

引用格式:

武晋宇, 应雄美, 朱建荣, 赵俊, 刘家勇, 吴才文, Ibrahim Soliman Helal ELGAMAL, 赵勇. 基于投影寻踪分类法的甘蔗种质综合评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2020, 46(2): 144-149.

WU J Y, YING X M, ZHU J R, ZHAO J, LIU J Y, WU C W, Ibrahim Soliman Helal ELGAMAL, ZHAO Y. Comprehensive evaluation of sugarcane germplasms based on Projection Pursuit Classification[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2020, 46(2): 144-149.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



基于投影寻踪分类法的甘蔗种质综合评价

武晋宇^{1,2}, 应雄美^{1,2}, 朱建荣^{1,2}, 赵俊^{1,2}, 刘家勇^{1,2}, 吴才文^{1,2},
Ibrahim Soliman Helal ELGAMAL¹, 赵勇^{1,2*}

(1.云南省农业科学院甘蔗研究所, 云南 开远 661699; 2.云南省甘蔗遗传改良重点实验室 云南 开远 661699)

摘要: 基于投影寻踪分类法对 40 份从法国和菲律宾引进的甘蔗种质进行综合评价。方差分析结果表明, 各种质间茎径、单茎质量、蔗糖分等主要农艺性状均存在显著差异($P < 0.01$), 变异系数介于 5.68%~51.55%, 变异广泛。对各种质的株高、茎径、有效茎、单茎质量、锤度、甘蔗蔗糖分、蔗汁蔗糖分、简纯度和纤维分等 9 个主要农艺性状指标进行投影方向和投影值大小分析, 结果表明: 投影方向以甘蔗蔗糖分的最高, 其后依次为锤度、蔗汁蔗糖分、简纯度、单茎质量和茎径等, 株高和有效茎的较低; 40 份种质投影值大小各异, 根据投影值大小, 结合聚类分析将 40 份种质划分为 5 个类群, 各类群投影值介于 0.00~2.50, 其中, 第IV类群的 5 份种质资源(FR97-127、FR97-53、VMC95-29、VMC96-169 和 VMC97-30)综合性状表现优良, 可供甘蔗杂交利用。综合来看, 投影寻踪分类法可作为大量甘蔗种质资源评价的有效途径。

关键词: 甘蔗; 种质资源评价; 投影寻踪分类法(PPC); 聚类分析

中图分类号: S566.102.4 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2020)02-0144-06

Comprehensive evaluation of sugarcane germplasms based on Projection Pursuit Classification

WU Jinyu^{1,2}, YING Xiongmei^{1,2}, ZHU Jianrong^{1,2}, ZHAO Jun^{1,2}, LIU Jiayong^{1,2}, WU Caiwen^{1,2},
Ibrahim Soliman Helal ELGAMAL¹, ZHAO Yong^{1,2*}

(1.Sugarcane Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kaiyuan, Yunnan 661699, China; 2.Laboratory of Sugarcane Genetic Improvement, Kaiyuan, Yunnan 661699, China)

Abstract: To evaluate the quality of 40 foreign sugarcane clones from Philipins, we used projection pursuit classification on them. Variance analysis showed that there were significant differences in primary agricultural traits including stem diameter, single stem weight, and sucrose concentration ($P < 0.01$). The substantial variability within the population, with coefficients of variation ranged from 5.68% to 51.55%. Of nine agronomic traits analyzed (plant height, stem diameter, effective stem, single stem weight, juice brix, sucrose concentration, juice sucrose concentration, juice purity, and fiber concentration), sucrose concentration, juice brix, simplicity of sugarcane, single stem weight, and stem diameter owned high projection direction. While that plant height and effective stem was low. Clones differed in projection values, as the 40 clones were divided into five groups based on projection value and cluster analysis. The projection mean value of each group was between 0.00 and 2.50. Five germplasm resources with good comprehensive characters were identified as FR97-127, FR97-53, VMC95-29, VMC96-169, and VMC97-30, making them good candidates for hybridization efforts. In conclusion,

