

地方红花种质资源的形态标记聚类分析

郭丽芬¹, 张 跃², 胡尊红¹, 胡学礼¹, 徐宁生¹,
张锡顺³, 杨 谨¹, 刘旭云^{1*}

(1. 云南省农业科学院 经济作物研究所, 云南 昆明 650205; 2. 昆明市盘龙区人民政府双龙街道办事处,
云南 昆明 650224; 3. 云南省农业科学院 农业经济与信息研究所, 云南 昆明 650205)

摘要: 为合理高效地利用红花种质资源, 按照《红花种质资源描述规范和数据标准》, 对云南本地红花 36 份种质资源的 12 项形态性状进行鉴定评价和标记记载, 利用 SPSS 19.0 软件, 采用欧氏距离和 Furthest Neighbour 法, 根据红花形态标记的相似性对红花种质资源进行系统聚类分析, 研究其遗传亲缘关系。结果表明, 资源材料间形态性状差异明显, 36 份红花资源材料划分为四大类群。第Ⅰ类群包含 14 份材料, 主要形态特征表现为叶缘除 YN-2mr 为浅裂外, 其余均为锯齿; 叶形以卵形居多, 椭圆形及长椭圆形次之; 种子形状为椭圆。第Ⅱ类群包含 11 份材料, 主要特征为叶缘多为锯齿, 深裂和浅裂次之; 叶形及外部苞片形状均以披针形为主。第Ⅲ类群包含 3 份材料, 主要特征是种子形状全部为月牙形, 叶形多为卵形, 花色多为橘红色。第Ⅳ类群包含 8 份材料, 主要形态特征是叶缘为全缘和锯齿各占一半, 叶形多为椭圆形, 披针形和卵形较少; 叶刺多为少刺, 无刺次之; 外部苞片刺数均为无, 花色多为橘红, 红色次之, 果球大, 单株果球数多, 该类群材料宜作为育种杂交亲本予以利用。由此, 明确了红花种质资源的不同类型, 可根据育种目标选择性状互补的亲本配制组合, 为选育红花新品种提供参考依据。

关键词: 红花; 种质资源; 形态标记; 聚类分析; 育种

中图分类号: S565.9 S567.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)02-0041-06

Clustering Analysis of Safflower(*Carthamus tinctorius* L.) Germplasm Resources Based on Morphological Markers

GUO Li-fen¹, ZHANG Yue², HU Zun-hong¹, HU Xue-li¹, XU Ning-sheng¹,
ZHANG Xi-shun³, YANG Jin¹, LIU Xu-yun^{1*}

(1. Industrial Crop Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China;

2. Shuanglong Subdistrict Office, Panlong District of Kunming, Kunming 650224, China;

3. Agricultural Economics and Information Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China)

Abstract: In accordance with Descriptors and Data Standard for Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), the 12 morphological traits of 36 yunnan safflower germplasm resources were identified and evaluated based on SPSS 19.0 software with Euclidean distance and Furthest Neighbour for rational and efficient use of the germplasm resources. In this paper, the genetic relationships through cluster analysis of the similarity in morphological markers of safflower germplasm resources were studied. The clustering results showed that the 36 safflower resource materials had obvious differences in morphological traits, which were divided into 4 groups. The first group (Ⅰ) contained 14

收稿日期: 2012-08-29

基金项目: 中央财政农业科技推广项目(2012BB016)

作者简介: 郭丽芬(1963-), 女, 云南昆明人, 实验师, 大专, 主要从事红花和蓖麻种质资源研究及新品种选育工作。

E-mail: guolifen2008@126.com

* 通讯作者: 刘旭云(1964-), 女, 云南昆明人, 研究员, 硕士, 主要从事红花和蓖麻种质资源研究及新品种选育工作。

E-mail: liuxuyun280@yahoo.com.cn

resource materials, which were characterized as oval seed shape. Their leaves showed serrate leaf margins but YN-2mr, and most of the leaves were ovate, followed by oval and oblong. The second group (Ⅱ) of 11 resource materials had the ecotype as follows: serrate leaf margin (followed by deeply and shallowly lobed margin), lanceolate leaves and external bracts. The third group (Ⅲ) of 3 materials had a dominant character of crescent seeds, oval leaves and orange-red flowers. The other 8 materials constituted the fourth group (Ⅳ). It was observed that the forth group predominantly had oval leaves, secondly lanceolate and ovate leaves, with leaf margin of half entire margin and half serrate margin. The leaf thorn was few and even none at all, nor was the external bract thorn. The orange-red flowers were dominant followed by red flowers. Moreover, this group was characterized by large balls in large amount per plant. The materials of the groups can be taken advantage of as hybrid parents. Thus, according to the combination with the complementary traits, safflower germplasm resources of different types provided a reference for breeding new safflower varieties.

