

黄瓜核心种质遗传多样性的苗期和初花期形态标记分析

刘盼娜, 顾兴芳, 苗 晗, 黄三文, 张忠华, 崔金莹, 王 烨, 张圣平

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘要:对 92 份黄瓜核心种质进行苗期和初花期形态学标记分析, 以评价供试核心种质资源的遗传多样性水平。结果表明: 供试黄瓜核心种质的苗期和初花期性状存在明显的遗传变异, 不同种质间各性状的平均变异系数为 31.0%, 其中第一雌花节位的变异系数最大, 为 59.4%; 始花期最小, 为 14.2%。聚类分析表明, 在 Pearson 相关系数为 6.5 时, 把 92 份黄瓜核心种质划分为 3 大类群; Pearson 相关系数为 3.5 时, 把 92 份黄瓜核心种质划分为 8 个类群。本研究结果丰富了黄瓜种质资源的评价体系, 为今后优异基因资源的挖掘与利用提供了科学参考。

关键词: 黄瓜; 核心种质; 遗传多样性; 形态标记

Genetic Diversity Analysis of Seedling and Early Flowering Stage Morphological Marker in Cucumber Core Germplasm

LIU Pan-na, GU Xing-fang, MIAO Han, HUANG San-wen, ZHANG Zhong-hua,

CUI Jin-ying, WANG Ye, ZHANG Sheng-ping

(Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: This study evaluated the level of genetic diversity in 92 accessions of cucumber (*Cucumis sativus* L.) core germplasm using seedling and early flowering stage morphological markers. The results showed there were significant genetic variations in the seedling and early flowering stage traits of the tested cucumber core germplasm. The average variation coefficient between each germplasm traits was 31.0%. The variation coefficients for the node of the first female flower with 59.4% and the date of flowering with 14.2% were the biggest and the smallest, respectively. Based on the morphological traits, cluster analysis indicated the 92 accessions could be divided into three and eight groups at the Pearson correlation coefficient of 6.5 and 3.5, respectively. The results of the present study enrich the evaluation system and provide important information for the exploitation and utilization of excellent gene resources of melons.

Key words: cucumber; core germplasm; genetic diversity; morphological marker

黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 是葫芦科甜瓜属中的一个种, 一年生攀缘性草本植物。喜马拉雅山南麓的印度北部、锡金、尼泊尔、缅甸以及中国云南是不同野生黄瓜变种的分布地区, 也是栽培黄瓜的起源地和主要演化地。黄瓜是世界主要蔬菜之一。种质

资源是黄瓜新品种选育、遗传理论研究、生物技术研究 and 农业生产的重要物质基础^[1]。核心种质是以最小的资源数量和遗传重复来尽可能最大限度地代表整个种质资源的多样性^[2]。核心种质包含丰富的遗传变异, 对优良性状的挖掘有很大的价值。因

收稿日期: 2014-05-14 修回日期: 2014-07-15 网络出版日期: 2015-04-10

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20150410.1629.020.html>

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD02B03); 农业部园艺作物生物学与种质创制重点实验室资助项目; 国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-25)

