

刘震桦,吴明秋,赵红杰,等. 湖南 38 份尖椒种质资源农艺性状的遗传多样性分析[J]. 江苏农业科学,2025,53(17):166-171.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2025.17.022

湖南 38 份尖椒种质资源农艺性状的遗传多样性分析

刘震桦¹, 吴明秋¹, 赵红杰¹, 潘 玥¹, 许 洪¹, 龙 鲲¹, 熊梓伊¹, 雷楚文¹, 胡博文^{1,2}

(1. 湖南农业大学园艺学院,湖南长沙 410128; 2. 教育部园艺作物种质创新与分子育种国际合作联合实验室,湖南长沙 410128)

摘要:为加速地方辣椒种质资源的品种改良和选育工作,并筛选出表现出色的核心种质资源,选择湖南省各地区的 38 份尖椒种质资源为试验材料,对其农艺性状的遗传多样性进行分析。结果表明,38 份尖椒材料在 8 项农艺特征上均展现出不同程度的变异,变异系数介于 11.18%~66.57%之间,平均水平达到 30.26%;其中,单果重的差异性最显著,其变异系数高达 66.57%;相比之下,株幅的变异系数则最小,仅为 11.18%。相关性分析表明,主茎高与株高、株幅之间呈极显著正相关,单果重与果实横径、果肉厚之间呈极显著正相关,单株果数与单果重、果肉厚之间呈极显著负相关,说明性状之间具有一定的相互作用。主成分分析表明,3 个主成分累积贡献率达 77.206%;聚类分析在欧氏距离为 13.0 处将 38 份种质资源分为 4 类;38 份材料在首花节位、茎枝颜色、青熟果色、成熟果色、果表质地、辣味程度、熟性、抗病性等农艺性状中也存在不同程度差异。

关键词:辣椒;种质资源;农艺性状;表型分析;遗传多样性分析

中图分类号:S641.302;S641.303 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2025)17-0166-06

辣椒 (*Capsicum annuum* L.) 为一年生草本植物,属于茄科辣椒属,原产于中南美洲,现今已广泛分布于世界各地^[1]。自传入我国后,辣椒成为重要的蔬菜作物^[2],既可供鲜食,又可进行加工,具有显

著的经济价值^[3-5]。目前,我国贵州、云南、新疆、甘肃、内蒙古、山西等地均有大面积种植辣椒^[6]。在全球范围内,我国辣椒生产量和消费量均名列前茅,是种植面积最广且经济回报最佳的主要蔬菜之一,深受消费者喜爱^[7],并在乡村振兴的进程中扮演着不可或缺的角色。

辣椒在分类学上可分为 5 个变种:樱桃椒 (var. *cerasiorme* Bailey), 其果实呈樱桃状,小巧玲珑;圆锥椒 (var. *conoïdes* Bailey), 果实为圆锥形,底部较宽、顶部渐尖;簇生椒 (var. *fasciculatum* Bailey), 果实通常多个聚生,呈簇状;长形椒 (var. *longum* Bailey),

收稿日期:2024-09-19

基金项目:科技基础资源调查专项(编号:2023FY101200);国家自然科学基金(编号:32002040)。

作者简介:刘震桦(2001—),男,重庆合川人,硕士研究生,主要从事辣椒分子设计育种研究。E-mail:1516441975@qq.com。

通信作者:胡博文,博士,副教授,主要从事辣椒分子设计育种研究。E-mail:hubowen.cap@aliyun.com。

[24] Wan X, Zou L H, Pan X Y, et al. Auxin and carbohydrate control flower bud development in *Anthurium andraeanum* during early stage of sexual reproduction[J]. BMC Plant Biology, 2024, 24(1): 159.

[25] 李天红, 黄卫东, 孟昭清. 苹果花芽孕育机理的探讨[J]. 植物生理学报, 1996(3): 251-257.

[26] 许伟东, 郑诚乐, 郭亚市, 等. 杨梅花芽生理分化期叶片碳水化合物含量变化研究[J]. 江西农业学报, 2009, 21(7): 75-77.

[27] 李 燕. 休眠期前和萌芽期苹果树枝芽中糖及相关酶活性变化[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2016: 3-48.