Key words: safflower; germplasm resources; morphological markers; clustering analysis; breeding

红花(*Carthamus tinctorius* L.)属菊科红花属,又名黄兰、红兰花、草红花、菊红花,为1年生草本双子叶植物,是一种花油两用、栽培历史悠久的经济作物。联合国粮农组织于1973年开始将红花作为油料作物正式列入《联合国粮农组织(FAO)生产年鉴》的统计项目内。红花油是世界公认的具有保健、美容功效的功能性食用油,在国际上被称为“绿色食品”,其亚油酸含量是所有已知植物油中最高的,达80%,号称“亚油酸之王”^[1]。我国红花栽培历史悠久,主要集中在新疆,其次为四川、云南、河南、河北、山东、浙江、江苏等省份,种植面积约6.6万hm²,主要是药用,部分油药兼用^[1-4]。云南独特的气候和生态环境造就了丰富多样的红花种质资源类型。本研究经过多年田间试验,对红花种质资源的主要形态性状进行鉴定评价,并根据形态标记的相似性对红花种质资源进行系统聚类分析,明确了红花种质资源的不同类型,旨在为红花新品种选育提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于101°52'E、25°44'N,海拔1118.4m;年均气温21.9℃,≥10℃年积温7786℃,持续时间350d,终年基本无霜,该区光热资源丰富,年日照时间2670h,日照百分率62%,全年太阳总辐射量641.8kJ/cm²^[5];年降雨量615.1mm;土壤类型为砂壤土,肥力中等。

1.2 供试材料

从已收集保存的3000余份红花种质资源材料中,结合田间试验依据育种目标及用途筛选株高适宜、茎秆粗壮、果球大、单株果球数多、丰产性好的材料36份,均为云南本地红花资源材料(表1),于

2008年9月26日至2009年4月30日在云南省元谋县试验农场进行试验。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 每个材料种4行,行长1.5m,每行留壮苗10株,行距40cm、株距15cm,小区面积2.4m²。田间管理措施同大田一致。

1.3.2 形态指标的测定 观测项目包括叶缘、叶形、种子壳型、种子形状等植物学特征特性,同时进行形态性状(标记)等记载。成熟时,每个小区随机取样5株,按照《红花种质资源描述规范和数据标准》^[6]进行考种,数量性状取平均值。

1.3.3 形态性状分类及编码 将12项特征分为以下2种性状特征:(1)数量性状:数量性状无须编码,采用实际测得的数值直接进行数学运算;(2)多态性状:表现为2种形态以上的性状,按照文献^[6]分别编码。

1.3.4 聚类分析 运用SPSS 19.0软件,采用欧氏距离和Furthest Neighbour法对数据进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 红花种质资源的形态性状及编码结果

从表1可以看出,在所测定的红花种质资源的12项形态指标中,叶缘的多样性较丰富,有全缘、锯齿、深裂、浅裂;叶形的多样性也较丰富,有椭圆形、披针形、卵形、长椭圆形;叶刺分为无刺、多刺、中刺、少刺;外部苞片形状多样性次之,分为椭圆形、披针形和卵圆形;外部苞片刺数表现出的多样性较差,分为无、多;盛花色的多样性最丰富,有橘红、橘黄、红色、黄色、白色共5种;种子壳型有普通、条纹、部分壳3种;种子形状有椭圆、月牙形2种。根据表1,对12项形态指标的不同性状进行编码,见表2。

