

DOI:10.11937/bfyy.201513007

芫荽种质资源形态标记遗传多样性分析

李小梅¹, 杜洁², 张立微¹, 张景涛¹

(1. 哈尔滨市农业科学院 蔬菜花卉分院, 黑龙江 哈尔滨 150029; 2. 中国环境管理干部学院 生态学系, 河北 秦皇岛 066004)

摘要:为合理利用芫荽种质资源, 该研究以 96 份芫荽种质为材料, 采用形态学标记评价芫荽种质的遗传多样性, 并对芫荽 19 个生物学性状进行分析。结果表明: 抽薹天数与始花期、终花期、收获天数、基生叶数、基生叶长、株高、植株生叶状态、分枝数均呈极显著正相关, 基生叶数与最长基生叶长、基生叶形、植株有叶状态、植株分枝数均呈极显著正相关, 最长基生叶长与株高呈极显著正相关, 抽薹天数及基生叶数均与千粒重呈负相关。在遗传距离 6.40 处将 96 份种质分为 5 类。

关键词:芫荽; 种质; 形态标记; 遗传多样性

中图分类号:S 573+.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)13-0026-05

芫荽(*Coriandrum sativum* L.) 属伞形科一年或二年生草本绿叶蔬菜, 英文名 Coriander, 其茎叶有特殊的芳香, 民间俗称香菜, 又名胡荽、香荽, 耐寒, 喜冷凉忌炎热, 原产地中海沿岸, 汉代经“丝绸之路”传入我国。可以四季栽培, 春秋两季栽培品质较好, 虽然为非主菜, 却是人们喜食和宴请宾客不可或缺的调味香料^[1], 是人类历史上用于调味食品最古老的芳香蔬菜之一, 其根、茎、叶、籽均可入药^[2-3]。

对遗传多样性的认识是生物各分支学科的重要背景资料, 有助于更清楚地认识生物多样性的起源和进化, 为动植物分类、进化研究提供有益资料。该研究对 96 份芫荽进行了生物学性状调查分析, 从形态学角度分析芫荽种质的遗传多样性, 明确所选芫荽种质间的亲缘关系和遗传相似性, 以期品种选育、生产加工、资源研究及保护提供理论依据^[4]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料选用 96 份芫荽, 于 2009、2010 年种植于哈尔滨市农业科学院薛家试验基地, 作为遗传多样性分析材料。材料编号、名称及来源地见表 1。

1.2 试验方法

96 份芫荽种质作为遗传多样性研究材料, 随机区组设计, 3 次重复, 对生物学性状进行调查与测定, 与形态

学-生长相关的性状如基生叶数(NBL)、最长基生叶长(LLBL)、株高(PH)、分枝数(NB)等采用重复计数取平均值。2009、2010 年各测 1 次。表型性状指标测定及赋值标准见表 2。