收稿日期: 2019-03-26

修回日期: 2019-04-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(31660418); 国家糖料体系产业技术体系(CARS-170101); 云南省农业科学院甘蔗种质创新及新品种选育省创新团队项目(2019HC013); 云南省第十批技术创新人才培养计划项目(2016HB031); 云岭英才计划“高端外国专家”专项

作者简介: 武晋宇(1989—), 男, 云南弥勒人, 助理研究员, 主要从事甘蔗科研管理, 81248952@qq.com; *通信作者, 赵勇, 硕士, 助理研究员, 主要从事甘蔗遗传育种和品种改良, 18087395132@163.com

the projection pursuit classification method was an objective and practical method to evaluate 40 introduced sugarcane clones, and provides another option for evaluating large numbers of sugarcane germplasm resources.

Keywords: sugarcane; sugarcane germplasm resources; projection pursuit clustering (PPC); cluster analysis

目前,世界上甘蔗杂交育种罕有突破,甘蔗蔗糖分和产量改良效果不显著^[1-3],主要是因为种质资源受限,亲本遗传基础狭窄,育种群体遗传变异不足^[4-5]。经过数代品种改良后,中国仍处于新台糖 22 当家的局面,蔗糖分提升不显著,严重制约了蔗糖产业的发展。为改变这一状况,云南省农业科学院甘蔗研究所加强了对美国^[6]、澳大利亚^[7]、泰国^[8]、法国^[9]、菲律宾^[9]等国外种质资源的引进与利用,以拓宽亲本遗传基础。目前的研究主要集中在抗逆性评价^[10-11]、宿根性评价^[12-13]、遗传多样性评价^[14-15]及工农艺性状评价分析^[16-17]等方面。

常见评价甘蔗种质的方法主要有主成分分析法^[18-19]、模糊综合评判分析法^[20-21]、灰色关联度分析法^[22-23]和投影寻踪分类(projection pursuit clustering, PPC)法^[24]。本试验主要参考赵勇等^[7]的研究,利用投影寻踪分类法对从法国和菲律宾引进的甘蔗种质资源进行工农艺性状评价,挖掘优异种质,以期为中国甘蔗种质创新提供参考,同时也为甘蔗种质资源评价探索新的方法。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试甘蔗种质资源共 40 份,其中菲律宾种质 22 份(PHIL 型 6 份、VMC-型 16 份),法国种质 18 份(FR-型)。

1.2 试 验 设 计

试验在云南省农业科学院甘蔗研究所育种基地进行。基地海拔高度 1 051.8 m,属亚热带高原季风气候,光照资源充足,年日照时数 2 382 h,年均气温 20 ℃,年均降水量 771.1 mm。2016 年 12 月 29 日进行田间试验(新植)。随机区组设计。3 次重复。

2 行区,行长 4.0 m,行距 1.1 m。每行下种芽 14 个,四周设保护行。试验地为水田。试验地管理同大田生产。

1.3 工农艺性状指标调查

农艺性状调查:2017 年 11 月中旬,对 40 份种质开展农艺性状指标调查。采用标尺测量株高,采用游标卡尺测量茎径,每个种质测量 5 株。根据每米实际成茎数统计有效茎。各个种质随机检测 6 条蔗茎,测量单茎质量,每个重复 2 条。

品质性状检测:2017 年 11 月至 2018 年 3 月,参考 LIU 等^[25]的方法检测 40 份种质的甘蔗锤度、甘蔗蔗糖分、蔗汁蔗糖分、甘蔗筒纯度和甘蔗纤维分。每个种质每次随机检测 6 条蔗茎,每个重复 2 条。每月每个重复检测 1 次,共检测 5 个月。

1.4 数 据 分 析

运用 Excel 2013 对数据进行整理,其中,工艺性状指标因数据全部为百分数,采用 ASIN 函数对数据进行反正弦转化后再进行统计分析;采用 DPS 统计分析软件对各种质工农艺性状指标进行方差分析和基本参数估计;运用投影寻踪分类法^[7]对 40 份种质资源进行投影方向和投影值大小分析;基于投影值的聚类分析对各种质进行分类评价,以筛选优异种质。