表 1 供试红花种质资源的形态性状测定结果

材料名称	叶缘	叶形	叶刺	外部苞片形状	外部苞片刺数	盛花色	株高/ cm	茎粗/ cm	顶果球 直径/cm	单株果 球数/个	种子 壳型	种子 形状
YN-1nor	全缘	椭圆形	无刺	椭圆形	无	橘红	126.4	1.3	2.9	40.3	普通	椭圆
YN-1mor	锯齿	披针形	多刺	披针形	多	橘黄	122.0	1.3	2.7	25.0	普通	椭圆
YN-2nor	锯齿	椭圆形	少刺	卵圆形	无	橘红	130.4	1.5	2.3	28.4	普通	椭圆
YN-1mof	锯齿	长椭圆	多刺	披针形	多	橘黄	123.8	1.3	2.3	28.0	普通	椭圆
YN-2mor	深裂	披针形	多刺	椭圆形	多	橘黄	149.8	1.7	2.4	19.8	普通	椭圆
YN-1nof	锯齿	披针形	少刺	椭圆形	无	橘黄	129.0	1.2	2.1	28.8	条纹	月牙形
YN-1nr	锯齿	椭圆形	少刺	椭圆形	无	红色	134.6	1.3	2.3	31.6	普通	椭圆
YN-3mor	锯齿	椭圆形	多刺	椭圆形	多	橘红	141.0	1.4	2.4	25.8	普通	椭圆
YN-2mof	锯齿	椭圆形	多刺	椭圆形	多	橘黄	132.8	1.2	2.3	30.4	普通	椭圆
YN-2nr	锯齿	椭圆形	少刺	椭圆形	无	橘红	121.4	1.1	2.3	21.6	普通	椭圆
YN-1mr	锯齿	长椭圆	多刺	椭圆形	多	橘红	144.8	1.3	2.7	21.4	普通	椭圆
YN-4mor	锯齿	椭圆形	多刺	椭圆形	多	橘红	118.2	1.1	2.2	18.6	普通	椭圆
YN-5mor	锯齿	披针形	多刺	椭圆形	多	橘红	132.6	1.2	2.1	23.0	普通	月牙形
YN-6mor	锯齿	卵形	多刺	椭圆形	多	橘红	119.8	1.1	2.3	20.2	普通	椭圆
YN-7mor	锯齿	椭圆形	多刺	椭圆形	多	橘红	133.2	1.3	2.4	24.0	条纹	椭圆
YN-8mor	锯齿	长椭圆	多刺	披针形	多	橘黄	140.6	1.3	2.5	21.6	普通	椭圆
YN-9mor	锯齿	卵形	多刺	披针形	多	橘黄	127.2	1.3	2.2	27.6	普通	椭圆
YN-10mor	锯齿	卵形	多刺	椭圆形	多	橘黄	121.6	1.2	2.3	25.0	普通	月牙形
YN-11mor	锯齿	披针形	多刺	椭圆形	多	橘黄	101.0	1.1	1.4	29.2	普通	椭圆
YN-12mor	锯齿	椭圆形	多刺	披针形	多	橘黄	119.8	1.4	1.7	27.4	普通	椭圆
YN-2mr	浅裂	卵形	多刺	披针形	多	橘红	114.0	1.3	2.0	21.0	普通	椭圆
YN-1mf	深裂	披针形	多刺	披针形	多	黄色	102.4	1.2	1.6	23.8	条纹	椭圆
YN-14mof	锯齿	卵形	多刺	椭圆形	多	橘黄	115.2	1.1	2.0	17.2	普通	椭圆
YN-4nor	全缘	椭圆形	无刺	椭圆形	无	橘红	134.6	1.4	2.1	26.8	普通	椭圆
YN-3nr	全缘	椭圆形	少刺	椭圆形	无	红色	142.0	1.3	2.0	24.8	条纹	椭圆
YN-1mw	锯齿	披针形	多刺	披针形	多	白色	132.4	1.6	2.5	17.2	条纹	椭圆
YN-5mr	锯齿	卵形	多刺	椭圆形	多	橘红	128.2	1.2	2.9	14.6	普通	椭圆
YN-7mr	锯齿	披针形	多刺	披针形	多	红色	128.4	1.2	2.3	22.6	普通	椭圆
YN-7mf	锯齿	披针形	多刺	披针形	多	黄色	124.6	1.5	1.8	52.4	普通	椭圆
YN-27mor	锯齿	卵形	多刺	椭圆形	多	橘红	108.8	1.1	1.9	29.6	部分壳	月牙形
YN-24mof	锯齿	卵形	多刺	椭圆形	多	橘黄	100.8	1.0	2.2	14.2	普通	椭圆
YN-25mof	深裂	披针形	中刺	披针形	多	橘黄	133.8	1.5	2.3	7.5	普通	椭圆
YN-26mof	锯齿	长椭圆	多刺	椭圆形	多	橘黄	124.8	1.2	2.7	10.4	普通	椭圆
YN-6nof	浅裂	披针形	多刺	披针形	多	橘黄	116.6	1.0	2.0	12.6	部分壳	椭圆
YN-1nf	全缘	卵形	无刺	椭圆形	无	黄色	116.4	1.0	2.3	16.6	部分壳	椭圆
YN-28mor	锯齿	卵形	多刺	椭圆形	多	橘黄	102.0	0.8	2.1	17.5	普通	椭圆