表 1 材料名称及来源

Table 1 Names and origin of materials

种质代号 No.	名称 Name	来源 Origin	种质代号 No.	名称 Name	来源 Origin
1	Ames18563	法国	49	Cori286	阿塞拜疆
2	Ames18565	德国	50	Cori289	俄国
3	Ames18568	意大利	51	Cori29	亚美尼亚
4	Ames18594	英国	52	Cori292	荷兰
5	Ames18595	罗马尼亚	53	Cori293	荷兰
6	Ames20047	亚美尼亚	54	Cori313	阿塞拜疆
7	Ames21655	俄国	55	Cori316	乌兹别克斯坦
8	Ames24907	保加利亚	56	Cori317	哈萨克斯坦
9	Ames24909	保加利亚	57	Cori318	哈萨克斯坦
10	Ames24915	美国	58	Cori322	乌兹别克斯坦
11	Ames24927	前苏联	59	Cori349	前苏联
12	Ames25696	叙利亚	60	Cori365	阿塞拜疆
13	Cori139	叙利亚	61	Cori37	格鲁吉亚
14	Cori138	叙利亚	62	Cori377	俄国
15	Cori82	叙利亚	63	Cori386	乌兹别克斯坦
16	Cori87	叙利亚	64	Cori387	乌兹别克斯坦
17	Cori86	叙利亚	65	Cori389	越南
18	Cori136	叙利亚	66	Cori401	亚美尼亚
19	Cori140	叙利亚	67	Cori406	泰国
20	Cori356	美国	68	Cori247	荷兰
21	Cori147	伊朗	69	Cori246	日本
22	Cori115A	苏丹	70	Cori245	日本
23	Cori85	叙利亚	71	Cori244	日本
24	Cori71	格鲁吉亚	72	Cori237	荷兰
25	Cori70	格鲁吉亚	73	Cori236	荷兰
26	Cori68	格鲁吉亚	74	Cori23	俄国
27	Cori66	亚美尼亚	75	Cori222	亚美尼亚
28	Cori64	格鲁吉亚	76	Cori220	俄国
29	Cori57	塔吉克斯坦	77	Cori217	格鲁吉亚
30	Cori54	格鲁吉亚	78	Cori192	荷兰
31	Cori455	前苏联	79	Cori174	叙利亚

第一作者简介:李小梅(1982-), 女, 硕士, 农艺师, 研究方向蔬菜遗传育种。

责任作者:张景涛(1963-), 男, 硕士, 研究员, 现主要从事蔬菜育种等研究工作。E-mail:chiillii@126.com.

收稿日期:2015-03-30

续表 1

Continuous table 1

种质代号	名称	来源	种质代号	名称	来源
No.	Name	Origin	No.	Name	Origin
32	Cori45	格鲁吉亚	80	Cori161	亚美尼亚
33	Cori446	阿塞拜疆	81	Cori160	哈萨克斯坦
34	Cori44	格鲁吉亚	82	Cori158	哈萨克斯坦
35	Cori429	亚美尼亚	83	Cori157	哈萨克斯坦
36	Cori425	格鲁吉亚	84	Cori152	格鲁吉亚
37	Cori422	格鲁吉亚	85	Cori151	格鲁吉亚
38	Cori42	格鲁吉亚	86	Cori148	埃塞俄比亚
39	Cori41	格鲁吉亚	87	Cori146	格鲁吉亚
40	Cori409	泰国	88	Cori143	埃塞俄比亚
41	Cori408	泰国	89	Cori142	埃塞俄比亚
42	Cori407	泰国	90	Cori134	叙利亚
43	Cori248	荷兰	91	Cori112	塔吉克斯坦
44	Cori250	前苏联	92	Cori108	格鲁吉亚
45	Cori257	荷兰	93	Cori106	格鲁吉亚
46	Cori272	阿塞拜疆	94	Cori104	格鲁吉亚
47	Cori281	叙利亚	95	Cori102	格鲁吉亚
48	Cori285	亚美尼亚	96	Cori101	格鲁吉亚