2 结果与分析

2.1 各种质主要工农艺性状差异分析

对 40 份种质 9 个主要工农艺性状指标进行方差分析。结果(表 1)表明,除株高和有效茎外,其他性状指标均存在极显著差异($P < 0.01$),变异系数介于 5.68%~51.55%,说明各种质间差异较大,故需要进一步对各种质进行评价和筛选。

表 1 40 份甘蔗种质的主要工农艺性状

差异统计	株高/cm	茎径/cm	有效茎/条	单茎质量/kg	锤度/%	甘蔗蔗糖分/%	蔗汁蔗糖分/%	筒纯度/%	纤维分/%
均值	267.71	2.63**	7.48	1.32**	20.12**	13.60**	16.79**	82.84**	13.80**
标准差	36.13	0.31	3.86	26.48	1.59	1.58	2.01	4.71	1.73
F 值	1.46	2.55	1.09	2.94	11.65	18.88	18.52	19.52	5.05
变异系数/%	13.50	11.81	51.55	20.11	7.90	11.59	12.00	5.68	12.52

***表示差异达极显著水平($P < 0.01$)。

2.2 投影寻踪分类法评价分析

2.2.1 投影方向分析

利用 DPS 统计分析软件对 40 份供试种质的主要农艺性状(均值)进行投影寻踪分类法分析,得到各性状的投影方向(图 1)。基于 PPC 法原理,各指标投影方向的大小实际上反映了该指标对种质综合评价的影响程度。从图 1 可见,甘蔗蔗糖分、锤度、蔗汁蔗糖分和筒纯度等工艺性状指标投影方向较高,对种质综合评价的影响较大;其后依次为单茎质量、茎径、纤维分;株高和有效茎投影方向较低。

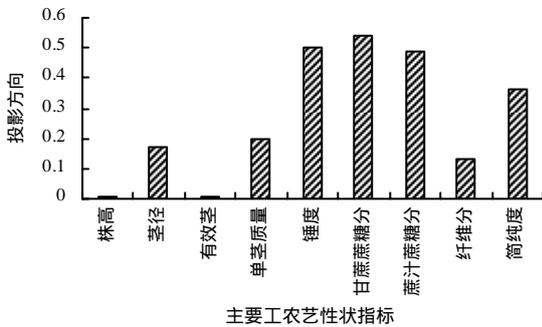


图 1 甘蔗主要农艺性状的投影方向

Fig.1 Projection direction of main agronomic characters of sugarcane

2.2.2 投影值计算

确定投影方向后,基于主要农艺性状的投影寻踪分析,得到各甘蔗种质资源的投影值(图 2)。投影值越大,种质综合性状表现越好。从图 2 可以看出,40 份甘蔗种质投影值介于 0.0~2.5,各种质投影值大小差异显著。

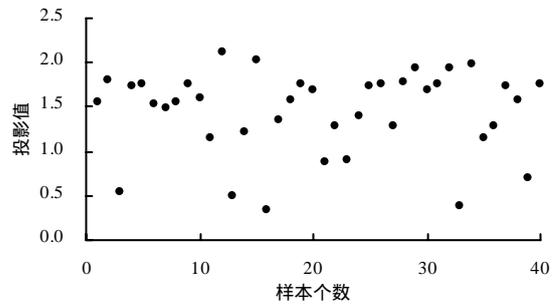


图 2 40 份甘蔗种质的投影值

Fig.2 The projection values on 40 sugarcane germplasm

2.2.3 基于聚类分析对 40 份种质进行分类

基于供试种质投影值的大小,采用欧氏距离-可变类平法对 40 份种质进行聚类分析。结果(图 3)表明,在 1.15~2.31 的距离上可把 40 份种质分为 5 类,第 1、2、3、4、5 类群分别有种质 7、8、13、5、7 份。

