

姚宗泽, 杨艳, 字珍兰, 等. 低纬高原生态区域玉米 DUS 测试标准品种筛选研究[J]. 福建农业学报, 2025, 40(1): 45–52.

YAO Z Z, YANG Y, ZI Z L, et al. DUS Test for Standard Varieties of Maize Grown in Ecological Regions on Low Latitude Plateaus[J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2025, 40(1): 45–52.



低纬高原生态区域玉米 DUS 测试标准品种 筛选研究

姚宗泽¹, 杨 艳², 字珍兰², 杨晓洪¹, 刘艳芳¹, 王世敏^{2*}

(1. 云南省农业科学院质量标准与检测技术研究所, 云南 昆明 650205; 2. 昭通学院农学与生命科学学院, 云南 昭通 657000)

摘 要:【目的】筛选适合在低纬高原生态区域种植的玉米 DUS 测试标准品种, 充分发挥玉米 DUS 测试中标准品种的示例和矫正作用。【方法】参照《植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米》的具体要求对 100 个试验材料的 37 个数量性状进行测试, 同时基于玉米品种性状数据按《植物品种特异性 一致性 稳定性测试总论》中标准品种筛选原则进行玉米标准品种筛选, 并利用 NTSYSpc 2.10e 统计软件对筛选的玉米标准品种进行聚类分析和总体评价。【结果】筛选到可作为在低纬高原生态区域种植的玉米 DUS 测试标准品种 29 个, 覆盖 37 个数量性状, 可示例 159 个表达状态, 平均每个品种可示例约 5.5 种性状表达状态, 每个性状约有 4.3 种性状表达状态可被标准品种示例; 聚类结果显示, 筛选的 29 个玉米标准品种间的相似系数为 0.7841~0.9098。【结论】本试验筛选到的 29 个玉米 DUS 测试标准品种覆盖性状及表达状态范围广、品种示例能力强, 可作为云南等低纬高原区域进行玉米 DUS 测试的标准品种, 为标准品种的进一步使用和相关研究奠定理论基础并提供参考。

关键词: DUS 测试; 玉米; 标准品种; 聚类分析

中图分类号: S513

文献标志码: A

文章编号: 1008-0384 (2025) 01-0045-08

DUS Test for Standard Varieties of Maize Grown in Ecological Regions on Low Latitude Plateaus

YAO Zongze¹, YANG Yan², ZI Zhenlan², YANG Xiaohong¹, LIU Yanfang¹, WANG Shimin^{2*}

(1. *Quality Standards and Testing Technology Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205, China*; 2. *School of Agriculture and Life Sciences, Zhaotong University, Zhaotong, Yunnan 657000, China*)

Abstract: 【Objective】The DUS test for establishing standard varieties of maize suitable for cultivation in ecological areas on a plateau of low latitude was examined to facilitate the resource utilization. 【Method】Applying 37 quantitative characteristics of 100 maize cultivars and under the specific requirements stipulated in the Guide, standard varieties were selected in accordance with the published “General Rules of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability”. The chosen maize varieties as candidates in the standard group were subjected to cluster analysis and overall evaluation by NTSYSpc 2.10 e prior to final designation. 【Result】The 29 maize varieties selected from the 100 cultivars by the DUS test used 37 quantitative characteristics that covered 159 expressive statuses, averaging 5.5 per variety and approximately 4.3 expressive statuses per specific characteristic. The clustering similarity coefficients on them ranged 0.7841—0.9098. 【Conclusion】There were 29 maize varieties selected by the DUS test as standards. They encompassed a wide range of agronomic traits and phenotype expressions with statistical meaningful representation of maize for breeding program in the regions.

Key words: DUS test; maize; standard variety; cluster analysis

收稿日期: 2024-02-21 修回日期: 2024-11-27

作者简介: 姚宗泽 (1993—), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事作物新品种测试评价及新技术研究, E-mail: yaozongze@yaas.org.cn

* 通信作者: 王世敏 (1982—), 女, 硕士, 副教授, 主要从事植物资源与育种研究, E-mail: 1712726709@qq.com

基金项目: 农业农村部科技发展中心委托测试品种 DUS 测试项目 (DUSWT11); 云南大天种业有限公司刘艳芳专家基层科研工作站 (2023); 云南省“智汇云南”计划项目 (202303AM140011); 云南省国际科技特派员 (个人) 项目 (202303AK140026); 中-越-缅水稻种子质量检测科技合作基地项目 (GHJD-2022012)

