

地方果蔗品种种质资源形态与农艺性状的多样性分析

李瑞美, 张树河, 李海明, 潘世明

(福建省农科院甘蔗研究所, 福建 漳州 363005)

摘要: 为开发利用地方果蔗(*Saccharum officinarum*)的种质资源,对 42 份地方果蔗种质资源 18 个质量性状的遗传多样性进行研究,并对其农艺性状进行了聚类分析。结果表明,各质量性状的遗传多样性指数均较大,以曝光后节间颜色(2.074)和芽形状(2.011)的最高,其次是叶鞘毛群、芽位、曝光前节间颜色、节间形状,多样性指数为 1.428~1.6153;再次为叶姿、蜡粉带、内叶耳形状,多样性指数为 1.1918~1.2869,最小的为茎形、脱叶性和外叶耳,皆为 0.3712。聚类分析可将 42 份地方果蔗种质资源划分为高秆密生型、中径中高型、中大径高秆型、矮秆稀疏型 4 类。这为果蔗品种选育提供了科学依据。

关键词: 果蔗; 种质资源; 遗传多样性; 聚类分析

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2015.04.006

Diversity Analysis of Morphology and Main Agronomic Traits in Chewing Cane

LI Rui-mei, ZHANG Shu-he, LI Hai-ming, PAN Shi-ming

(Research Institute of sugarcane, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Zhangzhou 363005, China)

Abstract: In order to develop and utilize the germplasms of chewing cane (*Saccharum officinarum*), the genetic diversity of 18 quality traits of 42 chewing cane germplasms was studied, and their agronomic traits were cluster analyzed. The results showed that genetic diversity indexes of quality traits were high, among which the internode color after exposed and bud shape were the highest at 2.074–2.011, and those of hair group in leaf sheath, bud bit, internode colour before exposed, internode shape were 1.428–1.6153, those of leaf posture, wax band, inner auricle shape were 1.1918–1.2869, and those of stalk shape, leaf stripping, outer auricle shape were the lowest at 0.3712. Cluster analysis showed that all 42 germplasms of chewing cane could be divided into 4 groups by agronomic traits, including high stalk and dense type, medium diameter and stalk type, medium to large diameter and high stalk type, and short stalk and sparse type. These could provide scientific basis for variety breeding of chewing cane.

Key words: Chewing cane; Germplasm; Genetic diversity; Cluster analysis

果蔗是一类嚼食水果,皮薄质脆、汁多且清甜可口,蔗汁中含有大量水分、碳水化合物,还含有精氨酸、 α -氨基丁酸、谷氨酰胺等多种氨基酸和有机酸、维生素及微量元素,具有一定的保健功效,深受人们喜爱^[1-2]。果蔗是甘蔗(*Saccharum officinarum*)

热带种及其衍生品系,特性优异,经过长期人工栽培选择已对环境生态条件和栽培制度具有高度适应能力;果蔗开花难,杂交育种成功率极低,偶有杂交成功的但其后代品质差强人意。目前果蔗生产品种仍以 1934 年从菲律宾引进的黑皮果蔗

收稿日期: 2014-08-29

接受日期: 2014-10-16

基金项目: 福建省公益类科研院所专项(2010R1015-1)资助

作者简介: 李瑞美(1969~),女,副研究员,硕士,主要从事甘蔗选育种及品种资源利用研究。E-mail: lrm0626@163.com

‘Badila’为主,约占果蔗种植面积的60%~70%,其次为从台湾引进的黄皮果蔗(占15%~20%)。狭窄的遗传基础和长期单调的品种种植结构致使果蔗感染花叶病严重(达50%~70%),抗病性变弱,品质劣化,造成农药、激素的大量施用^[3-6],使果蔗作为鲜食水果难以达到食品质量标准。从地方果蔗中筛选优质适口的果蔗品种以优化品种结构势在必行。