第一作者研究方向为黄瓜遗传育种与分子生物学。E-mail: liupn88@126.com

通信作者: 张圣平, 研究方向为黄瓜遗传育种。E-mail: zhangshengping@caas.cn

此,需要对黄瓜核心种质进行研究以发现优良变异。

遗传多样性是生物界所有遗传变异的总和,对遗传多样性的研究有利于了解种质资源的遗传背景、遗传结构和各种质间的亲缘关系,从而为种质资源的利用和开发,育种材料的选配提供理论依据^[3]。前人对于黄瓜的遗传多样性已有不少研究。苗晗等^[4]、王瑞等^[5]用 SSR 标记对黄瓜种质资源进行了遗传多样性分析,发现日本少刺型黄瓜与我国华南型黄瓜有较近的亲缘关系,我国特有的华北密刺型黄瓜与其他类型黄瓜的亲缘关系较远;欧洲温室型和华南型这两种类型的黄瓜遗传基础较为丰富,华北密刺型和日本少刺型这两种类型的黄瓜遗传背景较为狭窄。杨瑞环等^[6]用 SSR 标记对国内外 102 份黄瓜种质资源进行了遗传多样性分析,发现刺瘤是一种可区分黄瓜不同类型、不同遗传背景的重要农艺性状。司旻星等^[7]用 SSR 标记和 SCAR 共显性标记对 177 份不同生态类型的黄瓜种质资源进行分析,发现华北类型和欧洲温室类型的种质资源亲缘关系较远,华南类型和欧洲温室类型的亲缘关系较近,西双版纳黄瓜是一种比较特殊的群体,印度和缅甸的种质也有着比较特殊的遗传背景。张桂华等^[8]用 AFLP 技术对 23 份不同来源的黄瓜材料进行分析,发现野生类型黄瓜和栽培类型黄瓜的亲缘关系较远,美国类型与欧洲温室型黄瓜有较近的亲缘关系。王佳等^[9]用 ISSR 标记分析黄瓜种质资源的遗传多样性,发现性型表现可作为区别两类不同品种的依据。李锡香等^[10]用 RAPD 标记分析黄瓜种质资源的遗传多样性,发现长江以南黄瓜种质的遗传多样性比长江以北的高,华南型种质的遗传多样性比华北型的高,国内黄瓜种质的遗传多样性比美国和荷兰的种质高,西双版纳黄瓜有特殊的分类地位。王惠哲等^[11]应用 SRAP 标记分析黄瓜的遗传差异,发现荷兰型、日本类型、旱黄瓜和华北类型这 4 种类型黄瓜间均存在明显的遗传差异,而且华北类型黄瓜没有其他 3 种类型黄瓜遗传多样性丰富。

近期对黄瓜种质资源遗传多样性的研究主要是利用 SSR^[4-7]、SCAR^[7]、AFLP^[8,12]、ISSR^[9]、RAPD^[10]和 SRAP^[11]等分子标记。用形态学性状检测遗传多样性是传统而简单的方法,通过植物学性状研究遗传多样性,能有效地了解资源的丰富程度,而且更直观,更省时^[3,13-14]。黄瓜的苗期和初花期生长状况会显著地影响植株的生长和果实发育,最终影响产量和品质^[15]。目前,利用苗期和初花期形态学标记对黄瓜核心种质资源的遗传多样性进行研究的相关

报道较少。本研究对 92 份黄瓜核心种质进行苗期和初花期性状的形态学标记,为以后的有效利用提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为 92 份黄瓜核心种质资源,来源于中国农业科学院蔬菜花卉研究所(表 1)。本核心种质是利用在染色体上均匀分布的 23 对高多态性的 SSR 标记、从 3342 份来源于世界各地的黄瓜资源中筛选出来的,具有广泛的代表性^[16]。2013 年 3 月 12 日播种,在温室利用营养钵育苗,于 4 月 15 日定植于本所试验温室。设 3 次重复,每重复 5 株,采用完全随机区组设计。植株种植密度为:行距 80 cm,株距 40 cm,常规栽培管理。

1.2 方法

1.2.1 形态学性状调查项目 调查方法参照李锡香等^[1]关于黄瓜种质资源的农艺性状描述。每小区选取 5 株生长状况较一致的黄瓜样本,在 2 叶 1 心时,用直尺测量子叶长、子叶宽和下胚轴长,在开花初期调查始花期和第 1 雌花节位,记录原始数据后取平均值。

1.2.2 数据处理与分析 采用 SPSS 16.0 数据分析软件,应用皮尔森(Pearson)简单相关系数对苗期性状进行双变量相关分析;系统聚类分析选择类间平均链锁法,以皮尔森(Pearson)相关性系数进行聚类。

2 结果与分析

2.1 形态学性状基本数据分析

由表 2 可知,92 份黄瓜种质的 5 个苗期和初花期形态学性状的变异系数中,第 1 雌花节位最大,为 59.4%,变幅为 3~24;子叶长和下胚轴长次之,分别为 23.0% 和 36.5%;始花期的最小,为 14.2%。说明在初花期性状中,第 1 雌花节位具有丰富的遗传变异,该性状可作为黄瓜驯化及改良的农艺性状之一。

对黄瓜子叶长的出现频率进行统计分析(表 3),92 份种质中,子叶长在 3.4~3.8 cm 的种质有 22 份,占有种质的 23.9%;子叶长小于 1.4 cm 和大于 4.6 cm 的种质各只有 1 份,占有种质的 1.1%,分别是 CG64 和 CG1,子叶长分别是 1.02 cm 和 4.77 cm;在 2.2~4.2 cm 范围内的累计百分比为 82.6%,说明供试材料的子叶长集中在 2.2~4.2 cm。

