

谢媛媛,石 博,张景云,等. 51 份江西地方冬瓜种质农艺性状的遗传多样性分析[J]. 江苏农业科学,2025,53(6):174-180.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2025.06.022

51 份江西地方冬瓜种质农艺性状的遗传多样性分析

谢媛媛,石 博,张景云,杨雪桐,王 凯,关 峰,万新建

[江西省农业科学院蔬菜花卉研究所/江西省蔬菜分子育种工程研究中心/园艺作物(果蔬茶)育种江西省重点实验室,江西南昌 330200]

摘要:为探索江西省地方冬瓜种质资源的遗传多样性,丰富冬瓜育种的物质基础,以“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”中收集的 51 份冬瓜种质资源为试验材料,采用相关性分析、主成分分析、聚类分析等方法对 10 个表型性状的遗传多样性和变异水平进行分析。结果表明,江西省地方冬瓜资源的表型性状变异丰富,5 个数量性状的变异系数范围为 18%~43%,其中变异系数最大的是单瓜重。10 个农艺性状的遗传多样性指数范围为 0.224~2.076,其中遗传多样性指数最高的为单瓜重,最低的为熟性。相关性分析结果表明,单瓜重与瓜横径、瓜纵径以及瓜肉厚呈极显著正相关,瓜形与瓜纵径呈极显著正相关,与瓜横径呈显著负相关,表明瓜重和瓜形受瓜横、纵径的影响。主成分分析将 10 个农艺性状分为 3 个主成分,分别反映冬瓜产量性状、外观性状和熟性。聚类分析将冬瓜种质资源划分为 4 个类群,第Ⅲ类群属于小果型,可用作小果型冬瓜选育的亲本;第Ⅱ类群为大果型资源,具有高产潜力。综上,本研究综合评价了 51 份江西地方冬瓜品种果实相关特征特性,这些多样化的种质资源为冬瓜新品种选育、遗传改良及种质创新提供了物质基础。

关键词:冬瓜;种质资源;相关性;主成分分析;表型性状;遗传多样性

中图分类号:S642.303.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2025)06-0174-07

冬瓜(*Beincase hispida* Cogn.)又称白瓜、水芝、枕瓜等,为葫芦科冬瓜属一年生攀缘植物^[1],主要分布于亚洲的热带、亚热带和温带,在美洲、非洲、大洋洲等地区也有种植。在我国,冬瓜主要分布在江西、广东、广西、海南、湖南、江苏等地。冬瓜是一种药食兼用型蔬菜,营养丰富,含有大量的膳食纤维,高钾低钠,具有利尿、降血脂、降血糖、抗氧化、抗菌等作用^[2-3]。此外,冬瓜具有耐旱、耐热、高产、

耐储运、货架期长等优点,是现代农产品加工及调节蔬菜淡季供应的重要蔬菜品种^[4-5]。

中国有近 2 000 年的冬瓜栽培历史,长时间的栽培和广泛的分布孕育了多样化的冬瓜资源。其中地方冬瓜品种是长期自然和人工选择的产物,对当地的气候条件有较强的适应性,具有抗病、抗逆等优良性状,是冬瓜新品种选育的重要材料。但是由于冬瓜新品种大面积推广,特别是蔬菜品种市场化、同质化等原因,地方老品种的种植率大幅度下降,部分地方品种正逐渐被淘汰,其所携带的部分优异基因也正在随之消失。积极开展地方种质资源的搜集和性状鉴定工作对保护和利用地方品种中的优良基因具有重要意义。

冬瓜种质资源多样性的鉴定是资源利用的前提,鉴定方法主要有形态学、细胞学、生化标记和分子标记等。目前,应用这些鉴定方法,已经对冬瓜

收稿日期:2024-03-22

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-23);

江西省重点研发计划一般项目(编号:20212BBF63015);江西省现代

农业科研协同创新专项(编号:JXXTCX202114、JXXTCX202101)。

作者简介:谢媛媛(1992—),女,湖南邵阳人,硕士,助理研究员,主要从事蔬菜遗传育种与生物技术研究。E-mail:ml8073933758@163.com。

通信作者:万新建,研究员,主要从事蔬菜遗传育种与生物技术研究。

E-mail:xinjian71@163.com。

[16] Kotroczo Z, Veres Z, Fekete I, et al. Soil enzyme activity in response to long-term organic matter manipulation[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2014, 70: 237-243.

[17] 蒋晓梅,彭福田,张江红,等. 肥料袋控缓释对桃树土壤酶活性及植株生长的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(1): 279-284.