种质资源研究是作物育种工作的基础,在遗传学、育种学及分类学中广泛应用的生物遗传多样性研究具有简单易行、快速的特点^[7-8]。采用多样性指数、变异系数等方法,分析种质资源的形态特征、农艺性状表现,揭示不同种质资源的遗传多样性特点,可为利用与开发种质资源提供信息^[9-10]。本研究以保育于福建省农业科学院甘蔗研究所农场的42份地方果蔗种质资源为材料,调查分析18个数量性状、10个农艺性状表现,对他们进行遗传多样性研究,为挖掘优异果蔗种质材料,拓宽果蔗品种改良与种质资源创新基础提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

42份果蔗(*Saccharum officinarum*)材料保育于福建省农业科学院甘蔗研究所农场。42份种质资源中黑皮果蔗即‘拔地拉’从菲律宾引进;黄皮果蔗由台湾引进;歪娥、歪干担、罗汉蔗为云南、贵州地方种;福建地方种有南安、同安、平和、连江、龙岩、建阳、福安、永安、华安、马鞍、古田、邵武、宁化、光泽、崇安、松溪、浦城、泰宁;浙江地方种有肚度、温州、金华、永嘉、嵊县、温岭、杭州果蔗、塘棲、上湖清;四川有白鳝果蔗;广西有白玉蔗、红2;湖南有江永果蔗;江西有江西紫皮、江西青皮、江西果蔗、东乡、丰城青皮;广东有雷州果蔗等。每年3月播种,采用随机区组设计,42份种质资源在一田块分小区种植,每小区2~3行,行长5~10 m,行距120 cm,重复3次,常规田间管理。

农场地处漳州市龙文区朝阳镇,位于东经117°43'37"、北纬24°32'57",平均海拔30 m;年平均温度21℃。无霜期达330 d以上,年日照时数2000~2300 h;年积温7701.5℃。年降雨量1000~1700 mm,雨季集中在3~6月,属于暖热湿润的亚热带季风气候,土壤为沙壤土。

1.2 性状调查

田间调查18种质量性状^[11],包括茎形、叶姿、节间形状、曝光前节间颜色、曝光后节间颜色、气生根、蜡粉带、木栓、生长带形状、根点排列、芽形状、芽位、芽沟、叶色、脱叶性、叶鞘毛群、内(外)叶耳,分析各性状的频率分布和遗传多样性指数。同时统计出苗率、分蘖数、株高、茎粗、单茎重、有效条数、出汁率、纤维份、蔗糖分等10个数量性状,每种材料每小区调查20株,数据采用2009~2012年共4年的试验结果,取其平均值。

1.3 数据处理

数据用Excel软件、DPSS7.05软件进行统计分析^[12],不同品种间的性状差异以变异系数表示。

香农-维纳信息指数主要用于植物群落的局域生境内多样性调查,可较为直观地表示生物群落的多样性。遗传多样性指数采用香农-维纳信息指数计算: $H' = -\sum P_i \log_2 P_i$,其中 P_i 为某一性状第 i 个级别出现的概率。为了便于量化和统计分析,质量性状予以赋值(表1),农艺性状和数量性状计算平均值、最大值、最小值、标准差、极差及变异系数。在此基础上,采用欧式遗传距离类平均法对材料进行分类群划分。

2 结果和分析

2.1 质量性状的遗传多样性

对18个质量性状形态特征的分布频率进行分析(表2)。可以看出,42份果蔗种质资源大多具有直立茎形、叶挺直叶尖下垂、圆筒形节间、曝光前节间黄绿色、曝光后深绿色、蜡粉带薄、多数无木栓化,根点不规则排列、卵圆形上芽位、叶色绿、叶鞘较松散易剥叶、无叶鞘毛群、外叶耳退化、内叶耳形状多样的形态特征^[11]。

从表2还可看出,质量性状的遗传多样性指数均较高,以曝光后节间颜色、芽形状的最高(分别为2.0740、2.0113);节间形状、曝光前节间颜色、芽位、叶鞘毛群的次之,为1.428~1.6153;再次为蜡粉带、叶姿、气生根、生长带形状、芽沟、叶色等,为0.9620~1.2131;而茎形、脱叶性和外叶耳3个性状的最低(均为0.3712),这可能与42份果蔗材料绝大多数都是茎形直立、叶鞘成熟后较松散、外叶耳大多数已退化有关。