表 1 供试黄瓜种质资源

Table 1 The collected cucumber germplasm resource in this study

编号	种质名称	地理起源	编号	种质名称	地理起源
Code	Germplasm name	Origin	Code	Germplasm name	Origin
CG1	PI 512596	西班牙特鲁埃尔	CG81	BN62	中国西双版纳
CG2	PI 605943	印度拉贾斯坦邦	CG82	BN63	中国西双版纳
CG3	PI 504563	日本	CG83	BN64	中国西双版纳
CG4	PI 532523	日本	CG84	BN66	中国西双版纳
CG7	CGN19579	美国	CG85	BN68	中国西双版纳
CG8	CGN21626	美国	CG87	PI 215589	印度北方邦
CG9	CGN21627	美国	CG88	PI 504564	印度
CG10	CGN21616	伊朗	CG89	II 5A1269	中国吉林
CG11	CGN21684	伊朗	CG90	II 5A0152	中国吉林
CG12	PI 482412	津巴布韦	CG91	II 5A0156	中国吉林
CG13	CGN21691	刚果	CG92	PI 163213	巴基斯坦旁遮普
CG14	PI 500361	赞比亚中部	CG93	II 5A1164	中国天津
CG15	PI 500359	赞比亚中部	CG94	II 5A0614	中国辽宁
CG16	PI 500365	赞比亚铜带	CG95	II 5A1008	中国河北
CG17	PI 605988	印度拉贾斯坦邦	CG96	II 5A1087	中国河北
CG19	PI 504570	印度	CG97	II 5A0386	中国四川
CG20	PI 606039	印度中央邦	CG98	II 5A0594	中国吉林
CG21	PI 606033	印度中央邦	CG99	II 5A0108	中国河北
CG23	PI 605957	印度拉贾斯坦邦	CG100	II 5A0337	中国山东
CG25	G1135	北美	CG101	QT127	中国山东
CG28	CGN19829	日本	CG102	II 5A0173	中国山东
CG29	CGN20853	日本	CG103	PI 227210	日本
CG31	CGN19828	日本	CG104	PI 267942	日本大阪
CG32	CGN20266	荷兰	CG105	II 5A1135	中国广东
CG35	CGN20512	荷兰	CG106	II 5A0061	中国湖南
CG36	CGN20515	波兰	CG107	II 5A1482	中国重庆
CG37	CGN23617	俄罗斯联邦	CG108	II 5A0771	中国山东
CG40	G8	北美	CG109	PI 288995	匈牙利
CG43	CGN19655	美国	CG110	PI 326594	匈牙利
CG44	CGN19844	美国	CG111	PI 263047	俄罗斯联邦阿尔泰
CG45	CGN20898	美国	CG112	PI 338236	土耳其开塞里
CG47	G1632	北美	CG113	PI 172843	土耳其马马丁
CG49	CGN23002	印度	CG114	Ames 21698	波多黎各
CG51	CGN20517	斯里兰卡	CG116	PI 181752	叙利亚共和国
CG54	BN1000	中国西双版纳	CG117	PI 175120	印度
CG55	G13	中国四川	CG118	PI 173892	印度北方邦
CG56	G14	中国	CG120	II 5A0197	中国山西
CG59	G17	中国金林	CG201	II 5A0141	中国北京
CG62	G6	中国	CG202	PI 214155	印度卡纳塔克邦
CG63	PI 561148	美国纽约	CG203	华南型 1	中国江苏
CG64	PI 183967	印度梅加拉亚邦	CG204	华南型 2	中国江苏
CG65	BN11	中国西双版纳	CG205	65G	中国北京
CG66	BN12	中国西双版纳	CG206	海阳白黄瓜 1	中国山东
CG71	BN31	中国西双版纳	CG207	海阳白黄瓜 2	中国山东
CG72	BN32	中国西双版纳	CG208	9110Gt	中国北京
CG78	BN53	中国西双版纳	CG209	9930	中国北京

表 2 供试黄瓜材料形态多样性的统计数据

Table 2 The statistical data of morphological diversity of the collected cucumber in this study

性状 Traits	最大值 Max.	最小值 Min.	平均值 Average	标准差 SD	变异系数 (%) CV
子叶长 (cm) CL	4.77	1.02	3.22	0.74	23.0
子叶宽 (cm) CW	2.7	0.7	1.93	0.42	21.8
下胚轴长 (cm) HL	11.25	1.75	5.73	2.09	36.5
始花期 (d) EFS	87	44	52	7.4	14.2
第 1 雌花节位 FFFN	24	3	6.5	3.86	59.4

CL: Cotyledon length, CW: Cotyledon width, HL: Hypocotyl length, EFS: Early flowering season, FFFN: First female flower bearing node. The same as below