[18] 刘 飞,诸葛玉平,王 会,等. 控释肥对马铃薯生长及土壤酶活性的影响[J]. 水土保持学报, 2011, 25(2): 185-188, 202.

[19] 刘淑英. 不同施肥对西北半干旱区土壤脲酶和土壤氮素的影响及其相关性[J]. 水土保持学报, 2010, 24(1): 219-223.

[20] 张亚飞,罗静静,彭福田,等. 肥料袋控缓释对桃树根系生长、氮素吸收利用及产量品质的影响[J]. 中国农业科学, 2017, 50(24): 4769-4778.

[21] 刘荣宁,张守仕,彭福田. 袋控缓释肥对桃幼树生长发育的影响[J]. 果树学报, 2008, 25(4): 491-495.

重要农艺性状、品质风味、抗性等多方面开展了鉴定。谢大森等对来源于东南亚国家及我国冬瓜主产区的 146 份冬瓜种质资源的熟性、老瓜瓜形、皮色、棱沟、瓜形指数等生物学特性进行多样性分析,并在大田自然鉴定疫病和枯萎病的基础上,对 84 份材料的疫病抗性、枯萎病抗性、营养品质等特性的差异进行了分析,分别筛选出 2 份抗病材料和 2 份品质优良的材料^[6]。万小童对 112 份冬瓜种质资源的风味营养品质的差异进行鉴定,通过测定果糖、苹果酸、糖酸比、瓜氨酸、抗坏血酸含量,筛选出了一批高品质种质资源^[7]。关峰等对收集的 95 份江西地方冬瓜种质资源的 12 个表型性状进行了遗传多样性分析,结果表明,材料间表型性状变异丰富,遗传多样性指数的变幅为 0.479 ~ 2.103^[8]。康德贤等在田间自然发病状态下,针对枯萎病抗性这一性状进行了分析,结果表明枯萎病抗性符合正态分布,即多数资源处于中间类型,中抗或轻抗、高抗和感病材料较少^[9]。曾莉莎等对来源于华南地区的 147 个冬(节)瓜资源的苗期灌根接种鉴定结果得到了类似的结论,表明目前的资源中高抗枯萎病的材料还较少^[10]。除了表型鉴定外,研究人员还应用不同的分子标记对冬瓜种质资源的遗传多态性进行分析,主要利用的分子标记包括 RAPD、SSR、ISSR、EST-SSR 等^[11-16]。

江西省位于长江以南,地处 24°29' ~ 30°12'N、113°29' ~ 118°39'E 之间,属亚热带季风湿润气候,其地势狭长,因此南北气候差异较大。江西省地形地貌复杂多样,东西南三面环山,北部为平原,中部丘陵和盆地相间。复杂多样的地形地貌和巨大的气候差异造就了农作物种质资源的多样性。江西省作为我国冬瓜主产区之一,开展江西省地方冬瓜种质资源收集和主要表型性状精准鉴定工作,对冬瓜遗传改良具有重大意义。本研究对“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”中收集的 51 份江西省地方品种资源的果实相关性状进行遗传多样性分析,并通过相关分析、主成分分析、聚类分析等综合评价了这些资源的遗传变异,以期在保护与利用江西地方古老冬瓜种质资源的同时,为新品种选育提供新基因、新材料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为江西省农业科学院种质资源调查队于 2021—2022 年期间在“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”中所收集,该次行动通过对江西省 27 个县(市、区)的 402 个村收集进行系统调查和收集,共收集冬瓜种质资源 51 份。材料名称及来源见表 1。

表 1 江西冬瓜种质资源信息

全国统一编号	名称	收集地	海拔 (m)
2022361039	高泉冬瓜	上饶市铅山县天柱山乡高泉村	310
2022361001	柴家冬瓜	上饶市铅山县河口镇柴家村	60
P361024056	左坊冬瓜	抚州市崇仁县礼陂镇左坊村	71
P361102029	沙溪冬瓜	上饶市信州区沙溪镇五里村	77
2022361262	善坑冬瓜	上饶市婺源县紫阳镇善坑村	111
2022362036	中源冬瓜	宜春市靖安县中源乡合港村	573
P360681060	金屯冬瓜	鹰潭市贵溪市金屯镇金屯村	146
P360123026	枕头冬瓜	南昌市安义县黄洲镇茅店村	47
P360824036	金川冬瓜	吉安市新干县金川镇瓦桥村	44
P360421068	九江枕头冬瓜	九江市九江县新合镇涌塘村	20.6
P360313034	湘东冬瓜	萍乡市湘东区腊市镇竺园村	108
P360827023	遂川冬瓜	吉安市遂川县禾源镇小黄坑村	298
P360830028	石桥冬瓜	吉安市永新县石桥镇燎原村	158
P361028009	泸声冬瓜	抚州市资溪县鹤城镇泸声村	234
2022361257	水埠头冬瓜	上饶市婺源县许村镇水埠头村	70
P360803002	东固冬瓜	吉安市青原区东固乡社会背村	485
P360982034	白皮冬瓜	宜春市樟树市洲上乡双塘村	30