表 1 形态学性状的数量化

Table 1 Quantification of morphological traits

性状 Trait	特征 Feature
茎形 Stalk shape	1. 直立; 2. 弯曲
叶姿 Lamina posture	1. 披散; 2. 挺直叶尖下垂; 3. 挺直
节间形状 Internode shape	1. 圆筒形; 2. 腰鼓形; 3. 细腰形; 4. 圆锥形; 5. 倒圆锥形; 6. 弯曲
茎色 Stalk colour	1. 黄; 2. 黄绿; 3. 深绿; 4. 红; 5. 紫; 6. 深紫; 7. 绿条纹; 8. 黄条纹
气生根 Aerial root	0. 无; 1. 有
蜡粉带 Wax band	0. 无; 1. 薄; 2. 厚
木栓 Corky patch	0. 无; 1. 条纹; 2. 斑块
生长带形状 Growth ring shape	1. 突出; 2. 不突出
根点 Root point	1. 成行; 2. 不规则
芽形状 Bud shape	1. 三角形; 2. 椭圆形; 3. 倒卵形; 4. 五角星; 5. 菱形; 6. 圆形; 7. 卵圆形; 8. 长方形; 9. 鸟嘴形
芽位 Bud bit	1. 上; 2. 平; 3. 下
芽沟 Bud furrow	0. 无; 1. 浅; 2. 深
叶色 Lamina colour	1. 绿; 2. 黄绿; 3. 深绿; 4. 红紫
叶鞘毛群 Hair group in leaf sheath	0. 无; 1. 少; 2. 多; 3. 较多
脱叶性 Leaf stripping	1. 自动脱落; 2. 松; 3. 紧
叶耳形状 Auricle shape	0. 退化; 1. 三角形; 2. 倒钩形; 3. 镰刀形; 4. 披针形; 5. 钩形

表 2 42 份果蔗种质资源 18 个质量性状的遗传多样性指数

Table 2 Diversity index and frequency distribution of 18 morphologic characters in 42 chewing canes

性状 Character	多样性指数 Diversity index (H')	频率分布 Frequency distribution									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
茎形 Stalk shape	0.3712		0.9286	0.0714							
叶姿 Lamina posture	1.1981		0.2857	0.6429	0.0714						
节间 Internode	1.4285		0.6667	0.1429	0.0714		0.1190				
曝光前节间颜色 Internode colour before exposed	1.5138		0.3095	0.5714	0.0238		0.0714		0.0238		
曝光后节间颜色 Internode colour after exposed	2.0740		0.0476	0.1190	0.5238		0.1667	0.0238	0.0952	0.0238	
气生根 Aerial root	0.9934	0.5476	0.4524								
蜡粉带 Wax band	1.2131	0.4048	0.5476	0.0476							
木栓 Corky patch	1.0159	0.4762	0.2619								
生长带 Growth ring	0.9737		0.5952	0.4048							
根点 Root point	0.4537		0.0952	0.9048							
芽形状 Bud shape	2.0113		0.2619	0.0238	0.0476	0.0238		0.1429	0.4762		0.0238
芽位 Bud bit	1.5100		0.4286	0.1905	0.3810						
芽沟 Bud furrow	0.9934		0.5476	0.4524							
叶色 Lamina colour	0.9620		0.7857	0.1190	0.0952						
脱叶性 Sheath stripping	0.3712			0.9286	0.0714						
叶鞘毛群 Hair group	1.6153	0.5238	0.2857	0.1429	0.0476						
外叶耳 Outer auricle	0.3712	0.9286	0.0714								
内叶耳 Inner auricle	1.2869	0.7143	0.1190			0.0476	0.1190				

