

## 茎瘤芥种质的表型遗传多样性分析

方平<sup>1</sup>, 姚启伦<sup>1\*</sup>, 陈发波<sup>1</sup>, 吕发生<sup>2</sup>

(1. 长江师范学院 生命科学与技术学院, 重庆 涪陵 408100; 2. 涪陵区农业科学研究所, 重庆 涪陵 408100)

**摘要:** 以 133 个茎瘤芥种质为材料, 通过田间试验, 基于表型性状分析茎瘤芥种质的遗传多样性。结果表明, 除裂叶对数、沟间深度、茎叶比、侧瘤宽度、瘤茎鲜质量性状外, 其余 16 个经济性状在茎瘤芥材料间的变异系数变幅较小; 茎瘤芥材料间的遗传距离变幅为 0.01~7.77, 平均为 2.50, 有 88.93% 的遗传距离小于 4.00。表明参试材料间表型相似程度较高, 遗传差异较小, 遗传基础相对狭窄。表型聚类分析结果表明, 当遗传距离为 0.21 时, 可将供试材料分成 8 类, 且每个类群都有各自的性状特点, 说明利用表型性状可以将茎瘤芥种质进行分类和鉴定。

**关键词:** 茎瘤芥; 表型; 遗传多样性

中图分类号: S637.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2012)09-0114-06

## Analysis of Genetic Diversity of Tuber Mustard Germplasms Based on Its Phenotypes

FANG Ping<sup>1</sup>, YAO Qi-lun<sup>1\*</sup>, CHEN Fa-bo<sup>1</sup>, LÜ Fa-sheng<sup>2</sup>

(1. College of Life Science and Technology, Yangtze Normal University, Fuling 408100, China;

2. Research Institute for Agricultural Sciences of Fuling Region, Fuling 408100, China)

**Abstract:** Using a field experiment and 133 tuber mustard germplasms as materials, the genetic diversity on the basis of their phenotypes was investigated. The results showed that the variation coefficients of the sixteen phenotypic characters changed in a small range excluding the number of bilobed leaf, depth of inter-nodule, and stem weight per plant. The genetic distances among the 133 tuber mustard germplasms ranged from 0.01 to 7.77, with an average of 2.50, of which 88.93% were less than 4.00. The results indicated that the similarity level was high and the genetic diversity was absent among the 133 tuber mustard germplasms. The cluster analysis indicated that the materials studied could be separated into 8 groups, showing that tuber mustard germplasms could be classified and identified based on phenotypes.

**Key words:** tuber mustard; phenotype; genetic diversity

茎瘤芥 (*Brassica juncea* var. *tumida* Tsen et Lee) 是双子叶植物、十字花科、芸苔属、芥菜种的一个变种, 其加工产品“涪陵榨菜”蜚声海内外, 与欧洲甜酸甘兰、日本腌菜并称世界三大名腌菜<sup>[1]</sup>。茎瘤芥既是十字花科作物的一种重要蔬菜种质, 主要分布于长江流域, 同时作为一种特色经济作物, 在促进地方经济发展中的地位举足轻重。尽

管前人从形态、细胞和分子水平方面对茎瘤芥已开展了相关研究, 但因受其资源材料限制, 目前尚未见系统研究茎瘤芥种质遗传多样性的相关报道<sup>[2-6]</sup>。为此, 以具有广泛遗传基础的茎瘤芥种质为材料, 分析评价茎瘤芥农艺、经济性状的遗传多样性, 以期对茎瘤芥种质的保护及开发利用提供理论依据。

收稿日期: 2012-03-09

基金项目: 国家“863”计划项目(2009AA10AA030); 教育部科学技术重点项目(KJ091316); 重庆市科委攻关项目(CSTC2011AB1022); 重庆市教委科研项目(KJ091308)

作者简介: 方平(1965-), 男, 重庆石柱人, 副教授, 主要从事生物科学教育与科研工作。E-mail: fangping@sina.com

\* 通讯作者: 姚启伦(1964-), 男, 重庆万州人, 教授, 主要从事作物遗传育种研究。E-mail: yql641@yahoo.com.cn

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为重庆市涪陵区农业科学研究所从全国收集、保存的 133 份茎瘤芥种质资源,根据地理来

源将供试材料分为长江上游、长江中游和长江下游 3 个类群,材料编号及来源见表 1,其中编号为 1—15 的 15 份材料收集自长江上游,编号为 16—125 的 110 份材料收集自长江中游,编号为 126—133 的 8 份材料收集自长江下游。