表 1(续)

全国统一编号	名称	收集地	海拔 (m)
2022362104	红星冬瓜	宜春市靖安县三爪仑乡红星村	430
P360313033	东桥冬瓜	萍乡市湘东区东桥镇鳊田村	66
2022361059	天柱山冬瓜	上饶市铅山县天柱山乡浆源村	310
2022363184	兴田冬瓜	景德镇市浮梁县兴田乡兴田村	90
2022361024	高际冬瓜	上饶市铅山县葛仙山镇高际村	360
2022363192	峙滩青皮圆冬瓜	景德镇市浮梁县峙滩镇小源村	83
2022361212	赋春冬瓜	上饶市婺源县赋春镇赋春村	120
2022362020	官庄冬瓜	宜春市靖安县官庄镇石境村	371
2022363053	永阳东园冬瓜	吉安市吉安县永阳镇东园社山村	70
2022363003	梅塘枕头冬瓜	吉安市吉安县梅塘镇醪村	60
2022363044	湮田小冬瓜	吉安市吉安县湮田乡塘下村	93
P361024073	胡家冬瓜	抚州市崇仁县郭圩乡胡家村	52
2021363014	百花村冬瓜	九江市瑞昌市夏畈镇百花村	34
2022363150	鹅湖冬瓜	景德镇市浮梁县鹅湖镇盛家墩村	98
2022361234	董家冬瓜	上饶市婺源县许村镇董家村	82
P360105047	桐源冬瓜	南昌市湾里区太平镇桐源村	219
P360430068	双彭冬瓜	九江市彭泽县杨梓镇双彭村	92
2022363099	油田冬瓜	吉安市吉安县油田镇路西村	80
2022361184	早木冬瓜	上饶市婺源县镇头镇梅田村	90
P360502035	下村冬瓜	新余市渝水区下村镇龙湖村	48
P360681055	黄思冬瓜	鹰潭市贵溪市樟坪畲族乡黄思村	116
P360724041	陡水冬瓜	赣州市上犹县陡水镇长坑村	252
P360105044	罗亭冬瓜	南昌市湾里区罗亭镇名山村	45
P360421080	文桥青皮冬瓜	九江市九江县(现柴桑区)岷山乡文桥村	49
P360482028	徐埠冬瓜	九江市都昌县徐埠镇象山村	37
P360926011	温泉枕头冬瓜	宜春市铜鼓县温泉镇黄毗村	269
P360321009	莲花青皮枕头冬瓜	萍乡市莲花县闪石乡井屋村	313
P360803021	天玉冬瓜	吉安市青原区天玉镇邱家村	58
P360427034	庐山枕头冬瓜	九江市庐山市星子镇胜利村	16
P360202037	上村冬瓜	景德镇市昌江区荷塘乡仓下村	185
P360322025	鸡冠山冬瓜	萍乡市上栗县鸡冠山乡砖岭村 14 组(后古塘)	650
P361023090	池丰冬瓜	抚州市南丰县三溪乡池丰村	180
P360482041	泽泉冬瓜	九江市共青城市泽泉乡观音桥村	23
P360421073	新合冬瓜	江西省九江市九江县(现柴桑区)岷山乡金盘村	170

1.2 试验设计

本试验于 2023 年 3 月中旬开始进行穴盘播种,冬瓜材料 3 叶 1 心后定植于江西省农业科学院高安繁种基地(位于江西省宜春市高安市泗溪镇,115.130 8°E、28.251 8°N,海拔 39 m)。试验采取随机区组设计,每 1 份冬瓜种质种植成 1 个独立小区,小区内植株的行距、株距均为 1~2 m,每个小区植株数量≥12。栽培管理方式:采用搭架栽培,单蔓整

枝,人工授粉。

1.3 试验方法

2023 年 7 月对种植的冬瓜资源进行田间农艺性状调查,参照《冬瓜和节瓜种质资源描述规范和数据标准》^[17]进行观测和测定。调查的 10 个表型性状包括 5 个质量性状(瓜面蜡粉、瓜皮色、棱沟深浅、熟性、瓜形)和 5 个数量性状(首雌花节位、瓜纵径、瓜横径、瓜肉厚、单瓜重)。5 个质量性状分别予