2.2 农艺性状的遗传多样性

对 42 份地方果蔗资源的出苗率、分蘖率、高、粗、节间长度、单茎重、公顷条数、出汁率、纤维份、蔗糖分等农艺性状进行分析,计算他们的平均值、标准差、最大值、最小值和变异系数(表 3)。结果表明,种质间数量指标的变异程度较大,10 个数量指标的变异系数为 4.68%~76.5%,其中最大的为分蘖率(76.54%),其次为出苗率(44.21%)、单茎重(41.28%),说明这 3 个性状的变异程度较大,性状分离明显。有效茎数(28.04%)、株高(25.31%)、纤维份(20.41%)的较高;节间长度(14.60%)、茎粗(9.78%)、蔗糖分(8.71%)的较小。出汁率(4.68%)最小,说明出汁率在种质间较为稳定,变异程度小。农艺性状指标分蘖率、出苗率、有效茎数、株高和品质性状指标纤维份可以通过系统选育的方法进行改良,从而获得出苗齐、有效茎数多且品质优良的品系;单茎重是与株高、茎粗直接相关的性状指标,可通过改善两性状而提高。农艺指标茎粗与品质指标出汁

率、蔗糖分的变异程度较小,性状较为稳定,而他们也是优良果蔗的重要指标,说明人们对这 3 个果蔗指标的要求严格。

对出苗率(X1)、分蘖率(X2)、高(X3)、粗(X4)、节间(X5)、单茎重(X6)、公顷条数(X7)等农艺性状指标进行相关性分析(表 4)。结果表明,有效茎数与出苗率呈极显著正相关关系(0.59**),与茎粗呈极显著负相关关系,说明良好的出苗情况是果蔗有效茎数的重要基础,单位面积内茎数的增加会造成茎径变细;单茎重与出苗率显著相关(0.36*),而与株高(0.61**)、节间长度(0.83**)极显著相关,说明果蔗出苗早、分蘖齐,标示着果蔗良好的生长状态,有助于果蔗植株株高增加,节间长度加大,促进果蔗单茎重提高;节间长度与出苗率(0.47**)呈极显著正相关关系,与分蘖率(0.35*)、株高(0.38*)呈显著相关关系,同样说明果蔗出苗早、分蘖齐可促进中后期果蔗的生长,使植株高大、节间长;株高与茎粗(-0.34*)则呈显著负相关关系。因此,在选育种过程中,株

表 3 果蔗资源农艺性状的变异系数

Table 3 Coefficient variations of chewing canes

	最大值 Max.	最小值 Min.	变异幅度 Range	平均值 Mean	标准差 Standard error	变异系数 Coefficient variance
出苗率 Germination rate (%)	82.14	10.71	71.43	46.05	18.83	40.89
分蘖率 Tillering rate (%)	214.29	11.2	203.09	59.32	45.40	76.54
株高 Stalk height (cm)	299.2	103	196.2	193.74	49.04	25.31
茎粗 Stalk diameter (mm)	378.0	244.4	133.6	310.97	30.40	9.78
节间长度 Internode length (cm)	18.0	9.6	8.4	14.13	2.06	14.60
单茎重 Weight per stalk (kg)	2.62	0.59	2.03	1.16	0.48	41.28
有效茎数 Number of stalks (hm ⁻²)	95000	28889	66111	59908	16796	28.04
出汁率 Juice rate (%)	76.84	62.82	14.02	71.65	3.35	4.68
纤维份 Fiber content (%)	11.56	6.096	5.5	8.10	1.65	20.41
蔗糖分 Sugar content (%)	15.05	11.24	3.81	13.12	1.14	8.71

表 4 地方果蔗资源农艺性状间的相关系数

Table 4 Correlation coefficient among agronomic traits of chewing canes

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
出苗率 Germination rate (X1)	1.0000						
分蘖率 Tillering rate (X2)	-0.0500	1.0000					
株高 Stalk height (X3)	0.1500	-0.0800	1.0000				
茎粗 Stem diameter (X4)	-0.1300	0.0100	-0.34*	1.0000			
节间长度 Internode length (X5)	0.47**	0.35*	0.38*	0.1900	1.0000		
单茎重 Average stalk weight (X6)	0.36*	0.1800	0.61**	0.2100	0.83**	1.0000	
有效茎数 Number of stalk (X7)	0.59**	0.1700	0.2800	-0.37*	0.2800	0.1300	1.0000

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$.