0 引言

【研究意义】玉米 (*Zea mays* L.) 是我国的主要粮食作物之一^[1], 粮饲兼用, 也是重要的工业原料, 在国家粮食安全保障体系中占有举足轻重的地位^[2]。随着国家对知识产权保护范围的拓宽和对科技人才的不断重视, 育种人对品种权的保护意识也在不断增强^[3]。再者, 玉米种质资源的有效挖掘利用、分子辅助选育、基因工程等生物新技术在玉米育种过程中的应用, 使得玉米育种年限不断缩短, 近年申请品种审定和品种权保护的玉米新品种数量也在急剧上升^[4]。植物新品种审定、登记和保护制度是农业知识产权中最重要的一种制度, 在鼓励育种创新、丰富我国种质资源、保障粮食安全生产等方面有重要的推动作用^[5-6]。然而, 无论是申请品种审定还是品种权保护, 在其实质性审查时都要进行特异性 (distinctness)、一致性 (uniformity) 和稳定性 (stability) 测试 (简称 DUS 测试)^[7-8]。当前, 玉米 DUS 测试是参照《植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米》(GB/T 19557.24—2018)^[7] (以下简称《指南》) 的要求开展。《指南》中要求测试的数量性状, 一般受环境条件影响较大, 在田间种植试验中通常需要设置一些标准品种, 以矫正环境变化对数量性状表达的影响^[8]。《指南》属于国家标准, 在全国范围内流通使用。但经过标准品种的种植, 发现《指南》中提供的标准品种在云南生态区域生长不太适宜, 导致标准品种示例的性状表达状态在云南低纬高原生态区域存在不同程度变化, 出现标准品种不标准等问题, 限制了玉米 DUS 测试工作有序开展, 影响测试结果可靠性和科学性^[9-10]。【前人研究进展】李娟等^[11]基于 DUS 测试, 对玉米标准品种在贵州地区的表达差异及多样性进行分析, 建议可将用于研究的 36 个标准品种调减至 31 个。刘迪发等^[12]对玉米 DUS 测试标准品种在海南性状表达差异性进行分析, 结果表明不同标准品种、不同性状在海南的表现与《指南》赋值的差异程度不同。徐振江等^[13]对玉米 DUS 测试标准品种在华南亚热带生态区的表现与优化进行研究, 研究结果认为存在一些标准品种的性状表达与《指南》赋值的符合系数不高。任丽等^[14]用符合系数对标准品种在上海地区的性状表现与水稻测试指南中的代码进行差异性分析, 并进一步对部分性状的标准品种进行了优化。徐振江等^[15]对水稻新品种 DUS 测试目测性状标准品种进行筛选优化, 筛选出 16 个

标准品种就已涵盖原有的 23 个标准品种代表的性状, 大大减少了标准品种数量。赵连佳等^[16]对红花 (*Carthamus tinctorius* L.) 测试指南中的 32 份标准品种 42 个相关性状进行调查分析, 结果表明大部分红花标准品种及性状在新疆的表现与测试指南相符。Pérez 等^[17]在不同环境下对 13 种板栗 (*Castanea mollissima* BL.) 性状进行测试筛选, 选出较稳定性显著性强的 5 个性状以确定 DUS 试验中使用的不同描述符的性质。数量性状的表达存在不同程度的差异, LIU 等^[18]以亚洲毛茛 (*Ranunculus japonicus* Thunb.) DUS 测试指南的制定为例, 应用统计方法研究 DUS 测试数量性状筛选、分级以及标准品种选择。【本研究切入点】已报道的相关作物研究大多集中在对标准品种在不同区域性状表达的稳定性 and 多样性进行研究分析^[19], 对标准品种进行优化或筛选出更合适标准品种的报道很少, 特别是对《指南》中玉米标准品种筛选优化以及有关低纬高原生态区域玉米 DUS 测试标准品种筛选的研究几乎没有报道。因此, 筛选适合在低纬高原生态区域种植的玉米 DUS 测试标准品种迫在眉睫。【拟解决的关键问题】本研究以 80 个杂交玉米品种和 20 个玉米自交系为研究材料, 参照《指南》^[7]中的要求和《植物品种特异性 一致性 稳定性测试总论》^[8] (以下简称《总论》) 中标准品种筛选原则, 筛选出一套适合于云南等低纬高原区域种植的玉米 DUS 测试标准品种, 并对筛选的标准品种进行聚类分析, 为筛选适合在低纬高原区域种植的玉米标准品种等相关研究奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验种植了 100 个适合在低纬高原生态区域生长的玉米品种, 包括 80 个杂交玉米品种和 20 个玉米自交系。考虑到品种的代表性和尽可能选择遗传背景差异大的品种, 从 30 家不同育种公司和单位收集品种, 每家收集了 2~5 个品种。试验材料具体信息如表 1 所示。

1.2 试验方法

1.2.1 田间形态性状测试

田间试验设计与管理: 田间测试于 2022 年 4 月至 2023 年 11 月在农业农村部植物新品种 DUS 测试 (昆明) 分中心嵩明基地进行两个周期的形态性状测试。地块平整, 肥力中等偏上。试验地地理坐标为 25.18° N, 103.25° E, 海拔为 1900 m, 年均气温