以赋值,瓜面蜡粉:1 = 无,2 = 少,3 = 中,4 = 多;瓜皮色:1 = 银灰,2 = 浅绿,3 = 绿,4 = 深绿,5 = 墨绿;棱沟深浅:1 = 无,2 = 浅,3 = 中,4 = 深;熟性:1 = 极早,2 = 早,3 = 中,4 = 晚;瓜形:1 = 扁球形,2 = 球形,3 = 短圆筒,4 = 椭球形,5 = 梨形,6 = 长圆筒。

1.4 数据处理与分析

采用 Excel 2003 处理各性状的数据,对 5 个质量性状分别赋值进行数据分析,计算各数量性状的平均值、标准差、极差、变异系数。根据所计算的平均值(\bar{x})、标准差(s),将数量性状进行 10 级分级处理:第 1 级 $< \bar{x} - 2s$,中间每级之间的间距为 $0.5s$,第 10 级 $> \bar{x} + 2s$ 。

Shannon - Wiener 多样性指数(H')计算公式: $H' = - \sum (P_i \ln P_i)$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)。其中: P_i 为某性状第 i 级变异类型出现的频率。相关性分析、主成分分析和聚类分析采用 SPSS 20.0 进行。聚类分析过程中将质量性状予以赋值,种质间遗传距离为欧氏距离,聚类方法采用类平均法(UPGMA)。

2 结果与分析

2.1 冬瓜种质资源质量性状的遗传多样性分析

对 51 份冬瓜种质资源的 5 个主要质量性状进行遗传多样性分析表明,不同材料之间存在较大差异,变异较丰富。如表 2 所示,在 5 个质量性状中,瓜面蜡粉以无蜡粉为主,占 29.41%;其次为中等蜡粉,占 25.49%;其余分别是 12 份少蜡粉、11 份多蜡粉。瓜皮色以浅绿色为主,占 56.86%;其次为墨绿色,占 23.53%;其余的分别为 8 份银灰色,2 份绿色,0 份深绿色。棱沟深浅以浅棱沟为主,占

56.86%;其次为无棱沟,占 41.18%;中等棱沟数量为 1,无深棱沟。熟性以中熟为主,共 48 份,占 94.12%;其次为早熟,共 3 份,占据 5.88%。瓜形以短圆筒为主,占 62.75%;其次为长圆筒,占 21.57%;其余的分别为 6 份梨形,2 份球形,无扁球形和椭球形。5 个质量性状中,遗传多样性指数从高到低依次是瓜面蜡粉 > 瓜皮色 > 瓜形 > 棱沟深浅 > 熟性。

表 2 冬瓜资源 5 个质量性状的多样性分析

性状	多样性指数	赋值					
		1	2	3	4	5	6
瓜面蜡粉	1.380	15	12	13	11	—	—
瓜皮色	1.080	8	29	2	0	12	—
棱沟深浅	0.763	21	29	1	0	—	—
熟性	0.224	0	3	48	0	—	—
瓜形	1.002	0	2	32	0	6	11

2.2 冬瓜种质资源数量性状的变异和遗传多样性分析

5 个数量性状变异分析结果(表 3)表明,不同冬瓜种质资源数量性状同样存在较大差异,变异系数范围为 18% ~ 43%。其中,单瓜重的变异系数最大,达到 43%,变异幅度为 4 ~ 27 kg。瓜肉厚的变异系数最小为 18%,变异幅度为 3 ~ 7 cm,其他性状的变异系数从大到小依次为瓜纵径(23%) > 瓜横径(22%) > 首雌花节位(20%)。一般变异系数大于 10% 表示样本间差异较大。本次研究中 5 个数量性状的变异系数均大于 10%,说明这些种质资源之间差异大,资源类型丰富,有利于材料的筛选和新品种的选育。

表 3 冬瓜资源 5 个数量性状的变异和多样性分析

性状	最大值	最小值	极差	均值	标准差	变异系数 (%)	多样性指数
首雌花节位	37	15	22	24.22	4.85	20	1.966
瓜纵径(cm)	87	27	60	51.66	12.13	23	1.979
瓜横径(cm)	32	12	20	23.50	5.20	22	1.936
瓜肉厚(cm)	7	3	4	5.34	0.94	18	2.036
单瓜重(kg)	27	4	23	13.48	5.86	43	2.076