表 2 生物学性状及赋值情况

Table 2 Biological character and assignment

序号	生物学性状	调查标准	性状赋值
No.	Trait	Standard	Assignment
X1	抽薹天数 (DSE)	从播种至 50% 植株茎延伸	数值型数据
X2	始花期 (DSF)	从播种至每株第 1 朵可见花	数值型数据
X3	抽薹至开花 (RSDSF)	$RSDSF = DSF - DSE$	数值型数据
X4	终花期 (DEF)	播种期至每株最后一朵花	数值型数据
X5	花期 (FR)	$FR = DEF - DSF$	数值型数据
X6	收获天数 (DH)	从播种至收获	数值型数据
X7	果实成熟天数 (DM)	$DM = DH - DEF$	数值型数据
X8	茎中花青素 (ANST)	开花前茎的着色、茎基部和节点	1=无花青素;2=花青素出现在节点;9=茎至少在底部紫罗兰色
X9	基生叶数 (NBL)	开花时计数基生叶总数	数值型数据
X10	最长基生叶长 (LLBL)	开花期测量	数值型数据
X11	最长基生叶形 (BSBL)	开花期观察记录	1=全缘或浅裂;2=深裂,3 叶片;3=一回羽状,3~5 小叶;4=两回羽状;5=多回羽状;6=多回羽状,矛状部分;7=多回羽状,线形部分;8=多回羽状,丝状部分
X12	基生叶生长习性 (HBL)	开花期观察记录	1=匍匐/平卧;2=45°角;3=直立
X13	株高 (PH)	开花末期,地表至植株顶端	cm
X14	植株有叶状态 (LP)	开花期调查	1=叶片极少;5=叶片数中等;9=叶片极多
X15	分枝数 (NB)	收获时计数	1=分枝达到 10;9=分枝多于 50
X16	花瓣中花青素 (ANPE)	开花期间,调查花瓣着色情况	1=无花青素,白花;2=出现花青素;9=花瓣紫罗兰色
X17	果实形状 (SF)	果实脱粒后观察	1=略微扁平;2=圆;3=略长;7=细长;9=尖或卵圆
X18	千粒重 (W1 000F)	1 000 粒果实重	g
X19	成熟果实裂果趋势 (TSF)		1=几乎无自然裂果;9=几乎所有果实自然裂果

1.3 数据分析

对数量性状进行 3 次以上测量、调查,取平均值;形态性状数值化后进行统计分析,如茎中有花青素或花青素出现在节点或至少在茎底部紫罗兰色,分别以 1、2、9 代表;基生叶生长习性有匍匐或呈 45°角或呈直立状态,分别以 1、2、3 代表。

利用 DPS 数据处理系统统计软件,数据标准化后计算品种间的欧氏距离,用 WPGMA 法进行系统聚类,生成系统聚类树状图。

2 结果与分析

2.1 芫荽种质资源生物学性状相关性分析

该试验调查的主要农艺性状包括抽薹天数 (DSE)、始花期 (DSF)、抽薹至开花天数 (RSDEF)、终花期 (DEF)、花期 (FR)、收获天数 (DH)、果实成熟天数 (DM)、基生叶数 (NBL)、最长基生叶长 (LLBL)、株高 (PH)、千粒重 (W1 000F)、茎中花青素 (ANST)、最长基生叶形 (BSBL)、基生叶生长习性 (HBL)、植株有叶状态 (LP)、分枝数 (NB)、花瓣中花青素 (ANPE)、果实形状 (SF)、果实裂果趋势 (TSF)。利用 DPS 软件对这 19 个性状进行了相关分析,结果见表 3。

抽薹天数 (DSE) 与始花期 (DSF) 呈极显著正相关 ($r=0.966\ 9$), 与终花期 (DEF) 呈极显著正相关 ($r=0.945\ 1$), 与收获天数 (DH) 呈极显著正相关 ($r=0.944\ 9$), 与基生叶数 (NBL) 呈极显著正相关 ($r=0.805\ 5$), 与基生叶长 (LLBL) 呈极显著正相关 ($r=0.850\ 6$), 与株高 (PH) 呈极显著正相关 ($r=0.481\ 1$), 与植株生叶状态 (LP) 呈极显著正相关 ($r=0.676\ 0$), 与分枝数 (NB) 呈极显著正相关 ($r=0.510\ 1$), 与千粒重 (W1 000F) 呈极显著负相关 ($r=-0.333\ 1$); 基生叶数 (NBL) 与最长基生叶长 (LLBL) 呈极显著正相关 ($r=0.670\ 0$), 与基生叶形 (BSBL) 呈极显著正相关 ($r=0.411\ 0$), 与植株有叶状态 (LP) 呈极显著正相关 ($r=0.668\ 0$), 与植株分枝数 (NB) 呈极显著正相关 ($r=0.526\ 0$), 与千粒重 (W1 000F) 呈显著负相关 ($r=-0.231\ 0$); 最长基生叶长 (LLBL) 与株高 (PH) 呈极显著正相关 ($r=0.649\ 0$)。材料基生叶多, 则其最长基生叶长度相对较长, 基生叶形的赋值高, 叶片多, 分枝多, 植株较高, 开花、成熟较晚, 生育期长。基生叶生长习性 (HBL)、花青素 (ANST、ANPE)、果实形状 (SF) 及成熟果实裂果趋势 (TSF) 与其它性状无明显相关。