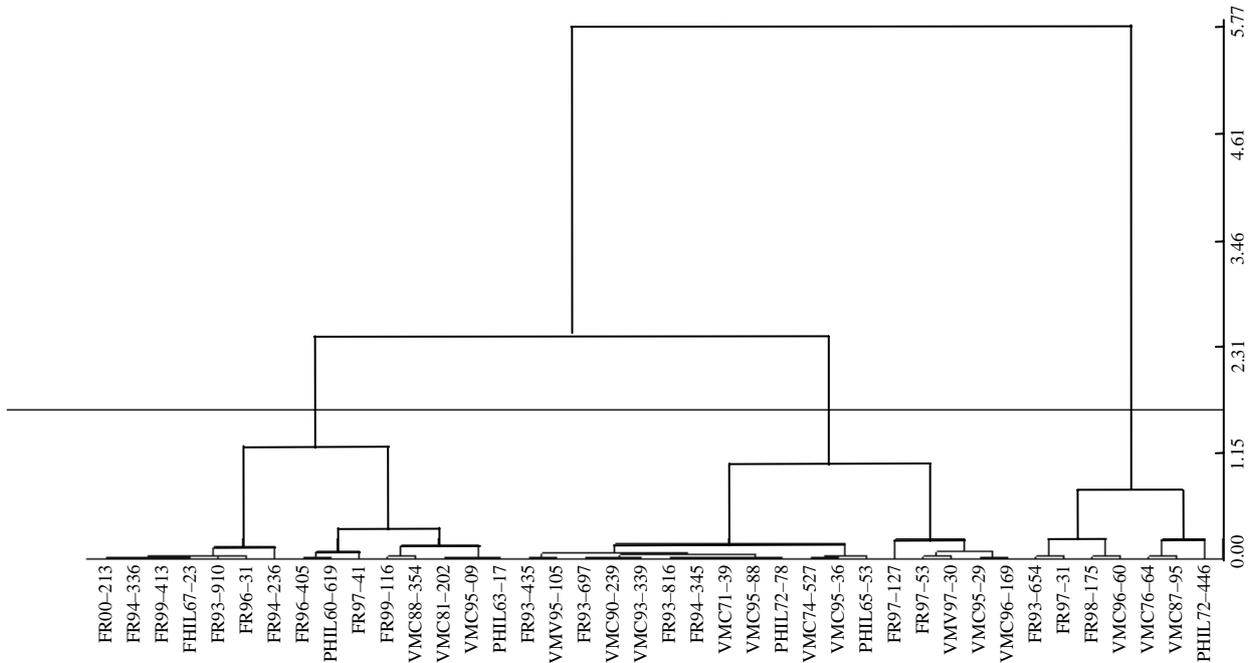


图 3 基于投影值的 40 份甘蔗种质聚类分析结果

Fig.3 The cluster analysis result of 40 sugarcane germplasm based on projection value

进一步对各类群投影值进行分析,结果(表 2)表明,第 I、II、III、IV、V 类群投影均值分别为 1.56、1.26、1.75、2.00、0.60,且类群间存在极显

表 2 类群投影值均值及变异系数

Table 2 The projection mean value and variation coefficient of various groups

投影值	I	II	III	IV	V
个数	7	8	13	5	7
均值	1.56	1.26	1.75	2.00	0.60
最大值	1.57	1.39	1.79	2.13	0.90
最小值	1.49	1.14	1.69	1.93	0.34
变异系数/%	2.06	7.37	1.66	3.96	37.55

表 3 第 IV 类群种质的工农艺性状

Table 3 The main agronomic characters of fine germplasms

种质名称	投影值	株高/cm	茎径/cm	有效茎(条)	单茎质量/kg	锤度/%	甘蔗蔗糖分/%	蔗汁蔗糖分/%	简纯度/%	纤维分/%
FR97-127	2.13	277.50	2.74	4.88	1.31	22.67	16.08	19.76	87.09	13.59
FR97-53	2.02	255.33	2.64	9.00	1.41	21.72	16.43	19.23	88.50	14.57
VMC95-29	1.95	238.83	2.42	5.13	1.54	21.77	15.36	19.00	87.09	14.07
VMC96-169	1.93	269.50	2.77	5.25	1.60	21.12	15.11	18.55	87.96	13.54
VMV97-30	1.98	284.33	2.60	5.38	1.19	22.39	14.90	19.31	86.00	17.61

