



云南主栽甘蔗品种云蔗0551×云蔗081609杂交 后代育种潜力评价及优良种质创制

郭 越¹, 普新援², 任生林², 饶席兵², 唐思琪², 赵培方^{2*}

(¹西南林业大学生物与食品工程学院, 云南昆明 650224; ²云南省农业科学院甘蔗研究所/云南省甘蔗遗传改良重点实验室, 云南红河 661699)

摘要:【目的】评价云南主栽甘蔗品种云蔗0551和云蔗081609的育种潜力, 筛选出优良杂交后代, 为甘蔗育种种质资源利用和新品种选育提供材料及技术参考。【方法】以云蔗0551和云蔗081609及其杂交后代共计437份材料为研究对象, 对8个性状(6个农艺性状和2个工艺性状)进行遗传变异分析、相关分析、主成分分析和聚类分析及综合评价。【结果】8个性状的变异系数为3.68%~44.84%, 其中糖产量和蔗茎产量的变异系数最大, 分别为44.84%和44.23%, 遗传传递力为71.69%~104.49%, 广义遗传力为61.35%~96.72%。8个性状存在不同程度的相关性, 其中蔗茎产量和糖产量均与单茎重、有效茎数呈极显著正相关($P<0.01$, 下同), 蔗茎产量与糖产量呈极显著正相关, 说明育种过程中要综合考虑各产量性状间的关系。主成分分析提取获得产量因子1、产量因子2和糖分因子, 累计贡献率达84.966%。将437份材料分为三大类, 第I类具有高产高糖特性, 第II类在单茎重和茎径上有优势, 第III类群遗传变异相对丰富, 但综合表现一般。根据综合评价D值评价各材料表现, 母本云蔗0551的D值为0.4753, 父本云蔗081609为0.7102, 后代材料中D值大于云蔗0551的材料有242份, 大于云蔗081609的材料有4份(V-315、V-317、8-292和8-208), 这4份材料与另外3份材料(8-149、V-307和V-309)的D值均大于0.7000, 这7份材料均属于第I类群, 具有高产、高糖特性。【结论】云蔗0551和云蔗081609的高糖、高产性状可稳定遗传, 具有较高的育种价值, 可作为甘蔗育种的重要亲本。二者杂交后代的农艺性状遗传变异丰富, 其中V-315、V-317、8-292、8-208、8-149、V-307和V-309等综合表现优良, 可作为高产、高糖亲本利用, 同时可对其开展品比试验, 进一步选育优良新品种。杂交后代8-57经过多年田间试验评价, 表现高产、高糖、抗倒伏, 特性优良, 品种名为云蔗19519, 参加甘蔗新品种区域试验。

关键词:甘蔗; 云蔗0551; 云蔗081609; 农艺性状; 主成分分析; 育种潜力评价

中图分类号: S566.103.51

文献标志码: A

文章编号: 2095-1191(2026)06-1785-12

Breeding potential evaluation and superior germplasm creation of hybrid progeny of the main sugarcane variety YZ0551 × YZ081609 in Yunnan

GUO Yue¹, PU Xin-yuan², REN Sheng-lin², RAO Xi-bing², TANG Si-qi²,
ZHAO Pei-fang^{2*}

(¹College of Biological Science and Food Engineering, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224, China; ²Sugarcane Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences/Yunnan Key Laboratory of Sugarcane Genetic Improvement, Honghe, Yunnan 661699, China)

Abstract:【Objective】This study aimed to evaluate the breeding potential of the main cultivated sugarcane YZ0551 and YZ081609 in Yunnan and identify superior hybrid progenies, providing material and technological reference for germplasm resource utilization and new variety selection in sugarcane breeding. 【Method】A total of 437 materials from

收稿日期: 2025-12-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(32360499); 国家糖料产业技术体系项目(CARS-17); 云南省兴滇英才支持计划项目(YFGRC202430)

通信作者: 赵培方(1981-), <https://orcid.org/0000-0002-4492-9546>, 研究员, 主要从事甘蔗遗传育种研究工作, E-mail: hnzpf@163.com

第一作者: 郭越(2003-), <https://orcid.org/0009-0009-8740-1520>, 研究方向为甘蔗遗传育种, E-mail: 3033266438@qq.com

YZ0551, YZ081609, and their hybrid progenies were taken as research objects. Genetic variation analysis, correlation analysis, principal component analysis, cluster analysis, and comprehensive evaluation were performed for eight traits (six agronomic traits and two technological traits). 【Result】The coefficients of variation of the eight traits ranged from 3.68% to 44.84%. The coefficients of variation for sugar yield and cane yield were the largest, which were 44.84% and 44.23% respectively. The genetic transmitting ability was 71.69%-104.49%, and the broad-sense heritability was 61.35%-96.72%. Correlation of different degrees was found among eight traits, among which cane yield and sugar yield had extremely significant positive correlations with single-cane weight and effective cane number ($P<0.01$, the same below), and cane yield had an extremely significant positive correlation with sugar yield, indicating that relationship between yield traits shall be considered comprehensively during breeding. Principal component analysis extracted yield factor 1, yield factor 2, and sugar factor, with a cumulative contribution rate of 84.966%. A total of 437 materials were divided into three groups: Group I was characterized with high yield and high sugar content, Group II had advantages in single-cane weight and cane diameter, and Group III had rich genetic variation but mediocre comprehensive performance. According to the comprehensive evaluation D value to evaluate performance of materials, the D value of the female parent YZ0551 was 0.4753, and the D value of male parent YZ081609 was 0.7102. Among the progeny materials, the number of materials with a D value greater than that of YZ0551 was 242; the number of materials with a D value greater than that of YZ081609 was four (V-315, V-317, 8-292, and 8-208); the D values of these four materials, along with other three materials (8-149, V-307, and V-309) were greater than 0.7000. The above seven materials all belonged to Group I, showing characteristics of high yield and high sugar content. 【Conclusion】The traits of high sugar content and high yield of YZ0551 and YZ081609 are genetically stable, showing high breeding value, thus, they can be used as important parents for sugarcane breeding. The hybrid progenies of the two exhibit rich genetic variation for agronomic traits, among which V-315, V-317, 8-292, 8-208, 8-149, V-307, and V-309 have superior comprehensive performance and can be used as parents for high yield and high sugar content. At the same time, variety comparison trials can be carried out to further breed superior new varieties. After years of field trials, the hybrid progeny 8-57 demonstrates superior characteristics of high yield, high sugar content, and lodging resistance; it is named YZ19519 and will participate in regional trials for new sugarcane varieties.

Key words: sugarcane; YZ0551; YZ081609; agronomic trait; principal component analysis; breeding potential evaluation

Foundation items: National Natural Science Foundation of China (32360499); China Agriculture Research System-Sugar (CARS-17); Yunnan Revitalization Talent Support Project (YFGRC202430)

0 引言

【研究意义】甘蔗是全球主要糖料作物之一,以甘蔗为原料的糖产量占全球糖供应总量的85%以上(刘家勇等,2022)。对我国而言,甘蔗产业稳定发展不仅关乎民生需求,更是国家食糖供给安全的重要保障。随着气候变化、病虫害频发及市场需求的不断提升,培育兼具高产、高糖、抗逆性强等优良性状的新品种已成为甘蔗育种的核心目标(刘家勇等,2022;黄玉新等,2025;任生林等,2025;谢蒙潇等,2025)。甘蔗杂交育种能否获得成功,主要依赖于杂交组合的科学选配,而杂交组合的科学选配则需要对甘蔗亲本材料进行系统地鉴定评价(赵勇等,2019)。云蔗0551和云蔗081609是通过杂交等方法经多年试验选育而成的优良新品种,作为云南地区极具代表性的甘蔗主栽品种,在产量、糖分积累等方面表现出独特的优势。利用优良品种作为亲本选育新品种,可保持亲本大多数优良性状,易培育出更为优良的杂交后代,是提高甘蔗育种效益的重要手段(吴才文等,2008,2010;郎荣斌等,2015)。通过遗传分析和综合评价,进一步了解云蔗0551和云蔗081609两亲本优良特性的遗传效应、杂交后代表现

及育种潜力,对云南省甘蔗遗传育种杂交组合选配和新品种选育具有重要意义。【前人研究进展】甘蔗亲本遗传特点和育种潜力研究是提高组合选配预见性和后代选择效率的基础工作(刘少谋等,2011)。近年来,主成分分析、聚类分析、相关分析等多元统计分析方法在评价甘蔗种质资源育种潜力分析上得到广泛应用(俞华先等,2019a,2019b;蒋洪涛等,2021;郭强等,2024;俞华先等,2025b)。此外,覃伟等(2018)利用隶属函数法综合评价引进甘蔗花穗在我国的育种潜力,有助于将国外甘蔗优良性状基因导入我国甘蔗亲本血缘,以拓宽我国甘蔗亲本优异血缘;经艳芬等(2019)通过遗传力和配合力研究云瑞10系列甘蔗亲本及组合的杂交育种潜力,表明云瑞10系列可作为母本重点利用。云蔗0551是崖城90-56×新台糖23的杂交种,特点是中大茎、早熟、高产高糖及抗病性、抗旱性和宿根性强(刘家勇等,2016),其在云南蔗区平均产量达138 t/ha,创造了无灌溉区甘蔗单产最高纪录,是云南第二大主栽品种(Wu et al., 2024b)。云蔗081609是云蔗94-343和粤糖00-236的杂交种,特点是中大茎、早熟、高产、高糖、抗旱性强,属耐贮性品种(夏红明等,2018)。云蔗081609实现了高产和高糖的协调改良,峰值糖分