表 1 茎瘤芥供试材料及来源

材料编号	名称	收集地	材料编号	名称	收集地
1	羊角菜	贵州省仁怀市	2	索索菜	陕西省汉中市
3	巴中羊角菜	四川省巴中县	4	羊角菜	四川省达州市
5	观音青菜	四川省达州市	6	种都榨菜	四川省广元市
7	板叶奶奶菜	四川省泸州市	8	包包菜	四川省马边县
9	菜头	四川省绵阳市	10	郫县榨菜 1 号	四川省郫县
11	郫县榨菜 2 号	四川省郫县	12	郫县榨菜 3 号	四川省郫县
13	花叶羊角菜	四川省万源市	14	大帮青菜	四川省雅安市
15	狮子头青菜	四川省越西县	16	泡叶	重庆市九龙坡区
17	长寿三转子	重庆市长寿区	18	枇杷叶	重庆市长寿区
19	立耳朵	重庆市丰都县	20	小立耳朵 1 号	重庆市丰都县
21	小立耳朵 2 号	重庆市丰都县	22	丰都三转子	重庆市丰都县
23	丰都三转子	重庆市丰都县	24	丰都枇杷叶	重庆市丰都县
25	丰都榨菜	重庆市丰都县	26	十直榨菜	重庆市丰都县
27	南川榨菜	重庆市南川区	28	露酒壶	重庆市涪陵区
29	三转子	重庆市涪陵区	30	花叶三转子	重庆市涪陵区
31	细匙草腰子	重庆市涪陵区	32	枇杷叶变种	重庆市涪陵区
33	百胜榨菜	重庆市涪陵区	34	枇杷叶 1	重庆市涪陵区
35	枇杷叶 2	重庆市涪陵区	36	枇杷叶 3	重庆市涪陵区
37	枇杷叶 4	重庆市涪陵区	38	枇杷叶 5	重庆市涪陵区
39	枇杷叶变种 1	重庆市涪陵区	40	枇杷叶变种 2	重庆市涪陵区
41	大匙匙生菜	重庆市涪陵区	42	绣球菜	重庆市涪陵区
43	细匙草腰子	重庆市涪陵区	44	803-13-1	重庆市涪陵区
45	世忠榨菜	重庆市涪陵区	46	板叶三转子	重庆市涪陵区
47	露酒壶	重庆市涪陵区	48	七匹叶	重庆市涪陵区
49	涪陵榨菜	重庆市涪陵区	50	鹅公包	重庆市涪陵区
51	板叶	重庆市涪陵区	52	小叶花	重庆市涪陵区
53	翻叶鹅公包	重庆市涪陵区	54	红筋青菜	重庆市涪陵区
55	红樱菜	重庆市涪陵区	56	永安小叶	重庆市涪陵区
57	涪丰 14	重庆市涪陵区	58	黄籽榨菜	重庆市涪陵区
59	花叶榨菜	重庆市涪陵区	60	焦石榨菜 1 号	重庆市涪陵区
61	焦石榨菜 2 号	重庆市涪陵区	62	新村榨菜 1 号	重庆市涪陵区
63	新村榨菜 2 号	重庆市涪陵区	64	新村榨菜 3 号	重庆市涪陵区
65	新村榨菜 4 号	重庆市涪陵区	66	葛亮榨菜 1 号	重庆市涪陵区
67	葛亮榨菜 2 号	重庆市涪陵区	68	石沱 1 号	重庆市涪陵区
69	石沱 2 号	重庆市涪陵区	70	武隆榨菜	重庆市武隆县
71	蒲江榨菜 1 号	重庆市涪陵区	72	蒲江榨菜 2 号	重庆市涪陵区
73	蒲江榨菜 3 号	重庆市涪陵区	74	罗云地方种	重庆市涪陵区
75	罗云 2 号	重庆市涪陵区	76	罗云 3 号	重庆市涪陵区
77	罗云 4 号	重庆市涪陵区	78	双堡榨菜	重庆市涪陵区
79	龙桥 1 号	重庆市涪陵区	80	龙桥 2 号	重庆市涪陵区
81	龙桥 3 号	重庆市涪陵区	82	地宝 1 号	重庆市涪陵区
83	地宝 2 号	重庆市涪陵区	84	致韩 2 号	重庆市涪陵区
85	致韩 4 号	重庆市涪陵区	86	邓家榨菜	重庆市涪陵区
87	郫县 2 号	重庆市涪陵区	88	桥南 22	重庆市涪陵区
89	桥南 23	重庆市涪陵区	90	百胜榨菜	重庆市涪陵区
91	明家榨菜 1 号	重庆市涪陵区	92	明家榨菜 2 号	重庆市涪陵区
93	桥南 2 号	重庆市涪陵区	94	荣桂 2 号	重庆市涪陵区
95	龙潭榨菜	重庆市涪陵区	96	焦岩 2 号	重庆市涪陵区
97	焦岩 3 号	重庆市涪陵区	98	焦岩 4 号	重庆市涪陵区
99	焦岩 6 号	重庆市涪陵区	100	焦岩 7 号	重庆市涪陵区
101	焦岩 8 号	重庆市涪陵区	102	焦岩 9 号	重庆市涪陵区

