

基于形态标记的新育成辣椒品种特性分析

任 丽^{1,2}, 张 余^{1,2}, 邓 珊^{1,2}, 章毅颖^{1,2}, 赵 洪^{1,2}, 褚云霞^{1,2}, 黄静艳², 李寿国², 陈海荣^{1,2}

(¹上海市农业科学院农产品质量标准与检测技术研究所, 上海 201403; ²农业农村部植物新品种测试(上海)分中心, 上海 201415)

摘要: 基于农业行业标准《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 辣椒》(辣椒 DUS 测试指南), 利用 47 个基本性状作为形态学标记对 457 份近十年新育成辣椒品种进行数量性状分析、性状间相关性分析、品种聚类分析及多年栽培的稳定性分析等, 综合分析目前我国新育成辣椒栽培品种特性及遗传多样性。利用 11 个数量性状进行分析发现供试品种呈现较好的多态性分布, 品种间变异系数在 23%~93% 之间, 而品种内平均变异系数均小于 20%, 说明供试品种内表达较为一致且品种间表达状态丰富, 性状相关性分析发现数量性状中有 4 组之间显著相关; 品种聚类分析在遗传相似系数 0.52 处可将 457 份种质资源划分成 10 大类, 大部分品种集中在 3 个大类; 通过两年栽培试验分析品种年度间稳定性和性状年度间稳定性, 结果显示品种年度间表现较为稳定, 平均相关系数为 88.0%, 年度间相关性中个体测量性状稳定于群体目测性状, 群体测量性状年度间稳定性最低。本研究通过对 457 份新育成辣椒品种的形态学数据进行多层次综合分析, 以此研究辣椒种质资源的遗传多样性, 同时通过稳定性分析, 进一步分析目前我国新育成辣椒栽培品种特性, 为辣椒品种资源做出客观、严谨的评价, 为辣椒品种选育提供基础。

关键词: 辣椒; 种质资源; 形态学标记; 聚类分析; 遗传多样性

Characterization of New *Capsicum* spp. Varieties Based on Morphological Markers

REN Li^{1,2}, ZHANG Yu^{1,2}, DENG Shan^{1,2}, ZHANG Yiyi^{1,2}, ZHAO Hong^{1,2},

CHU Yunxia^{1,2}, HUANG Jingyan², LI Shouguo², CHEN Hairong^{1,2}

(¹Institute for Agri-Food Standards and Testing Technology, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403;

²Shanghai Sub-center for New Plant Variety Tests, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shanghai 201415)

Abstract: According to the national guidelines of the “Conduct of tests for the distinctness, uniformity and stability of new varieties—*Capsicum*”, forty-seven morphological markers were included in characterizing of 457 new pepper varieties, including traits quantification, traits correlation analysis, cluster analysis and cultivation stability analysis across years, in order to reveal the characteristics and genetic diversity of current pepper varieties in China. The evaluation of 11 quantitative traits revealed considerable polymorphisms amongst the tested varieties. The coefficient of variation between varieties ranged from 23% to 93%. However, the average coefficient of variation within a variety was below 20%. It indicated that the tested varieties have relatively consistent performance within variety while abundant variations across varieties. The traits correlation analysis showed a significant correlation among 4 groups of quantitative traits. Cluster analysis separated the 457 varieties into 10 major groups at the genetic similarity coefficient of 0.52, and most of the varieties were assigned into three major clusters. Stability of their phenotypic performance was analyzed based on two-year cultivation experiments. The results showed that the performance of the varieties was relatively stable across two

收稿日期: 2023-04-10 修回日期: 2023-05-15 网络出版日期: 2023-06-12

URL: <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20230410001>

第一作者研究方向为植物种质资源评价与保存, E-mail: renliaqx@163.com

通信作者: 陈海荣, 研究方向为植物新品种保护与 DUS 测试, E-mail: sh57460009@163.com

基金项目: 上海市农业科学院农业科技创新支撑领域研究专项[农科应基 2023(09), 农科应基 2022(09)]

Foundation project: Agricultural Science and Technology Innovation Support Project of Shanghai Academy of Agricultural Sciences [Nongkeyingji2023(09), Nongkeyingji 2022(09)]

years, and the average correlation coefficient was 88.0%. The stability of single measurement traits was higher than that of group visual traits, and the group measurement traits has the lowest stability across years. This study provides the basis for the objective and rigorous evaluation of pepper varieties and valuable references for the pepper breeding in the future.