达20.3%,创造了国际峰值糖分的最高纪录,被广大蔗农誉为“糖王”(Wu et al., 2024a)。云蔗0551和云蔗081609在蔗糖分、产量、耐旱性和适应性等方面表现优异,已在云南甘蔗育种实践中普遍应用(Zhao et al., 2015, 2019)。纪新时等(2022)通过分级评价方法对云南自育甘蔗亲本选配组合进行育种潜力分析,其中云蔗0551×云蔗081609被评为1级组合;咎逢刚等(2022)在耿马蔗区对云蔗0551和云蔗081609进行试验示范评价,表明云蔗0551和云蔗081609综合表现为早熟、高产、高糖,可作为甘蔗新品种进行推广应用,不仅优化了蔗区品种结构,还大幅提升了蔗农收入;战健等(2022)通过对云蔗0551和云蔗081609苗期氮吸收利用效率进行比较,结果发现云蔗081609在苗期对氮的吸收量高于云蔗0551,苗期适宜需氮量低于云蔗05-51。【本研究切入点】云蔗0551和云蔗081609具有高糖、高产的优良特性,是培育高产、高糖品种的优良亲本资源,但将其作为亲本利用时,其有效茎数、株高、茎径和单茎重等与育种目标密切相关的农艺性状在杂交后代中的表现尚不清楚。虽然分别对云蔗0551和云蔗081609的研究已较深入,但目前对云蔗0551×云蔗081609杂交后代的相关研究鲜见报道。【拟解决的关键问题】于成熟期测定云蔗0551和云蔗081609及其杂交后代的8个主要农艺性状和工艺性状,对其进行遗传变异分析、相关分析、主成分分析及聚类分析,并利用隶属函数法综合评价D值来分析该亲本组合育种潜力,筛选出优良种质资源,为提高育种效率及选育优良甘蔗种质材料提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以云南第二大主栽品种云蔗0551(YZ0551)为母本,云南第一大主栽品种云蔗081609(YZ081609)为父本,先后于2018/2019杂交季和2021/2022杂交季在广东省科学院南繁种业研究所崖城甘蔗杂交育种基地和云南省农业科学院甘蔗研究所完成杂交,获得杂交花穗,其中,2018/2019杂交季获得的杂交后代编号以“8-”开头,2021/2022杂交季获得的杂交后代以“-V-”开头。2个杂交季共计培育杂交后代435份,连同其双亲共计437份材料构成本研究群体。

1.2 农艺性状和工艺性状测定

试验于2024年4月,采用随机区组的方式布置在云南省农业科学院甘蔗研究所试验基地(开远),

试验设3次重复,行长1.2 m,行距1.0 m,下芽量1棵/行,采用常规田间管理。

于2024年12月上旬,大田测定新植甘蔗的株高、茎径、有效茎数、锤度。田间取样后参照甘蔗制糖化学管理分析方法测定甘蔗糖度和糖产量等工艺性状,采用云南省农业科学院甘蔗研究所开发的甘蔗品质分析系统软件进行计算(俞华先等, 2018; 咎逢刚等, 2020)。此外,称量单茎重用于估算蔗茎产量(咎逢刚等, 2020; 普新援等, 2025),每个性状调查3个重复。蔗茎产量和糖产量的计算公式如下:

$$\text{蔗茎产量(t/ha)} = \text{单茎重} \times \text{有效茎数} / 1000 \quad (1)$$

$$\text{蔗糖产量(t/ha)} = \text{蔗茎产量} \times \text{蔗糖分} \quad (2)$$

1.3 表型变异及遗传分析

采用Excel 2021和SPSS 26.0整理试验数据,使用OriginPro 2025绘图。参照潘静等(2024)、叶雪莲等(2024)、李子琛等(2025)的方法,计算亲本值P(母本为 P_1 、父本为 P_2)、方差(Vp_1 和 Vp_2)、中亲值(MP),再计算杂交后代群体的平均值(F)、标准差(S)、方差(VH)、变异系数(CV)、遗传传递力(Ta)、广义遗传力(H_b^2)、杂种优势率(H)、超高亲率(HH),计算公式如下:

$$CV(\%) = S/F \times 100 \quad (3)$$

$$Ta(\%) = F/MP \times 100 \quad (4)$$

$$H(\%) = (F - MP)/MP \times 100 \quad (5)$$

$$H_b^2(\%) = [VH - (Vp_1 + Vp_2)/2] / VH \times 100 \quad (6)$$

$$HH(\%) = \sum hp/n \times 100 \quad (7)$$

公式中, hp 为表型值超过高亲的杂交 F_1 代, n 为杂交 F_1 代群体数量。

1.4 相关分析、主成分分析及聚类分析

用Excel 2021和SPSS 26.0处理原始数据。利用Pearson法进行相关分析。参照曲志华等(2023)的方法进行主成分分析,并利用K-means法进行聚类分析,利用R4.5.1软件的circlize包和Complex-Heatmap包绘制聚类分析环形热图。

1.5 综合评价分析

基于主成分进行隶属函数分析,即基于主成分得分求权重,最后利用权重计算综合评价D值,计算公式(覃伟等, 2024)如下:

$$Z(X_j) = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (8)$$

公式中, X_j 表示第 j 个因子的得分值, $X_{\min}$ 和 $X_{\max}$ 分别表示第 j 个因子的最小值和最大值。

$$W_i = P_i \div \sum P_i, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (9)$$

公式中, W_i 表示第 i 个公因子在所有公因子中的重要程度, P_i 为各性状第 i 个公因子的贡献率。

$$D_i = \sum [Z(X_j) \times W_j], i=1, 2, 3 \cdots, n \quad (10)$$

公式中, D_i 表示供试材料农艺性状综合评价值, $Z(X_j)$ 表示隶属度值, W_j 表示权重值。利用 OriginPro 2025 绘制综合评价 D 值正态分布曲线。

2 结果与分析

2.1 农艺性状和工艺性状分析结果

从图1可知,云蔗0551和云蔗081609的杂交后代8个性状(6个农艺性状和2个工艺性状)均近似正态分布,锤度的平均值为23.56%,集中分布在23.00%~24.00%;甘蔗糖度的平均值为16.17%,集中分布在15.00%~17.00%;单茎重的平均值为1.25 kg,集中分布在1.00~1.60 kg;株高的平均值为172.19 cm,集中分布在150~200 cm;茎径的平均值为3.09 cm,集中分布在2.5~3.5 cm;有效茎数的平均值为91429条/ha,集中分布在60000~140000条/ha;蔗茎产量的平均值为116.22 t/ha,多集中在50.00~200.00 t/ha;糖产量的平均值为18.87 t/ha,集中分布在10.00~30.00 t/ha。

2.2 遗传变异分析结果

由表1可知,435份杂交后代材料的不同性状间差异明显,变异系数为3.68%~44.84%,其中糖产量和蔗茎产量的变异系数较大,分别为44.23%和44.84%,表明糖产量和蔗茎产量的遗传变异较丰富,其次是有效茎数和单茎重,变异系数分别为36.62%和26.01%,说明这2个性状变异程度也较大,锤度和甘蔗糖度的变异系数最小,分别为3.68%和5.52%,说明锤度和甘蔗糖度的变异程度较低;遗传传递力为71.69%~104.50%,其中有效茎和锤度的遗传传递力较高,分别为104.50%和98.23%;广义遗传力为61.35%~96.72%,最高的是株高和有效茎数,分别为96.72%和93.32%;株高和有效茎数的超高亲率分别为12.87%和11.95%。

2.3 相关分析结果

利用 Pearson 法对供试材料的8个性状进行相关分析,结果如表2所示。锤度与糖产量呈显著正相关($P < 0.05$);甘蔗糖度与锤度、单茎重、株高和糖产量呈极显著正相关($P < 0.01$,下同);单茎重与除锤度外的其他性状均呈极显著正相关;茎径与有效茎数、蔗茎产量、单茎重、株高和糖产量呈极显著正相关;有效茎数与单茎重、茎径、株高、蔗茎产量和糖产量呈极显著正相关;蔗茎产量与糖产量呈极显著正相关。因此,在实际育种过程中需要对各性状间的关系进行综合平衡,以确保既能提高产量又不会降低糖分含量。