[28] 王 慧, 李 玲, 谭 钺, 等. 休眠期间油桃花芽碳水化合物代谢及其相关基因的表达变化[J]. 植物生理学报, 2011, 47(6): 595-600.

[29] 刘大亮, 张学勇, 姜福东, 等. 苹果花芽休眠及萌芽早期生理变化及其与气温、光照变化的相关性[J]. 烟台果树, 2023(1): 9-14.

[30] Hanke M, Henryk B, Flachowsky H, et al. No flower no fruit -

genetic potentials to trigger flowering in fruit trees[J]. Agricultural and Food Sciences, 2007, 23(40): 897.

[31] Zhang W E, Li J J, Zhang W L, et al. The changes in C/N, carbohydrate, and amino acid content in leaves during female flower bud differentiation of *Juglans sigillata* [J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2022, 44(2): 19.

[32] Yan B B, Hou J L, Cui J, et al. The effects of endogenous hormones on the flowering and fruiting of *Glycyrrhiza uralensis* [J]. Plants, 2019, 8(11): 519.

[33] 周芳萍, 潘晓芳. 双季板栗休眠期至花期芽体或花序内源激素的变化[J]. 经济林研究, 2020, 38(3): 76-84.

[34] 季志平, 魏安智, 吕平会, 等. 板栗花芽分化和花序生长过程中的内源激素含量变化[J]. 植物生理学通讯, 2007, 43(4): 669-672.

[35] 葛会波, 李青云, 陈贵林, 等. 草莓休眠过程中内源激素含量的变化[J]. 园艺学报, 1998, 25(1): 89-90.

果实呈长条形;灯笼椒(var. *grossum* Bailey),果实形似灯笼,较为饱满。这些不同的变种类型在形态特征、生长习性以及用途等方面均存在一定差异^[8-9]。其中,长形椒分枝性强,叶片大小适中或偏小,果实通常朝下生长、末端尖锐,果肉厚薄不一且辣味十足。尖椒是长形椒家族中的一员,作为一种重要的蔬菜作物,其在我国的种植面积和年产量均呈不断上升的趋势。我国现已成为全球辣椒生产量、消费量和出口量均居首位的国家。我国辣椒产业的迅速发展得益于粗加工和精深加工企业的崛起,例如老干妈、河北晨光等企业,这些企业的发展带动了整个产业链的快速发展。据统计,尖椒不仅在我国经济中占有重要地位,其生产和加工也与农业现代化和机械化紧密相关。农艺性状虽是种质资源研究中最基本的内容,但也是辣椒品种选育过程中进行亲本和测配组合选择的重要依据^[10]。

调查表明,栽培辣椒的遗传背景日益狭窄,遗传多样性指数逐步降低,这给辣椒生产带来了重大影响,因此对性状优良的辣椒进行改良十分必要^[11]。种质资源不仅是培育新型作物和新品种的关键要素,也是实现各类育种方法的核心所在,深入研究这些资源有助于提高育种效果^[12]。遗传多样性分析被看作是研究作物种质资源的重要内容

之一^[13]。对农作物种质资源进行全面系统的研究,不但能深化对其遗传背景的了解,还能进一步发掘其文化与历史价值,为品种的改良和创新提供重要的理论依据与选择^[14]。同时,通过分析植物的表型性状指标,深入研究其遗传多样性,这对于在细胞水平及分子水平上开展植物遗传多样性研究具有重要借鉴意义^[15]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取 38 份一年生辣椒种质资源作为试验材料,所有材料由湖南省农业科学院提供。其中,12 份材料来自长沙、株洲、湘潭等地,26 份材料来自邵阳、益阳、娄底、怀化、常德、衡阳等地。2022—2023 年将材料种植于海南省农业科学院辣椒试验基地的温室大棚中。采用双行定植法,植株间距为 30 ~ 40 cm,品种间距为 60 ~ 80 cm,以方便后续处理。选用地势环境相似的试验田,采用地膜覆盖与膜下滴灌相结合的种植模式,且植株的营养管理及病虫害防治等措施要保持基本一致。每份辣椒种植 10 株,从中随机选取固定的 6 株进行观察并记录。最终结果取平均值,且进行 3 次生物学重复。部分辣椒果实见图 1。