表 2 红花种质资源各性状形态标记及编码

形态标记	编码数	编码类型
叶缘	1=全缘,2=锯齿,3=浅裂,4=深裂	多态性状
叶形	1=卵形,2=矩圆形,3=椭圆形,4=长椭圆形,5=披针形,6=条形	多态性状
叶刺	0=无刺,3=少刺,5=中刺,7=多刺	多态性状
外部苞片形状	1=圆形,2=卵圆形,3=椭圆形,4=披针形	多态性状
外部苞片刺数	0=无,3=少,5=中,7=多	多态性状
盛花色	1=白,2=浅黄,3=黄,4=橘黄,5=橘红,6=红色,7=紫色	多态性状
株高	—	数量性状
茎粗	—	数量性状
顶果球直径	—	数量性状
单株果球数	—	数量性状
种子壳型	1=普通,2=条纹,3=少壳,4=薄壳,5=部分壳	多态性状
种子形状	1=椭圆,2=圆锥,3=月牙形	多态性状

2.2 红花种质资源形态标记及其聚类分析

根据各红花种质资源形态指标的编码结果(表 3),采用欧氏距离和 Furthest Neighbour 法进行聚类分析,36 份云南地方红花种质资源 12 项主要性

状的聚类分析结果见图 1。由图 1 可见,在欧氏距离为 13.5 处将供试材料聚为四大类群,类群Ⅰ包含 14 份材料,类群Ⅱ包含 11 份材料,类群Ⅲ包含 3 份材料,类群Ⅳ包含 8 份材料。

表 3 编码后的红花种质资源形态指标

材料名称	叶缘	叶形	叶刺	外部苞片形状	外部苞片刺数	盛花色	株高/cm	茎粗/cm	顶果球直径/cm	单株果球数/个	种子壳型	种子形状
YN-1nor	1	3	0	3	0	5	126.4	1.3	2.9	40.3	1	1
YN-1mor	2	5	7	4	7	4	122.0	1.3	2.7	25.0	1	1
YN-2nor	2	3	3	2	0	5	130.4	1.5	2.3	28.4	1	1
YN-1mof	2	4	7	4	7	4	123.8	1.3	2.3	28.0	1	1
YN-2mor	4	5	7	3	7	4	149.8	1.7	2.4	19.8	1	1
YN-1nof	2	5	3	3	0	4	129.0	1.2	2.1	28.8	2	3
YN-1nr	2	3	3	3	0	6	134.6	1.3	2.3	31.6	1	1
YN-3mor	2	3	7	3	7	5	141.0	1.4	2.4	25.8	1	1
YN-2mof	2	3	7	3	7	4	132.8	1.2	2.3	30.4	1	1
YN-2nr	2	3	3	3	0	5	121.4	1.1	2.3	21.6	1	1
YN-1mr	2	4	7	3	7	5	144.8	1.3	2.7	21.4	1	1
YN-4mor	2	3	7	3	7	5	118.2	1.1	2.2	18.6	1	1
YN-5mor	2	5	7	3	7	5	132.6	1.2	2.1	23.0	1	3
YN-6mor	2	1	7	3	7	5	119.8	1.1	2.3	20.2	1	1
YN-7mor	2	3	7	3	7	5	133.2	1.3	2.4	24.0	2	1
YN-8mor	2	4	7	4	7	4	140.6	1.3	2.5	21.6	1	1
YN-9mor	2	1	7	4	7	4	127.2	1.3	2.2	27.6	1	1
YN-10mor	2	1	7	3	7	4	121.6	1.2	2.3	25.0	1	3
YN-11mor	2	5	7	3	7	4	101.0	1.1	1.4	29.2	1	1
YN-12mor	2	3	7	4	7	4	119.8	1.4	1.7	27.4	1	1
YN-2mr	3	1	7	4	7	5	114.0	1.3	2.0	21.0	1	1
YN-1mf	4	5	7	4	7	3	102.4	1.2	1.6	23.8	2	1
YN-14mof	2	1	7	3	7	4	115.2	1.1	2.0	17.2	1	1
YN-4nor	1	3	0	3	0	5	134.6	1.4	2.1	26.8	1	1
YN-3nr	1	3	3	3	0	6	142.0	1.3	2.0	24.8	2	1
YN-1mw	2	5	7	4	7	1	132.4	1.6	2.5	17.2	2	1
YN-5mr	2	1	7	3	7	5	128.2	1.2	2.9	14.6	1	1
YN-7mr	2	5	7	4	7	6	128.4	1.2	2.3	22.6	1	1
YN-7mf	2	5	7	4	7	3	124.6	1.5	1.8	52.4	1	1
YN-27mor	2	1	7	3	7	5	108.8	1.1	1.9	29.6	5	3
YN-24mof	2	1	7	3	7	4	100.8	1.0	2.2	14.2	1	1
YN-25mof	4	5	5	4	7	4	133.8	1.5	2.3	7.5	1	1
YN-26mof	2	4	7	3	7	4	124.8	1.2	2.7	10.4	1	1
YN-6nof	3	5	7	4	7	4	116.6	1.0	2.0	12.6	5	1
YN-1nf	1	1	0	3	0	3	116.4	1.0	2.3	16.6	5	1
YN-28mor	2	1	7	3	7	4	102.0	0.8	2.1	17.5	1	1