续表 1 茎瘤芥供试材料及来源

材料编号	名称	收集地	材料编号	名称	收集地
103	焦岩 10 号	重庆市涪陵区	104	新妙 1 号	重庆市涪陵区
105	新妙 1 号	重庆市涪陵区	106	简市 2 号	重庆市涪陵区
107	简市 3 号	重庆市涪陵区	108	简市 4 号	重庆市涪陵区
109	简市 5 号	重庆市涪陵区	110	简市 6 号	重庆市涪陵区
111	简市 7 号	重庆市涪陵区	112	简市 9 号	重庆市涪陵区
113	122-3A	重庆市涪陵区	114	126-1A	重庆市涪陵区
115	140-5A	重庆市涪陵区	116	145-1A	重庆市涪陵区
117	150-2A	重庆市涪陵区	118	154-5A	重庆市涪陵区
119	155-1A	重庆市涪陵区	120	44-5A	重庆市涪陵区
121	枇杷叶(板叶)	重庆市涪陵区	122	枇杷叶(花叶)	重庆市涪陵区
123	50-1A(板叶)	重庆市涪陵区	124	60-3A	重庆市涪陵区
125	92-3A	重庆市涪陵区	126	郴州榨菜	湖南省郴州市
127	大头菜	湖南省沅江县	128	宽叶芥菜	江西省新建县
129	全碎叶榨菜	浙江省海宁市	130	浙桐 1 号	浙江省杭州市
131	余波榨菜	浙江省宁波市	132	余姚榨菜	浙江省余姚市
133	半碎叶榨菜	浙江省黄岩县			

## 1.2 田间试验与性状调查

2009 年 9 月将 133 份茎瘤芥材料种植于重庆市涪陵区农业科学研究所试验基地。试验采用随机区组设计,重复 3 次,5 行区,每行 6 株,单株种植,密度 9 万株/hm<sup>2</sup>。每小区除去四边植株,取中间 12 株获取数据资料。田间管理同大田生产。

以单株为单位,调查 133 份茎瘤芥种质材料的主要农艺、经济性状:株高、开展度、单株鲜质量、瘤茎鲜质量、最大叶长度和宽度、裂叶对数、叶柄长度和宽度、瘤茎的纵径和横径、单叶茎部肉瘤个数、中瘤长度和宽度、侧瘤长度和宽度、间沟深度等性状。

## 1.3 数据分析

1.3.1 基因型间差异显著性检验 对株高、开展度、单株鲜质量、瘤茎鲜质量、最大叶长度和宽度、裂叶对数、叶柄长度和宽度、瘤茎的纵径和横径、单叶茎部肉瘤个数、中瘤长度和宽度、侧瘤长度和宽度、间沟深度等性状进行方差分析。

1.3.2 变异系数的计算 根据 3 次重复的平均数计算株高、开展度、单株鲜质量、瘤茎鲜质量、最大叶长度和宽度、裂叶对数、叶柄长度和宽度、瘤茎的纵径和横径、单叶茎部肉瘤个数、中瘤长度和宽度、侧瘤长度和宽度和间沟深度等性状的变异系数(CV):

$$CV(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100,$$

其中  $\bar{x}$  表示某性状的平均值,  $s$  表示某性状的标准差。

1.3.3 表型性状聚类分析 对基因型间差异显著的农艺、经济性状,用 DPS 软件,采用 Jacobi 法求特征根和特征向量,计算标准化后的主成分值,在 NTSYS 中,用标准化主成分向量计算遗传距离,用类平均法(UPGMA)进行聚类分析,其平均分类距离( $E_{ij}$ )公式如下:

$$E_{ij} = \sqrt{\sum_k \frac{1}{n} (x_{ki} - x_{kj})^2}.$$

根据平均分类距离( $E_{ij}$ ),计算来自长江上游、长江中游和长江下游材料(类群)间的平均遗传距离

$$(D_E): D_E = \sum_{d=1}^l E_{ij} / l.$$

## 2 结果与分析

### 2.1 表型性状基因型间差异显著性检验

方差分析结果(表 2)表明,考查的 21 个性状供试材料间存在差异,可对这些性状进行变异系数分析及表型聚类分析。

表 2 茎瘤芥 21 个性状方差分析结果

项目	自由度	株高	开展度 1	开展度 2	最大叶长度	最大叶宽度	叶柄长度	叶柄宽度
区组间	2	123.07*	55.23	76.68	33.17	13.34	1.47	0.04
组合间	132	150.60**	303.82**	262.92**	152.88**	39.01**	3.78**	3.13**
误差	264	27.99	86.88	99.75	17.32	7.6	0.93	0.48
项目	自由度	裂叶对数	瘤茎纵径	瘤茎横径	菜型指数	单叶茎部肉瘤个数	中瘤长度	中瘤宽度
区组间	2	0.22	7.65*	11.02**	0.09	0.27	1.06*	2.34*
组合间	132	8.09**	12.71*	17.19**	0.26**	2.43**	1.84**	4.41**
误差	264	0.41	2.04	1.91	0.04	0.37	0.27	0.73
项目	自由度	侧瘤长度	侧瘤宽度	沟间深度	单株鲜质量	瘤茎鲜质量	叶质量	茎叶比
区组间	2	1.39	3.43**	0.60**	70 152.55	12 695.43	30 511.82	0
组合间	132	9.32**	3.17**	0.50**	500 711.76**	171 020.36**	197 247.59**	0.70**
误差	264	4.80	0.56	0.09	60 984.4	16 821.98	60 389.35	0.32

2.2 表型性状变异系数分析

从表 3 可以看出,133 份茎瘤芥材料间各性状变异系数变幅为 10.98%~83.87%,平均为 29.60%,不同性状间变异系数存在一定的差异,除

裂叶对数、沟间深度、茎叶比、侧瘤宽度、瘤茎鲜质量的变异系数较大外,其余性状材料间变异都在一个较小的范围内,其中最大叶长度和叶宽度、开展度 1、开展度 2 的变异系数较小。

表 3 茎瘤芥主要性状变异系数

项目	株高	开展度 1	开展度 2	最大叶长度	最大叶宽度	叶柄长度	叶柄宽度
均值	53.85	82.12	79.02	65.03	27.66	4.29	5.67
标准差	7.09	10.06	9.36	7.14	3.61	1.12	1.02
CV/%	13.16	12.25	11.85	10.98	13.03	26.14	18.01

项目	裂叶对数	茎纵径	茎横径	菜型指数	茎肉瘤个数	中瘤长度	中瘤宽度
均值	1.96	10.35	11.42	1.14	3.12	4.2	3.47
标准差	1.64	1.94	2.39	0.29	0.90	0.78	1.21
CV/%	83.87	18.71	20.97	25.73	28.84	18.62	34.99

项目	侧瘤长度	侧瘤宽度	沟间深度	单株鲜质量	瘤茎鲜质量	叶质量	茎叶比
均值	3.47	2.64	0.83	1 320.03	572.46	746.21	0.87
标准差	1.21	1.03	0.41	409.51	238.76	257.89	0.42
CV/%	34.96	38.93	49.37	31.02	41.71	34.56	48.28

2.3 茎瘤芥种质间的遗传距离

2.3.1 供试材料间遗传距离及分布频率 对 133 份茎瘤芥材料的 21 个农艺、经济性状进行主成分分析,前 8 个主成分累计贡献率达 87.41%。根据入选的 8 个主成分向量计算各材料间的平均分类距离。结果表明,133 份茎瘤芥材料间的遗传距离变幅为 0.01~7.77,平均值为 2.50,其中 803-13-1 与世忠榨菜的茎瘤芥间遗传距离最小,狮子头青菜与焦石榨菜 1 号的茎瘤芥间遗传距离最大。通过对 133 份供试材料遗传距离分布频率的比较可以看出(图 1),遗传距离数值在 1.00~2.99 的分布较多,占 67.20%。由此表明,供试的 133 份材料间遗传距离变幅较小,有 88.93%的遗传距离小于 4.00,说明大部分供试材料间亲缘关系较近。