图1 部分辣椒果实图片

1.2 试验方法

调查 38 份尖椒材料的主要农艺性状,包括株高、株幅、抗病性、辣味程度、果肉厚、单果重、单株果数、果实纵径、果实横径等,其记录方法参照《辣椒种质资源描述规范和数据标准》^[16]。测量指标可分为 8 个质量性状(首位花节、茎枝颜色、成熟果色、青熟果色、果表质地、辣味程度、熟性、抗病性)和 8 个数量性状(主茎高、单株果数、株高、株幅、果实纵径、果实横径、果肉厚、单果重)(测量时间:2023 年 12 月 23 日)。

1.3 数据分析

用 WPS Office 软件进行数据统计和整理;使用

IBM SPSS Statistics 26.0 软件对 38 份辣椒种质资源进行聚类分析,聚类方法采用组间联接法,用平方欧氏距离来构建聚类结果的树状图;运用 Origin 22.0 软件进行主成分分析,并绘制小提琴图和相关性热力图。

2 结果与分析

2.1 主要表型性状的多样性分析

由表 1 可知,38 份尖椒材料在株高、株幅、主茎高、果实横径、果实纵径、果肉厚、单株果数以及单果重等方面均表现出较大变异,其变异系数介于 11.18% ~ 66.57% 之间,平均值为 30.26%。其中,

单果重的变异系数最大,为 66.57%,说明单果重具有较大的选育潜能,可为品种产量指标提供多种选择;果实横径、果肉厚、单果重以及单株果数的变异系数均超过 20%,表明以上特征具有一定的选育潜能。主茎高、株高、果实纵径、株幅的变异系数低于 20%,遗传相对较为稳定。以上结果表明果实横径、果肉厚、单果重以及单株果数的变异程度较高,主茎高、株高、果实纵径、株幅的变异程度较低。

表 1 尖椒种质资源表型性状多样性分析

性状	最大值	最小值	标准差	平均值	变异系数 (%)
主茎高(cm)	27.80	15.00	3.38	19.68	17.19
单株果数(个)	70.00	14.40	13.56	41.47	32.70
株高(cm)	93.40	43.80	11.86	62.38	19.01
株幅(cm)	70.40	41.20	6.11	54.61	11.18
果实纵径(cm)	20.94	9.66	2.92	14.62	19.96
果实横径(cm)	4.32	0.78	0.87	1.91	45.32
果肉厚(cm)	3.56	1.00	0.57	1.89	30.11
单果重(g)	47.30	0.52	12.09	18.16	66.57

由图 2 可知,单株果数在数值上存在的差异最大,最大值为 70.00 个,最小值为 14.40 个;果肉厚在数值上存在的差异最小,最大值为 3.56 cm,最小值为 1.00 cm。各表型性状的平均值存在较大差异,其中主茎高均值为 19.68 cm,单株果数均值为 41.47 个,株高均值为 62.38 cm,株幅均值为 54.61 cm,果实纵径均值为 14.62 cm,果实横径均值为 1.91 cm,果肉厚均值为 1.89 cm,单果重均值为 18.16 g。

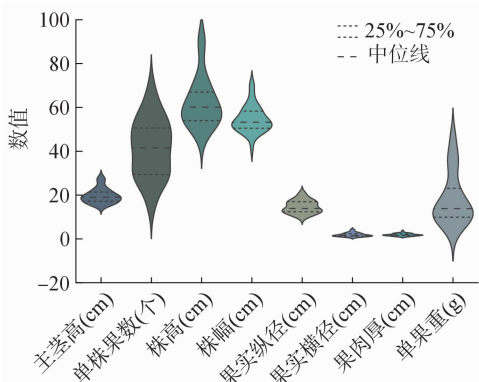


图 2 尖椒种质资源表型性状的分布情况

2.2 主要质量性状的多样性分析

质量性状也称为属性性状,是指可以获得观察结果但又无法测定的特征,即同一特征在不同表现型间,表现出中断性质变、无连续性量变特征^[17]。

由表 2 可知,38 份尖椒种质在首花节位、茎枝颜色、青熟果色、成熟果色、辣味程度、熟性、抗病性的具体情况。首位花节主要集中在 6~10 节上;茎枝颜色主要为绿色;青熟果颜色为绿色,成熟果颜色多为红色;辣味程度多样,熟性大多为中熟或晚熟;抗病性大多为强。