表 3 供试黄瓜材料子叶长的频率分布

Table 3 The frequency distribution of cotyledon's length of the collected cucumber in this study

子叶长 (cm) CL	类型 Type	种质 份数 No. of germplasm	百分比 (%) Percent	有效百 分比 (%) Valid percent	累计百 分比 (%) Cumulative percent
~ 1.4	短	1	1.1	1.1	1.1
1.4 ~ 1.8	短	2	2.2	2.2	3.3
1.8 ~ 2.2	短	7	7.6	7.6	10.9
2.2 ~ 2.6	较长	8	8.7	8.7	19.6
2.6 ~ 3.0	较长	12	13	13	32.6
3.0 ~ 3.4	较长	20	21.7	21.7	54.3
3.4 ~ 3.8	长	22	23.9	23.9	78.3
3.8 ~ 4.2	长	14	15.2	15.2	93.5
4.2 ~ 4.6	长	5	5.4	5.4	98.9
4.6 ~	长	1	1.1	1.1	100
合计 Total		92	100	100	

~ 1.4: 小于 1.4, 1.4 ~ 1.8: 大于等于 1.4 和小于 1.8, 4.6 ~: 大于等于 4.6。下同

对黄瓜子叶宽的出现频率进行统计分析(表 4), 92 份种质中, 子叶宽在 2.0 ~ 2.2 cm 的种质有 20 份, 占有种质的 21.7%; 大于 2.6 cm 的种质只有 1 份, 占有种质的 1.1%, 是 CG116, 子叶宽是 2.7 cm; 在 1.8 ~ 2.6 cm 范围内的累计百分比为 72.8%, 说明供试材料的子叶宽集中在 1.8 ~ 2.6 cm。

对黄瓜下胚轴长的出现频率进行统计分析(表 5), 92 份种质中, 下胚轴长在 4 ~ 5 cm 的种质有 17 份, 占有种质的 18.5%; 大于 10 cm 的种质只有 1 份, 占有种质的 1.1%, 是 CG10, 下胚轴长是 11.25 cm; 在 3 ~ 9 cm 范围内的累计百分比为 84.9%, 说明供试材料的下胚轴长集中在 3 ~ 9 cm。

表 4 供试黄瓜材料子叶宽的频率分布

Table 4 The frequency distribution of cotyledon's width of the collected cucumber in this study

子叶宽 (cm) CW	类型 Type	种质 份数 No. of germplasm	百分比 (%) Percent	有效百 分比 (%) Valid percent	累计百 分比 (%) Cumulative percent
~ 1.0	窄	3	3.3	3.3	3.3
1.0 ~ 1.2	窄	4	4.3	4.3	7.6
1.2 ~ 1.4	窄	3	3.3	3.3	10.9
1.4 ~ 1.6	较宽	8	8.7	8.7	19.6
1.6 ~ 1.8	较宽	6	6.5	6.5	26.1
1.8 ~ 2.0	较宽	18	19.6	19.6	45.7
2.0 ~ 2.2	宽	20	21.7	21.7	67.4
2.2 ~ 2.4	宽	19	20.7	20.7	88
2.4 ~ 2.6	宽	10	10.9	10.9	98.9
2.6 ~	宽	1	1.1	1.1	100
合计 Total		92	100	100	

表 5 供试黄瓜材料下胚轴长的频率分布

Table 5 The frequency distribution of hypocotyledonary axis's length of the collected cucumber in this study

下胚轴长 (cm) HL	类型 Type	种质份数 No. of germplasm	百分比 (%) Percent	有效百分 比 (%) Valid percent	累计百分 比 (%) Cumulative percent
~ 2	短	3	3.3	3.3	3.3
2 ~ 3	短	4	4.3	4.3	7.6
3 ~ 4	短	11	12	12	19.6
4 ~ 5	短	17	18.5	18.5	38.1
5 ~ 6	较长	15	16.3	16.3	54.4
6 ~ 7	较长	16	17.4	17.4	71.8
7 ~ 8	较长	10	10.9	10.9	82.7
8 ~ 9	长	9	9.8	9.8	92.5
9 ~ 10	长	6	6.5	6.5	99
10 ~	长	1	1.1	1.1	100
合计 Total		92	100	100	

对黄瓜始花期的出现频率进行统计分析(表 6), 92 份种质中, 始花期在 46 ~ 50 d 的种质有 37 份, 占有种质的 40.2%; 大于 70 d 的种质只有 2 份, 占有种质的 2.2%, 分别是 CG63 和 CG71, 始花期分别是 78 d 和 87 d; 在 46 ~ 54 d 范围内的累计百分比为 70.7%, 说明供试材料的始花期集中在 46 ~ 54 d。