2.4 主成分分析结果

对供试材料的8个性状进行主成分分析,以特征值 ≥ 1.000 为标准提取主成分,结果显示(表3),8个性状的主要信息集中在前3个主成分中,累计贡献率达84.966%,能代表参试材料的绝大部分信息。主成分中各变量的系数是表示该性状作用大小的主要指标。第一主成分(PC1)的贡献率为36.319%,特征值为2.906,载荷较高且为正值的性状包括有效茎数(0.471)、蔗茎产量(0.305)、糖产量(0.296)、株高(0.110)和锤度(0.003),主要反映有效茎数和蔗茎产量方面的情况,故把PC1概括为产量因子1;第二主成分(PC2)的贡献率为26.986%,特征值为2.159,载荷较高且为正值的性状包括茎径(0.504)、单茎重(0.484)、株高(0.183)、甘蔗糖度(0.025)、糖产量(0.017)和蔗茎产量(0.013),主要反映茎径、单茎重和株高方面的情况,故把PC2概括为产量因子2;第三主成分(PC3)的贡献率为21.661%,特征值为1.733,载荷较高且为正值的性状包括锤度(0.542)、甘蔗糖度(0.534)、糖产量(0.030)和株高(0.009),主要反映锤度、甘蔗糖度和糖产量方面的情况,故把PC3概括为糖分因子。

2.5 聚类分析结果

基于3个主成分进行聚类分析,结果(图2)显示,437份种质材料分成三大类,第I类共140份材料,其锤度、甘蔗糖度、株高、有效茎、蔗茎产量和糖产量的均值最高,分别为23.68%、16.30%、190.04 cm、127594条/ha、165.79 t/ha和27.02 t/ha,多数性状的变异系数较低,稳定性相对较好,可从这部分材料中选出高产、高糖甘蔗新品种,并可作为优良亲本利用;第II类共151份材料,其茎径和单茎重优势明显,均值分别为3.39 cm和1.49 kg,株高适中,均值为182.34 cm,这部分材料可用于单茎性状改良;第III类共146份材料,该类材料不同性状(除单茎重外)的变异系数高于I类和II类,无明显优势(表4)。

2.6 综合评价结果

基于主成分分析的3个主成分得分,参照覃伟等(2024)的方法计算 D 值(图3)。 D 值主要反映后代材料综合性状的表现情况, D 值越大,田间表现越理想。从表5可知,两亲本(云蔗0551和云蔗081609)作为对照组,其 D 值分别为0.4753和0.7102,后代材料中共有242份材料的 D 值超过云蔗0551,占比55.63%,共有4份材料的 D 值超过云蔗081609,占比0.09%;V-315、V-317、8-292、8-208等208份后代材料的 D 值大于0.5000,占后代材料的47.82%,田间表现优良。参考云南省农业科学院选种圃参试材料约前

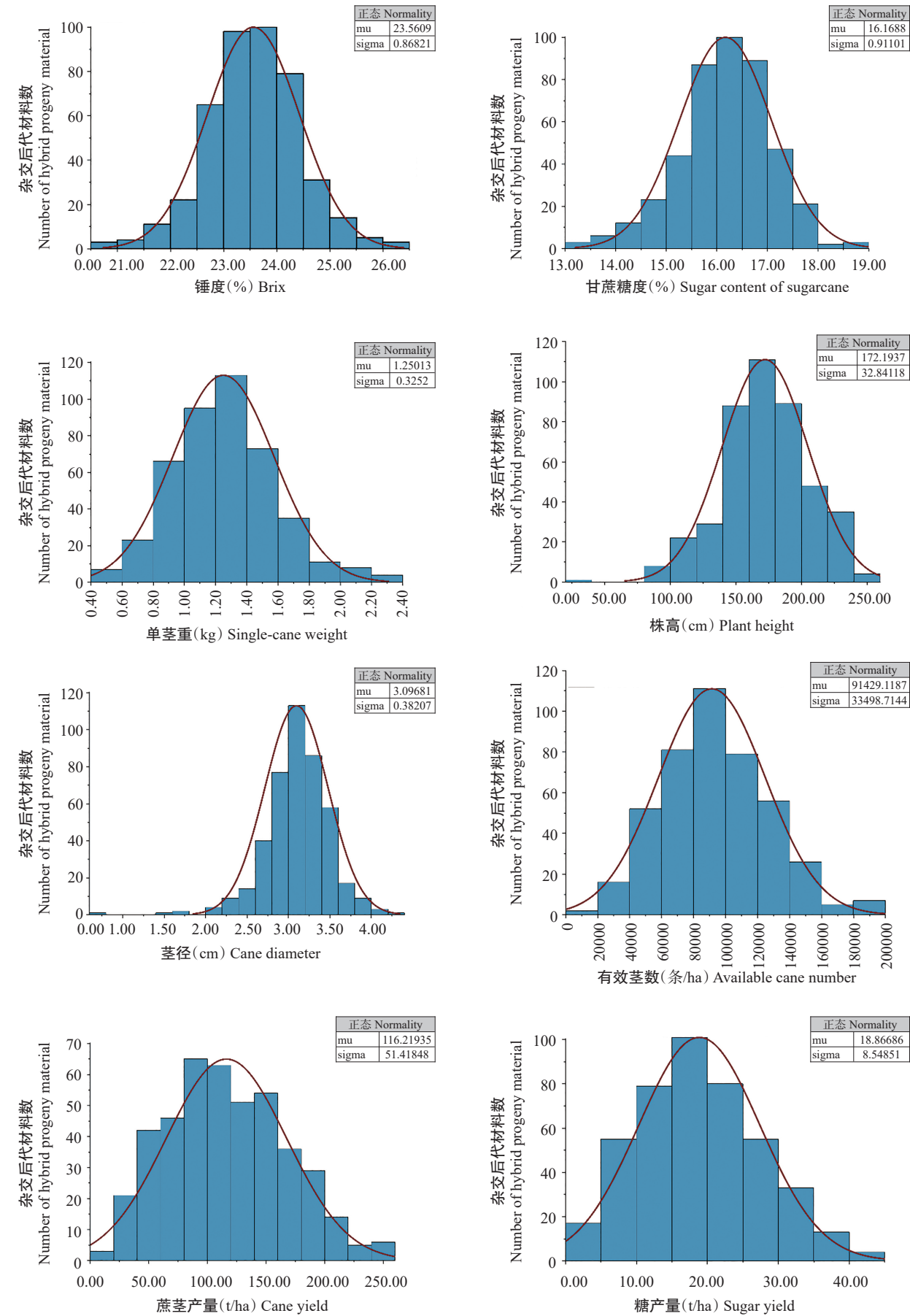


图1 云蔗0551和云蔗081609杂交 F_1 代的农艺性状和工艺性状分布情况

Fig. 1 Distribution of agronomic traits and technological traits in F_1 progeny of YZ0551 and YZ081609 hybrid

表 1 云蔗 0551 和云蔗 081609 F₁ 代农艺性状和工艺性状的遗传变异分析
Table 1 Genetic variation analysis of agronomic traits and technological traits in F₁ progeny of YZ0551 and YZ081609 hybrid

性状 Trait	亲本值 Parent value		中亲值 Mid-parent value	子代 Progeny						
	云蔗 0551 YZ0551	云蔗 081609 YZ081609		平均值 Average	变化范围 Variation range	变异系数 (%) Coefficient of variation	遗传传递力 (%) Genetic transmitting ability	杂种优势 率(%) Heterosis rate	广义遗传力 (%) Broad-sense heritability	超高亲率(%) Transgressive segregation rate
锤度(%) Brix	24.55	23.42	23.99	23.56	20.90~26.18	3.68	98.23	-1.77	90.49	8.97
甘蔗糖度(%) Sugar content of sugarcane	17.78	16.69	17.23	16.17	13.15~18.76	5.52	93.82	-6.18	71.79	0.69
单茎重(kg) Single-cane weight	1.19	2.04	1.62	1.25	0.45~2.36	26.01	77.39	-22.60	72.46	0.23
株高(cm) Plant height	185.17	200.78	192.97	172.19	35.33~248.78	19.08	89.23	-10.80	96.72	12.87
茎径(cm) Cane diameter	3.07	3.52	3.29	3.10	0.77~4.23	12.34	94.00	-6.00	66.22	3.22
有效茎数(条/ha) Available cane number (stem/ha)	55000	120000	87500	91429	10000~190000	36.62	104.50	4.49	93.32	11.95
蔗茎产量(t/ha) Cane yield	65.74	245.25	155.49	116.22	5.71~252.94	44.23	74.74	-25.30	63.85	0
糖产量(t/ha) Sugar yield	11.67	40.94	26.30	18.86	0.87~41.50	44.84	71.69	-28.30	61.35	0

表 2 供试材料农艺性状和工艺性状的相关性
Table 2 Correlation of agronomic and technological traits of tested materials

性状 Trait	甘蔗糖度 Sugar content of sugarcane	单茎重 Single-cane weight	株高 Plant height	茎径 Cane diameter	有效茎数 Available cane number	蔗茎产量 Cane yield	糖产量 Sugar yield
锤度 Brix	0.718**	0.001	0.032	0.000	0.026	0.015	0.096*
甘蔗糖度 Sugar content of sugarcane		0.126**	0.133**	0.074	0.009	0.076	0.190**
单茎重 Single-cane weight			0.638**	0.625**	0.126**	0.647**	0.652**
株高 Plant height				0.305**	0.412**	0.646**	0.648**
茎径 Cane diameter					0.132**	0.404**	0.404**
有效茎数 Available cane number						0.815**	0.800**
蔗茎产量 Cane yield							0.992**

