

玉米种质资源农艺性状综合评价

王晓澜,赵奥尼,何 燕

(西藏农牧学院,西藏 林芝 860000)

摘要:为切实保障农户粮食安全,稳定经济发展,筛选适宜生产的优质玉米品种,对 30 份玉米品种的 11 个农艺性状进行相关性分析、聚类分析和主成分分析,利用隶属函数进行综合评价。结果表明:各农艺性状变异系数范围为 5.51%~91.05%,说明参试品种之间差异性较大,遗传多样性较丰富。相关性分析结果表明:农艺性状指标之间存在不同程度的显著相关性,其中穗行数和穗粒数的相关系数最大(0.81),穗行数和秃顶长度的相关系数最小(-0.71)。聚类分析将 30 份玉米品种分为 4 类,类群 I 小穗、穗粒数较少、低产;类群 II 穗位高度较低、穗粒数较大但产量较少;类群 III 秃顶长度较小、穗粒重和百粒重较大、高产;类群 IV 穗粗较粗、秃顶长度较大、穗粒数较少但产量较高。通过主成分分析和综合评价,筛选出了高产优异品种明曦 217。

关键词:玉米;农艺性状;主成分分析;综合评价

中图分类号:S512;S311

文献标识码:A

Comprehensive Evaluation of Agronomic Traits of Maize Germplasm Resources

WANG Xiaolan,ZHAO Aoni,HE Yan

(Xizang Agricultural and Animal Husbandry University,Nyingri Xizang 860000, China)

Abstract: In order to guarantee the food security of farmers, stabilize economic development and screen high quality maize varieties suitable for production, the correlation analysis, cluster analysis and principal component analysis of 11 agronomic characters of 30 maize varieties were carried out, and the membership function was used for comprehensive evaluation. The results indicated rich genetic diversity and significant differences among the tested varieties by the coefficient of variation of the agronomic traits ranged from 5.51% to 91.05%. The correlation analysis showed that there were significant correlations between different agronomic traits to varying degrees, with the highest correlation coefficient between the number of rows per ear and the number of grains per ear (0.81), and the lowest correlation coefficient between the number of rows per ear and the length of the bald tip (-0.71). Clustering analysis divided the 30 maize varieties into four groups. Group I had small ears, few grains per ear, and low yield; Group II had lower ear position and more grains per ear, but lower yield; Group III had shorter bald tip length, larger grain weight and thousand-grain weight, and high yield; Group IV had thicker ear shafts and longer bald tip lengths, fewer grains per ear, but higher yield. Through principal component analysis and comprehensive evaluation, the high-yielding superior variety Minqi 217 was selected.

Key words: maize; agronomic traits; principal component analysis; comprehensive evaluation