高与茎粗性状选择适当,栽培过程中可通过调整有效茎数来协调株高与茎粗。

2.3 聚类分析

选用出苗率、分蘖率、株高、茎粗和有效茎数作为主要数量性状指标进行聚类分析(图 1)。根据各指标分布规律利用类平均法,在欧式遗传距离为 13084.0 处,供试材料可划分为 4 类(表 5),他们的农艺性状差异明显。

I 高秆密生型:有南安、歪娥、同安 3 份材料,表现为出苗率高(平均 61.31%),分蘖力强,有效茎数多(约 90185 条 hm^{-2}),株高中等(平均 252.77 cm),中等茎粗(262.67 mm),群体长势旺盛,丰产潜力大。

II 中径中高型:有平和、罗汉、连江、龙岩、温州、建阳、黄皮、黑皮果蔗、福安、永安、塘棲等 11 份材料,表现为植株矮(平均 193.2 cm),中大茎径(平均 307.06 mm),有效茎数约为 73639 条 hm^{-2} ,群体长势好,具丰产潜力,且农艺性状好。部分品种正被推广应用^[13-14]。

III 中大径高秆型:有东乡、江永、嵯县、杭州、白鳍、白玉、华安、浦城、金华、崇安、泰宁、马鞍、肚度、温岭、松溪、雷州、宁化 17 份材料,表现为株高中等(平均 196.84 cm),中大茎径(平均 319.92 mm),有效茎数一般为 58564 条 hm^{-2} ,群体长势一般。

IV 矮秆稀疏型:有永嘉、江西紫皮、邵武、上湖清、红 2、江西青皮、江西、古田、歪干担、丰城青皮、光泽等 11 份材料,植株矮胖(平均株高仅为 172.04 cm),茎径粗大(平均 314.18 mm),有效茎数少(仅 39626 条 hm^{-2}),丰产性差,群体长势弱。