*表示显著相关($P<0.05$), **表示极显著相关($P<0.01$)
* indicated significant correlation ($P<0.05$), ** indicated extremely significant correlation ($P<0.01$)

表 3 参试材料的主成分分析结果
Table 3 Principal component analysis results of tested materials

性状 Trait	PC1	PC2	PC3
锤度 Brix	0.003	-0.067	0.542
甘蔗糖度 Sugar content of sugarcane	-0.033	0.025	0.534
单茎重 Single-cane weight	-0.113	0.484	-0.013
株高 Plant height	0.110	0.183	0.009
茎径 Cane diameter	-0.194	0.504	-0.028
有效茎数 Available cane number	0.471	-0.316	-0.030
蔗茎产量 Cane yield	0.305	0.013	-0.032
糖产量 Sugar yield	0.296	0.017	0.030
特征值 Eigenvalue	2.906	2.159	1.733
贡献率(%) Contribution rate	36.319	26.986	21.661
累计贡献率(%) Cumulative contribution rate	36.319	63.305	84.966

10% 的入选标准, 44 份材料达入选标准, 其中 V-315、V-317、8-292、8-208、8-149、V-307 和 V-309 等 7 份材料的 D 值大于 0.7000, 田间综合表现优异, 具有高产、高糖的特性, 均属于聚类分析中的第 I 类群。值得一提的是, 材料 8-57 已经多年田间试验评价, 具有高产、高糖、抗倒伏特性, 表现优异, 品种名为云蔗 19519, 参加甘蔗新品种区域试验。

2.7 优质种质挖掘

通过田间调查和统计分析, 筛选出 7 份田间综合表现优良的种质资源, 其性状如表 6 所示。这 7 份种质材料表现出高糖、高产的特性, 可作为甘蔗杂交亲本加以利用, 其中, 锤度为 22.81%~25.07%, 甘蔗糖度为 16.20%~17.54%, 蔗茎产量为 211.47~252.94 t/ha, 糖产量均在 30.00 t/ha 以上, 已高于目前

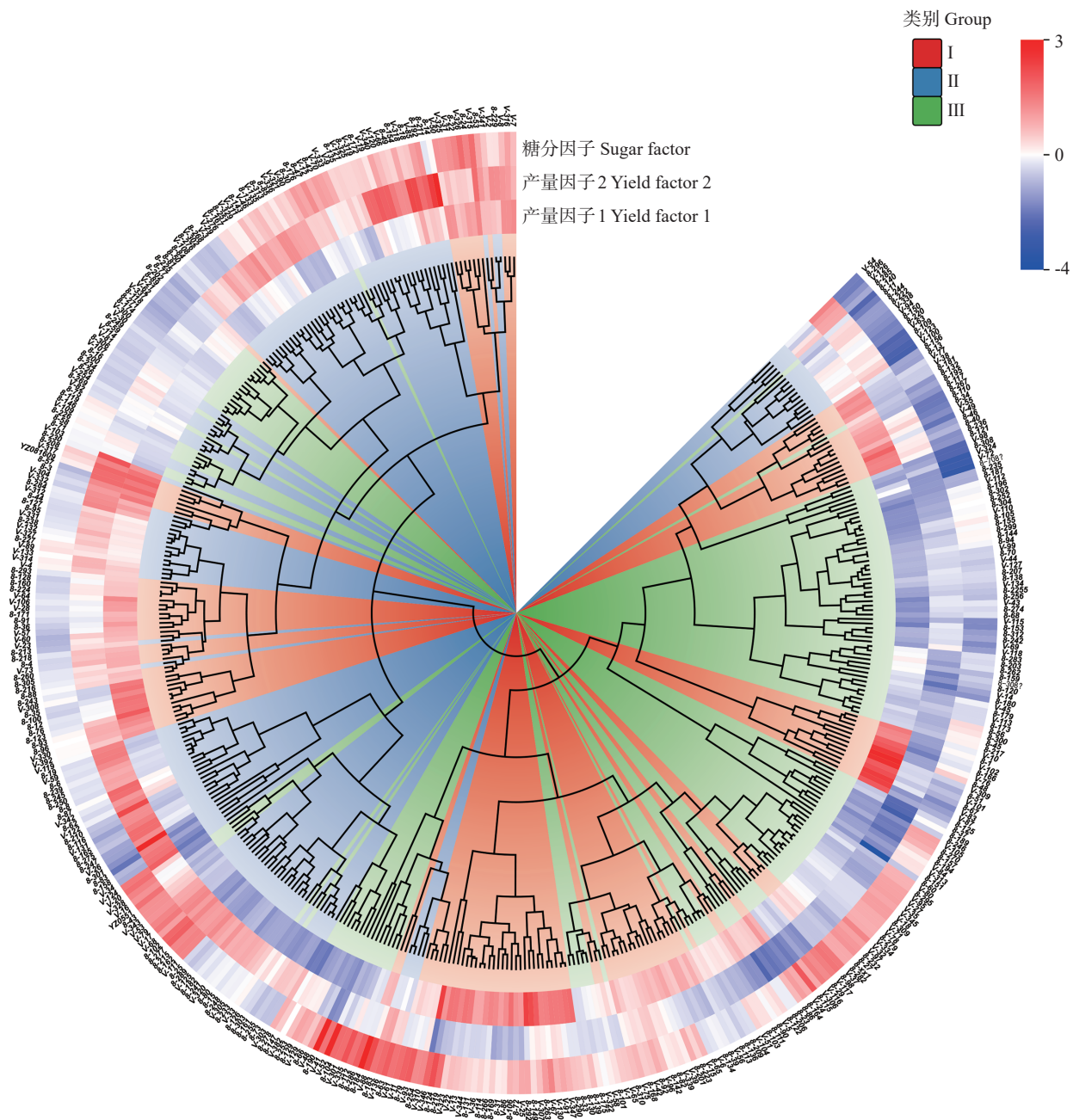


图2 基于主成分分析的聚类分析结果

Fig. 2 Cluster analysis results based on principal components analysis

表 4 参试材料不同类群性状特征分析

Table 4 Characteristic analysis of traits for tested materials of different groups

性状 Trait	I		II		III	
	均值 Mean	变异系数(%) Coefficient of variation	均值 Mean	变异系数(%) Coefficient of variation	均值 Mean	变异系数(%) Coefficient of variation
锤度(%) Brix	23.68	3.49	23.46	3.68	23.56	3.82
甘蔗糖度(%) Sugar content of sugarcane	16.30	5.11	16.15	5.45	16.08	5.95
单茎重(kg) Single-cane weight	1.31	19.75	1.49	16.94	0.95	19.14
株高(cm) Plant height	190.04	13.66	182.34	13.68	144.88	19.27
茎径(cm) Cane diameter	3.07	7.85	3.39	7.70	2.83	13.74
有效茎数(条/ha) Available cane number (stem/ha)	127594	17.13	77831	24.40	70765	36.24
蔗茎产量(t/ha) Cane yield	165.79	20.89	117.60	32.12	67.80	38.60
糖产量(t/ha) Sugar yield	27.02	20.90	19.04	33.26	10.95	39.11

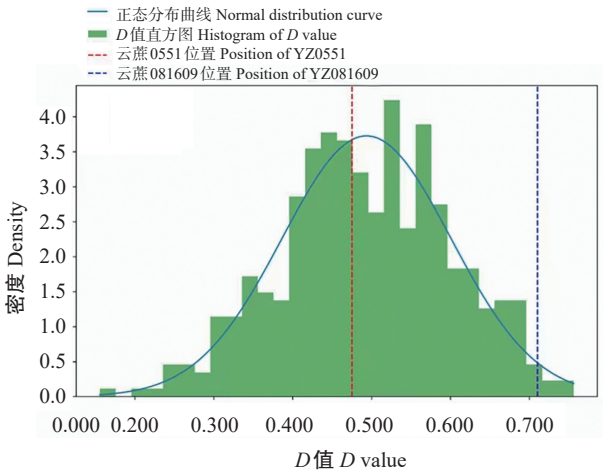


图3 供试材料的综合评价D值分布

Fig. 3 Distribution of comprehensive evaluation *D* values of tested materials

表5 优于亲本种质材料的综合评价结果

Table 5 Comprehensive evaluation results of germplasm materials superior to parents