对长江上游、中游和下游材料(类群)间的平均遗传距离( $D_E$ )分析表明,长江上游类群和长江中游类群间平均遗传距离较小(2.58),它们间的亲缘关系较近;长江上游类群和长江下游类群间的遗传距离较大(2.84),表明两类群的亲缘关系较远。长江中游类群和长江下游类群的遗传距离为 2.74,居中。长江上游类群材料间遗传距离变幅为 0.42~6.46,平均为 2.54;长江中游类群材料间遗传距离变幅为 0.01~7.09,平均为 2.78;长江下游类群材料间遗传距离变幅为 0.99~0.454,平均为 2.40。从材料间遗传距离变幅和平均值大小看,3 个类群遗传多样性水平从高到低的顺序为:长江中游>长江上游>长江下游。这一结果的形成可能与不同地区茎瘤芥引进时间的早晚以及后续的自然选择和人工选择有关。

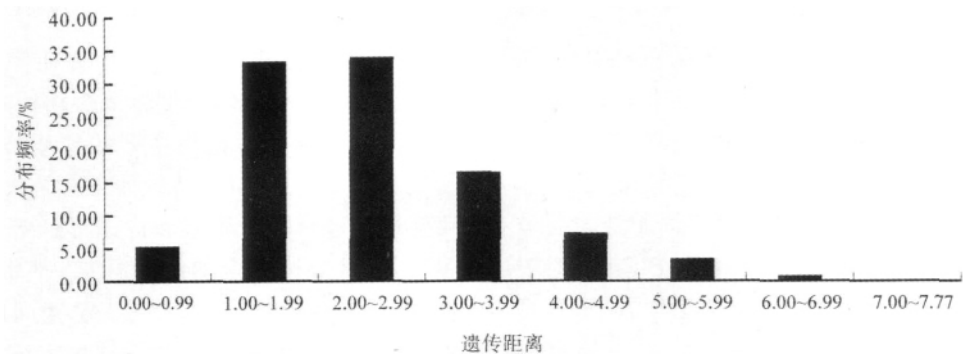


图 1 茎瘤芥供试材料遗传距离的分布

2.3.2 表型性状聚类分析 根据计算出的平均分类距离,利用类平均法对供试材料进行聚类。当遗传距离为 2.21 时,可将 133 份茎瘤芥材料分成 8 类(表 4)。第 I 类包括 7 份材料,占供试材料的

5.26%,全部来自长江中游。其主要特点是株高中等,植株紧凑,裂叶对数少,叶片和瘤茎较小,中瘤和侧瘤不明显,单株鲜质量和瘤茎鲜质量较低。第Ⅲ类包括 18 份材料,占供试材料的 13.53%,其中

1 份来自长江上游,14 份来自长江中游,3 份来自长江下游。其主要特点是株高中等,叶片、瘤茎较小,裂叶对数较多,中瘤和侧瘤明显,产量偏低。第Ⅴ类包括 8 份材料,占供试材料的 6.02%,其中 1 份来自长江上游,7 份来自长江中游。其主要特点是植株较高,叶片开展度大,叶片较长,瘤茎大小和产量中等,茎叶比较低。第Ⅵ类包括 11 份材料,占供试材料的 8.27%,其中 3 份来自长江上游,5 份来自长江中游,3 份来自长江下游。其主要特点是株高最低,叶片相对短小,叶柄短但较宽,裂叶数较少,菜型指数好,茎肉瘤个数多,中瘤和侧瘤较明显,产量中等,茎叶比最高。第Ⅶ类包括 8 份材料,占供试材料的 6.02%,其中 7 份材料来自长江中游,1 份材料来自长江下游。其主要特点是株高中等,开展度最高,叶片较长和宽,叶柄长而宽,茎横径最大,菜型指数