2.3 冬瓜种质资源 10 个主要性状的相关性分析

对 51 份江西地方冬瓜种质资源的 10 个表型性状进行相关性分析,结果(表 4)显示部分性状之间存在极显著或显著相关性。瓜纵径与单瓜重、瓜形呈极显著正相关;瓜横径与瓜形呈显著负相关,与

瓜肉厚、单瓜重、熟性呈极显著正相关;瓜肉厚与单瓜重呈极显著正相关;单瓜重与熟性呈极显著正相关;瓜面蜡粉与瓜皮色呈显著负相关。其他性状之间不存在显著相关。相关性分析结果表明各个性状间相互影响、相互制约。

表 4 51 份冬瓜种质资源性状相关性分析

性状	相关系数									
	首雌花节位	瓜纵径	瓜横径	瓜肉厚	单瓜重	瓜面蜡粉	瓜皮色	棱沟深浅	熟性	瓜形
首雌花节位	1.000									
瓜纵径	-0.048	1.000								
瓜横径	-0.182	0.085	1.000							
瓜肉厚	-0.114	0.272	0.459 **	1.000						
单瓜重	-0.19	0.645 **	0.724 **	0.584 **	1.000					
瓜面蜡粉	0.093	-0.015	0.028	-0.122	-0.027	1.000				
瓜皮色	-0.146	0.222	-0.247	0.235	-0.062	-0.334 *	1.000			
棱沟深浅	-0.120	0.276	0.181	0.229	0.272	-0.038	0.179	1.000		
熟性	-0.040	0.055	0.521 **	0.223	0.384 **	0.087	-0.014	0.130	1.000	
瓜形	0.073	0.565 **	-0.310 *	0.025	0.087	-0.011	0.188	0.109	-0.219	1.000

注：*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平显著相关。

2.4 冬瓜种质资源 10 个主要性状的主成分分析

对 51 份冬瓜种质资源的 10 个农艺性状进行主成分分析,提取特征值大于 1 的主成分,结果表明主要信息集中在前 3 个主成分中,累计贡献率达 61.672% (表 5)。第 1 主成分的特征值为 2.862,贡献率为 28.625%;载荷较高的性状有单瓜重、瓜横径和瓜肉厚,特征向量值分别为 0.546、0.446、0.423。此类性状与产量相关,因此,第 1 主成分为产量因子。第 2 主成分的特征值为 1.958,贡献率为 19.577%;载荷较高的性状有瓜形、瓜纵径,特征向量值分别为 0.555、0.432,这些性状与瓜形相关。第 3 主成分的特征值为 1.347,贡献率为 13.470%;载荷较高的性状有瓜面蜡粉、瓜皮色和首雌花节位,特征向量绝对值分别为 0.578、0.476、0.380,这些性状反映果实表皮特性和熟性等特点。

表 5 前 3 个主成分的特征值及特征向量描述

性状	特征向量值		
	主成分 1	主成分 2	主成分 3
瓜面蜡粉	-0.043	-0.216	0.578
瓜皮色	0.066	0.432	-0.476
棱沟深浅	0.268	0.170	-0.063
首雌花节位	-0.164	-0.004	0.380
瓜纵径	0.345	0.432	0.326
瓜横径	0.446	-0.382	-0.009
瓜肉厚	0.423	0.047	-0.164
单瓜重	0.546	-0.015	0.160
瓜形	0.041	0.555	0.364
熟性	0.313	-0.308	-0.022
特征值	2.862	1.958	1.347
贡献率(%)	28.625	19.577	13.470
累计贡献率(%)	28.625	48.202	61.672

以 $X_1 \sim X_{10}$ 分别代表标准化的 10 个表型性状数值,带入 3 个主成分中,获得 3 个主成分因子得分公式如下:

$$F_1 = -0.043X_1 + 0.066X_2 + 0.268X_3 - 0.164X_4 + 0.345X_5 + 0.446X_6 + 0.423X_7 + 0.546X_8 + 0.041X_9 + 0.313X_{10};$$

$$F_2 = -0.216X_1 + 0.432X_2 + 0.170X_3 - 0.004X_4 + 0.432X_5 - 0.382X_6 + 0.047X_7 - 0.015X_8 + 0.555X_9 - 0.308X_{10};$$

$$F_3 = 0.578X_1 - 0.476X_2 - 0.063X_3 + 0.38X_4 + 0.326X_5 - 0.009X_6 - 0.164X_7 + 0.160X_8 + 0.364X_9 - 0.022X_{10}。$$

表型性状综合得分公式如下: $F = 0.286F_1 + 0.196F_2 + 0.135F_3$,综合得分一定程度可以反映种质资源综合性状的优劣。基于综合得分,选择排名前 4 位的优质种质资源依次为泸声冬瓜(1.409)、永阳东园冬瓜(1.253)、白皮冬瓜(1.220)、新合冬瓜(1.136)。