3 讨论

从地方果蔗种质资源表型性状的遗传多样性分析可知,无论是数量性状还是质量性状,其变异

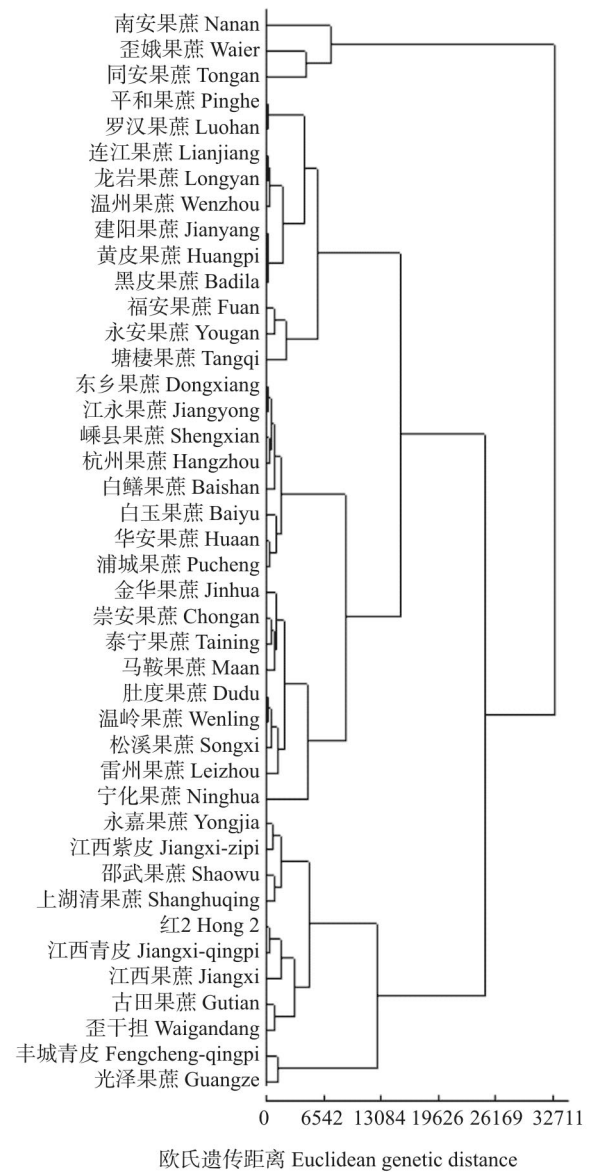


图 1 地方果蔗资源的聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis of chewing cane germplasms

幅度都较大,多样性丰富。

本研究结果表明,42 份地方果蔗资源的 18 个质量性状的遗传多样性丰富,多样性指数较高

表 5 4 个类型的农艺性状

Table 5 Agronomic traits of four cluster

特征 Character	类型 Cluster			
	I	II	III	IV
出苗率 Germination rate	61.31±4.12	53.48±22.16	50.92±8.23	26.85±11.22
分蘖率 Tillering rate	65.73±73.64	69.65±56.23	54.64±25.07	44.37±27.98
株高 Stalk height	252.77±43.19	206.09±31.87	196.84±53.31	172.04±28.51
茎粗 Stem diameter	262.67±15.40	307.06±20.57	319.92±25.30	314.18±28.49
有效茎数 Number of stalk	90185±4725	73639±3256	58564±4794	39626±5657

的为曝光后节间颜色(2.074)和芽形状(2.011),其次是叶鞘毛群、芽位、节间曝光前颜色、节间形状,为1.428~1.6153;再次为叶姿、蜡粉带、内叶耳形状,为1.1918~1.2869;最小的是茎形、脱叶性和外叶耳,为0.3712。10个数量性状的变异系数为8.64%~79.95%,变化幅度很大。这可能是由于果蔗资源的来源地生态环境各异,经过长期的栽培选择,形成了各具特色的质量性状,种质资源多样性极其丰富。

遗传多样性的开发利用是品种利用改良的基础,地方果蔗种质资源丰富,类型多种多样。本研究的聚类分析主要是以果蔗农艺性状中的产量指标为核心进行的,依出苗率与有效茎数分类,形成密生型、稀疏型;依据株高、茎径分类,则有矮胖型、高秆型。综合果蔗资源材料的农艺性状产量指标表现,聚类分析结果将42份地方果蔗资源材料划分为高秆密生型、中径中大型、中大径高秆型、矮秆稀疏型4大类型。其中中径中大型果蔗资源具有群体长势旺盛、农艺性状好、丰产潜力大的优点,可从中筛选优质果蔗资源作为生产后备品种,以改善我国当前果蔗品种结构单调的现状。此外,还可在营养学、遗传学等方面加强对果蔗种质资源的研究,筛选抗性强、或营养成分高等特殊种质资源作为育种中间材料加以创新利用,充分发挥资源潜势,不断满足果蔗选育种对种质资源遗传多样性的需求。