表 1 100 个试验材料品种名称及品种类型
Table 1 Names and types of 100 maize varieties tested

品种编号 Varieties number	品种名称 Varieties name	品种类型 Varieties types	品种编号 Varieties number	品种名称 Varieties name	品种类型 Varieties types	品种编号 Varieties number	品种名称 Varieties name	品种类型 Varieties types	品种编号 Varieties number	品种名称 Varieties name	品种类型 Varieties types
1	AA323	CS	26	恩白玉9号	CH	51	洱之玉918	CH	76	川单99	CH
2	AA128	CS	27	龙白玉2号	CH	52	富滇8号	CH	77	荣玉99	CH
3	AA235	CS	28	龙白玉999	CH	53	澄白2号	CH	78	弥玉369	CH
4	A001	CS	29	隆白玉3号	CH	54	秋庆402	CH	79	万丰玉3612	CH
5	S01	CS	30	龙白玉3号	CH	55	砚白1号	CH	80	奎单828	CH
6	S02	CS	31	贵白玉2号	CH	56	凉都玉1号	CH	81	锋玉217	CH
7	S03	CS	32	贵白玉1号	CH	57	林新13号	CH	82	万丰玉939	CH
8	DT006	CS	33	弥玉129	CH	58	宣农玉7号	CH	83	云谷99	CH
9	DT12832	CS	34	腾丰玉198	CH	59	靖黄7号	CH	84	瑞喜731	CH
10	DT33631	CS	35	澄白2号	CH	60	云瑞8311	CH	85	顶立313	CH
11	DT3363	CS	36	兆白99	CH	61	弥玉002	CH	86	滇喜518	CH
12	BC57	CS	37	隆白玉109	CH	62	云瑞909	CH	87	金黄10号	CH
13	TRWX-9	WS	38	古白玉1号	CH	63	云瑞208	CH	88	瑞黑糯1号	WH
14	DT5133	CS	39	靖青贮1号	CH	64	田单60	CH	89	云黄13号	CH
15	DT37465	CS	40	靖白1号	CH	65	洱之玉666	CH	90	亲明玉1号	CH
16	DT1461	CS	41	瑞佳甜4号	SH	66	珍谷 68	CH	91	富好2号	CH
17	DT37466	CS	42	云甜玉12号	SH	67	云瑞202	CH	92	水金玉211	CH
18	DT1581	CS	43	花超99	SH	68	金滇1588	CH	93	足玉817	CH
19	DT6413212	CS	44	双色年华	SH	69	宣晟5号	CH	94	胜玉209	CH
20	DT43774	CS	45	毫发520	SH	70	禾圣707	CH	95	迈单520	CH
21	宣成白1号	CH	46	云甜玉11号	SH	71	禾圣668	CH	96	红玉618	CH
22	神禾788	CH	47	瑞佳甜3号	SH	72	易金273	CH	97	红玉711	CH
23	澄白3号	CH	48	玉研212	CH	73	云良10号	CH	98	高农玉203	CH
24	宣白玉10号	CH	49	子玉68	CH	74	渝单958	CH	99	雅玉2号	CH
25	澄白1号	CH	50	科元玉518	CH	75	西南玉99	CH	100	瑞甜7号	SH

表中字母“CS、WS、CH、SH、WH”分别表示“普通玉米自交系、糯质玉米自交系、普通玉米杂交种、甜玉米杂交种、糯质玉米杂交种”。
CS: common maize inbred lines; WS: waxy maize inbred line; CH: common maize hybrid; SH: sweet maize hybrid; and WH: waxy maize hybrid.

15 ℃ 左右，年降雨量在 1200~1400 mm，年平均无霜期约 235 d。试验采用随机区组设计，2 次重复，塘播，行距 75 cm，塘距 35 cm，定苗时每穴留

2 株，4 行区。四周设保护行，常规管理同大田一致。本试验材料于 2022 年 4 月 29 日播种，5 月 22 日进行间苗、定苗。整个生育期除草 2 次，防病