3 结论与讨论

近年来,云南省农业科学院甘蔗研究所加强了对国外甘蔗种质的引进与评价利用。赵勇等^[19]采用农艺性状分级的方法,评价了 317 份甘蔗种质资源,其中包含了从多个国家引进的甘蔗种质。就外引种质的栽培利用现状来看,引进种质的性状、品质差异显著,大多数种质因其表现差未被利用于甘蔗杂交。本研究中,40 份从法国和菲律宾引进的种质,各种质综合性状差异显著,9 个性状的均值的变异系数介于 5.68%~51.55%,除株高和有效茎外,其他 7 个主要工农艺性状的均值均存在极显著差异($P<0.01$)。苏火生等^[26]对引进的 18 个国外甘蔗种质进行品比,发现各品质资源的表现也各异。另外,刘家勇等^[27]对 68 份引进甘蔗种质的遗传多样性进行 AFPL 分析,发现大部分种质之间亲缘关系相近,遗传基础相似,遗传多样性并不丰富;因此,加强外国种质引进,客观评价外引种质,筛选优异种质并提供杂交利用,对甘蔗育种具有重要意义。

对 40 份外引甘蔗种质进行投影寻踪分类法分析表明,投影方向以甘蔗蔗糖分最高,其后依次为甘蔗锤度、蔗汁蔗糖分、甘蔗简纯度、单茎质量和茎径等,株高和有效茎的较低。甘蔗蔗糖分是甘蔗

著差异($P<0.01$)。其中第 IV 类群投影均值最高,最大为 2.13,最小为 1.93。5 个类群投影值变异系数为 1.66%~37.55%。

2.3 优良种质的筛选

根据投影寻踪原理,投影值越大,其综合性状越好。从供试种质的综合投影值的聚类结果来看,第 IV 类群(5 份种质)投影均值最高。从表 3 可以看出,5 份种质的甘蔗蔗糖分介于 14.90%~16.43%;简纯度介于 86.00%~88.50%;茎径介于 2.42~2.77;有效茎介于 4.88~9.00。

品种改良最主要的参考指标;因此,确定甘蔗蔗糖分等工艺性状为最优投影方向是合理的。另外,株高和有效茎的投影方向较低,说明了投影寻踪分类法可较好地体现各性状指标的权重分配。本试验中,基于投影寻踪分类法得到了各种质的投影值,通过聚类分析筛选了 5 份优良种质(第 IV 类群),其中,法国种质 2 份(FR97-127 和 FR97-53),菲律宾种质 3 份(VMC95-29、VMC96-169 和 VMC97-30);且 5 份种质平均甘蔗蔗糖分介于 14.90%~16.43%,甘蔗蔗糖分较高,可以作为高糖种质进行杂交育种利用。

综合来看,投影寻踪分类法对 40 份引进甘蔗种质的评价客观、实用,可以作为大量甘蔗种质资源评价的另一途径。

参考文献:

- [1] ZHOU M. Cultivar genetic gains from 50 years of irrigated sugarcane breeding in South Africa[J]. Cultivar genetic gains from 50 years of irrigated sugarcane breeding in South Africa[J]. South African Journal of Plant and Soil, 2017, 34(3): 167-174.
- [2] 吴才文,刘家勇,赵俊,等. 甘蔗引进新本创新利用和潜力分析[J]. 西南农业学报, 2008, 21(6): 1671-1675.
- [3] WU C W, LIU J Y, ZHAO J, et al. Research on breeding potential and variety improvement of exotic parents in