材料 Material	<i>D</i> 值 <i>D</i> value	排序 Order	材料 Material	<i>D</i> 值 <i>D</i> value	排序 Order	材料 Material	<i>D</i> 值 <i>D</i> value	排序 Order	材料 Material	<i>D</i> 值 <i>D</i> value	排序 Order
V-315	0.7560	1	8-3	0.6394	40	V-120	0.5940	79	V-39	0.5647	118
V-317	0.7484	2	8-14	0.6387	41	8-72	0.5932	80	8-121	0.5638	119
8-292	0.7270	3	8-53	0.6372	42	V-340	0.5918	81	V-37	0.5620	120
8-208	0.7162	4	8-22	0.6362	43	V-96	0.5916	82	V-339	0.5619	121
YZ081609	0.7102	5	8-211	0.6356	44	V-19	0.5905	83	8-49	0.5603	122
8-149	0.7096	6	V-13	0.6340	45	8-310	0.5876	84	8-254	0.5602	123
V-307	0.7047	7	V-83	0.6339	46	V-87	0.5852	85	8-88	0.5599	124
V-309	0.7002	8	8-284	0.6332	47	8-154	0.5844	86	V-4	0.5594	125
V-346	0.6948	9	V-344	0.6327	48	8-63	0.5843	87	8-36	0.5591	126
8-18	0.6943	10	8-124	0.6304	49	V-310	0.5834	88	8-1	0.5580	127
8-57	0.6928	11	8-106	0.6271	50	V-25	0.5829	89	V-342	0.5578	128
V-316	0.6891	12	V-22	0.6219	51	V-73	0.5826	90	8-167	0.5574	129
8-230	0.6872	13	V-76	0.6212	52	V-86	0.5810	91	8-251	0.5572	130
8-123	0.6859	14	V-101	0.6205	53	8-125	0.5807	92	V-42	0.5570	131
8-48	0.6836	15	8-172	0.6199	54	8-92	0.5807	93	8-216	0.5569	132
V-67	0.6799	16	8-12	0.6193	55	V-122	0.5799	94	V-133	0.5559	133
V-8	0.6784	17	V-330	0.6184	56	8-82	0.5792	95	8-133	0.5554	134
V-326	0.6769	18	V-323	0.6181	57	V-136	0.5789	96	8-30	0.5538	135
V-91	0.6766	19	8-76	0.6177	58	8-87	0.5788	97	V-38	0.5527	136
8-192	0.6763	20	V-392	0.6174	59	8-35	0.5782	98	8-168	0.5520	137
V-130	0.6751	21	V-308	0.6153	60	V-314	0.5766	99	8-47	0.5500	138
V-325	0.6706	22	8-46	0.6150	61	V-75	0.5741	100	8-98	0.5483	139
V-7	0.6703	23	8-67	0.6145	62	8-218	0.5737	101	V-77	0.5479	140
8-219	0.6690	24	8-266	0.6137	63	8-4	0.5734	102	V-15	0.5477	141
8-263	0.6687	25	V-2	0.6129	64	V-106	0.5727	103	8-62	0.5475	142
8-51	0.6681	26	8-100	0.6128	65	8-169	0.5724	104	8-223	0.5469	143
8-184	0.6640	27	V-31	0.6123	66	8-131	0.5700	105	8-31	0.5466	144
V-50	0.6630	28	V-319	0.6095	67	V-28	0.5698	106	8-176	0.5463	145
V-304	0.6610	29	V-341	0.6073	68	V-11	0.5695	107	8-164	0.5456	146
8-93	0.6581	30	V-312	0.6072	69	8-260	0.5690	108	V-17	0.5453	147
V-347	0.6577	31	8-229	0.6033	70	8-183	0.5688	109	V-60	0.5442	148
8-33	0.6571	32	8-114	0.6003	71	V-276	0.5686	110	8-171	0.5437	149
8-290	0.6521	33	8-201	0.5989	72	V-46	0.5678	111	8-34	0.5423	150
V-8	0.6519	34	V-64	0.5977	73	8-166	0.5678	112	V-311	0.5396	151
V-88	0.6507	35	8-79	0.5974	74	V-66	0.5667	113	8-305	0.5379	152
8-24	0.6498	36	V-93	0.5959	75	V-36	0.5655	114	V-333	0.5375	153
V-318	0.6471	37	8-243	0.5955	76	8-236	0.5649	115	8-91	0.5371	154
V-85	0.6448	38	V-332	0.5951	77	V-10	0.5647	116	V-61	0.5349	155
8-96	0.6415	39	8-40	0.5942	78	8-142	0.5647	117	8-160	0.5332	156

甘蔗品种的产量。因此,这7份种质资源在育种优势上展现出“高产—高糖—高糖产”的三维度高效协同,为后续育种工作提供重要支撑。

3 讨论

农艺性状是区别不同甘蔗种质材料差异最简单、最基础的依据。通过农艺性状数据的大田收集和整理能直接了解其种性,苗锦山等(2010)、段志芬等(2013)认为农艺性状是研究种质资源最基本、最快速和最重要的方法,对其展开遗传多样性研究,可快速了解甘蔗种质的利用价值,以便精准育种。谭秦亮等(2022)认为遗传变异系数是衡量遗传变异潜力大小的指标,表示群体中直接选择的范围,变异系

续表 5 优于亲本种质材料的综合评价结果
Continued Table 5 Comprehensive evaluation results of germplasm materials superior to parents

材料 Material	D 值 D value	排序 Order	材料 Material	D 值 D value	排序 Order	材料 Material	D 值 D value	排序 Order	材料 Material	D 值 D value	排序 Order
8-286	0.5331	157	V-79	0.5231	179	8-277	0.5070	201	V-58	0.4888	223
V-6	0.5327	158	V-23	0.5219	180	8-247	0.5065	202	V-32	0.4882	224
8-238	0.5326	159	V-70	0.5214	181	8-44	0.5049	203	V-9	0.4880	225
8-143	0.5324	160	V-335	0.5197	182	V-65	0.5046	204	8-102	0.4876	226
V-68	0.5323	161	V-24	0.5193	183	8-134	0.5030	205	8-250	0.4873	227
8-285	0.5322	162	V-52	0.5193	184	8-156	0.5024	206	8-232	0.4860	228
8-13	0.5318	163	8-181	0.5189	185	8-162	0.5018	207	8-245	0.4860	229
V-327	0.5314	164	8-110	0.5184	186	8-275	0.5017	208	V-97	0.4855	230
V-57	0.5313	165	8-282	0.5178	187	V-55	0.5015	209	V-302	0.4851	231
V-102	0.5312	166	8-39	0.5171	188	V-29	0.4993	210	8-268	0.4845	232
8-224	0.5306	167	V-329	0.5165	189	V-119	0.4977	211	8-111	0.4844	233
8-112	0.5304	168	8-95	0.5164	190	V-71	0.4973	212	V-82	0.4841	234
V-89	0.5291	169	8-128	0.5146	191	V-5	0.4962	213	8-113	0.4809	235
V-53	0.5290	170	V-12	0.5135	192	V-126	0.4958	214	V-111	0.4806	236
V-132	0.5285	171	8-210	0.5121	193	8-309	0.4956	215	8-135	0.4798	237
V-331	0.5277	172	8-101	0.5119	194	V-59	0.4923	216	8-90	0.4789	238
8-293	0.5273	173	8-27	0.5114	195	8-43	0.4914	217	8-19	0.4774	239
V-49	0.5268	174	8-213	0.5105	196	8-313	0.4914	218	8-103	0.4772	240
8-227	0.5268	175	V-56	0.5095	197	V-18	0.4910	219	8-122	0.4763	241
8-65	0.5262	176	8-42	0.5088	198	8-239	0.4906	220	8-86	0.4755	242
V-1	0.5250	177	8-6	0.5083	199	V-51	0.4904	221	8-8	0.4754	243
8-127	0.5235	178	8-267	0.5071	200	8-165	0.4896	222	YZ0551	0.4753	244

表 6 筛选的优异材料性状特征
Table 6 Trait characteristics of selected elite materials

材料名称 Germplasm	排序 Order	锤度(%) Brix	甘蔗糖度(%) Sugar content of sugarcane	单茎重(kg) Single-cane weight	株高(cm) Plant height	茎径(cm) Cane diameter	有效茎数(条/ha) Available cane number (stem/ha)	蔗茎产量 (t/ha) Cane yield	糖产量 (t/ha) Sugar yield
V-315	1	25.07	17.54	2.22	203.67	3.28	106667	236.41	41.50
V-317	2	23.95	16.43	2.13	248.78	3.31	120000	251.27	41.44
8-292	3	24.86	16.56	1.26	152.44	3.63	190000	231.42	38.31
8-208	4	24.10	16.52	2.00	209.67	3.33	120000	240.16	39.72
8-149	5	23.86	16.51	1.47	204.89	3.19	156667	231.78	38.33
V-307	6	24.07	16.74	1.50	235.00	3.06	143333	211.47	35.41
V-309	7	22.81	16.20	1.50	173.00	3.00	180000	252.94	41.11

数大的性状说明从该群体中筛选出具有该性状的优良个体的概率大,反之则小。本研究中,云蔗0551和云蔗081609的杂交后代变异系数为3.68%~44.84%,其中糖产量和蔗茎产量的变异系数较大,说明从该群体中选育出高糖产量、高蔗茎产量种质的概率更高,产量性状的改良相对容易;锤度和甘蔗糖度的变异系数较小(小于10.00%),说明选育出高锤度和高甘蔗糖度种质的概率较低,锤度的变异系数与周珊等(2023)的研究结果基本一致,但甘蔗糖度的变异系数低于刘家勇等(2022)的研究结果,可能是供试材料、亲本和组合及其数量的差异所导致。以上研究可能表明产量性状相关调控基因拥有更为丰富的遗传变异,而糖分性状相对保守,符合育种实践中的现实规律。