虫害喷洒药 3 次，中耕培土、起垄各 1 次。

《指南》^[7] 中的具体要求进行，共测试了 100 个试验材料的 37 个数量性状（表 2）。

1.2.2 性状观测与判别

性状调查方法、时期、部位及判别严格按照

表 2 37 个数量性状编号及名称
Table 2 Codes and names of 37 quantitative characteristics

性状编号 Characters number	性状名称 Characters name	性状编号 Character number	性状名称 Characters name	性状编号 Characters number	性状名称 Characters name
2	幼苗：第一叶鞘花青甙显色强度	16	雄穗：侧枝弯曲程度	29	果穗：穗柄长度
3	叶片：绿色程度	17	雄穗：最低位侧枝以上主轴长度	30	果穗：长度
4	散粉期	18	*雄穗：最高位侧枝以上主轴长度	31	果穗：直径
5	抽丝期	19	雄穗：一级侧枝数目	32	果穗：穗行数
6	植株：上部叶片与茎秆夹角	20	雄穗：侧枝长度	33	果穗：形状
7	叶片：弯曲程度	21	茎秆：“之”字型程度	35	仅适用于甜玉米：籽粒黄色程度
9	雌穗：花丝花青甙显色强度	22	茎秆：支持根花青甙显色强度	36	仅适用于甜玉米：籽粒长度
10	雄穗：花药花青甙显色强度	23	叶片：长度	37	仅适用于甜玉米：籽粒宽度
11	雄穗：小穗密度	24	叶片：宽度	38	仅适用于甜玉米：籽粒皱缩程度
12	雄穗：颖片基部花青甙显色强度	25	叶：叶鞘花青甙显色强度	39	籽粒：类型
13	雄穗：颖尖花青甙显色强度	26	植株：穗位高度	43	穗轴：颖片花青甙显色强度
14	雄穗：颖片中部花青甙显色强度	27	植株：高度		
15	雄穗：侧枝与主轴夹角	28	植株：穗位高与株高比率		

1.2.3 玉米标准品种筛选

玉米标准品种筛选遵循《总论》中标准品种选择的原则进行^[8]，主要要求标准品种样品要易获得，性状表达的波动性不大，性状表达的变异范围尽可能覆盖，标准品种的数量尽可能少，必要时需要征求相关专家的意见。获得 100 个试验材料的 37 个形态性状数据后，进行标准品种筛选时对《指南》^[7] 中有 9 个表达状态的性状，遵循筛选的标准品种尽可能优先覆盖代码为 1、3、5、7、9 对应的状态；对有 5 个表达状态的性状，标准品种尽可能优先覆盖代码为 2、4 对应的状态；对有 4 个表达状态的性状，标准品种尽可能优先覆盖代码为 2、3 对应的状态。在这样的原则下，筛选的标准品种在满足能充分发挥示例作用下，可以最大限度减少所需要的标准品种数量，从而减少测试成本。在标准品种确定时，通常将符合某个性状某种表达状态的少数品种优先作为候选标准品种。再根据需要的目标性状表达状态逐一增加候选品种数量，最终再优化品种数量，删除冗余品种。

1.2.4 玉米标准品种聚类分析

综合两年的测试数据，以筛选的标准品种形态性状数据为基础，目测性状直接使用观测值，对于测量数据需先转化成代码值再进行分析。利用 NTSYSp2.10e 统计软件中 similarity 程序计算相似系数，以 Clustering 程序中 SHAN 进行非加权组平均法（unweighted pair group method with arithmetic mean, UPGMA）聚类分析^[20]，绘制玉米品种的遗传聚类系统树。

2 结果与分析

2.1 37 个性状描述结果

由表 3、4 中性状描述的最大值、最小值及覆盖范围可知，研究材料在 37 个性状的绝大多数表达状态均有分布，但在极少数性状的个别表达状态上没有分布。结果表明，研究材料的来源还不够丰富，一定程度上也说明个别性状的表达状态设置存在不合理性，实际育种和生产中并不存在那么多的表达状态。由表 3、4 可知，37 个性状的变异系

表 3 基于研究材料的目测性状描述结果
Table 3 Descriptions on appearances of maize under study

性状编号 Characters number	最大值 Max	最小值 Min	覆盖范围 Coverage area	变异系数 Coefficient of variation/ %
2	8	1	1~8	27.69
3	3	2	2~3	20.41
4	9	1	1~9	24.98
5	9	1	1~9	25.08
6	6	2	2~6	23.89
7	6	1	1~6	33.73
9	7	1	1~7	56.57
10	7	1	1~7	42.86
11	5	2	2~5	18.88
12	8	1	1~8	71.48
13	8	1	1~8	35.34
14	8	1	1~8	48.33
15	7	2	2~7	29.08
16	6	1	1~6	42.93
21	3	1	1~3	30.93
22	8	1	1~8	51.13
25	7	1	1~7	76.17
29	4	1	1~4	38.24
33	3	1	1~3	15.07
35	6	4	4~6	10.00
36	7	6	6~7	7.19
37	7	6	6~7	5.70
38	4	3	3~4	14.34
39	8	1	1~8	45.39
43	9	1	1~9	110.89

表 4 基于研究材料的测量性状描述结果
Table 4 Descriptions on measured qualities of maize under study