- sugarcane[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2008, 21(6):1671-1675.
- [4] WACLAWOVSKY A J, SATO P M, LEMBKE C G, et al. Sugarcane for bioenergy production :an assessment of yield and regulation of sucrose content[J]. Plant Biotechnology Journal, 2010, 8(3) : 263-276 .
- [5] 李奇伟. 现代甘蔗改良技术[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2000 .
LI Q W. Modern technology for sugarcane improvement[M]. Guangzhou :South China University of Technology Press, 2000 .
- [6] 吴才文. 甘蔗亲本创新与突破性品种培育的探讨[J]. 西南农业学报, 2005, 18(6) : 858-861 .
WU C W. Discussion on germplasm innovation and breeding breakthrough varieties in sugarcane[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2005, 18(6) : 858-861 .
- [7] 赵勇, 赵丽萍, 咎逢刚, 等. 引进美国甘蔗种质工艺品质演进分析及发掘[J]. 热带作物学报, 2019, 40(11) : 2127-2134 .
ZHAO Y, ZHAO L P, ZAN F G, et al. Technological quality evolution analysis and screening of sugarcane germplasm introduced from the United States[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2019, 40(11) : 2127-2134 .
- [8] 赵勇, 赵培方, 赵俊, 等. 基于投影寻踪分类法评价 43 份澳大利亚甘蔗种质资源[J]. 亚热带农业研究, 2019, 15(1) : 7-13 .
ZHAO Y, ZHAO P F, ZHAO J, et al. Evaluation of 43 Australian sugarcane germplasm based on projection pursuit clustering[J]. Subtropical Agriculture Research, 2019, 15(1) : 7-13 .
- [9] 蔡青, 范源洪, 张跃彬. 甘蔗种质资源数据库系统研究[J]. 甘蔗, 2000, 7(1) : 1-5 .
CAI Q, FAN Y H, ZHANG Y B, et al. A database system of sugarcane germplasm[J]. Subtropical Agriculture Research, 2000, 7(1) : 1-5 .
- [10] 赵俊. 国外甘蔗种质工农业性状的相关性及遗传多样性分析[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011 .
ZHAO J. Correlation and genetic diversity analysis of sugarcane germplasm agronomic characters in foreign countries[D]. Beijing : Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2011 .
- [11] 赵勇, 罗志明, 朱建荣, 等. 基于叶绿素 SPAD 值分析甘蔗对除草剂反应的差异[J]. 亚热带农业研究, 2018, 14(3) : 157-162 .
ZHAO Y, LUO Z M, ZHU J R, et al. Differences in responses of sugarcane to herbicides based on chlorophyll SPAD values[J]. Subtropical Agriculture Research, 2018, 14(3) : 157-162 .
- [12] 杨建波, 诸葛少军, 黎海涛, 等. 干旱胁迫对甘蔗生长生理的影响及品种抗旱性评价[J]. 南方农业学报, 2012, 43(8) : 1114-1120 .
YANG J B, ZHUGE S J, LI H T, et al. Impact of drought stress on sugarcane growth physiology and evaluation on drought resistance of sugarcane cultivars[J]. Journal of Southern Agriculture, 2012, 43(8) : 1114-1120 .
- [13] 马丽, 应雄美, 刘新龙, 等. 34 个国外引进甘蔗种质三年宿根性产质量评价[J]. 中国糖料, 2010(2) : 31-32, 36 .
MA L, YING X M, LIU X L, et al. Evaluation on yield and sucrose content to foreign ratoon sugarcane[J]. Sugar Crops of China, 2010(2) : 31-32, 36 .
- [14] 刘洪博, 应雄美, 刘新龙, 等. 甘蔗栽培原种宿根蔗综合性状分析[J]. 植物分类与资源学报, 2013, 35(5) : 621-629 .
LIU H B, YING X M, LIU X L, et al. Evaluation of ratoon characteristics in sugarcane cultivation protospecies[J]. Plant Diversity and Resources, 2013, 35(5) : 621-629 .
- [15] 王英, 陈守俊, 朱相成, 等. 80 份甘蔗种质 RAMP 标记遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(4) : 525-532 .
WANG Y, CHEN S J, ZHU X C, et al. Genetic diversity of 80 sugarcane germplasm using RAMP markers[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2011, 12(4) : 525-532 .
- [16] 齐永文, 劳方业, 张垂明, 等. 中美重要甘蔗种质 SSR 遗传多样性比较[J]. 热带作物学报, 2011, 32(1) : 99-104 .
QI Y W, LAO F Y, ZHANG C M, et al. Comparative analysis of genetic diversity of Chinese and American sugarcane(*Saccharum spp.*) using SSR markers[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2011, 32(1) : 99-104 .
- [17] 赵勇, 刘家勇, 朱建荣, 等. 引进甘蔗种质资源主要工艺性状演进趋势分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2019, 45(6) : 571-576 .
ZHAO Y, LIU J Y, ZHU J R, et al. Genetic advance analysis of the main industrial quality traits for imported sugarcane germplasm[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2019, 45(6) : 571-576 .
- [18] 赵勇, 赵俊, 咎逢刚, 等. 86 份甘蔗种质资源工艺性状的评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2019, 45(5) : 466-471 .
ZHAO Y, ZHAO J, ZAN F G, et al. Analysis and evaluation of technological characteristics on 86 sugarcane germplasms[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2019, 45(5) : 466-471 .
- [19] 赵勇, 刀静梅, 朱建荣, 等. 11 份甘蔗种质蔗汁中微量元素含量的差异[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2019, 45(4) : 344-347 .
ZHAO Y, DAO J M, ZHU J R, et al. Study of juice trace