第Ⅰ类群包含 14 份材料。其主要形态特征表现为:叶缘除 YN-2mr 为浅裂外,其余均为锯齿;叶形以卵形居多,椭圆形及长椭圆形次之;叶刺均为多刺;外部苞片形状以椭圆形居多,披针形次之;外部苞片刺数均为多;盛花色为橘红和橘黄各占一半;种子壳型除 YN-7mor 为条纹外,其余均为普通;种子形状均为椭圆。株高平均为 123.0 cm,茎粗平均为 1.2 cm,顶果球直径平均为 2.3 cm,单株果球数平均为 20.7 个。该类群材料总体表现为株高适中、单株果球数中等、花色为橘红色和橘黄色。

第Ⅱ类群包含 11 份材料。这一类材料特征表现为:叶缘多为锯齿,深裂和浅裂次之;叶形以披针形为主,长椭圆形较少;叶刺除 YN-25mof 为中刺外,其余均为多刺;外部苞片形状以披针形较多,椭圆形较少;外部苞片刺数均为多;盛花色以橘黄居多,黄色次之,白色和红色较少;种子壳型普通居多,

条纹壳和部分壳次之;种子形状全部为椭圆。株高平均为 125.0 cm,茎粗平均为 1.3 cm,顶果球直径平均为 2.2 cm,单株果球数平均为 23.6 个。总体表现为顶果球直径中等、单株果球数多,此类群可根据育种目标选择条纹壳材料作为高含油量亲本加以利用。

第Ⅲ类群包含 3 份材料,分别是 YN-5mor、YN-10mor 和 YN-27mor。这 3 份材料主要表现为:叶缘均为锯齿;叶形多为卵形,披针形次之;叶刺均为多刺;外部苞片形状均为椭圆形;外部苞片刺数全部为多;盛花色以橘红居多,橘黄次之;种子壳型有 2 份为普通,1 份为部分壳;种子形状全部为月牙形。株高平均为 121.0 cm,茎粗平均为 1.2 cm,顶果球直径平均为 2.1 cm,单株果球数平均为 25.9 个。该类群材料总体表现为株高适中、单株果球数多,可根据育种目标选择性地加以利用。

第Ⅳ类群包含8份材料。此类群表现为:叶缘为全缘和锯齿各占一半;叶形多为椭圆形,披针形和卵形较少;叶刺多为少刺,无刺次之;外部苞片形状均为椭圆形;外部苞片刺数均为无;盛花色以橘红居多,红色次之,橘黄和黄色较少;种子壳型以普通居多,条纹次之,部分壳较少;种子形状除 YN-1nof 为

月牙形外,其余均为椭圆。株高平均为 129.4 cm,茎粗平均为 1.3 cm,顶果球直径平均为 2.3 cm,单株果球数平均为 27.4 个。该类群材料表现为外部苞片刺数均为无,植株略高,果球大,单株果球数多,可依据育种目标选择无刺、红色花、条纹壳材料作为杂交亲本加以利用。