好,茎肉瘤个数多,中瘤和侧瘤较明显,产量最高。第Ⅷ类包括 79 份材料,占供试材料的 59.40%,其中 8 份来自长江上游,70 份来自长江中游,1 份来自长江下游。其主要特点是株高中等,叶和叶柄长而宽,菜型指数高,茎肉瘤较多,中瘤和侧瘤较明显,产量中等,茎叶比较高。第Ⅱ和Ⅳ类都只有 1 份材料,均来自长江上游。第Ⅱ类主要特点是植株最高,叶柄长而宽,裂叶对数最多,茎纵径长但菜型指数较低,茎无肉瘤,单株鲜质量高,但瘤茎产量较低,茎叶比高。第Ⅳ类主要特点是株高中等,叶和叶柄都较长而宽,菜型指数好,茎肉瘤较多,中瘤和侧瘤明显,产量中等,茎叶比较高。以上结果表明,供试材料间平均遗传距离较小,所聚类型较少,且 81.20%组合集中在第Ⅲ、Ⅵ和Ⅷ类,说明参试组合间相似程度较高,遗传差异较小,遗传基础相对狭窄。

表 4 茎瘤芥表型性状聚类结果

类群	材料编号																	
I	53	55	89	93	102	105	114											
II	15																	
III	9	17	21	22	23	31	41	42	43	51	52	58	76	80	125	128	129	133
IV	14																	
V	7	20	30	48	49	54	77	115										
VI	3	5	13	24	60	61	116	118	126	131	132							
VII	34	39	78	83	109	111	120	130										
VIII	1	2	4	6	8	10	11	12	16	18	19	25	26	27	28	29	32	33
	35	36	37	38	40	44	45	46	47	50	56	57	59	62	63	64	65	66
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	79	81	82	84	85	86	87	88	90
	91	92	94	95	96	97	98	99	100	101	103	104	106	107	108	110	112	113
	117	119	121	122	123	124	127											

### 3 讨论

#### 3.1 茎瘤芥种质的表型遗传多样性

遗传多样性是反映材料遗传变异的重要指标,遗传多样性丰富,说明种质类型多样,遗传差异较大,在品种选育及改良中有更多可选择和利用的基因<sup>[7-8]</sup>。本试验结果表明,茎瘤芥农艺、经济性状,除裂叶对数、沟间深度、茎叶比、侧瘤宽度、瘤茎鲜质量的变异系数较大外,其余材料间性状的变异系数都在一个较小的范围内。表型性状聚类分析结果表明,供试茎瘤芥材料间的遗传距离变幅为 0.01~7.77,平均值为 2.50,有 88.93%的遗传距离小于 4.00。当遗传距离为 2.21 时,可将 133 份茎瘤芥材料分成 8 类,所聚类型较少,且有 81.20%的材料集中在第Ⅲ、Ⅵ和Ⅷ类。说明参试材料间相似程度较高,遗传差异较小,遗传基础相对狭窄。这可能与茎瘤芥起源较晚有关,据记载茎瘤芥只有 100 多年的栽培历史,在其传播过程中

尚未形成完全独特的种质。

#### 3.2 表型性状在茎瘤芥种质资源分类鉴定中的作用

形态标记是指生物特定的肉眼可见的外部特征特性,如作物的株高、叶形和生育期等,由于其简单直观,容易观察记载,长期以来对物种的分类及资源鉴定都是以形态标记为主要的或初步的指标<sup>[9-11]</sup>。在茎瘤芥分类鉴定中,传统的方法是按青菜头形状、菜叶形状、产地、肉质茎和肉瘤形状等进行,但均是习惯分类,未按一定的科学标准,都带有很大片面性,很难从综合性状上反映茎瘤芥间的品种差异。刘义华等<sup>[6]</sup>运用生境敏感性评价方法,研究了 6 个茎瘤芥代表品种产量生境敏感性及其与主要性状的关系,将茎瘤芥分为生境敏感型、生境弱感型和生境钝感型品种,这种分类方法比较粗糙,在茎瘤芥分类鉴定中很难用到。本研究表型聚类分析结果表明,当遗传距离为 0.21 时,可将 133 份茎瘤芥材料分成 8 类,而每个类群都有各自的性状特点,说明利用表

型性状可以较科学、系统地将茎瘤芥种质进行分类和鉴定。但由于本研究中调查的茎瘤芥性状有限,很多模糊性状如叶形、叶色、叶缘和刺毛等性状均没有纳入分析,聚类结果可能带有一定的局限性,在今后的研究中如何选择表型性状和利用好这些性状依然是值得研究的问题。

#### 参考文献:

- [1] 刘佩英. 中国芥菜[M]. 北京:中国农业出版社,1996:284-290.
- [2] 杨以耕,刘念慈,陈学群,等. 芥菜分类研究[J]. 园艺学报,1989,16(2):114-121.
- [3] 陈材林,周光凡,杨以耕,等. 中国芥菜分布的研究[J]. 西南农业学报,1990,3(1):17-21.
- [4] 童南奎. 菜用芥菜不同变种的核型及杂种染色体行为

的观察[J]. 西南农业大学学报,1991,13(3):321-324.