表 2 供试尖椒的质量性状

品种代号	首花节位	茎枝颜色	青熟果色	成熟果色	果表质地	辣味程度	熟性	抗病性
23ZY-2	7	绿	绿	红	微皱	辛辣	中熟	较强
23ZY-6	9	绿	深绿	红	光滑	中辣	晚熟	强
23ZY-9	10	绿	黄绿	红	光滑	中辣	晚熟	强
23ZY-15	7	绿紫	紫	红	光滑	辛辣	晚熟	强
23ZY-20	8	绿	绿	红	光滑	中辣	中熟	较强
23ZY-21	8	绿	绿	红	光滑	微辣	中熟	一般
23ZY-23	8	绿	深绿	红	光滑	中辣	中熟	较差
23ZY-26	8	绿	绿	红	光滑	辛辣	晚熟	较强
23ZY-28	8	绿	绿	红	光滑	中辣	晚熟	一般
23ZY-31	7	绿	绿	红	光滑	中辣	中熟	较强
23ZY-34	8	绿	绿	红	光滑	中辣	中熟	强
23ZY-36	9	绿	绿	红	光滑	中辣	中熟	较强
23ZY-41	6	绿	绿	红	微皱	辛辣	早熟	较强
23ZY-42	8	绿	浅绿	红	微皱	特辣	晚熟	较强
23ZY-46	7	绿	深绿	红	微皱	辛辣	晚熟	强
23ZY-50	6	绿	绿	红	微皱	辛辣	晚熟	一般
23ZY-51	10	绿	绿	红	光滑	辛辣	晚熟	强
23ZY-55	7	绿	绿	橙黄	光滑	辛辣	晚熟	强
23ZY-56	7	绿	绿	红	光滑	辣	中熟	强
23ZY-58	7	绿	绿	红	光滑	中辣	晚熟	强
23ZY-59	8	绿	绿	红	光滑	特辣	中熟	强
23ZY-61	7	绿	绿	红	光滑	中辣	中熟	强
23ZY-65	7	绿	绿	红	光滑	特辣	晚熟	强
23ZY-68	10	绿	绿	红	光滑	中辣	中熟	强
23ZY-72	8	绿	绿	红	皱	微辣	中熟	弱
23ZY-75	8	绿	绿	红	光滑	中辣	中熟	强
23ZY-76	8	绿	绿	红	光滑	微辣	早熟	强
23ZY-79	9	绿	绿	红	微皱	中辣	中熟	强
23ZY-80	6	绿	绿	红	光滑	辛辣	晚熟	一般
23ZY-82	8	绿	绿	红	光滑	中辣	中熟	较强
23ZY-83	7	绿	绿	红	光滑	中辣	早熟	强
23ZY-84	7	绿	绿	红	微皱	中辣	中熟	较强
23ZY-86	8	绿	深绿	红	光滑	微辣	晚熟	强
23ZY-87	7	绿	绿	红	光滑	中辣	中熟	强
23ZY-88	7	绿	绿	红	光滑	中辣	早熟	强
23ZY-89	6	绿	黄绿	红	光滑	中辣	中熟	强
23ZY-91	8	绿	绿	红	光滑	微辣	晚熟	强
23ZY-92	8	绿	绿	红	光滑	微辣	早熟	较强

2.3 相关性分析

由图 3 可知,尖椒主要表型的性状间存在显著和极显著相关性。主茎高与株高、株幅之间呈极显著正相关,相关系数分别为 0.77、0.47,表明主茎高的增长往往伴随着株高和株幅的增加。单果重与果实横径、果肉厚之间呈极显著正相关,相关系数分别为 0.86、0.84,表明果实横径越大、果肉越厚,单果重就越大。单株果数与单果重、果肉厚之间呈极显著负相关,相关系数分别为 -0.49、-0.46,表明单株果数越多,单果重和果肉厚可能越小。由此可见,尖椒的大部分表型性状间存在相互影响。