- elements content difference from 11 sugarcane germplasms[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 2019, 45(4): 344-347.
- [20] 赵勇, 赵培方, 胡鑫, 等. 基于农艺性状分级对 317 份甘蔗种质资源的评价[J]. 中国农业科学, 2019, 52(4): 602-615.
ZHAO Y, ZHAO P F, HU X, et al. Evaluation of 317 sugarcane germplasm based on agronomic traits rating data[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2019, 52(4): 602-615.
- [21] 安汝东, 桃联安, 杨李和, 等. 云瑞 04 系列甘蔗新品系模糊综合评价[J]. 甘蔗糖业, 2008(1): 1-5.
AN R D, TAO L A, YANG L H, et al. The fuzzy comprehensive evaluation for new sugarcane clones of Yunrui 04 series[J]. Sugarcane and Cane sugar, 2008(1): 1-5.
- [22] 王丽萍, 蔡青, 范源洪, 等. 甘蔗细茎野生种 (*S. spontaneum*) 远缘杂种 F2 代模糊综合评判分析[J]. 种子, 2006, 25(11): 4-7.
WANG L P, CAI Q, FAN Y H, et al. The fuzzy comprehensive evaluation analysis for distant hybrid F2 generation of sugarcane *S. spontaneum*[J]. Seed, 2006, 25(11): 4-7.
- [23] 杨昆, 吴才文, 覃伟, 等. DTOPSIS 法和灰色关联度法在甘蔗新品种综合评价中的应用比较[J]. 西南农业学报, 2015, 28(4): 1542-1547.
YANG K, WU C W, QIN W, et al. Comparison of comprehensive evaluation sugarcane new varieties with DTOPSIS and grey related degree[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2015, 28(4): 1542-1547.
- [24] 陆鑫, 蔡青, 王丽萍, 等. 应用灰色关联分析法评价甘蔗与斑茅杂交组合[J]. 西南农业学报, 2007, 20(1): 103-106.
LU X, CAI Q, WANG L P, et al. Evaluating crossing combinations of *Saccharum officinarum* L. × *Erianthus arundinaceus* by grey correlative analysis[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2007, 20(1): 103-106.
- [25] FRIEDMAN J H, STUETZLE W. A projection pursuit algorithm for exploratory data analysis[J]. IEEE Transactions on Computers, 1974, 23(9): 881-890.
- [26] LIU J Y, BASNAYAKE J, JACKSON P A, et al. Growth and yield of sugarcane genotypes are strongly correlated across irrigated and rainfed environments[J]. Field Crops Research, 2016, 196: 418-425.
- [27] 苏火生, 李存佳, 刘新龙, 等. 国外引进甘蔗品种比较试验[J]. 中国糖料, 2018, 40(1): 8-9.
SU H S, LI C J, LIU X L, et al. A comparison test of foreign sugarcane cultivars[J]. Sugar Crops of China, 2018, 40(1): 8-9.
- [28] 刘家勇, 赵培方, 刘新龙, 等. 68 份国外甘蔗种质资源遗传多样性的 AFLP 分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2013, 39(5): 466-470.
LIU J Y, ZHAO P F, LIU X L, et al. Genetic diversity analysis on 68 foreign sugarcane germplasms (*Saccharum spp.*) with AFLP technique[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 2013, 39(5): 466-470.

责任编辑: 毛友纯

英文编辑: 柳正