俞华先等(2025b)基于投影寻踪法对甘蔗新品种工艺性状和农艺性状进行综合评价,结果表明,单

位面积的产量和产糖量是评价甘蔗品种优劣的重要指标。本研究相关分析结果显示,蔗茎产量与糖产量呈极显著正相关,与赵俊等(2012)的研究结果基本相符,而糖产量由蔗茎产量和蔗糖分决定,在品种改良过程中,产量和糖分只需其中之一能保持亲本水平,另一性状有所提高,就可能获得更优良的高产、高糖新品种。例如本研究中综合评价排名前4的V-315、V-317、8-292和8-208,这4份材料并非每个性状均高于亲本,但这些性状与亲本差异较小,且糖分或产量超过亲本,故其综合评价优于亲本。因此在甘蔗育种实践中,需要考虑糖分与产量相协调。此外,本研究中,云蔗0551和云蔗081609杂交后代的有效茎数和锤度遗传传递力最高,株高和有效茎数的广义遗传力和超高亲率均较高。有效茎和株高属于产量因子,锤度属于糖分因子,说明云蔗0551和云蔗081609的高产、高糖性状遗传给后代的概率

高,且遗传较稳定,具有较高的育种潜力价值。

在田间试验过程中,材料的性状表现易受环境因素的影响。本研究中供试亲本材料的株高与俞华先等(2017)、兰凤等(2024)对云蔗0551和云蔗081609在德宏蔗区的丰产性研究结果相比整体偏低,这可能是由于红河蔗区降水量较少而日照时间较长使生长季缺水所导致。由于所有材料的生长环境和管理方法相同,对种质的评价主要为多性状综合指标,能充分表现试验材料在相同环境下的表型差异,故株高偏低并不影响本研究的评价结果,但由于不良环境因素的影响,可能会限制优良种性的发挥。参考云南省农业科学院选种圃参试材料约前10%的入选标准,达入选标准的材料有44份,后续将开展进一步筛选和评价,从中选育高产、高糖、性状稳定的材料作为储备并加以利用。

4 结论

云蔗0551和云蔗081609的高糖、高产性状遗传稳定,具有较高的育种价值,可作为甘蔗育种的重要亲本。二者杂交后代的农艺性状遗传变异丰富,其中V-315、V-317、8-292、8-208、8-149、V-307和V-309等综合表现优良,可作为高产、高糖亲本利用,同时可对其开展品比试验,进一步选育优良新品种。杂交后代8-57经过多年田间试验评价,表现高产、高糖、抗倒伏,特性优良,品种名为云蔗19519,参加甘蔗新品种区域试验。

参考文献(References):

段志芬,刘本英,汪云刚,谢瑾,孙雪梅,宋维希,矣兵,马玲. 2013. 云南野生茶树资源农艺性状多样性分析[J]. 西北农业学报, 22(1): 125-131. [Duan Z F, Liu B Y, Wang Y G, Xie J, Sun X M, Song W X, Yi B, Ma L. 2013. Diversity analysis of agronomic traits of wild tea plants in Yunnan[J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 22(1): 125-131.] doi: 10.15889/j.issn.1002-1302.2025.11.016.

郭强,江清梅,何洪良,黎正英,梁永检,秦昌鲜,唐利球. 2024. 基于主成分分析和聚类分析评价141份中蔗优良品系资源[J]. 热带作物学报, 45(1): 49-59. [Guo Q, Jiang Q M, He H L, Li Z Y, Liang Y J, Qin C X, Tang L Q. 2024. Evaluation of 141 excellent Zhongzhe sugarcane germplasms based on principal component analysis and cluster analysis[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 45(1): 49-59.] doi: 10.3969/j.issn.1000-2561.2024.01.006.

黄玉新,周珊,黄冬梅,段维兴,杨翠芳,王泽平,曾璇,张革民,张保青. 2025. 甘蔗创新种质后代对3种常见真菌性病害的抗性鉴定评价[J]. 江苏农业科学, 53(11): 111-117. [Huang Y X, Zhou S, Huang D M, Duan W X, Yang C F, Wang Z P, Zeng X, Zhang G M, Zhang B Q. 2025. Identification and evaluation of resistance of sugarcane innovative germplasm offspring to three common fungal diseases[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 53(11): 111-

117.]

纪新时,刘海俊,仲海成,封秀梅,王恒彦,杨春林,夏红明,李绍伟,刘家勇, Werapon P, Taksina S, 赵培方. 2022. 云南自育甘蔗亲本选配组合在勐海蔗区的育种潜力分析[J]. 甘蔗糖业, 51(2): 1-7. [Ji X S, Liu H J, Zhong H C, Feng X M, Wang H Y, Yang C L, Xia H M, Li S W, Liu J Y, Werapon P, Taksina S, Zhao P F. 2022. The breeding potential in Menghai County of cross combinations containing sugarcane parental clones developed in Yunnan[J]. Sugarcane and Canesugar, 51(2): 1-7.]

蒋洪涛,蒋夏兰,商贺阳,李安贵,张木清. 2021. 利用多元统计分析方法评价甘蔗新品系的抗旱性[J]. 中国糖料, 43(3): 1-7. [Jiang H T, Jiang X L, Shang H Y, Li A G, Zhang M Q. 2021. Evaluation of drought-resistance in new sugarcane clones by multiple statistics analysis[J]. Sugar Crops of China, 43(3): 1-7.] doi: 10.13570/j.cnki.scc.2021.03.001.

经艳芬,边芯,桃联安,董立华,郎荣斌,俞华先,安汝东,周清明,田春艳. 2019. 云瑞10系列甘蔗亲本及其组合的杂交种潜力分析[J]. 南方农业学报, 50(1): 16-24. [Jing Y F, Bian X, Tiao L A, Dong L H, Lang R B, Yu H X, An R D, Zhao Q M, Tian C Y. 2019. Breeding potential analysis of Yunrui 10 series sugarcane parents and their crossing combinations[J]. Journal of Southern Agriculture, 50(1): 16-24.] doi: 10.3969/j.issn.2095-1191.2019.01.03.

兰凤,李媛甜,许三绵,王先,赵兴笔,钱文英,黄滔,杨光琴,赵永康,蔺乔仙,何珂,杨梅. 2024. 云蔗081609在德宏蔗区的引进推广应用[J]. 甘蔗糖业, 53(5): 11-16. [Lan F, Li A T, Xu S M, Wang X, Zhao X B, Qian W Y, Huang T, Yang G Q, Zhao Y K, Lin Q X, He K, Yang M. 2024. Introduction and promotion of Yunzhe 081609 in Dehong sugarcane area[J]. Sugarcane and Canesugar, 53(5): 11-16.] doi: 10.3969/j.issn.1005-9695.2024.05.002.

郎荣斌,边芯,朱建荣,孙有芳,桃联安,董立华,安汝东,周清明,俞华先,经艳芬. 2015. 甘蔗野生血缘云瑞创新亲本的遗传力及配合力分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 41(6): 582-589. [Lang R B, Bian X, Zhu J R, Sun Y F, Tao L A, Dong L H, An R D, Zhao Q M, Yu H X, Jing Y F. 2015. Heritability and combining ability of Yunrui innovation parents with wild sugarcane blood[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 41(6): 582-589.] doi: 10.13331/j.cnki.jhau.2015.06.002.

李子琛,王大江,王昆,孙思邈,田雯,王霖,孙延明,刘昭,郭含欣,尚薇,高源. 2025. 红勋1号与重瓣海棠杂交F₁代花性状遗传分析[J]. 果树学报, 43(2): 237-245. [Li Z C, Wang D J, Wang K, Sun S M, Tian W, Wang L, Sun Y M, Liu Z, Guo H X, Shang W, Gao Y. 2025. Genetic analysis of floral traits in F₁ hybrids of Hongxun No. 1× Double-flowering crabapple[J]. Journal of Fruit Science, 43(2): 237-245.] doi: 10.13925/j.cnki.gsxb.20250351.

刘家勇,咎逢刚,赵培方,赵丽萍,姚丽,赵俊,赵勇,胡鑫,夏红明,覃伟,吴才文,张跃彬,杨昆. 2022. 甘蔗种质资源蔗糖分性状遗传变异分析及高糖种质发掘[J]. 植物遗传资源学报, 23(3): 746-756. [Liu J Y, Zan F G, Zhao P F, Zhao L P, Yao L, Zhao J, Hu X, Xia H M, Qin W, Wu C W, Zhang Y B, Yang K. 2022. Genetic variation of sucrose content and exploration of high sugar genotypes in sugarcane germplasm[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 23(3): 746-754.] doi: 10.13430/j.cnki.jpgr.20211109002.