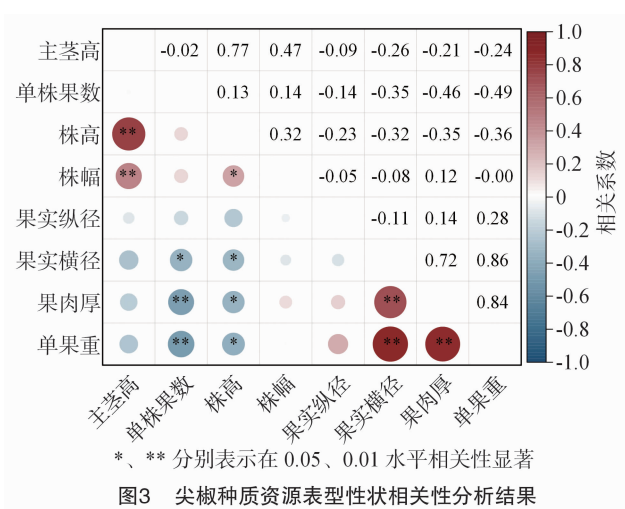


图3 尖椒种质资源表型性状相关性分析结果

2.4 主成分分析

由表 3 可知,8 个性状中提取特征值大于 1 的有 3 个主成分,其累计贡献率为 77.206%,基本可以反映原始指标的主要信息。特征值最高的是主成分 1(PC1),达 3.326,其贡献率是 41.569%。其中果实横径、果肉厚、单果重的载荷值较高且为正值,分别为 0.826、0.843、0.912;主茎高、单株果数、株高载荷值较高且为负值,分别为 -0.529、-0.545、-0.642。主成分 1 主要体现果实的状况。主成分 2(PC2)的特征值为 1.774,其贡献率为 22.175%,主茎高、株高、株幅载荷值较高且为正值,分别为 0.747、0.598、0.684;单株果数、果实纵径载荷值较高且为负值,分别为 -0.299、-0.110。主成分 2 主要体现植株的形态特征。主成分 3(PC3)的特征值为 1.077,其贡献率为 13.462%,主茎高和果实纵径载荷值较高为正,分别为 0.139、0.993;单株果数和果实横径载荷值较高且为负值,分别为 -0.200、-0.369。主成分 3 主要体现果实数量。

为了将 38 份尖椒的表型性状和遗传多样性的

表 3 尖椒种质资源表型性状主成分分析

性状	载荷值		
	主成分 1	主成分 2	主成分 3
主茎高	-0.529	0.747	0.139
单株果数	-0.545	-0.299	-0.200
株高	-0.642	0.598	-0.039
株幅	-0.222	0.684	0.071
果实纵径	0.248	-0.110	0.933
果实横径	0.826	0.255	-0.369
果肉厚	0.843	0.361	-0.024
单果重	0.912	0.307	0.054
特征值	3.326	1.774	1.077
贡献率(%)	41.569	22.175	13.462
累计贡献率(%)	41.569	63.744	77.206

关系充分表达,选择贡献率较大的 PC1(41.569%)、PC2(22.175%)、PC3(13.462%) 绘制 PCA-3D 图。由图 4 可知,38 份尖椒均分布在 PCA-3D 图中,表明表型性状具有丰富的遗传多样性;8 个农艺性状在 PC1、PC2 方向上分布较为明显,可为筛选不同育种目标提供参考。PC1 的表型性状中单果重与果实横径以及果肉厚呈显著的正向分布,而与果实纵径则呈明显的负向分布态势。这种分布态势表明,单果重与果实横径、果肉厚之间存在积极的协同效应,即随着果实横径的增大以及果肉厚度的增加,单果重也呈上升趋势。与之相反,单果重与果实纵径之间则表现出负向的关联效应。这表明果实纵径的增加可能会对单果重的增加产生抑制作用,PC1 主要与辣椒果实相关。PC2 的表型性状中株高、株幅、主茎高呈正向分布,说明株幅与株高、主茎高有正效应。PC3 的表型性状中果实纵径呈正向分布,果实纵径箭头长度最长,其贡献率最高,说明 PC3 主要与果实大小有关。