2.5 冬瓜种质资源 10 个主要性状的聚类分析

利用 SPSS 22.0 对 51 份参试品种的 10 个性状进行聚类分析,以欧氏距离为遗传距离,聚类方法采用类平均法,在遗传距离为 10.5 处将 51 份资源分为 4 个类群(图 1)。其中,第 I 类群包含 27 份资源,该类群主要特征以瓜皮色浅绿为主,瓜形以短圆筒为主,中熟,瓜横径最长(平均为 27.04 cm),单瓜重最高(平均为 16.52 kg),瓜肉较厚(平均为 5.66 cm),属于短而宽的大果型材料。第 II 类群包含 7 份资源,该类群瓜皮色以墨绿色为主,瓜形长圆筒为主,中熟,瓜纵径最长(平均为 70.57 cm),瓜肉

最厚(平均为 5.71 cm),心腔较小,属于细长型的大果材料。第Ⅲ类群包含 3 份资源,不同于其他 3 个类群的是,该类群材料均早熟,属于小果型资源,单瓜重最低(平均为 4.49 kg),心腔最小。第Ⅳ类群包含 14 份资源,该类群主要特征为首雌花节位最高(平均为 25.86),瓜形短圆筒为主,单果重较低(平均为 8.33 kg)。

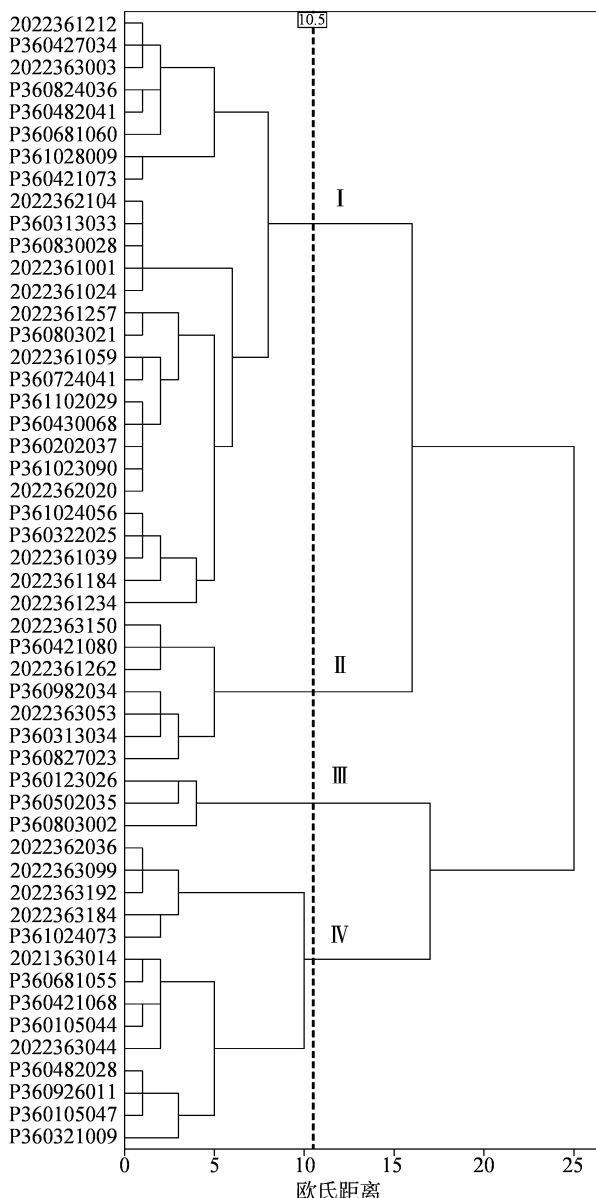


图1 江西冬瓜资源基于 10 个性状的聚类分析

3 讨论

种质资源是基础理论研究的载体,也是实现育种创新突破的关键,因此开展种质资源的搜集和重要性状鉴定工作具有十分重要的意义。表型性状鉴定作为一种简单直观的鉴定方法,在小麦、花生、

高粱、甘蔗、水稻、棉花、大白菜、番茄等作物以及花卉中得到了广泛的应用^[18-27]。在葫芦科作物中,苦瓜、甜瓜、瓠瓜、西瓜、南瓜、黄瓜等均开展了表型鉴定,筛选出的优异种质多成为重点利用的亲本材料^[28-34]。