2.2 芫荽种质资源形态学标记的聚类分析

利用 DPS 软件, 将数据标准化, 采用欧式距离, 系统聚类 WPGMA 法构建 96 份芫荽的树状图, 见图 1。

表 3 芫荽生物学性状相关系数

Correlation coefficients among biological traits of coriander

性状 Trait	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19
X1	1																		
X2	0.966 9**	1																	
X3	0.024 5	0.249 4*	1																
X4	0.945 1**	0.975 6**	0.237 8*	1															
X5	0.340 5**	0.341 8**	0.056 1	0.532 0**	1														
X6	0.944 9**	0.972 5**	0.225 8*	0.985 9**	0.521 5**	1													
X7	-0.203 9	-0.241 0	-0.178 5	-0.256 3	-0.225 2	-0.167 7	1												
X8	0.096 9	0.114 2	0.146 5	0.132 3	0.089 0	0.143 9	0.085 9	1											
X9	0.805 5**	0.800 7**	0.086 5	0.789 7**	0.361 6**	0.7807**	-0.264 0**	-0.065 4	1										
X10	0.850 6**	0.833 4**	0.045 5	0.839 5**	0.375 6**	0.852 3**	-0.042 2	0.062 8	0.669 7**	1									
X11	0.477 7**	0.456 2**	-0.091 2	0.479 7**	0.281 8**	0.498 2**	0.085 5	-0.010 2	0.410 9**	0.562 7**	1								
X12	-0.287 8	-0.196 4	0.211 1*	-0.179 5	-0.037 7	-0.185 8	-0.029 7	-0.221 5	-0.197 6	-0.251 7	-0.111 6	1							
X13	0.481 1**	0.480 4**	0.046 3	0.549 3**	0.462 4**	0.571 5**	0.120 2	0.242 0*	0.332 7**	0.648 5**	0.515 9**	-0.100 3	1						
X14	0.676 0**	0.684 2**	0.113 7	0.706 0**	0.369 1**	0.712 4**	-0.081 5	0.118 9	0.668 0**	0.723 4**	0.613 2**	-0.163 8	0.673 1**	1					
X15	0.510 1**	0.496 5**	0.060 0	0.520 6**	0.308 2**	0.524 7**	-0.067 0	0.129 2	0.526 3**	0.522 1**	0.421 9**	-0.137 2	0.435 1**	0.747 4**	1				
X16	-0.083 0	-0.070 6	0.038 5	-0.104 0	-0.183 3	-0.095 2	0.115 4	0.277 0**	-0.070 8	-0.108 8	-0.052 8	-0.084 8	-0.064 5	0.030 3	0.115 1	1			
X17	-0.190 8	-0.171 1	0.026 4	-0.154 8	-0.016 8	-0.158 8	-0.009 2	-0.082 8	-0.101 0	-0.112 0	-0.094 1	-0.090 2	0.122 3	0.036 2	-0.027 0	-0.038 4	1		
X18	-0.333 1	-0.299 7	0.019 7	-0.318 5	-0.194 5	-0.320 4	0.046 8	-0.230 9	-0.230 6	-0.233 6	-0.249 4	0.095 7	-0.284 8	-0.324 4	-0.226 0	-0.094 4	-0.202 0	1	
X19	-0.168 4	-0.190 9	-0.123 3	-0.203 5	-0.131 6	-0.193 0	0.156 0	0.003 2	-0.137 6	-0.161 7	-0.182 9	-0.073 4	-0.060 4	-0.104 5	-0.183 2	0.011 3	0.438 4**	-0.088 2	1