2.5 聚类分析

由图 5 可知,在欧氏距离为 13 时,可将 38 份尖椒种质资源材料分为 4 个类群。第 I 类包含 13 份材料,该类型尖椒表现为株高一般,株幅较小,单株结果数较多,首位花节小且大部分为羊角形,果肉薄,果重较轻,质地多光滑,熟性大多为中熟,抗病性强。第 II 类包含 10 份材料,该类群尖椒表现为株高一般,株幅一般,单株结果数较少,果形大多为羊角形和牛角形,熟性大多为中熟或晚熟,中辣,抗病性较强。第 III 类包含 9 份材料,该类群表现为株高较高,株幅较大,单株结果数较多,果肉较厚,单果重

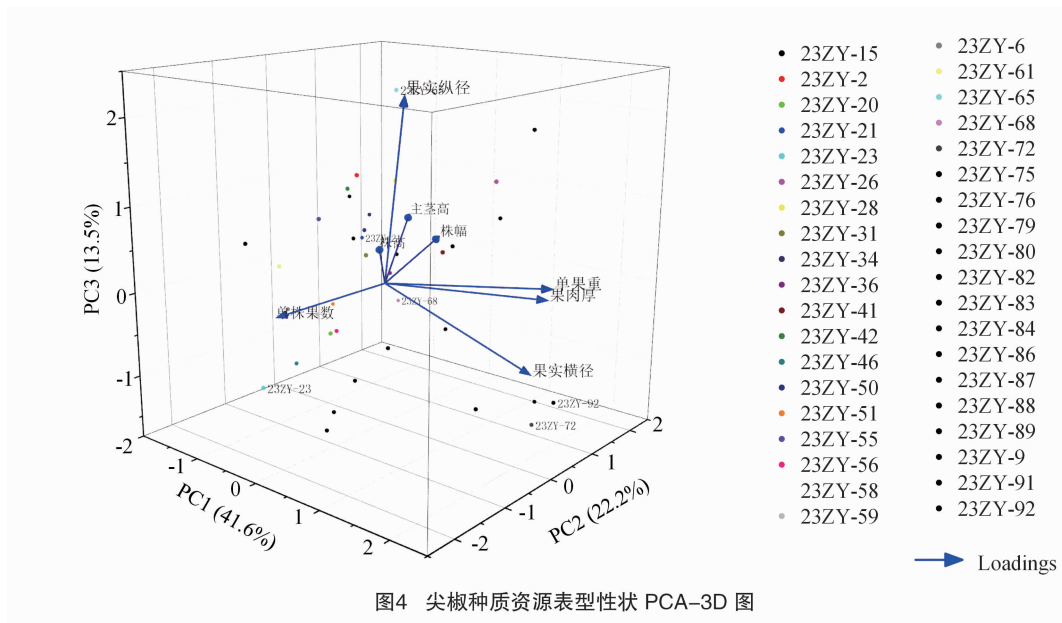


图4 尖椒种质资源表型性状 PCA-3D 图

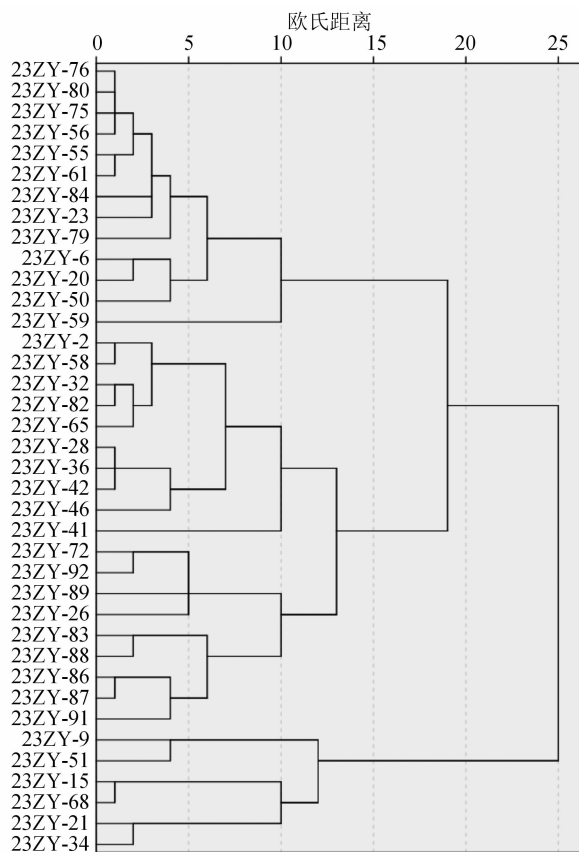


图5 尖椒种质资源表型性状聚类分析

量较大,果皮微皱,熟性大多为早熟或中熟,辣度最小,抗病性强。第Ⅳ类包含 6 份材料,该类群表现为株高较高,株幅较大,主茎高较高,单株果数较多,首位花节大,果肉较薄,单果重量较小,熟性大多为中熟或晚熟。

3 讨论与结论

种质资源的遗传多样性是物种进化和遗传育种的基础^[18],通过对园艺作物主要农艺性状的表型性状的遗传多样性分析,可为品种改良与科学研究提供理论基础。其影响力不言而喻,既是新品种选育的物质基石,也是改良动植物的物质条件^[19]。本研究中 38 份尖椒材料来自湖南省不同地区,这些材料能够代表湖南省辣椒资源的多样性。通过对 38 份不同来源辣椒种质资源的表型性状(数量性状和质量性状)进行多样性研究,结果表明,单果重变异系数最大,为 66.57%;果实横径、果肉厚、单果重、单株果数变异系数均超过 20%;主茎高、株高、株幅、果实纵径的变异系数低于 20%,说明它的遗传较为稳定。综上,单果重变异系数在 65% 以上,表明供试材料在该性状上拥有较高的遗传变异^[20]。