刘家勇,赵培方,杨昆,夏红明,吴才文,陈学宽,赵俊,杨洪昌,咎逢刚,姚丽,吴转娣,赵丽萍,覃伟. 2016. 甘蔗新品

- 种云蔗05-51的选育[J]. 中国糖料, 38(1): 8-10. [Liu J Y, Zhao P F, Yang K, Xia H M, Wu C W, Chen X K, Zhao J, Yang H C, Zan F G, Yao L, Wu Z D, Zhao L P, Qin W. 2016. Breeding of a new sugarcane variety Yunzhe 05-51 [J]. Sugar Crops of China, 38(1): 8-10.] doi: 10.13570/j.cnki.scc.2016.01.003.
- 刘少谋, 王勤南, 符成, 张垂明, 周峰. 2011. 甘蔗常用亲本及杂交组合家系评价[J]. 植物遗传资源学报, 12(2): 234-240. [Liu S M, Wang Q N, Fu C, Zhang C M, Zhou F. 2011. Family assessment of usual sugarcane parents and their cross combination[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 12(2): 234-240.] doi: 10.13430/j.cnki.jpgr.2011.02.013.
- 苗锦山, 刘彩霞, 戴振建, 杨文才, 王俊英, 郎德山, 沈火林. 2010. 葱种质资源数量性状的聚类分析、相关性和主成分分析[J]. 中国农业大学学报, 15(3): 41-49. [Miao J S, Liu C X, Dai Z J, Yang W C, Wang J Y, Lang D S, Shen H L. 2010. Clustering, correlation and principal component analyses in welsh onion (*Allium fistulosum* L.) germplasm resources[J]. Journal of China Agricultural University, 15(3): 41-49.]
- 潘静, 孟志浩, 王森, 王海波, 何平, 常源升, 郑文燕, 李林光, 王琛, 王平, 何晓文. 2024. 苹果‘金冠’和‘长富2号’正反交F₁代果实品质性状多样性及综合评价[J]. 中国农业科学, 57(24): 4945-4963. [Pan J, Meng Z H, Wang S, Wang H B, He P, Chang Y S, Zheng W Y, Li L G, Wang C, Wang P, He X W. 2024. Diversity analysis and comprehensive evaluation of fruit quality traits in reciprocal cross progenies of apple golden delicious and Fuji Nagafu No.2 [J]. Scientia Agricultura Sinica, 57(24): 4945-4963.] doi: 10.3864/j.issn.0578-1752.2024.24.010.
- 普新援, 姚丽, 艾静, 张静, 任生林, 夏红明, 赵丽萍, 赵俊, 赵培方, 刘家勇, 陈学宽, 咎逢刚. 2025. 云南省第16轮甘蔗品种区试开远点评价[J]. 中国糖料, 47(1): 31-42. [Pu X Y, Yao L, Ai J, Zhang J, Ren S L, Xia H M, Zhao L P, Zhao J, Zhao P F, Liu J Y, Chen X K, Zan F G. 2025. Evaluation on the sixteenth sugarcane regional trial of Yunnan Province in Kaiyuan [J]. Sugar Crops of China, 47(1): 31-42.] doi: 10.13570/j.cnki.scc.2025.01.005.
- 曲志华, 张丽丽, 胡杨, 乔海明, 李峰, 白苇. 2023. 国外引进亚麻种质资源的农艺性状评价[J]. 作物杂志, (6): 47-53. [Qu Z H, Zhang L L, Hu Y, Qiao H M, Li F, Bai W. 2023. Agronomic characteristics evaluation on introduced flax germplasm resources[J]. Crops, (6): 47-53.] doi: 10.16035/j.issn.1001-7283.2023.06.007.
- 任生林, 张静, 赵丽萍, 覃伟, 赵培方, 赵勇, 姚丽, 赵俊. 2025. 基于DTOPSIS法的甘蔗新品种综合评价[J]. 热带作物学报, 46(8): 1826-1834. [Ren S L, Zhang J, Zhao L P, Qin W, Zhao P F, Zhao Y, Yao L, Zhao J. 2025. Comprehensive evaluation of new *Saccharum officinarum* varieties based on DTOPSIS method [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 46(8): 1826-1834.] doi: 10.3969/j.issn.1000-2561.2025.08.005.
- 覃伟, 蔡青, 吴才文, 王晓燕, 陈学宽, Jackson P A, 韦先明, 赵俊, 咎逢刚, 赵培方, 杨昆, 姚丽, 刘家勇, 夏红明, 赵丽萍, 朱建荣, 赵勇, 范源洪. 2018. 澳大利亚引进甘蔗花穗在中国育种潜力评价[J]. 植物遗传资源学报, 19(4): 760-768. [Qin W, Cai Q, Wu C W, Wang X Y, Chen X K, Jackson P A, Wei X M, Zhao J, Zan F G, Zhao P F, Yang K, Yao L, Liu J Y, Xia H M, Zhao L P, Zhu J R, Zhao Y, Fan Y H. 2018. Evaluating the breeding potential of sugarcane resources imported from Australia [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 19(4): 760-768.] doi: 10.13430/j.cnki.jpgr.20171027002.
- 覃伟, 张保青, 黄玉新, 周珊, 赵丽萍, 李纯佳, 李旭娟, 张静, 李傲梅, 任生林, 黄东亮, 刘新龙. 2024. 甘蔗宿根关键性状及其在宿根性快速评价中的应用[J]. 植物遗传资源学报, 25(3): 399-412. [Qin W, Zhang B Q, Huang Y X, Zhou S, Zhao L P, Li C J, Li X J, Zhang J, Li A M, Ren S L, Huang D L, Liu X L. 2024. Identification of key factors applicable in rapid evaluation of sugarcane ratooning ability [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 25(3): 399-412.] doi: 10.13430/j.cnki.jpgr.20230808002.
- 谭秦亮, 朱鹏锦, 李穆, 程琴, 周全光, 庞新华. 2022. 基于主成分与聚类分析的甘蔗新品种(系)主要农艺及产量性状的评价[J]. 热带农业科学, 42(3): 32-38. [Tian Q L, Zhu P J, Li M, Cheng Q, Zhou Q G, Pang X H. 2022. Evaluation of main agronomic and yield traits of new sugarcane varieties (lines) based on principal component and cluster analysis [J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 42(3): 32-38.] doi: 10.12008/j.issn.1009-2196.2022.03.007.
- 吴才文, 刘家勇, 赵俊, 赵培方, 候朝祥. 2008. 甘蔗引进亲本创新利用及育种潜力分析[J]. 西南农业学报, 21(6): 1671-1675. [Wu C W, Liu J Y, Zhao J, Zhao P F, Hou C X. 2008. Research on breeding potential and variety improvement of exotic parents in sugarcane [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 21(6): 1671-1675.] doi: 10.16213/j.cnki.scjas.2008.06.038.
- 吴才文, 赵俊, 赵培方, 刘家勇, 杨昆, 夏红明, 咎逢刚. 2010. 几个新台糖甘蔗品种杂交育种潜力研究[J]. 西南农业学报, 23(5): 1413-1417. [Wu C W, Zhao J, Zhao P F, Liu J Y, Yang K, Xia H M, Zan F G. 2010. Research on breeding potential of several ROC varieties in sugarcane [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 23(5): 1413-1417.] doi: 10.16213/j.cnki.scjas.2010.05.025.
- 夏红明, 赵培方, 刘家勇, 赵俊, 咎逢刚, 陈学宽, 杨昆, 杨洪昌, 姚丽, 赵丽萍, 吴转娣, 覃伟, 吴才文. 2018. 早熟高糖甘蔗新品种云蔗081609的选育[J]. 中国糖料, 40(5): 6-9. [Xia H M, Zhao P F, Liu J Y, Zhao J, Zan F G, Chen X K, Yang K, Yang H C, Yao L, Zhao L P, Wu Z D, Qin W, Wu C W. 2018. Breeding of new sugarcane variety Yunzhe 081609 with early maturing and high sucrose content [J]. Sugar Crops of China, 40(5): 6-9.] doi: 10.13570/j.cnki.scc.2018.05.002.
- 谢蒙潇, 丘舒琪, 张怡, 谭丽花, 刘月廉, 胡汉桥, 王冠, 任磊, 王燕燕. 2024. 甘蔗环斑病致病菌的鉴定及生物学特性分析[J]. 热带生物学报, 15(5): 608-614. [Xie M X, Qiu S Q, Zhang Y, Tan L H, Liu Y L, Hu H Q, Wang G, Ren L, Wang Y Y. 2024. Pathogen identification and biological characterization of sugarcane ring spot disease [J]. Journal of Tropical Biology, 15(5): 608-614.] doi: 10.15886/j.cnki.rdsxb.20230121.
- 叶雪莲, 陈靖雯, 姚祥坦, 权新华, 黄鹏. 2024. 不结球白菜叶片皱缩性状的遗传分析[J]. 中国农业科学, 57(18): 3684-3694. [Ye X L, Chen J W, Yao X T, Quan X H, Huang L. 2024. Genetic analysis of the leaf wrinkling traits in non-heading Chinese cabbage [J]. Scientia Agricultura Sinica, 57(18): 3684-3694.] doi: 10.3864/j.issn.0578-1752.2024.18.013.
- 俞华先, 安汝东, 郎荣斌, 周清明, 桃联安, 边芯, 经艳芬. 2017. 甘蔗新品种云蔗05-51在德宏蔗区的丰产性及稳产性分析[J]. 中国糖料, 39(5): 9-11. [Yu H X, An R D,