性状编号 Characters number	最大值 Max	最小值 Min	极差 Range	覆盖范围 Coverage area	平均值 Average value	变异系数 Coefficient of variation/%
17	47.6	21.7	25.9	21.7~47.6	37.3	14.02
18	37.5	15.4	22.1	15.4~37.5	27.6	15.11
19	24.5	1.8	22.7	1.8~24.5	9.1	53.42
20	30.5	9.7	20.8	9.7~30.5	21.3	20.67
23	112.0	42.0	70.0	42.0~112.0	90.1	14.21
24	12.1	5.9	6.2	5.9~12.1	10.0	11.65
26	208.6	24.4	184.2	24.4~208.6	115.6	31.42
27	433.7	137.4	296.3	137.4~433.7	290.9	19.55
28	0.6	0.2	0.4	0.2~0.6	0.4	18.93
30	21.7	11.1	10.6	11.1~21.7	17.3	11.37
31	5.6	3.5	2.1	3.5~5.6	4.8	8.46
32	18.5	11.8	6.7	11.8~18.5	14.8	9.63

数在 5.70%~110.89%。其中，变异系数在 15%~20% 的性状有 5 个，小于 15% 的性状有 10 个，其他性状的变异系数均大于 20%，说明大多数性状上获得的数据离散程度较高，100 个研究材料仍然具有代表性。

2.2 玉米标准品种筛选结果

通过对 100 个试验材料进行田间种植和数据采集，并遵循《总论》中标准品种选择的原则进行筛选。标准品种筛选结果如表 5 所示，共筛选到玉米标准品种 29 个，包括 1 个糯质玉米自交系、8 个普通玉米自交系、1 个糯质玉米杂交种、6 个甜玉米杂交种和 13 个普通玉米杂交种。标准品种可覆盖 37 个数量性状，示例 159 种表达状态，平均每个品种可示例 5.5 种性状表达状态。玉米品种 AA128、毫发 520 可分别示例 19 个和 18 个性状的表达状态，S02 可示例 12 个性状的表达状态，S01 可示例 11 个性状的表达状态，DT1581 可示例 10 个性状的表达状态，A001 可示例 8 个性状的表达状态，DT12832、龙白玉 999 可示例 7 个性状的表达状态，龙白玉 3 号、瑞黑糯 1 号可示例 6 个性状的表达状态，瑞佳甜 3 号、砚白 1 号、宣农玉 7 号可示例 5 个性状的表达状态，DT5133、隆白玉 109、万丰玉 939 可示例 4 个性状的表达状态，S03、TRWX-9、云甜玉 12 号、富好 2 号、瑞甜 7 号可示例 3 个性状的表达状态，腾丰玉 198、田单 60、西南玉 99 可示例 2 个性状的表达状态，双色年华、云甜玉 11 号、瑞喜 731、云黄 13 号、雅玉 2 号可示例 1 种性状的表达状态。平均每个性状约有 4.3 个性状表达状态可被标准品种示例，其中，最多的性状有 5 个性状表达状态可被标准品种示例，如散粉期；最少的性状只有 1 个性状表达状态可被标准品种示例，如叶片绿色程度。

2.3 标准品种的聚类分析

以筛选得到的 29 个玉米标准品种形态性状数据为基础，利用 NTSYSpc 2.10e 统计软件对筛选的玉米标准品种进行聚类分析，分析结果如图 1 所示。由图可知，本试验筛选的 29 个玉米标准品种间的相似系数为 0.7841~0.9098，品种编号分别为 28 和 34、44 和 45 两对品种间的相似系数最高，均为 0.9098，其余大多数品种间的相似系数在 0.8051~0.8889。以 0.7841 为阈值时，可以将 29 个标准品种分为两个类群，第 I 类群包含 6 个品种，约占 21%，主要为甜质、糯质型杂交玉米品种；第 II 类群包含 23 个品种，约占 79%，主要包括 1 个糯质玉米自交系、8 个普通玉米自交系和 14 个普通玉米杂交种。