深入探究表型性状间的相互关系,有助于明确其内在联系。对重要性状进行表面选择和遗传改进可间接提高次级性状的质量,有助于加快整个育种过程^[21]。本研究中,进一步的表型性状相关性分析表明,主茎高与株高、株幅,单果重与果实横径、果肉厚,以及果肉厚与果实横径之间均呈极显著正相关;株高与株幅之间呈显著正相关。单株果数与果肉厚、单果重呈极显著负相关;单株果数与果实横径,以及株高与果实横径、果肉厚、单果重之间呈显著负相关。

聚类分析结果表明,当欧氏距离设定为 13 时,

38份样本可分为4个类群,各类群间存在明显的表型差异。第Ⅰ类型尖椒表现为株高一般,株幅较小,单株结果数较多,首位花节小且大部分为羊角形,果肉薄,果重较轻,质地多光滑,熟性大多为中熟,抗病性强。第Ⅱ类群尖椒表现为株高一般,株幅一般,单株结果数较少,果形大多为羊角形和牛角形,熟性大多为中熟或晚熟,中辣,抗病性较强。第Ⅲ类群表现为株高较高,株幅较大,单株结果数较多,果肉较厚,单果重量较大,果皮微皱,熟性大多为早熟或中熟,辣度最小,抗病性强。第Ⅳ类群表现为株高较高,株幅较大,主茎高较高,单株果数较多,首位花节大,果肉较薄,单果重量较小,熟性大多为中熟或晚熟。主成分分析基于各指标间的互动关系,通过降维技术将多项主导的农业指标转换为少数核心成分,从而清晰地展示辣椒多种特性的关键性^[22]。本研究通过分析获得3个主成分,其累计贡献率为77.206%,基本反映原始指标的主要信息。主成分1特征值为3.326,对整体变异的贡献率为41.569%,该成分中果实横径、果肉厚、单果重的载荷值较高且均为正向,主要反映尖椒果实的形态特征和重量特征;主成分2特征值为1.774,贡献率为22.175%,主茎高、株高、株幅在该成分中载荷值较高且为正,主要反映尖椒植株的形态特征;主成分3特征值为1.077,贡献率为13.462%,主茎高和果实纵径载荷值较高且为正值,该成分主要反映果实数量。