对黄瓜第 1 雌花节位的出现频率进行统计分析(表 7), 92 份种质中, 第 1 雌花节位在 4 ~ 6 节的种

质有 41 份, 占所有种质的 44.6%; 在 10~12 节和 18~20 节的种质各只有 1 份, 占所有种质的 1.1%, 分别是 CG117 和 CG82, 第 1 雌花节位分别是 10 节和 19 节; 在 4~8 节范围内的累计百分比为 73.9%, 说明供试材料的第 1 雌花节位集中在 4~8 节。

表 6 供试黄瓜材料始花期的频率分布

Table 6 The frequency distribution of early flowering season of the collected cucumber in this study

始花期 (d) EFS	类型 Type	种质份数 No. of germplasm	百分比 (%) Percent	有效百 分比 (%) Valid percent	累计百 分比 (%) Cumulative percent
~46	早	6	6.5	6.5	6.5
46~50	早	37	40.2	40.2	46.7
50~54	早	28	30.4	30.4	77.2
54~58	早	8	8.7	8.7	85.9
58~62	较晚	4	4.3	4.3	90.2
62~66	较晚	3	3.3	3.3	93.5
66~70	较晚	4	4.3	4.3	97.8
70~	晚	2	2.2	2.2	100
合计 Total		92	100	100	

表 7 供试黄瓜材料第 1 雌花节位的频率分布

Table 7 The frequency distribution of the first female flower's node order of the collected cucumber in this study

第 1 雌花 节位 FFFN	类型 Type	种质份数 No. of germplasm	百分比 (%) Percent	有效百 分比 (%) Valid percent	累计百 分比 (%) Cumulative percent
~4	低	8	8.7	8.7	8.7
4~6	低	41	44.6	44.6	53.3
6~8	低	27	29.3	29.3	82.6
8~10	低	4	4.3	4.3	86.9
10~12	较高	1	1.1	1.1	88
12~14	较高	4	4.3	4.3	92.3
14~16	较高	2	2.2	2.2	94.5
16~18	高	2	2.2	2.2	96.7
18~20	高	1	1.1	1.1	97.8
20~	高	2	2.2	2.2	100
合计 Total		92	100	100	

2.2 形态学性状相关性分析

以 Pearson 简单相关系数对 92 份黄瓜材料的苗期和初花期性状进行相关性分析(表 8), 其中子叶宽、下胚轴长与子叶长呈极显著正相关; 子叶宽与下胚轴长呈极显著正相关; 始花期与第 1 雌花节位间呈极显著正相关; 始花期、第 1 雌花节位均与子叶

长、子叶宽、下胚轴长呈极显著负相关。说明苗期植株越大, 始花期越早, 第 1 雌花节位越低。

表 8 供试黄瓜材料 5 个表型性状的相关性分析

Table 8 The correlation analysis of 5 phenotypic character of the collected cucumber in this study

性状 Traits	子叶长 CL	子叶宽 CW	下胚轴长 HL	始花期 EFS	第 1 雌花节 位 FFFN
子叶长 CL	1				
子叶宽 CW	0.907 **	1			
下胚轴长 HL	0.673 **	0.704 **	1		
始花期 EFS	-0.536 **	-0.561 **	-0.460 **	1	
第 1 雌花节位 FFFN	-0.470 **	-0.470 **	-0.403 **	0.873 **	1

* 表示相关性达显著水平 ($\alpha=0.05$), ** 表示相关性达极显著水平 ($\alpha=0.01$)

*: The correlation reached significant level, **: The correlation reached extremely significant level

2.3 形态学性状聚类分析

对 92 份黄瓜种质材料进行苗期和初花期表型性状聚类, 采用 Q 型聚类(以个案分群), 以皮尔森(Pearson)相关性系数为度量标准, 使用类间平均链锁法生成所有供试材料的树状图(图 1)。