参考文献

- [1] Li R M, He Y S. The regeneration of fruits sugarcane and transformation mediated by *Agrobacterium tumefaciens* [J]. *J Trop Subtrop Bot*, 2009, 17(6): 567–570.
李瑞美, 何炎森. 果蔗‘拔地拉’植株再生与农杆菌介导的遗传转化研究 [J]. *热带亚热带植物学报*, 2009, 17(6): 567–570.
- [2] Wang G H, Chen D D, Li Y T, et al. Discussion on the safety of chewing cane in China [J]. *Sugar Crops China*, 2013(2): 60–64.
王贵华, 陈道德, 李远潭, 等. 果蔗安全性刍议 [J]. *中国糖料*, 2013(2): 60–64.
- [3] Li R M. The occurrence and treatment of leaf sheaf redroot in fruit sugar [J]. *Fujian Sci Techn Trop Crops*, 2011(4): 55–56.
李瑞美. 果蔗虎斑病的发生与防治 [J]. *福建热作科技*, 2011(4): 55–56.
- [4] Fan Y G, Liao J, Liang J, et al. Determination of organophosphorus pesticides in chewing cane juices by QuEChERS clean up and GC-NPD [J]. *J Anhui Agri Sci*, 2013, 41(5): 1934–1936, 1971.
范业庚, 廖洁, 梁俊, 等. QuEChERS法结合GC-NPD测定果蔗蔗汁中有机磷农药残留量 [J]. *安徽农业科学*, 2013, 41(5): 1934–1936, 1971.
- [5] Yang Y X, Mo R F, Wang T S, et al. Analytical method of ten organophosphorus pesticides multiresidues in chewing cane [J]. *J South Agric*, 2013, 44(2): 230–233.
杨玉霞, 莫仁甫, 王天顺, 等. 果蔗中10种有机磷农药多残留分析方法 [J]. *南方农业学报*, 2013, 44(2): 230–233.
- [6] Li R M, Li H M, Pan S M. Analysis on changes of amino acid and soluble solid content during fresh-keeping of fruit sugarcane [J]. *Acta Agri Jiangxi*, 2011, 23(8): 141–143.
李瑞美, 李海明, 潘世明. 果蔗保鲜过程中可溶性固形物和氨基酸变化分析 [J]. *江西农业学报*, 2011, 23(8): 141–143.
- [7] Zhang L F, Li W, Wang C J, et al. Morphological diversity of soybean germplasm resources in Shandong [J]. *J Plant Gen Resour*, 2006, 7(4): 450–454.
张礼凤, 李伟, 王彩洁, 等. 山东大豆种质资源形态多样性分析 [J]. *植物遗传资源学报*, 2006, 7(4): 450–454.
- [8] Liu S C, Zheng D S, Cao Y S, et al. Genetic diversity of landrace and bred varieties of wheat in China [J]. *Sci Agri Sin*, 2000, 33(4): 20–24.
刘三才, 郑殿升, 曹永生, 等. 中国小麦选育品种与地方品种的遗传多样性 [J]. *中国农业科学*, 2000, 33(4): 20–24.
- [9] Li X H, Tian Z G, Li F S. Genetic analysis of newly collected wild soybean materials and conserved germplasm collected from the same places [J]. *J Plant Gen Resour*, 2003, 4(4): 345–349.
李向华, 田子罡, 李福山. 新考察收集野生大豆与已保存野生大豆的遗传多样性比较 [J]. *植物遗传资源学报*, 2003, 4(4): 345–349.
- [10] Zhuang P P, Li W, Wei Y M, et al. Correlation and principle component analysis in agronomic traits of *Triticum carthlicum* Nevski [J]. *J Triticeae Crops*, 2006, 26(4): 11–14.
庄萍萍, 李伟, 魏育明, 等. 波斯小麦农艺性状相关性及其主成分分析 [J]. *麦类作物学报*, 2006, 26(4): 11–14.
- [11] Cai Q, Fan Y H. Descriptors and Data Standard for Sugarcane [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006: 7–30.
蔡青, 范源洪. 甘蔗种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 7–30.
- [12] Tang Q Y, Feng M G. The DPS Data Processing System [M]. Beijing: Science Press, 2006: 636–644.
唐启义, 冯明光. DPS数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 636–644.
- [13] Wu D F, He B W, Liu Y N, et al. Innovation study on sugarcane germplasm in Zhejiang Province [J]. *Sugarcane*, 2010(4): 22–24.
吴德锋, 何伯伟, 柳亚男, 等. 浙江省果蔗种质资源创新研究 [J]. *甘蔗糖业*, 2010(4): 22–24.
- [14] Li R M, Lin Y X, Pan S M, et al. Discussion on healthy production, storage and deep process of chewing cane [J]. *Sugarcane*, 2004, 11(3): 34–36.
李瑞美, 林一心, 潘世明, 等. 浅析果蔗无公害生产、保鲜及深加工技术 [J]. *甘蔗*, 2004, 11(3): 34–36.