综上所述,38份辣椒资源整体表现出较高的遗传多样性和主要性状的遗传变异,为选择育种提供了巨大的潜力。确保辣椒育种成果的可靠性仍是育种工作的核心。生物技术的深入发展必须与遗传育种学、植物病理学、作物栽培学等传统学科深度融合,这种跨学科的合作不仅对辣椒种质资源的挖掘和创新具有深远意义,还能极大地加速辣椒品种的遗传改进,推动辣椒品种向多元化、高度专业化方向发展。本试验可在辣椒资源的开发利用、创新性探索及新品种培育等方面发挥关键的支撑作用,为相关领域的研究与实践开辟新的路径和方向。

参考文献:

[1] 邹学校. 中国辣椒[M]. 北京:中国农业出版社,2002:1-41.

- [2] 刘伟良,钟海挽. 我国辣椒属种质资源研究进展[J]. 安徽农学通报(上半月刊),2010,16(15):108-110.
- [3] 高翔. 辣椒的保健功能及其产品的开发研究[J]. 食品研究与开发,2004,25(3):115-116.
- [4] Rosso F, Zoppellari F, Sala G, et al. Effect of rhizospheric microorganisms inoculum on sweet pepper quality[J]. Journal of Biotechnology,2010,150:273.
- [5] Cao S F, Yang Z F, Zheng Y H. Effect of 1-methylcyclopene on senescence and quality maintenance of green bell pepper fruit during storage at 20 °C[J]. Postharvest Biology and Technology,2012,70:1-6.
- [6] Caiger S. Peppers:vegetable and spice capsicums[J]. Experimental Agriculture,2012,49(2):310.
- [7] 聂楚楚,王秀峰,张悦,等. 我国辣椒育种研究现状[J]. 吉林蔬菜,2016(1):35-37.
- [8] 朱德蔚,王德槟,李锡香. 中国作物及其野生近缘植物:蔬菜作物卷[M]. 北京:中国农业出版社,2008.
- [9] IPGRI. Descriptors for Capsicum (*Capsicum* spp.) [M]. Rome: International Plant Genetic Resources Institute,1995.
- [10] 刘林娅,黄亚成,杨那,等. 81份辣椒种质资源表型性状的遗传多样性分析[J]. 热带作物学报,2023,44(4):706-715.
- [11] 陈学军,周坤华,宗洪霞,等. 中国灌木辣椒种质遗传多样性的SRAP和SSR分析[J]. 西北植物学报,2012,32(11):2201-2205.
- [12] 张天真. 作物育种学总论[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2011.
- [13] 刘子记,申龙斌,杨衍,等. 甜椒核心种质遗传多样性与亲缘关系分析[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):199-202.
- [14] 王振东,陈超力,于佰双,等. 大豆抗旱种质资源遗传多样性的SSR分析[J]. 大豆科学,2010,29(3):370-373.
- [15] 李红莉,王澎,李雪,等. 黑龙江野生软枣猕猴桃种质资源表型性状的遗传多样性[J]. 经济林研究,2022,40(1):150-158.
- [16] 印志同,邓德祥,卞云龙,等. 玉米自交系性状的遗传相关分析和主成分分析[J]. 扬州大学学报(自然科学版),2001,4(1):48-51.
- [17] 郭英. 辣椒种质资源的鉴定与评价[D]. 武汉:华中农业大学,2005.
- [18] 黎裕,李英慧,杨庆文,等. 基于基因组学的作物种质资源研究:现状与展望[J]. 中国农业科学,2015,48(17):3333-3353.
- [19] 谭亮萍,周火强,曾化伟,等. 辣椒种质资源鉴定、评价及利用研究进展[J]. 辣椒杂志,2008,6(2):24-28.
- [20] 雷刚. 辣椒种质资源遗传多样性分析及初级核心种质构建[D]. 南昌:江西农业大学,2015.
- [21] 梁永书,占小登,高志强,等. 超级稻协优9308衍生群体根系与地上部重要农艺性状的相关性[J]. 作物学报,2011,37(10):1711-1723.
- [22] 裴芸,徐秀红,陆锦彪,等. 151份贵州地方樱桃番茄资源的遗传多样性分析[J]. 浙江农业学报,2022,34(2):310-316.