表 5 玉米标准品种筛选结果
Table 5 Selected standard varieties of maize

品种编号 Varieties number	品种名称 Varieties name	性状编号及表达状态代码 Characters number and code of expression status
2	AA128	2 (7), 3 (2), 4 (7), 5 (7), 7 (1), 11 (5), 14 (5), 16 (1), 17 (5), 18 (5), 20 (3), 22 (1), 23 (3), 25 (1), 27 (6), 29 (4), 31 (5), 32 (5), 43 (1)
4	A001	10 (3), 11 (3), 12 (6), 13 (3), 22 (7), 23 (4), 25 (7), 29 (2)
5	S01	2 (5), 9 (1), 10 (1), 14 (1), 15 (3), 21 (3), 22 (3), 24 (3), 26 (1), 27 (3), 28 (1)
6	S02	4 (5), 5 (5), 9 (3), 13 (7), 19 (1), 20 (1), 21 (2), 22 (5), 24 (1), 28 (3), 30 (5), 39 (2)
7	S03	26 (5), 27 (9), 30 (7)
9	DT12832	6 (2), 20 (5), 23 (5), 24 (9), 25 (5), 28 (5), 32 (6)
13	TRWX-9	23 (2), 26 (2), 30 (3)
14	DT5133	26 (5), 27 (7), 31 (7), 33 (1)
18	DT1581	4 (9), 5 (9), 7 (5), 9 (7), 16 (3), 24 (5), 26 (7), 28 (7), 31 (3), 32 (4)
28	龙白玉999	6 (4), 12 (8), 14 (3), 17 (7), 19 (7), 27 (9), 30 (5)
30	龙白玉3号	19 (5), 24 (9), 26 (9), 31 (7), 32 (7), 33 (2)
34	腾丰玉198	9 (5), 24 (3)
37	隆白玉109	19 (9), 23 (7), 24 (5), 33 (3)
42	云甜玉12号	23 (3), 28 (1), 36 (7)
44	双色年华	6 (6)
45	毫发520	4 (3), 5 (3), 13 (1), 17 (3), 18 (3), 19 (3), 23 (1), 24 (1), 26 (1), 27 (1), 28 (3), 30 (3), 31 (5), 32 (5), 36 (6), 37 (6), 38 (3), 39 (6)
46	云甜玉11号	35 (6)
47	瑞佳甜3号	26 (3), 27 (3), 35 (4), 37 (7), 38 (4)
55	砚白1号	7 (3), 10 (5), 16 (5), 23 (5), 28 (9)
58	宣农玉7号	13 (5), 26 (7), 27 (7), 32 (3), 39 (4)
64	田单60	12 (2), 30 (7)
75	西南玉99	26 (5), 43 (5)
82	万丰玉939	15 (7), 18 (7), 25 (3), 28 (5)
84	瑞喜731	43 (7)
88	瑞黑糯1号	14 (7), 15 (5), 27 (5), 31 (3), 39 (8), 43 (9)
89	云黄13号	12 (4)
91	富好2号	10 (7), 20 (7), 28 (7)
99	雅玉2号	43 (3)
100	瑞甜7号	2 (1), 4 (1), 5 (1)

第三列中括号前面的数字表示该标准品种可示例的性状编号，括号里的数字为该标准品种可示例的表达状态代码。
Datum in front of parentheses on 3rd column is code of agronomic trait; that within parentheses, code of expressive status.

3 讨论

3.1 玉米标准品种的筛选

《指南》^[7]中提供的标准品种在某些性状覆盖的表达状态较多，在某些性状可示例的标准品种较少，示例分布不均衡，不能起到很好的示例矫正作用。品种的一致性和稳定性较好，就能很好地发挥参考作用^[8]。当前《指南》中提供的标准品种主要以自交系为主，杂交中占很小的比例，而且在低纬高原生态区域生长适应性不好，所以性状表达差异比较明显，标准品种的作用未能得到很好的发挥。由于玉米自交系区域适应没有杂交种强，其性状表达较杂交种更容易受环境因素影响，所以本研究设计的材料中杂交种材料较自交系要多。最终筛选的29个标准品种中杂交种有20个品种，约占总数的70%，自交系有9个品种。从筛选结果来看，本试验筛选的29个标准品种在有些性状的两端表达状态未能发挥示例作用，在一定程度也说明本研究涉及材料的多样性不够。

3.2 玉米标准品种的示例作用分析

与《指南》^[7]中提供的玉米标准品种相比，《指南》中涉及59个玉米标准品种，覆盖37个数量性状，示例164个表达状态，平均每个标准品种示例2.8个性状表达状态。2012年版本^[21]中的标准品种共计55个，覆盖37个数量性状，示例159个表达状态，平均每个标准品种示例4.3个性状表达状态。本试验最终筛选了29个玉米品种作为标准品种，覆盖37个数量性状，示例159个表达状态，平均每个品种可示例5.5个性状表达状态。由此可以看出，29个标准品种尽管示例的性状表达状态数量没有比之前两个版本《指南》中标准品种示例的多，但平均每个品种可示例的性状表达状态数量较多，对整个测试工作降低成本、减少工作量的效果明显。通过比较两个测试指南版本中^[7, 21]的玉米标准品种，最新指南版本有59个玉米标准品种，之前版本中有55个玉米标准品种，但两者之间的差异品种只有8个。说明最新《指南》中的玉米标准品种大多数仍用十多年前筛选的标准品种，但由于全球气候环境的变化及品种自身对生态条件适应能力的减弱，我们有必要加强玉米标准品种筛选方面的研究，及时更换标准品种，真正使标准品种发挥作用。