玉米(*Zea mays* L.)作为世界三大粮食作物之一,具有产量高、品质好、适用性强等优点,其丰富的种质资源和巨大的开发潜力一直是人们

关注的重点对象^[1-2]。我国玉米种植面积大,各地区自然条件差别也较大,形成了丰富的植株表型性状,农艺表型性状是地方品种种质资源的重要

收稿日期:2024-11-05

基金项目:西藏农牧学院研究生教育创新计划项目(YJS2023-35)。

作者简介:王晓澜(1998—),女,硕士研究生,主要研究方向为高原作物育种,E-mail:3490846901@qq.com。

通信作者:何燕(1970—),女,硕士,副教授,主要从事高原作物育种研究,E-mail:hy031108@qq.com。

评价标准^[3-4]。毛俊莹对 26 份玉米品种资源进行综合分析后,发现 9 个农艺性状中,大部分性状的变异系数均大于 10.00%,各性状之间呈显著相关性,并筛选出 3 个主成分和 3 个优质玉米品种 HLJZM009573、HLJZM009589、HLJZM009666^[5];林莉等的研究表明,在杂交玉米品种的筛选试验中,株高、穗长、穗粗、秃顶、行数、行粒数、百粒重、产量等指标可以成为筛选优良品种的优异指标,并筛选出卓单 15、锦玉 919、卓玉 183、金博士 817、瘠抗 928 等 9 个高产抗病玉米品种^[6]。西藏是我国重要的玉米种植区域,其较大的垂直海拔落差、丰富的气候类型使西藏各地市的玉米地方品种丰富多样^[7]。西藏耕地较少,大部分土地不适合耕种,在玉米需求量日益增多的情况下,选择优良高产品种是提高玉米整体产量水平的有效措施。为切实保障农户粮食安全,稳定经济发展,分析并综合评价西藏当地玉米品种的农艺性状,筛选适宜生产的优质品种,对推动西藏玉米产业的发展具有重要意义^[8]。

1 材料与方法

1.1 试验点概况

试验田位于林芝市巴宜区,海拔 3 650 m,地势平坦,肥力均匀。该地为半湿润气候,年平均降雨量为 650 mm,年平均气温为 8.7℃,无霜期 180 d 左右,在覆膜条件下可以满足玉米种植条件^[9]。

1.2 供试材料

参试玉米品种共 30 种,种子均由西藏农牧学院农学教研室提供,具体品种名称见表 1。

表 1 供试玉米品种

实验 编号	品种 名称	实验 编号	品种 名称	实验 编号	品种 名称
1	明蹊 5818	11	牡单 20	21	吉单 11
2	明蹊 217	12	九玉 D03	22	吉单 12
3	九莲灯 A8	13	九圣禾 227	23	吉单 17
4	九莲灯 2	14	隆平 7101	24	兆和 A79
5	新玉 110	15	隆平 7102	25	兆和 402
6	新玉 102	16	隆平 7103	26	YW 2053
7	新玉 80	17	隆平 7105	27	YW 2051
8	新玉 87	18	隆平 7106	28	五谷 703
9	新玉 54	19	龙辐玉 7	29	五谷 214
10	新玉 29	20	龙辐玉 20	30	五谷 216

1.3 试验设计

试验采用随机区组设计,3 次重复,小区长

4 m、宽 2 m,面积为 8 m²,行距 50 cm,株距 30 cm,采用穴播的方式,并覆盖黑膜。参试玉米品种于 2021 年 4 月 26 日播种,10 月 10 日收获。播种前施有机肥(36.00 kg/hm²)、尿素(1.95 kg/hm²)、复合肥(3.30 kg/hm²)作为底肥,后期根据玉米的生长情况追加尿素和复合肥,及时进行田间管理,拔除田间杂草。玉米拔节期进行中耕松土,开放授粉,成熟后收获晾干,每个小区随机选取 5 个完整植株,考种获得株高、秃顶长度、折合产量等农艺性状数据^[10]。

1.4 数据处理

使用 Excel 2023 和 SPSS 24 将测得的各项指标原始数据进行整理分析和作图。

2 结果与分析

2.1 主要农艺性状差异性分析

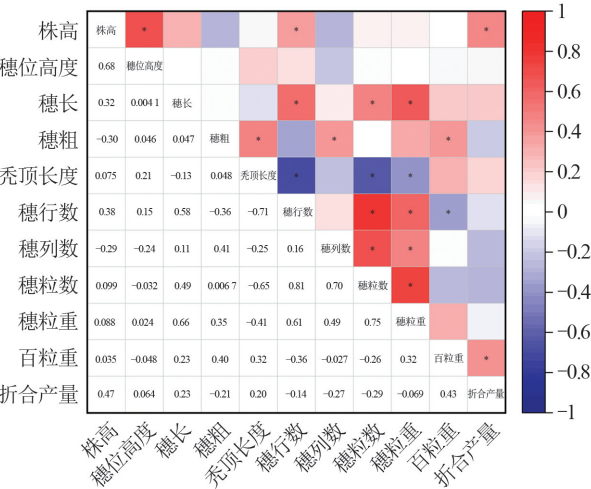
由表 2 可知,参试玉米品种不同农艺表型性状的变异系数均存在较大差异,差异范围为 5.51%~91.05%,其中秃顶长度、穗位高度、折合产量、穗粒重和穗粒数的差异性较大,分别为 91.05%、25.70%、19.80%、15.20%、14.88%;百粒重、穗列数和穗粗的变异系数较小,分别为 9.53%、8.85%、5.51%。综上所述,参试玉米品种种质资源之间差异性较大,遗传多样性较丰富,农艺性状的差异主要是由秃顶长度、穗位高度、折合产量、穗粒重和穗粒数等因素决定,这些性状的研究与改良有利于优良种质资源的筛选和培育。

