materials bxy11 (Gansu), bxy1 (Xinjiang), bxy19 (Hebei), bxy3 (Jiangsu) and bxy8 (Zhejiang) classified into one group respectively. **[Conclusion]** The main germplasm resources of safflower for oil and medicine use were leaf type inversion (90.6%), common kernel shell (87.5%), cone for flower ball (84.4%) and cone for kernel (87.5%). The genetic diversity of quality characters of safflower for oil and drug use in Xinjiang was higher than that of yield characters, and the clustering of materials was not significantly related to its source, but the materials from Qinghai, Gansu, Henan and Shandong were preferred together, Xinjiang has abundant safflower oil and medicine germplasm resources, and its genetic distance is relatively long.

Key words: safflower; combined use of oil and medicine; phenotype; diversity

Fund project: Supported by the National Key R & D Program Project "Modernization of Traditional Chinese Medicine: Demonstration of Standardized Cultivation of High – Quality Safflower and Cistanche in Xinjiang"

Correspondence author: CHEN Yuehua (1957 –), male, Xinjiang, researcher, research direction: oil crop breeding and cultivation, (E – mail) chen Yuehua@xaas.ac.cn