注:相关系数临界值 $\alpha=0.05, r=0.200 6, \alpha=0.01, r=0.261 7$. X1=DSE, X2=DSF, X3=RSDSF, X4=DEF, X5=FR, X6=DH, X7=DM, X8=ANST, X9=NBL, X10=LLBL, X11=BSBL, X12=HBL, X13=PH, X14=LP, X15=NB, X16=ANPE, X17=SF, X18=W1000F, X19=TSF。

Note: The correlation coefficient threshold $\alpha=0.05, r=0.200 6, \alpha=0.01, r=0.261 7$. X1=DSE, X2=DSF, X3=RSDSF, X4=DEF, X5=FR, X6=DH, X7=DM, X8=ANST, X9=NBL, X10=LLBL, X11=BSBL, X12=HBL, X13=PH, X14=LP, X15=NB, X16=ANPE, X17=SF, X18=W1000F, X19=TSF.

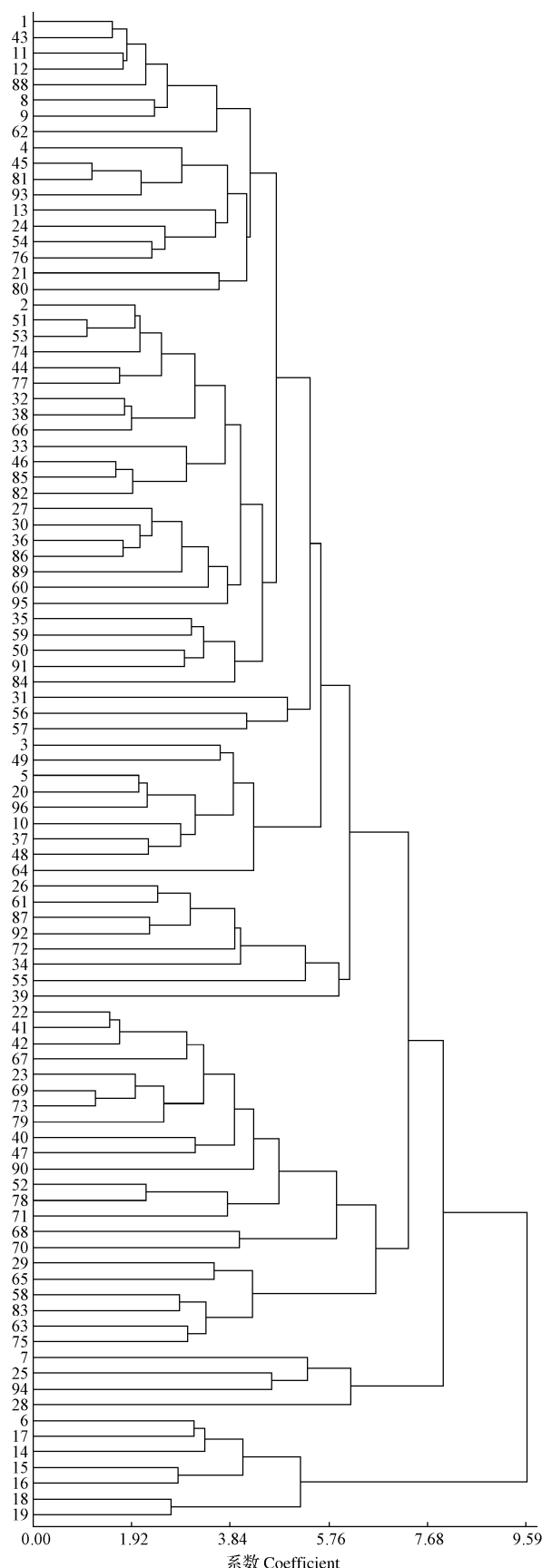


图1 形态标记聚类分析树状图

Fig. 1 Dendrogram of cluster analysis of morphology marker

聚类分析结果表明,在遗传距离 6.40 处将 96 份种质分为 5 类,第 I 类包括 7 份种质:亚美尼亚(Ames20047),叙利亚(Cori138、Cori82、Cori87、Cori86、Cori136、Cori140)。该类群的特点是基生叶向上生长,最长基生叶 >30.0 cm,基生叶数 20~45 片,形成紧凑的莲座型叶丛,植株叶片多,耐抽薹,生育期长,约 120 d 左右。茎与花瓣中有可见花青素但不明显。每株伞状花序数多于 50,千粒重 7.0~12.0 g。这种特性使得在短季种植时无法收获种子。在苗期需要充足水分,叶丛形成后极耐干旱。叶片有轻微的芳香气味。此类群适于作为蔬菜叶用,在后期生长阶段可以很好的适应干旱的气候条件。

第 II 类包括 4 份种质:俄国(Ames21655),格鲁吉亚(Cori70、Cori64、Cori104),该类群特点是基生叶匍匐或者向上生长,最长基生叶通常 >25.0 cm,基生叶数 10~25 片,匍匐的莲座型叶丛,生育期长,抽薹晚,开花迟,千粒重通常 <10.0 g。茎与花瓣中通常有明显花青素,此类品种广泛分布在欧亚大陆。