2.2 主要农艺性状相关性分析

由图 1 可知,11 个玉米品种农艺性状指标之间存在不同程度的显著相关性,其中穗行数和穗粒数的相关系数最大(0.81),穗行数和秃顶长度的相关系数最小(-0.71)。穗位高度只和株高有显著相关性;穗长和穗行数、穗粒数、穗粒重呈显著正相关;穗粗和秃顶长度、穗列数、百粒重呈显著正相关;秃顶长度和穗行数、穗粒数、穗粒重呈显著负相关;穗行列数均和穗粒数、穗粒重呈显著正相关;穗粒数和穗粒重,百粒重和折合产量均呈显著正相关。综上所述,参试玉米品种大部分农艺性状之间是相互关联、相互影响的,适当改良株高、百粒重、穗粗和穗行数等农艺性状可以相应提高玉米品种产量,为高产玉米品种的选育提供实验基础。

表 2 玉米品种农艺性状

性 状	最小值	最大值	均值	标准差	变异系数 CV/%
株高/cm	144.80	250.62	192.23	20.29	10.55
穗位高度/cm	22.60	83.46	40.61	10.44	25.70
穗长/cm	11.94	20.00	16.24	1.63	10.01
穗粗/mm	40.05	52.60	45.58	2.51	5.51
秃顶长度/cm	0.00	6.14	1.23	1.12	91.05
穗行数/行	20.20	34.80	29.86	3.17	10.63
穗列数/列	12.00	18.80	13.74	1.22	8.85
穗粒数/粒	293.60	574.60	412.23	61.33	14.88
穗粒重/g	86.22	146.10	108.53	16.50	15.20
百粒重/g	22.40	34.70	27.35	2.61	9.53
折合产量/kg·hm ⁻²	5 853.00	15 707.85	9 229.95	121.84	19.80



注：* 表示在 $p<0.05$ 水平相关性显著。

图 1 玉米品种农艺性状相关性分析

2.3 玉米品种的聚类分析

由图 2 可知,对 11 个玉米品种农艺性状指标进行聚类分析,在遗传距离 6 处,30 个供试玉米品种被分为 4 大聚类。类群 I 包括兆和 A79、YW 2051、YW 2053 和吉单 17 等 22 份材料,占所有参试玉米品种的 73.33%,该类群主要特征为小穗、穗粒数较少、百粒重较低、低产;类群 II 包括新玉 54、新玉 80、新玉 102 等 6 份材料,占有所有参试玉米品种的 20.00%,这一类群种质资源穗位高度较低、穗粗较小、穗粒数较大但产量较低;类群 III 包括 1 份材料明蹊 217,占有所有参试玉米品种的 3.33%,该类群主要特点为穗位高度较高、秃顶长度较小、穗粒重和百粒重较大、高产;类群 IV 包括 1 份材料五谷 216,占有所有参试玉米品种的 3.33%,该类群主要表现为穗位高度较高、穗粗较粗、秃顶长度较大、穗粒数较少但产量较高。因此,类群 III 和类群 IV 中的玉米种质资源可以作为高产亲本材料进行后续玉米品种的选育筛选。