在 Pearson 相关性系数为 6.5 时, 把 92 份黄瓜核心种质划分为 3 大类群: 第 I 大类群共包括 78 份种质: CG29、CG37、CG17 等; 它们来源于中国、美国、北美、日本、俄罗斯、印度、赞比亚、巴基斯坦、荷兰、匈牙利、伊朗、土耳其、叙利亚共和国、波多黎各、津巴布韦、波兰、西班牙和斯里兰卡; 其特点是大多数种质的子叶长或较长, 子叶宽或较宽, 即子叶大或较大, 下胚轴较长或短, 始花期早, 所有种质的第 1 雌花节位低。第 II 大类群共包括 4 份种质: CG72、CG82、CG71 和 CG81; 它们均来源于中国西双版纳; 其特点是子叶短或较长, 子叶窄或较宽, 即子叶小或较大, 下胚轴短, 始花期晚或较晚, 第 1 雌花节位高。第 III 大类群共包括 10 份种质: CG88、CG202、CG44 等; 它们来源于中国西双版纳、美国、印度、刚果和赞比亚; 其特点是子叶短或较长, 子叶窄或较宽, 即子叶小或较大, 下胚轴短, 始花期较晚, 第 1 雌花节位较高。

在 Pearson 相关性系数为 3.5 时, 把 92 份黄瓜核心种质划分为 8 个类群: 第 i 类群共包括 49 份种质: CG29、CG37、CG17 等; 它们来源于中国、印度、美国、日本、北美、俄罗斯、匈牙利、津巴布韦、波兰、伊朗、波多黎各、赞比亚、巴基斯坦和荷兰; 其特点是大多数种质的子叶长或较长, 子叶宽或较宽, 即子叶大

或较大,下胚轴较长或短,始花期早,所有种质的第1雌花节位低。第ⅱ类群共包括3份种质:CG32、CG107和CG3;它们来源于荷兰、中国重庆和日本;其特点是大部分种质子叶长,子叶宽,下胚轴长,所有种质始花期早,第1雌花节位低。第ⅲ类群共包括2份种质:CG16和CG64;它们来源于赞比亚和印度;其特点是子叶窄,下胚轴短,第1雌花节位低。第ⅳ类群共包括21份种质:CG11、CG31、CG106等;它们来源于中国、日本、美国、匈牙利、印度、西班牙、斯里兰卡、土耳其、叙利亚共和国和伊朗;其特点是大部分种质子叶长,子叶宽,下胚轴长或较长,所有种质始花期早,第1雌花节位低。第ⅴ类群共包括3份种质:CG28、CG78和CG112;它们来源于日本、中国西双版纳和土耳其;其特点是子叶长,子叶宽,下胚轴长,始花期早,第1雌花节位低。第ⅵ类群共包括4份种质:CG72、CG82、CG71和CG81;它们来源于中国西双版纳;其特点是下胚轴短,第1雌花节位高。第ⅶ类群共包括8份种质:CG88、CG202、CG44等;它们来源于印度、美国和中国;其特点是下胚轴短,始花期较晚,第1雌花节位较高。第ⅷ类群共包括2份种质:CG13和CG15;它们来源于刚果和赞比亚;其特点是下胚轴较长,第1雌花节位较高。

3 讨论

3.1 黄瓜核心种质苗期性状的遗传多样性

种质资源的遗传多样性是生物进化和育种工作的基础,通过植物学性状遗传多样性研究,能从整体了解资源的丰富程度,为优良基因资源的发现和利用提供重要信息。尽管许多分子标记技术已经应用到种质资源评价研究中,但传统的形态鉴定依然是种质资源研究最基本的方法和手段^[17]。本试验通过对92份黄瓜核心种质的子叶长、子叶宽、下胚轴长、始花期和第1雌花节位5个苗期和初花期性状进行田间调查,结果发现平均变异系数为31%。在各苗期和初花期性状的变异系数中,第1雌花节位最大(59.4%),始花期最小(14.2%),其余3个性状的变异系数在20%~50%之间。说明参试核心种质的始花期一致性较强,变异范围不大;相比之下,第1雌花节位的变异范围很大,表型多样性很丰富,为今后相关基因的挖掘提供了科学的参考。从平均变异系数来看,参试的92份核心种质的表型多样性较为丰富,为育种过程中亲本的选配和优良基因的挖掘提供科学参考。

3.2 黄瓜核心种质苗期和初花期性状的相关性

黄瓜苗期各性状之间具有密切的关系,是相互依存、相互制约的^[18]。宋士清^[18]通过对黄瓜幼苗壮苗指标的研究发现子叶长、子叶宽和胚轴长间存在显著的正相关关系。曹齐卫等^[19]对不同黄瓜品种几个早熟性状的相关性分析发现第1雌花节位与始花期呈极显著正相关。本研究对92份黄瓜核心种质的子叶长、子叶宽、下胚轴长、始花期和第1雌花节位进行相关性分析,其中子叶宽与子叶长间呈极显著正相关;下胚轴长分别与子叶长和子叶宽间呈极显著正相关,与宋士清^[18]的研究一致;始花期与第1雌花节位间呈极显著正相关,与曹齐卫等^[19]的研究一致;始花期、第1雌花节位分别与子叶长、子叶宽及下胚轴长间呈极显著负相关,表明苗期的生长状况会影响初花期花芽的分化,影响植株的生殖生长,这与明村豪等^[20]的研究结果一致。