- [5] 陈材林,周源,周光凡,等. 中国的芥菜起源探讨[J]. 西南农业学报,1992,5(3):6-10.
- [6] 刘义华,周光凡,范永红,等. 茎瘤芥(榨菜)产量生境敏感性的初步研究[J]. 植物遗传资源学报,2004,5(4):374-377.
- [7] 潘家驹. 作物育种学总论[M]. 北京:中国农业出版社,2000:22-34.
- [8] 孔繁玲. 植物数量遗传学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2006:217-219.
- [9] 葛颂,洪德元. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京:中国科学技术出版社,1994:123-140.
- [10] 陈灵芝,马克平. 生物多样性科学:原理与实践[M]. 上海:上海科学技术出版社,2001:93-107.
- [11] 陈灵芝. 生物多样性保护现状及其研究[J]. 植物杂志,1993(5):7-9.

(上接第109页)

#### 5.2 综合治理

综合治理是将生物、化学、机械、人工、替代等单项技术融合起来,发挥各自优势、弥补各自不足,达到综合控制入侵生物目的的方法<sup>[14-15]</sup>。综合治理并不是各种技术的简单相加,而是它们有机融合,彼此相互协调、相互促进,达到生态修复、长久控制害草的目的。

#### 5.3 加强风景区的管理

加强管理,防止为恶性及入侵杂草提供适合生长的环境。封闭景区内非规划的小路,引导游客走规划道路,减少有害杂草的传播途径。禁止乱砍伐树木、乱挖山体,防止为有害杂草提供新的生存空间。

#### 5.4 综合开发利用

许多杂草是有利用价值的,如葛藤的根是制造葛粉的原料,藤可用来编制器具。对于已经大面积发生的杂草,应鼓励农民上山采挖,既可减少杂草的危害又可为农民增加收入。此外,杠板归、葎草、菝葜、木防己都是常用药材,可合理采挖利用。

#### 参考文献:

- [1] 董晓芬. 杂草在生理生态上的分类研究[J]. 技术研发,2008(1):50-51.
- [2] 李扬汉. 中国杂草志[M]. 北京:中国农业出版社,1998.

- [3] 金环宇,田平. 农田杂草的危害及防除措施[J]. 种业导刊,2008(6):30-31.
- [4] 高千千,朱启忠. 昆崙山乳汁植物及其药用价值调查[J]. 安徽农业科学,2009,37(8):3594-3595.
- [5] 任延刚. 山东昆崙山国家森林公园野生豆科植物资源调查及其经济利用[J]. 中国林副特产,2008(6):66-69.
- [6] 赵宏,董翠玲. 山东昆崙山外来入侵植物调查研究[J]. 江西科学,2007(4):390-395.
- [7] 王森林,陈景和,王家福,等. 山东昆崙山自然保护区植被及赤松保护价值分析[J]. 防护林科技,2006(2):44-46.
- [8] 赵遵田,于富强. 山东昆崙山大型真菌调查研究[J]. 山东科学,2002,15(2):23-26.
- [9] 赵宏. 植物学实习野外教程[M]. 北京:科学出版社,2009.
- [10] 雷青娟,刁治民,张正国. 葎草的开发利用及防除对策研究[J]. 杂草科学,2006(1):7-9.
- [11] 万方浩,郑小波,郭建英. 重要农林外来入侵物种的生物学与控制[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [12] 方芳,茅玮,郭水良. 入侵杂草一年蓬的化感作用研究[J]. 农业环境与发展,2003(5):38-39.
- [13] 王芳,王瑞江,庄平弟,等. 广东外来入侵植物现状和防治策略[J]. 生态学杂志,2009(10):2088-2093.
- [14] 宋结根. 外来入侵植物的控制方法[J]. 现代农业科技,2005(10):72-73.
- [15] 高玲. 利用植物它感作用除治杂草[J]. 天津农业科学,1995,1(2):46-47.