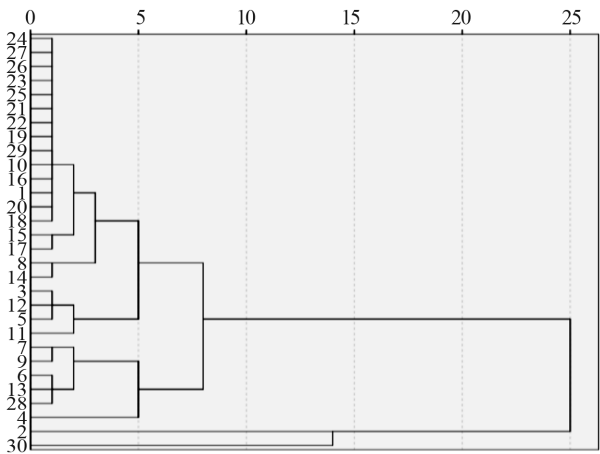


图 2 玉米品种资源聚类分析

2.4 主要农艺性状主成分分析

对 30 份玉米品种种质资源的 11 个农艺性状指标标准化处理后,进行主成分分析,共提取出 4 个主成分(表 3)。由表 3 可以看出,前 4 个主成分累计贡献率达 85.995%,且特征值均>1,表明这 4 个主成分可以代表 30 份玉米品种种质资源的 11 个农艺性状的大部分遗传信息。主成分 1 的特征值和贡献率最大,分别为 3.688 和 33.526%,在第 1 主成分中起主要作用的性状为穗粒数、穗行数、穗粒重、穗长和穗列数;主成分 2 的特征值和贡献率分别为 2.368 和 21.531%,特征向量正向且较大的是株高、穗位高度和折合产量,特征向量值分别为 0.896、0.600、0.586;主成分 3 的特征值和贡献率分别为 2.140 和 19.457%,其中百粒重、穗粗和穗粒重特征向量值较大,说明第 3 主成分中百粒重、穗粗和穗粒重起主要作用;主成分 4 的特征值和贡献率分别为 1.263 和 11.481%,载荷较高的正系数有穗位高度、穗粗和秃顶长度。

表 3 玉米品种农艺性状主成分分析

性 状	F1	F2	F3	F4
株高/cm	0.141	0.896	0.154	0.237
穗位高度/cm	-0.025	0.600	0.134	0.729
穗长/cm	0.599	0.310	0.474	-0.229
穗粗/mm	-0.077	-0.529	0.700	0.398
秃顶长度/cm	-0.725	0.020	0.468	0.288
穗行数/行	0.896	0.342	-0.203	0.022
穗列数/列	0.544	-0.591	0.211	0.129
穗粒数/粒	0.968	-0.115	-0.007	0.108
穗粒重/g	0.804	-0.074	0.520	-0.017
百粒重/g	-0.205	0.013	0.819	-0.327
折合产量/kg·hm ⁻²	-0.229	0.586	0.371	-0.495
特征值	3.688	2.368	2.140	1.263
贡献率/%	33.526	21.531	19.457	11.481
累计贡献率/%	33.526	55.057	74.514	85.995

以 30 份玉米品种种质资源的 11 个农艺性状所对应的主成分值为系数构建线性方程,式中 X_1 — X_{11} 分别表示 11 个农艺性状(表 3 性状由上至下)的标准化值。根据提取的主成分特征值,将数据进行标准化后可计算出各处理主成分得分,见公式(1)—(4)。以各主成分对应的方差贡献率为权重,可构建综合评价模型,见公式(5)。

$$Y_1=0.073X_1-0.013X_2+0.312X_3-0.040X_4-0.378X_5+0.467X_6+0.283X_7+0.504X_8+0.419X_9-0.107X_{10}-0.119X_{11} \quad (1)$$

$$Y_2=0.582X_1+0.390X_2+0.201X_3-0.344X_4+0.013X_5+0.222X_6-0.384X_7-0.075X_8-0.048X_9+0.008X_{10}+0.381X_{11} \quad (2)$$