第 III 类包括 6 份种质:塔吉克斯坦(Cori57),亚美尼亚(Cori222),哈萨克斯坦(Cori157),越南(Cori389),乌兹别克斯坦(Cori322、Cori386)。该类群特点是基生叶向上生长,最长基生叶 >15.0 cm,基生叶数 10 片左右,形成紧凑的连座型叶丛,叶片具有明显的芳香气味,成熟前茎中有花青素呈现深紫色,生育期属于中等类型,千粒重 10.0 g 左右。此类型品种在小亚细亚、中亚、哈萨克、阿富汗、亚美尼亚、格鲁吉亚等地常有发现,叶片用作蔬菜,果实也被使用。由于高含量的花青素使得叶片颜色比其它茼蒿品种深。

第 IV 类包括 16 份种质:苏丹(Cori15A),叙利亚(Cori85、Cori281、Cori174、Cori134),荷兰(Cori292、Cori247、Cori236、Cori192),日本(Cori246、Cori245、Cori244),泰国(Cori409、Cori408、Cori407、Cori406)。该类群特点是叶片数 <10 片,最长基生叶 <20.0 cm,植株较矮,千粒重 >9.5 g,生育期短,果实相对较大,通常使用果实,主要是人们的选择更多关注在果实而非营养生长部分上。此类型品种世界范围都有种植,普及北非、欧洲、近东及中南美洲。

第 V 类包括 63 份种质:法国(Ames18563),德国(Ames18565),意大利(Ames18568),英国(Ames18594),罗马尼亚(Ames18595),保加利亚(Ames24907、Ames24909),美国(Ames24915、Cori356),前苏联(Ames24927、Cori455、Cori250、Cori349),叙利亚(Ames25696、Cori139),格鲁吉亚(Cori71、Cori68、Cori54、Cori45、Cori44、Cori425、Cori422、Cori42、Cori41、Cori37、Cori217、Cori152、Cori151、Cori146、Cori108、Cori106、Cori102、Cori101),塔吉克斯坦(Cori112),埃塞俄比亚(Cori148、Cori143、Cori142),伊朗(Cori147),哈萨克斯坦(Cori317、Cori318、Cori160、

Cori158), 亚美尼亚 (Cori66、Cori429、Cori285、Cori29、Cori401Cori161), 俄国 (Cori289、Cori377、Cori23、Cori220), 荷兰 (Cori248、Cori257、Cori293、Cori237), 阿塞拜疆 (Cori446、Cori272、Cori286、Cori313、Cori365), 乌兹别克斯坦 (Cori316、Cori387)。该类群特点是基生叶 15 片左右, 生育期相对较长, 果实千粒重在 6.0~12.0 g。茎中没有或在茎节处有轻微的花青素, 花瓣中没有或有微量花青素使花瓣显现浅粉色。