3.3 玉米标准品种聚类分析

根据聚类结果可以知道筛选的玉米标准品种间的相似系数为0.7841~0.9098，较前人^[11-13]对标准

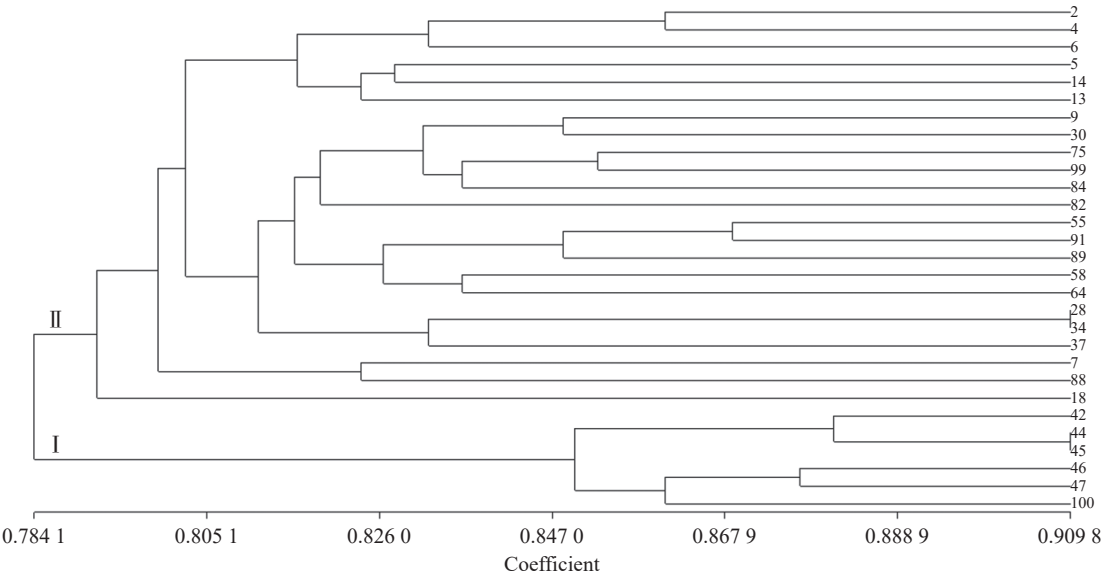


图 1 29 个标准品种聚类结果
Fig. 1 Clusters of 29 standard varieties

品种研究结果要高，虽然筛选的标准品种性状覆盖范围大、示例性强，但品种间的相似性也比较高。以 0.7841 为阈值时，可以将 29 个标准品种分为两个类群，第 I 类群包含 6 个品种，主要为甜质、糯质型杂交玉米品种；第 II 类群包含 23 个品种，主要为普通型玉米品种。从聚类结果来看，本试验筛选的 29 个标准品种间相似度较高，说明此次筛选的标准品种间的遗传背景差异不大。从另外一方面也说明本试验中使用的 37 个数量性状的品种区分力一般。但本试验筛选的 29 个玉米标准品种可示例 159 个表达状态，覆盖的性状表达状态还是相对比较高，标准品种筛选效果比较理想。

4 结论

通过本试验研究，从 100 个玉米试验材料中筛选到 29 个玉米品种可作为标准品种，品种间相似系数为 0.7841~0.9098，覆盖 37 个数量性状，示例 159 个表达状态，平均每个品种可示例约 5.5 个性状表达状态，品种的示例能力较《指南》中标准品种还强。该 29 个玉米品种可作为云南等低纬高原区域进行 DUS 测试的标准品种，为今后进一步使用和标准品种相关研究奠定基础 and 提供参考。

参考文献：

[1] 张涛, 张莹, 唐兴隆, 等. 基于图像分析的玉米籽粒损伤检测研究[J]. 核农学报, 2022, 36(7): 1425–1433.
ZHANG T, ZHANG Y, TANG X L, et al. Research on corn kernels damage detection based on image analysis[J]. *Journal of Nuclear Agricultural Sciences*, 2022, 36(7): 1425–1433. (in Chinese)

[2] 闻竞, 沈彦岐, 王梓钰, 等. 基于图像分析的玉米抗拟轮枝镰孢穗腐病的 QTL 定位[J]. 中国农业科学, 2021, 54(13): 2724–2736.
WEN J, SHEN Y Q, WANG Z Y, et al. QTL mapping of resistance to *Fusarium* ear rot in maize based on image analysis[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2021, 54(13): 2724–2736. (in Chinese)

[3] 邓伟, 崔野韩. 中国农业植物新品种保护制度及发展的研究[J]. 中国种业, 2020(11): 1–7.
DENG W, CUI Y H. Research on the protection system and development of new varieties of agricultural plants in China[J]. *China Seed Industry*, 2020(11): 1–7. (in Chinese)

[4] 杨扬, 田红丽, 易红梅, 等. 中国玉米品种保护现状分析[J]. 中国农业科学, 2020, 53(6): 1095–1107.
YANG Y, TIAN H L, YI H M, et al. Analysis of the current status of protection of maize varieties in China[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2020, 53(6): 1095–1107. (in Chinese)

[5] 唐浩, 余汉勇, 张新明, 等. 水稻新品种测试的标准品种 DNA 指纹图谱多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(1): 100–106, 112.
TANG H, YU H Y, ZHANG X M, et al. Analysis on the diversity of DNA fingerprinting of the example varieties used for the test of rice new varieties[J]. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2015, 16(1): 100–106, 112. (in Chinese)

[6] 闵学阳, 刘文献, 张正社, 等. 苜蓿 DUS 测试标准品种 SSR 分子标记指纹图谱的构建[J]. 草业学报, 2017, 26(11): 47–56.
MIN X Y, LIU W X, ZHANG Z S, et al. Construction of SSR marker fingerprint database of standard alfalfa varieties utilizing DUS tests[J]. *Acta Prataculturae Sinica*, 2017, 26(11): 47–56. (in Chinese)

[7] 中华人民共和国农业农村部. 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米: GB/T19557.24–2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.