$$Y_3=0.105X_1+0.092X_2+0.324X_3+0.479X_4+0.320X_5-0.139X_6+0.144X_7-0.005X_8+0.355X_9+0.560X_{10}+0.254X_{11} \quad (3)$$

$$Y_4=0.211X_1+0.649X_2-0.204X_3+0.354X_4+0.256X_5+0.020X_6+0.115X_7+0.096X_8-0.015X_9-0.291X_{10}-0.440X_{11} \quad (4)$$

$$F=(33.526\%/85.995\%)Y_1+(21.531\%/85.995\%)Y_2+(19.457\%/85.995\%)Y_3+(11.481\%/85.995\%)Y_4 \quad (5)$$

利用 F 值对各地方种质资源进行综合评价, F 值越大,该材料综合性状越好。最终对 30 份玉米品种种质资源综进行排序(表 4)。由表 4 可知,在主成分综合得分中,明蹊 217 品种综合得分最高,分值为 1.925,明蹊 5818 品种得分最低,分值为-1.948,排在前三名的品种依次为:明蹊 217、新玉 102、新玉 87,综合性状较佳。

表 4 玉米品种种质资源综合评价

品种名称	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	F	综合排名
明蹊 217	2.242	2.542	3.105	-2.154	1.925	1
新玉 102	2.960	0.478	1.089	1.336	1.698	2
新玉 87	0.530	3.843	-1.880	3.500	1.211	3
九圣禾 227	2.557	0.495	-0.235	0.833	1.179	4
牡单 20	2.172	1.521	-1.086	-0.448	0.922	5
九莲灯 A8	1.545	2.175	0.484	-2.581	0.912	6
新玉 54	2.068	-0.254	0.028	0.800	0.856	7
隆平 7101	0.431	3.068	-1.277	3.687	0.765	8
五谷 703	2.424	-1.384	0.329	0.010	0.674	9
九莲灯 2	3.725	-4.813	0.759	0.686	0.510	10
新玉 80	1.958	-0.485	-0.526	-0.109	0.508	11
九玉 D03	-0.499	1.870	0.774	-0.664	0.360	12
新玉 110	1.167	-0.296	0.696	-1.411	0.350	13
新玉 29	-0.669	-1.751	1.376	0.729	-0.291	14
隆平 7105	-1.172	-1.189	1.313	0.644	-0.372	15
隆平 7102	-0.744	0.124	-0.797	0.504	-0.372	16
五谷 216	-4.552	0.106	5.252	1.306	-0.385	17
五谷 214	-0.500	-0.337	-0.456	-0.075	-0.392	18
龙辐玉 20	-1.706	1.426	-0.630	-0.096	-0.463	19
龙辐玉 7	-0.677	-0.451	-0.482	0.113	-0.471	20

续表

品种名称	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	F	综合排名
兆和 A79	-1.196	-0.013	-0.623	-0.067	-0.619	21
兆和 402	-1.298	0.075	-0.654	-0.105	-0.649	22
YW 2051	-1.216	-0.163	-0.677	-0.117	-0.684	23
YW 2053	-1.217	-0.196	-0.660	-0.105	-0.687	24
吉单 12	-1.183	-0.420	-0.535	-0.086	-0.699	25
吉单 11	-1.227	-0.354	-0.579	-0.036	-0.703	26
隆平 7103	-1.468	-0.047	-0.783	0.227	-0.731	27
吉单 17	-1.185	-0.265	-0.904	-0.232	-0.764	28
隆平 7106	-1.125	-1.522	-2.301	-1.059	-1.482	29
明蹊 5818	-2.838	-1.091	-1.570	-1.596	-1.948	30

3 讨论与结论

3.1 讨论

丰富多样的地方种质资源是育种工作的重要材料来源,对农业可持续发展至关重要^[11]。西藏玉米地方品种受地势所限,开发与利用相对较晚,因此对西藏玉米种质资源的研究与筛选报道较少^[12]。本研究选取 30 份玉米品种,分析了其 11 个农艺性状的相关性、聚类 and 主成分,并进行综合评价。