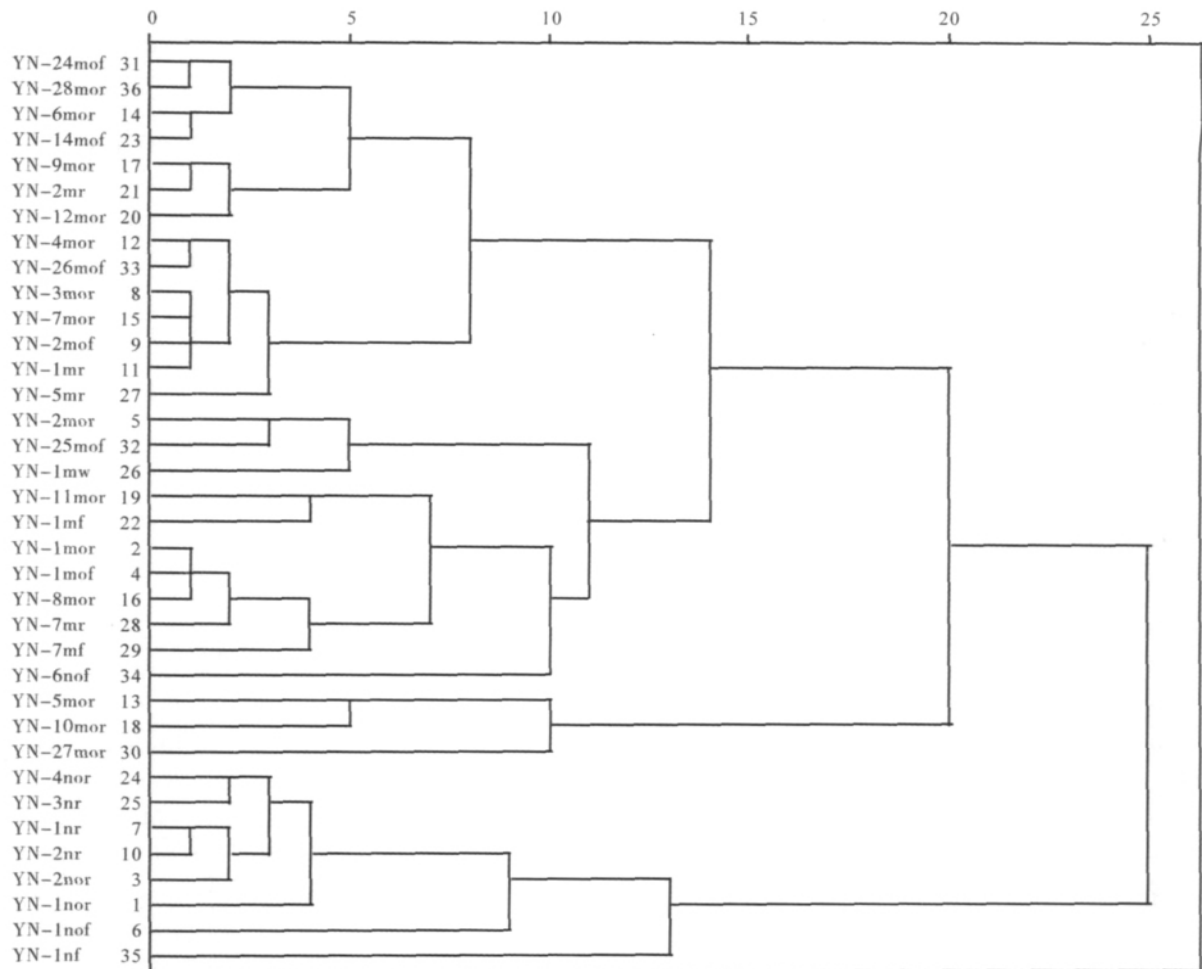


图1 红花种质资源形态标记聚类分析结果

3 结论与讨论

种质资源的遗传多样性是育种工作的基础,本研究运用系统聚类分析方法,判别种质资源间的形态性状差异,简单快速,结果合理。所选性状可正确有效地区分种质资源差异,了解种质资源间性状的相似性状况,有利于更准确地选择种质资源特异的材料^[7]。实践证明,作物品种改良的关键是种质资源的有效利用^[8]。形态性状的表现是遗传因素与环境因素共同作用的结果。在栽培种植条件一致和材料数较多的情况下,形态性状可真实地表现资源间