3 讨论与结论

种质资源遗传多样性是育种工作的基础^[5], 遗传资源保存与资源目录建立都依赖于对遗传多样性及亲缘关系的掌握^[6], 提高育种基础材料的遗传多样性对培育新品种有重要的作用。

该试验对生物学性状进行了重复调查与测定, 以提高其准确性, 采用 DPS 软件进行性状相关性分析, 给 96 份材料绘制出亲缘关系树状图, 聚类结果将其分为 5 类。从聚类结果可以看出, 所有地方种质并未完全按照原产地而聚类, 部分同一来源的种质聚在一起, 大部分是不同来源的种质聚在一起, 原因可能是各国间种质资源交换。有些种质也表现出了一定的地域特征, 如第 I 类群中来自叙利亚的生育期较长的品种。

形态学鉴定具有简便、易行、直观的特点, 是检测遗

传多样性最直接、最简便易行的方法, 与分子标记相比, 形态学标记具有宏观整体性。但由于不同的人工选择和栽培措施对蛋白质的表达也会造成影响, 其表达程度在不同品种、不同地域环境下会有所不同, 这种差异在 DNA 水平上可能较大, 但表现在植物学性状上却并不明显, 而分子标记可以避免人的主观性及外界环境的影响, 揭示更为客观细微的遗传信息, 对传统的形态学分类加以补充细化。因此在实际工作中应将 2 种方法合理运用, 二者相结合可能会提高种质资源的评价效果。只有少数易于区分性状时, 使用形态学方法即可; 当用形态学方法不能解决问题时, 使用分子标记法, 遵循能简勿繁原则。

参考文献

- [1] 紫玉花. 美味良药话香菜[J]. 蔬菜, 2002(1): 40.
- [2] 李良松, 刘懿, 杨丽萍. 香药本草[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2000.
- [3] 唐庭栋. 大兴安岭药用资源[M]. 哈尔滨: 哈尔滨出版社, 2001.
- [4] 李小梅, 张立微, 张景涛. 芫荽遗传多样性 RAPD 分析[J]. 北方园艺, 2014(15): 97-100.
- [5] 王绘艳, 史雨刚, 马昊翔, 等. 30 份春小麦品系主要农艺性状的聚类分析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(18): 60-64.
- [6] Bendhifi M, Baraket G, Zourgui L, et al. Assessment of genetic diversity of Tunisian Barbary fig (*Opuntia ficus-indica*) cultivars by RAPD markers and morphological traits[J]. Scientia Horticulturae, 2013, 158: 1-7.

Genetic Diversity Analysis of Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Using Morphological Markers

LI Xiaomei¹, DU Jie², ZHANG Liwei¹, ZHANG Jingtao¹

(1. Vegetables and Flowers Research Institute of Harbin Academy of Agriculture Science, Harbin, Heilongjiang 150029; 2. Department of Ecology Environmental Management College of China, Qinhuangdao, Hebei 066004)

Abstract: In order to make efficient use of coriander germplasm resources, morphological markers of 96 accessions of coriander were conducted to evaluate their level of genetic diversity. The correlation of 19 biological characters of 96 coriander germplasm was analyzed and all the germplasm were analyzed by systematic cluster. The results showed that, number of days until stem elongation(DSE) was positively correlated with number of days until start of flowering(DSF), number of days until end of flowering(DEF), number of days until harvesting(DH), number of basal leaves(NBL), length of the longest basal leaf(LLBL), plant height (PH), leafiness of the plant(LP), number of branches(NB). number of basal leaves(NBL) was positively correlated with length of the longest basal leaf(LLBL), blade shape of the longest basal leaf(BSBL), leafiness of the plant(LP), number of branches(NB). Length of the longest basal leaf(LLBL) was positively correlated with plant height (PH). Number of days until stem elongation(DSE) and number of basal leaves(NBL) were negatively correlated with weight of 1 000 fruits(W1 000F). The germplasm could be divided into five categories at the genetic distance 6. 40.

Keywords: coriander; germplasms; morphological markers; genetic diversity