3.1.1 玉米种质资源遗传多样性

遗传多样性是开展遗传研究的基础,变异系数是种质间遗传变异差异表现的一种标志,综合分析多个性状的遗传多样性可以从整体上明白品系的利用潜力强度^[13-14]。本研究对玉米进行种质资源农艺性状综合评价发现,秃顶长度、穗位高度、折合产量、穗粒重、穗粒数、穗行数、株高和穗长等多个性状变异系数大于 10%,其中秃顶长度变异系数最大为 91.05%,这与毛俊莹等的研究结果相似^[5]。这表明供试品种表现类型丰富,遗传信息多样化,11 个主要农艺性状均具有较大的选择潜力^[15]。

3.1.2 玉米种质资源相关性分析

作物的不同性状之间具有不同程度的相关性,体现了不同性状间的关联紧密程度,能够大幅度提高育种筛选效率^[16-17]。本研究发现,玉米品种农艺性状指标之间存在不同程度的显著相关性,株高与穗位高度、株高与折合产量、穗行数与百粒重、百粒重与折合产量呈现显著正相关,表明穗位高度越高,株高越高,穗行数越多,百粒重越大,最终折合产量就越大,这与齐欣等在东欧玉米上的研究结果一致^[18]。因此,可以根据筛

选目标科学搭配不同性状。

3.1.3 玉米种质资源聚类分析

聚类分析作为种质资源综合评价的关键方法,被广泛应用于种质资源鉴定^[19]。聚类分析在遗传距离 6 处时将 30 份供试玉米品种分为 4 大聚类,第 I 聚类小穗、穗粒数较少、百粒重较低、低产,占有参试玉米品种的 73.33%;第 II 聚类穗位高度较低、穗粗较小、穗粒数较大但产量较低,占有参试玉米品种的 20.00%;第 III 聚类穗位高度较高、秃顶长度较小、穗粒重和百粒重较大、高产,占有参试玉米品种的 3.33%;第 IV 聚类穗位高度较高、穗粗较粗、秃顶长度较大、穗粒数较少但产量较高,占有参试玉米品种的 3.33%。该分类结果为后续高产亲本材料进行选育筛选提供参考和选择依据。

3.1.4 玉米种质资源主成分分析

主成分分析作为一种多元性统计分析技术,旨在将原始指标融合为线性组合的综合指标,来反映样品的核心信息,在提高玉米品种选育的亲本选配方面具有重要意义^[20-21]。本研究通过主成分分析将 30 份玉米品种的 11 个农艺性状降维成 4 个综合性因子,累计贡献率为 85.995%,说明这 11 个性状对玉米品种均具有重要影响,能够反映植株农艺性状的大部分遗传信息。其中第 1 主成分起主要作用的性状为穗粒数、穗行数、穗粒重;第 2 主成分起主要作用的性状为株高、穗位高度、折合产量;第 3 主成分起主要作用的性状为百粒重、穗粗、穗粒重;第 4 主成分起主要作用的性状为穗位高度、穗粗、秃顶长度。各主成分的载荷值客观地反映性状的选择潜力,为玉米农艺性状的分析提供依据。

综上所述,本研究采用多种分析方法对玉米

种质资源多个农艺性状进行全面综合分析,明确了30份玉米品种的变异范围和类群划分,筛选出优质高产品种明蹊217,为后续品种改良和遗传进化研究提供参考。此外,由于表型性状是数量性状,受环境影响较大,因此在后续育种过程中需结合生理性状指标和生物技术进行进一步筛选^[22]。

3.2 结论

30份玉米种质资源具有丰富的遗传多样性,秃顶长度、穗位高度、折合产量、穗粒重和穗粒数的变异系数较大,说明可以为选育优良品种提供遗传基础,相关性分析表明各性状之间互相影响,玉米种质资源按照表型性状聚类被划分为4个类群,通过主成分分析计算30份玉米种质资源的综合评价D值,并采用隶属函数分析法进行综合分析,筛选出优异种质资源明蹊217,可作为育种亲本或核心种质加以利用,为后续种质创新提供基础材料。