- Lang R B, Zhou Q M, Tao L A, Bian X, Jing Y F. 2017. Analysis on high-yield and stability of sugarcane variety Yunzhe 05-51 in Dehong region[J]. Sugar Crops of China, 39(5):9-11. doi:10.13570/j.cnki.scc.2017.05.003.
- 俞华先, 安汝东, 桃联安, 郎荣斌, 边芯, 张钰, 刘新龙, 刘家勇, 赵丽萍, 刘洪博, 张革民, 张保青. 2025a. 基于农艺性状对 57NG208 与南涧果蔗正反交后代综合评价[J]. 作物杂志, (1):94-103. [Yu H X, An R D, Tao L A, Lang R B, Bian X, Zhang Y, Liu X L, Liu J Y, Zhao L P, Liu H B, Zhang G M, Zhang B Q. 2025. Comprehensive evaluation of reciprocal cross hybrids between 57NG208 and Nanjian chewing cane based on agronomic traits [J]. Crops, (1):94-103.] doi:10.16035/j.issn.1001-7283.2026.01.012.
- 俞华先, 安汝东, 杨芳, 桃联安, 郎荣斌, 边芯, 张钰, 刘新龙, 刘家勇, 赵丽萍. 2025b. 基于投影寻踪法对甘蔗新品系工农艺性状的综合评价[J]. 中国糖料, 47(3):28-38. [Yu H X, An R D, Yang F, Tao L A, Lang R B, Bian X, Zhang Y, Liu X L, Liu J Y, Zhao L P. 2025. Comprehensive evaluation of industrial and agronomic traits of new sugarcane strains based on projection pursuit method [J]. Sugar Crops of China, 47(3):28-38.] doi:10.13570/j.cnki.scc.2025.03.004.
- 俞华先, 经艳芬, 安汝东, 郎荣斌, 桃联安, 周清明. 2018. 云瑞系列甘蔗品种(系)主要品质性状相关和通径分析[J]. 亚热带农业研究, 14(1):8-14. [Yu H X, Jing Y F, An R D, Lang R B, Tao L A, Zhou Q M. 2018. Correlation and path analysis of main quality traits of Yunrui series sugarcane varieties (lines) [J]. Subtropical Agriculture Research, 14(1):8-14.] doi:10.13321/j.cnki.subtrop.agric.res.2018.01.002.
- 俞华先, 经艳芬, 安汝东, 郎荣斌, 田春艳, 董立华, 桃联安, 孙有芳, 杨李和, 边芯, 周清明. 2019a. 基于主成分与聚类分析的大茎野生种血缘后代育种潜力评价[J]. 江西农业学报, 31(10):16-22. [Yu H X, Jing Y F, An R D, Lang R B, Tian C Y, Dong L H, Tao L A, Sun Y F, Yang L H, Bian X, Zhou Q M. 2019. Evaluation of breeding potential of *Saccharum robustum* hybrid offspring based on principal component analysis and cluster analysis [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 31(10):16-22.] doi:10.19386/j.cnki.jxnyxb.2019.10.03.
- 俞华先, 田春艳, 经艳芬, 安汝东, 郎荣斌, 边芯, 董立华, 周清明, 杨李和, 孙有芳, 桃联安. 2019b. 云南割手密创新种质 F₂ 的主成分聚类分析及其评价[J]. 植物遗传资源学报, 20(3):624-633. [Yu H X, Tian C Y, Jing Y F, An R D, Lang R B, Bian X, Dong L H, Zhou Q M, Yang L H, Sun Y F, Tao L A. 2019. Principal component clustering analysis and evaluation of F₂ generation germplasm from Yunnan *Saccharum spontaneum* L. innovation germplasm [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 20(3):624-633.] doi:10.13430/j.cnki.jpgr.20180924002.
- 胥逢刚, 彭云军, 陈国伟, 邓军, 何忠华, 刘家勇, 代光伟, 罗志坚, 陈玉林, 董显华. 2022. 甘蔗新品种在耿马蔗区试验示范评价[J]. 甘蔗糖业, 51(2):8-11. [Zan F G, Peng Y J, Chen G W, Deng J, He Z H, Liu J Y, Dai G W, Luo Z J, Chen Y L, Dong X H. 2022. Evaluation of test and demonstration for new sugarcane varieties in Gengma County [J]. Sugarcane and Canesugar, 51(2):8-11.]
- 胥逢刚, 赵勇, 夏红明, 赵丽萍, 李复琴, 吴转娣, 陈建国, 覃伟, 赵俊, 赵培方, 姚丽, 胡鑫, 吴才文, 刘家勇, 陈学宽. 2020. 云南省第 15 套甘蔗品种区试开远试点评价[J]. 甘蔗糖业, 49(5):26-30. [Zan F G, Zhao Y, Xia H M, Zhao L P, Li F Q, Wu Z D, Chen J G, Qin W, Zhao J, Zhao P F, Yao L, Hu X, Wu C W, Liu J Y, Chen X K. 2020. Evaluation on the 15th Yunnan regional sugarcane variety trial in Kaiyuan [J]. Sugarcane and Canesugar, 49(5):26-30.] doi:10.3969/j.issn.1005-9695.2020.05.005.
- 战健, 邓科, 张娣, 孟博, 周一帆, 邓燕. 2022. ‘云蔗 05-51’ 与 ‘云蔗 081609’ 苗期氮吸收利用效率的比较研究[J]. 热带作物学报, 43(6):1183-1190. [Zhan J, Deng K, Zhang D, Meng B, Zhou Y F, Deng Y. 2022. Comparative analysis of nitrogen uptake and use efficiency for sugarcane variety ‘Yunzhe 05-51’ and ‘Yunzhe 081609’ at seedling stage [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 43(6):1183-1190.] doi:10.3969/j.issn.1000-2561.2022.06.011.
- 赵俊, 吴才文, 赵培方, 夏红明, 胥逢刚, 杨昆, 李复琴, 刘家勇. 2012. 引进甘蔗种质工艺与农艺性状的相关性及聚类分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 38(5):476-481. [Zhao J, Wu C W, Zhao P F, Xia H M, Zan F G, Yang K, Li F Q, Liu J Y. 2012. Principal component analysis and cluster analysis of agronomic and quality traits of exotic sugarcane germplasm [J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 38(5):476-481.] doi:10.3724/SP.J.1238.2012.00476.
- 赵勇, 赵培方, 胡鑫, 赵俊, 胥逢刚, 姚丽, 赵丽萍, 杨昆, 覃伟, 夏红明, 刘家勇. 2019. 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, 52(4):602-615. [Zhao Y, Zhao P F, Hu X, Zhao J, Zan F G, Yao L, Zhao L P, Yang K, Qin W, Xia H M, Liu J Y. 2019. Evaluation of 317 sugarcane germplasm based on agronomic traits rating data [J]. Scientia Agricultura Sinica, 52(4):602-615.] doi:10.3864/j.issn.0578-1752.2019.04.003.
- 周珊, 黄玉新, 段维兴, 高轶静, 杨翠芳, 周忠凤, 陆衫羽, 张革民, 张保青. 2023. 国内甘蔗种质资源表型性状的遗传多样性分析[J]. 热带作物学报, 44(6):1123-1134. [Zhou S, Huang Y X, Duan W X, Gao Y J, Yang C F, Zhou Z F, Lu S Y, Zhang G M, Zhang B Q. 2023. Genetic diversity assessment of sugarcane native of domestic with phenotypic traits [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 44(6):1123-1134.] doi:10.3969/j.issn.1000-2561.2023.06.006.
- Wu Q B, Li A M, Liu J Y, Zhao Y, Zhao P F, Zhang Y B, Que Y X. 2024a. Sugarcane variety YZ05-51 with high yield and strong resistance: Breeding and cultivation perspectives [J]. Tropical Plants, 3:e019. doi:10.48130/tp-0024-0019.
- Wu Q B, Li A M, Zhao P F, Xia H M, Zhang Y B, Que Y. 2024b. Theory to practice: A success in breeding sugarcane variety YZ081609 known as the King of Sugar [J]. Frontiers in Plant Science, 15:1413108. doi:10.3389/fpls.2024.1413108.
- Zhao P F, Liu J, Yang K, Xia H M, Wu C W, Chen X K, Zhao J, Yang H C, Li J, Zan F G, Wu Z D, Yao L, Li F Q, Zhao L P. 2015. Registration of ‘yz05-51’ sugarcane [J]. Journal of Plant Registrations, 9(2):172-178.
- Zhao P F, Xia H M, Liu J Y, Wu C W, Zhao J, Yang K, Zan F G, Chen X K, Li J, Yao L, Yang H C, Qin W, Zhao L P, Wu Z D. 2019. Registration of ‘YZ081609’ sugarcane [J]. Journal of Plant Registrations, 13(3):362-367.

(责任编辑: 陈 燕)