江西省作为冬瓜主要种植地区之一,拥有丰富的冬瓜资源,自“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”开展以来,江西省收集了大量地方冬瓜种质资源。本研究对收集的江西冬瓜地方种质资源的 10 个性状的多样性进行了分析,对性状的调查涵盖了影响冬瓜果实的主要性状,为冬瓜育种中果实相关性状的选择和改良提供了理论基础。本研究表明,参试的 51 份冬瓜资源遗传变异较为丰富,5 个质量性状中,熟性和棱沟深浅的多样性指数较低,分别为 0.224 和 0.763,其中熟性以中熟为主,占比 94.12%,这可能是因为该批资源的收集时间统一。棱沟深浅多为浅和无,分别占比 56.86% 和 41.18%,这可能是长期的人工单向选择过程中保留下来的符合人们需求的变异。其余 3 个质量性状的多样性指数均大于 1,其中又以瓜面蜡粉的多样性最高,为 1.380。瓜面蜡粉通常根据老熟瓜果面蜡粉的有无分为粉皮冬瓜和青皮冬瓜,该性状的多样性反映了江西不同地区对冬瓜类型的偏好有所差异,育种过程中可根据不同地区的不同需求开展多样化育种。5 个数量性状多样性指数大于 1,且变异系数均大于 10,表明这些性状遗传变异丰富。其中单瓜重的遗传多样性最高(2.076),且变异系数最大(43%),这一结果与关峰等的研究结果^[8]相同。这反映了江西冬瓜种质在果实大小方面的多样性,在产量和果型大小育种方面有着巨大的选择空间,同时也说明单瓜重受环境条件和其他性状的影响较大。相关性分析表明,单瓜重作为冬瓜产量的关键因素,与瓜横径、瓜纵径以及瓜肉厚之间呈极显著正相关。

主成分分析将 10 个主要农艺性状分为 3 个主成分,累计贡献率达 61.672%,分别反映冬瓜的产量性状、形状、外观性状和熟性,这些均是育种中需密切关注的目标。聚类分析将 51 份资源分为 4 类,第Ⅰ类群共 27 份,占 52.94%;第Ⅱ类群共 7 份资源,占比 13.73%。这 2 个类群果型大小相近,均属于大果型资源,只是在瓜形上存在差异,类群Ⅰ多为短圆筒,类群Ⅱ多为长圆筒。此外,虽然这 2 个类群的单瓜重和肉厚接近,但类群Ⅱ的心腔更小,相

比较而言,类群Ⅱ可能更符合育种需求。第Ⅲ类群包含 3 份资源,占比 5.88%,平均果重小于 5 kg,且心腔最小,属于小果型、早熟的优异资源;第Ⅳ类群包含 14 份资源,占比 27.45%,果型较小。随着人们消费习惯的改变,小果型冬瓜育种也是目前的目标之一,这些资源为小果型育种提供了宝贵的物质基础。聚类结果表明种质资源的亲缘关系与果型大小有一定的相关性,这与焦贤贤的研究结果^[13]类似。

在冬瓜育种中,营养、风味和抗病抗逆性也是极其重要的育种目标,因此,除了对上述主要农艺性状的鉴定,进一步加强种质资源营养和风味品质的鉴定,以及抗性鉴定工作也尤为重要。

参考文献:

- [1] 汪李平. 长江流域塑料大棚冬瓜栽培技术(上)[J]. 长江蔬菜, 2021(12):16-20.
- [2] 薛舒丹,万小童,钟玉娟,等. 植物激素对冬瓜外观及内在品质相关基因表达的影响[J]. 中国农学通报,2023,39(18):52-60.
- [3] Zhang M, Lei J L, Wang Y S, et al. Ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Benincasae exocarpium*: a review [J]. Chinese Herbal Medicines, 2023, 15(1):15-26.
- [4] Zaini N A M, Anwar F, Hamid A A, et al. Kundur [*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn.]: a potential source for valuable nutrients and functional foods [J]. Food Research International, 2011, 44(7):2368-2376.
- [5] 周胜军,陈新娟,朱育强,等. 我国冬瓜和节瓜种质资源的研究现状及建议[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(1):211-214.
- [6] 谢大森,何晓明,彭庆务. 冬瓜种质资源的综合鉴评[J]. 中国蔬菜, 2009(8):36-41.
- [7] 万小童. 冬瓜风味营养物质挖掘及优异种质资源筛选[D]. 武汉:华中农业大学,2022:17-20.
- [8] 关峰,石博,万新建,等. 江西省地方冬瓜种质资源表型性状遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2022,23(2):385-397.
- [9] 康德贤,陈振东,吴永官,等. 冬瓜枯萎病病原鉴定及种质资源田间抗性评价[J]. 西南农业学报,2012,25(5):1698-1702.
- [10] 曾莉莎,陈康丽,杜彩娟,等. 冬瓜枯萎病菌的分离、鉴定及冬瓜种质抗性鉴定[J]. 中国瓜菜,2024,37(1):64-75.
- [11] 宋世威,李珍,刘厚诚,等. 冬瓜和节瓜种质资源遗传多样性的 RAPD 分析[J]. 中国蔬菜,2010(22):47-53.
- [12] 张建军,刘世贵,余懋群,等. 100 份中国冬瓜种质资源农艺性状与遗传多样性研究[J]. 四川大学学报(自然科学版),2009,46(6):1855-1861.
- [13] 焦贤贤. 冬瓜核心种质的构建[D]. 南宁:广西大学,2018:25-32.
- [14] 焦贤贤,刘文睿,江彪,等. 基于 SSR 标记的冬瓜种质资源遗传多样性分析[J]. 分子植物育种,2019,17(1):161-168.
- [15] 江彪,刘文睿,谢大森,等. 冬瓜种质资源亲缘关系的 ISSR 分析[J]. 热带作物学报,2013,34(4):616-620.
- [16] 叶新如,刘建汀,李永平,等. 基于 EST-SSR 标记的 MCID 法鉴定冬瓜种质资源[J]. 核农学报,2021,35(4):780-788.
- [17] 王长林. 冬瓜和节瓜种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2008:6-28.
- [18] 潘丽媛,王永军,李海军,等. 江苏淮北地区小麦种质资源的多样性评价及相关性分析[J]. 大麦与谷类科学,2023,40(5):18-23,44.
- [19] 张小利,朱灵龙,李付振,等. 115 份花生种质资源农艺与品质性状鉴评及分析[J]. 浙江农业学报,2023,35(9):2033-2044.
- [20] 周瑜,李泽碧,黄娟,等. 高粱种质资源表型性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2021,22(3):654-664.
- [21] 吴建涛,许环映,谢静,等. 粤糖系列甘蔗亲本表型性状遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2018,19(4):748-759.
- [22] 江川,朱业宝,陈立喆,等. 漳浦野生稻表型遗传多样性分析及稻瘟病抗性评价[J]. 植物遗传资源学报,2019,20(5):1170-1177.
- [23] 尹会会,李秋芝,李海涛,等. 134 份国外陆地棉种质主要农艺性状与纤维品质性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2017,18(6):1105-1115.
- [24] 魏书洞,孙晓雪,孟川,等. 引进大白菜种质资源表型多样性分析[J]. 中国瓜菜,2023,36(11):40-49.
- [25] 范惠东,郑士金,郑建超,等. 74 份大果番茄种质资源表型性状遗传多样性分析及综合评价[J]. 江苏农业科学,2023,51(15):121-129.
- [26] 张叶,叶蓓蕾,邬静,等. 77 份文心兰种质资源表型性状遗传多样性分析[J]. 热带作物学报,2021,42(8):2183-2190.
- [27] 赵靓,罗燕杰,肖思文,等. 基于表型和 SSR 标记的梅花种质资源遗传多样性分析[J]. 分子植物育种,2019,17(13):4458-4469.
- [28] 李丽琼,阳世莹,麻继仙,等. 85 份苦瓜种质资源农艺性状的遗传多样性分析[J]. 西南农业学报,2023,36(12):2621-2630.
- [29] 卿东山,江鸿,张露瑶,等. 甜瓜种质资源形态学性状遗传多样性分析[J]. 中国蔬菜,2023(4):39-49.
- [30] 李艳伟,施俊生,汪宝根,等. 浙江地方瓠瓜种质资源的表型鉴定与遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2020,21(5):1135-1147.
- [31] 郭禄芹,赵世豪,朱华玉,等. 167 份西瓜种质材料的遗传多样性分析[J]. 中国瓜菜,2018,31(1):5-11,2.
- [32] 张颖. 籽用美洲南瓜种质资源遗传多样性分析及指纹图谱的构建[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2022:14-17.
- [33] 徐颖超,张思程,薛舒丹,等. 南瓜叶黄素基因紧密连锁的 InDel 分子标记开发及应用[J]. 江苏农业学报,2024,40(2):348-358.
- [34] 陈林,曹振强,梁肇均,等. 黄瓜种质资源农艺性状多样性分析[J]. 广东农业科学,2021,48(6):15-22.