[8] 唐浩. 植物品种特异性 一致性 稳定性测试总论[M]. 北京: 中国农

- 业出版社, 2017.
- [9] 胡园园. 大丽花性状变异、分级及 DUS 测试标准品种筛选的研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2017
- HU Y Y. Study on variation and classification of Dahlia characters and selection of DUS test standard varieties [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2017. (in Chinese)
- [10] LIU N N, DU Y H, WARBURTON M L, et al. Phenotypic plasticity contributes to maize adaptation and heterosis [J]. *Molecular Biology and Evolution*, 2021, 38(4): 1262–1275.
- [11] 李娟, 孔德章, 焦爱霞, 等. 基于 DUS 测试的玉米标准品种在贵州地区的表达差异及多样性分析 [J]. 种子, 2021, 40(9): 28–33.
- LI J, KONG D Z, JIAO A X, et al. Expression differences and diversity analysis of maize standard varieties based on DUS test in Guizhou [J]. *Seed*, 2021, 40(9): 28–33. (in Chinese)
- [12] 刘迪发, 徐丽, 李祥恩, 等. 玉米 DUS 测试标准品种在海南性状表达差异性分析 [J]. 玉米科学, 2021, 29(3): 42–47.
- LIU D F, XU L, LI X E, et al. Analysis on difference of the expression of characteristics of maize standard varieties for DUS testing in Hainan [J]. *Journal of Maize Sciences*, 2021, 29(3): 42–47. (in Chinese)
- [13] 徐振江, 刘洪, 饶得花, 等. 玉米 DUS 测试标准品种在华南亚热带生态区的表现与优化 [J]. 广东农业科学, 2012, 39(7): 43–45.
- XU Z J, LIU H, RAO D H, et al. Expression and optimization of reference varieties for maize DUS testing in South China subtropical area [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2012, 39(7): 43–45. (in Chinese)
- [14] 任丽, 黄志城, 姚丹青, 等. 水稻 DUS 测试标准品种在上海地区的性状表达差异性分析 [J]. 中国农学通报, 2019, 35(12): 1–7.
- REN L, HUANG Z C, YAO D Q, et al. Trait expression differences of rice DUS testing standard varieties in Shanghai area [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2019, 35(12): 1–7. (in Chinese)
- [15] 徐振江, 刘洪, 饶得花, 等. 水稻新品种 DUS 测试目测性状标准品种的优化筛选 [J]. 中国农学通报, 2012, 28(30): 111–115.
- XU Z J, LIU H, RAO D H, et al. The optimal screening of reference varieties for characteristics of visual observation for rice new plant variety DUS testing [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2012, 28(30): 111–115. (in Chinese)
- [16] 赵连佳, 王威, 颜国荣, 等. 红花 DUS 测试标准品种在新疆生态区的性状表达分析 [J]. 中国种业, 2022(4): 86–89.
- ZHAO L J, WANG W, YAN G R, et al. Analysis of characters expression of standard varieties of *Carthamus tinctorius* DUS test in Xinjiang ecological zone [J]. *China Seed Industry*, 2022(4): 86–89. (in Chinese)
- [17] FURONES-PÉREZ P, FERNÁNDEZ-LÓPEZ J. Usefulness of 13 morphological and phenological characteristics of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) for use in the DUS test [J]. *Euphytica*, 2009, 167(1): 1–21.
- [18] LIU Y F, ZHANG J H, LÜ B, et al. Statistic analysis on quantitative characteristics for developing the DUS test guideline of *Ranunculus asiaticus* L [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2013, 12(6): 971–978.
- [19] 唐浩, 刘洪, 余汉勇, 等. 基于 DUS 测试的标准品种形态性状稳定性和重要性分析 [J]. 作物学报, 2013, 39(4): 632–641.
- TANG H, LIU H, YU H Y, et al. Stability and importance of morphological characteristics in example varieties based on DUS test [J]. *Acta Agronomica Sinica*, 2013, 39(4): 632–641. (in Chinese)
- [20] 唐浩. 水稻品种 DUS 测试标准品种多样性和测试性状稳定性分析 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.
- TANG H. Diversity of rice varieties DUS test standard varieties and stability analysis of test characters [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2012. (in Chinese)
- [21] 中华人民共和国农业部. 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米: NY/T 2232—2012 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.

(责任编辑: 于洪杰)