3.3 黄瓜核心种质苗期和初花期性状的聚类分析

本研究对调查结果进行聚类分析,92份参试核心种质被分为3大类,基本上按第1雌花节位的高低被区分。第Ⅰ大类群中都是第1雌花节位低的,第Ⅱ大类群中除了CG81的节位较高外都是节位高的,第Ⅲ大类群中除CG88、CG202和CG44的节位低外都是节位较高的,表明第1雌花节位这一农艺性状可作为区分黄瓜不同类型、不同遗传背景的重要性状。第Ⅰ大类群中有来自国内外的地方品种、栽培品种、野生品种,中国的华南型和华北型黄瓜,尽管在Pearson相关性系数为3.5时,把第Ⅰ大类群细分为5个类群,也未能将各国的种质,各生态类型的种质分开,这与李锡香等^[10]、王佳等^[9]和杨瑞环等^[6]的研究结果一致。第Ⅱ大类群中的4份种质都来自西双版纳,与司旻星等^[7]、李锡香等^[10]的研究一致,又充分说明了西双版纳黄瓜有着特殊的分类地位,是一个特殊的类群。第Ⅲ大类群中有来自印度、美国、中国西双版纳、刚果和赞比亚的,表明它们和西双版纳黄瓜的亲缘关系比较近,也有比较特殊的地位。来源地不同的种质聚在了一起,相同来源地的种质却未能聚在一起,说明不同的地域并不是造成黄瓜种质亲缘关系远近的原因,这与杨瑞环等^[6]的研究结果一致。每一个类群中都有中国的种质,说明中国的种质遗传多样性高于国外,这与李锡香等^[10,12]的研究结果一致,也可能与参试种质中中国的种质多有关。除了美国、印度、赞比亚中部和中国西双版纳的种质,其他来源于同一个地方的都聚在了同一个类群,这表明与其他种质相比其遗传多样