的遗传多样性。本研究运用 SPSS 19.0 软件,采用欧氏距离和 Furthest Neighbour 法,依据 12 项形态性状指标对 36 份云南本地红花种质资源进行聚类分析,结果表明,在欧氏距离为 13.5 处将其聚为四大类群,使性状相近的聚为一类。各个类群具有一定的形态学特征,克服了仅以个别性状进行直观、经验性分类的弊端^[9]。

根据形态标记的相似性对红花品种资源进行系统聚类分析,能在一定程度上反映种质资源之间亲缘关系的远近,但易受环境因素和人为因素的影响。本研究针对云南省红花种质资源的(下转第 97 页)

- [3] Feng M G, Poprawski T J, Khachatourians G G. Production of formulation and application of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for insect control: Current status[J]. Biocontrol Science and Technology, 1994, 4: 3-34.
- [4] 宋漳. 九株绿僵菌液体振荡培养的初步研究[J]. 福建林学院学报, 1996, 16(1): 38-40.
- [5] 宋漳. 液体深层培养贵州绿僵菌分生孢子的研究[J]. 福建林学院学报, 1997, 17(3): 205-208.
- [6] 宋漳, 江英成, 饶如春. 氨基酸维生素对绿僵菌液生分生孢子形成影响[J]. 福建林学院学报, 2000, 20(3): 251-254.
- [7] 宋漳. 液体深层培养绿僵菌分生孢子的研究[J]. 林业科学, 2001, 37(5): 134-139.
- [8] 蒲蛰龙, 李增智. 昆虫真菌学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1996: 95-97, 715.
- [9] 宋漳, 江英成, 饶如春. 吐温-80 对绿僵菌液生分生孢子形成的影响[J]. 中国病毒学, 2000(15): 201-204.
- [10] 程子路, 詹儒林, 许天委, 等. 金龟子绿僵菌选择性培养基的筛选[J]. 江苏农业科学, 2007(5): 76-79.
- [11] 张丽萍, 程辉彩, 王迎春. 绿僵菌固体生产条件的研究[J]. 农药, 2002, 41(7): 20-21.
- [12] McClatchie G V, Moore D, Bateman R P, *et al.* Effect of temperature on the viability of the conidia *Metarhizium flavoviride* in oil formulations[J]. Mycological Research, 1994, 98(7): 749-756.
- [13] 陈建帮, 弓爱君, 李红梅, 等. 生物农药固态发酵综述[J]. 天津农业科学, 2009, 15(6): 51-54.

(上接第 45 页) 形态性状进行分析, 明确了红花种质资源的不同类型, 由此, 可根据育种目标选择性状互补的亲本配制组合, 使红花育种中亲本的选配更趋合理化^[10]。深入了解红花种质资源, 还需要进一步对其进行品质分析、抗逆性鉴定以及分子水平的研究^[11], 从内在遗传学本质上深入全面、客观准确地对地方红花种质资源进行同工酶标记和 DNA 分子标记鉴定, 以期使红花种质资源得到充分利用。

参考文献:

- [1] 王兆木. 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.
- [2] 吴应祥, 黎大爵. 红花[M]. 北京: 农业出版社, 1982.
- [3] 赵钢, 王安虎. 红花的资源及药用价值[J]. 中国野生植物资源, 2004, 23(3): 24-25.
- [4] 倪细炉, 于卫平, 田英, 等. 宁夏红花高产栽培管理技术[J]. 天津农业科学, 2010, 16(6): 138-140.
- [5] 何毓荣, 徐建忠, 黄成敏, 等. 金沙江干热河谷区变性土的特征及系统分类[J]. 土壤学报, 1995, 32(增刊): 102-103.
- [6] 杨建国, 刘旭云, 严兴初, 等. 红花种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [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(增刊): 103-105.
- [8] 赵欢, 吴卫, 郑有良, 等. 应用 RAMP 分子标记研究红花资源遗传多样性[J]. 植物遗传资源学报, 2007, 8(1): 64-67.
- [9] 王俊娥, 王赞, 王运琦, 等. 山羊豆种质资源形态多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(2): 201-205.
- [10] 郭丽芬, 徐宁生, 张跃, 等. 云南红花种质资源主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(2): 219-225.
- [11] 黄丽媛, 肖千文, 孙垚, 等. 石棉县优良核桃种质资源的聚类分析[J]. 河南农业科学, 2011, 40(11): 104-108.