参考文献:

- [1] 卢志强,温思佳,李雨泽等.免耕对玉米生产力的影响:基于全球荟萃分析[J].西北农业学报,2024,33(3):452-468.
- [2] 张笑培,常晓,杨慎骄,等.水分及秸秆覆盖对夏玉米土壤呼吸及碳平衡的影响[J].灌溉排水学报,2024,43(1):1-8.
- [3] 高丽克.美岭县玉米新品种引种试种试验研究[J].种子科技,2024,12(9):32-34.
- [4] 李淑芳,李鹤南,刘晓冬,等.205份玉米种质资源表型性状遗传多样性分析及优异种质筛选[J].玉米科学,2023,31(5):1-10.
- [5] 毛俊莹,杨光,陶猛,等.玉米种质资源农艺性状鉴定与综合评价[J].黑龙江农业科学,2024(9):1-6.
- [6] 林莉,黄超,陈光玉,等.17个杂交玉米品种在余庆县的引种表现[J].农技服务,2024,41(8):7-10.
- [7] 蒙祖庆,宋丰萍,李珏桑,等.高寒区西藏玉米品质特性及其与气象因子间的相关分析[J].种子,2018,37(6):56-59,62.
- [8] 楚建波.罗甸县低热河谷地区杂交玉米引种试验[J].现代农业科技,2024,7(5):18-20.
- [9] 高文于,吕庆鑫,顾琪,等.藏东南巴宜区不同土地利用方式碳氮含量分布特征[J].高原农业,2022,6(1):29-35.
- [10] 石云素.玉米种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [11] 郑秋道,张培风,孙佩,等.河南省102份玉米地方品种农艺性状综合评价及类群划分[M].中国种业,2024(9):58-63.
- [12] 陈佳,王琴,林之嵌,等.西藏玉米杂交种的利用潜力分析[J/OL].分子植物育种,(2024-05-23)[2024-10-20] <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-FZZW20240521001.htm>.
- [13] 周伟,金广洋,余忠浩,等.176份糯高粱品系主要农艺性状综合评价[J].江苏农业科学,2024,52(14):128-134.
- [14] 郭欢乐,汤彬,李涵,等.湖南省玉米地方品种表型性状综合评价及类群划分[J].作物杂志,2022(6):33-41.
- [15] 王博,严亮亮,宋丽华.宁夏5个野生酸枣种群遗传变异性分析[J].西北农业学报,2021,30(12):1824-1834.
- [16] 赵朝森,王瑞珍,赵现伟.国外大豆种质资源农艺及品质性状分析与评价[J].植物遗传资源学报,2021,22(3):665-673.
- [17] 刘思辰,曹晓宁,温琪汾,等.山西谷子地方品种农艺性状和品质性状的综合评价[J].中国农业科学,2020,53(11):2137-2148.
- [18] 齐欣,姜敏,马骏,等.东欧玉米核心种质资源鉴定及聚类分析[J].辽宁农业科学,2022(2):15-18.
- [19] 牛小霞,柳小宁,潘永东,等.97份大麦种质资源农艺性状分析与评价[J].种子,2021,40(8):68-72,77.
- [20] 潘天遵,高聚林,苏治军,等.基于主成分分析的玉米杂交组合农艺性状综合评价[J].北方农业学报,2016,44(4):1-8,13.
- [21] 王自力,张北举,李魁印,等.高粱种质资源表型性状多样性分析及综合评价[J].江苏农业科学,2022,50(18):115-121.
- [22] 康泽然,王晓磊,魏云山,等.绿豆种质资源主要农艺性状、经济性状遗传多样性分析及综合评价[J].江苏农业科学,2022,50(21):36-41.