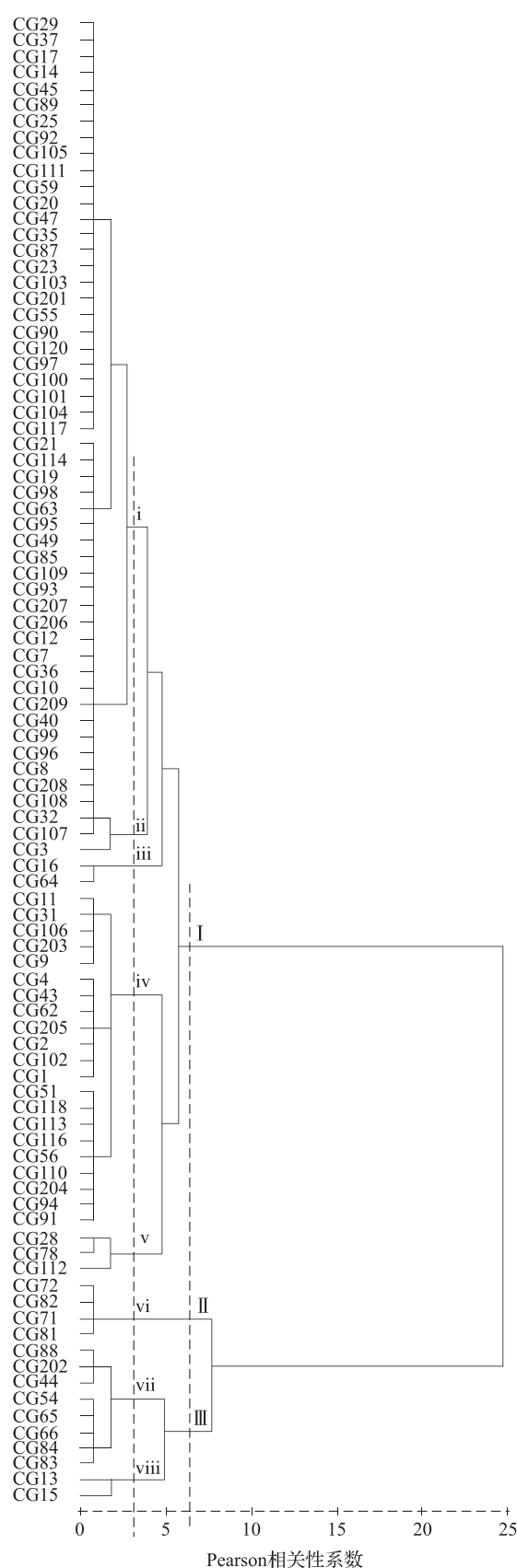


图1 使用类间平均链接法的树状图

Fig. 1 The tree diagram using between-groups linkage

性较丰富。本研究并未将参试核心种质按来源地、生态类型理想地区分,可能是参试的种质中地方品种比较多,而且大多都是自然授粉,遗传背景较复杂^[10]。而且,近几年国内外引种交流频繁,这也会导致某些基因在不同的种质间渗透。此外,各生态类型的遗传多样性相差不大,聚类方法和性状的选取^[21]都有可能导致聚类结果不理想。因此,不断地收集和保存不同类型的黄瓜种质资源,丰富遗传多样性,拓宽遗传背景,对于黄瓜遗传育种研究是很有必要的。

参考文献

- [1] 李锡香,朱德蔚. 黄瓜种质资源描述规范和数据标准[S]. 北京:中国农业出版社,2005
- [2] 崔艳华,邱丽娟,常汝镇,等. 植物核心种质研究进展[J]. 植物遗传资源学报,2003,4(3):279-284
- [3] 解新明,云锦凤. 植物遗传多样性及其检测方法[J]. 中国草地,2000(6):51-59
- [4] 苗晗,张圣平,顾兴芳,等. 中国黄瓜主栽品种 SSR 遗传多样性分析及指纹图谱构建[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(2):333-341
- [5] 王瑞,吴廷全,黄河勋. 50 份黄瓜核心种质资源的 SSR 标记分析[J]. 园艺学报,2012,39(S):2699
- [6] 杨瑞环,陈德富,闵微,等. 利用 SSR 标记分析黄瓜种质资源的遗传多样[J]. 南开大学学报:自然科学版,2012,45(2):17-21
- [7] 司旻星,关媛,潘俊松,等. 黄瓜(*Cucumis sativus* L.) 种质资源遗传多样性及亲缘关系分析[J]. 上海交通大学学报:农业科学版,2007,25(2):130-137
- [8] 张桂华,韩毅科,杨瑞环. 黄瓜种质资源遗传多样性的 AFLP 分析[J]. 华北农学报,2007,22(3):21-24
- [9] 王佳,徐强,缪曼珉,等. 黄瓜种质资源遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 分子植物育种,2007,5(5):677-682
- [10] 李锡香,朱德蔚,杜永臣,等. 黄瓜种质资源遗传多样性的 RAPD 鉴定与分类研究[J]. 植物遗传资源学报,2004,5(2):147-152
- [11] 王惠哲,李淑菊,管炜. 应用 SRAP 标记分析黄瓜的遗传差异[J]. 生物技术通报,2009(12):76-79
- [12] 李锡香,朱德蔚,杜永臣. 黄瓜种质资源遗传多样性及其亲缘关系的 AFLP 分析[J]. 园艺学报,2004,31(3):309-314
- [13] 贺晨帮,宗绪晓. 豌豆种质资源形态标记遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(1):42-48
- [14] 曹齐卫,李利斌,孔素萍,等. 设施黄瓜新育成品种果实外观品质的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(2):305-312
- [15] 苗晗,顾兴芳,张圣平,等. 黄瓜苗期主要农艺性状相关 QTL 定位分析[J]. 园艺学报,2012,39(5):879-887
- [16] Lv J, Qi J J, Shi Q X, et al. Genetic diversity and population structure of cucumber (*Cucumis sativus* L.) [J]. PLoS One, 2012, 7(10):e46919
- [17] 王炜勇,俞少华,李鲁峰,等. 浙江省薄皮甜瓜地方品种的表型遗传多样性[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(3):448-454
- [18] 宋士清. 黄瓜壮苗指标的初步研究[J]. 河北职业技术师范学院学报,1999,13(4):58-63
- [19] 曹齐卫,王志峰,张卫华,等. 不同黄瓜品种几个早熟性状的评价[J]. 山东农业科学,2008(9):16-18
- [20] 明村豪,蒋芳玲,胡宏敏,等. 幼苗徒长程度对黄瓜植株生长发育及产量品质的影响[J]. 中国蔬菜,2011(4):29-34
- [21] 张念,王志敏,于晓虎,等. 茄子种子资源遗传多样性的形态标记分析[J]. 中国蔬菜,2013(14):46-52