Key words: *Capsicum* spp.; germplasm resources; morphological marker; clustering analysis; genetic diversity

辣椒(*Capsicum* spp.)又名海椒、辣子、辣角、番椒等,是茄科一年或有限多年生草本植物,辣椒中含有辣椒素、可溶性糖、维生素C、胡萝卜素、游离氨基酸等营养成分,具有增强食欲、加快血液循环、驱寒暖胃、健脾益气、活血消肿、止痒杀菌等众多功效^[1]。关于辣椒的起源地,多数研究学者认为辣椒起源于中南美洲的玻利维亚^[2]。16世纪80年代一年生辣椒由日本传入浙江,从此在中国生根发芽,对中国经济社会发展产生了重大影响,在辣椒传播的3条线路中,“长江路线”是影响最大的传播路线,也形成了长江中上游的嗜辣区^[3]。辣椒或直接烹饪,或用作餐中调味料,几百年来深受人们喜爱。目前我国是辣椒第一产量大国,国内多地都是辣椒主产区,包括贵州、河南、云南、山东、四川、重庆、湖南、湖北等地。辣椒是我国种植面积仅次于大白菜的第二大蔬菜作物,“十三五”以来辣椒在我国的播种面积稳中有升,据农业农村部大宗蔬菜体系统计,目前年播种面积稳定在210万hm²,占全国蔬菜总播种面积的8%~10%^[4-5],为农民带来了巨大的经济效益。

辣椒属包括36个野生种^[2],起初被作为食物食用的很长一段时间内没有分类。随着时代发展和栽培技术的不断进化,林奈在1753年提出将辣椒分为两类:一年生椒和灌木状椒。国际植物遗传资源委员会为了使各国辣椒研究者使用统一的命名,于1983年确定了辣椒的栽培种分别为一年生辣椒(*Capsicum annuum* L.)、灌木状辣椒(*C. frutescens* L.)、绒毛辣椒(*C. pubescens* Ruiz & Pav.)、浆果状辣椒(*C. baccatum* L.)和中国辣椒(*C. chinense* Jacq.)^[6-7]。根据市场需求,在园艺学分类上将辣椒分为甜椒、羊角椒、线椒、牛角椒、炮椒、朝天椒、干椒、螺丝椒几大类^[8]。

遗传多样性主要指生物种族内基因发生的变化,由基因突变、基因重组和染色体畸变造成,任何物种都具有遗传多样性,遗传多样性决定了生物多样性。研究学者可以通过研究辣椒种质资源的遗传多样性判断辣椒基因的稳定性、进化能力和环境

适应能力等,从而采取科学有效的措施来保护辣椒遗传资源及培育新品种。辣椒杂交技术在不断发展,辣椒品种在人们需求的变化下不断增多,而市场上辣椒品种的遗传背景日益狭窄,因此分析研究辣椒遗传多样性,对辣椒品种进行遗传标记、对现有辣椒种质资源进行综合客观的评价具有重要的意义。

遗传标记是可以通过突变或不发生突变观察到生物有机体遗传形状特征,能明确反映遗传多态性的分析方法,主要分为形态学标记、细胞学标记、生化标记和分子标记4种类型。辣椒的形态学标记指不借助实验室分析手段,直接观测辣椒所有外在的形态特征,记录数据并可作为遗传多样性分析手段对品种进行分析^[9]。这种方法相较于其他3种方法最为简单,也最直接和快捷,所以最受研究人员青睐,形态学标记是植物的重要分类依据。目前,以形态标记进行辣椒种质资源遗传多样性分析有一定的研究进展^[10-11],基于形态标记各国也对本国的辣椒栽培品种开展了品种特性分析的研究。Ahmad等^[12]对巴基斯坦栽培的78份灌木状辣椒材料进行了品种多样性评价,Rahevar等^[13]利用12个性状对印度2017-2018年主栽的58个一年生辣椒品种进行了分析,Bedjaoui等^[14]对阿尔及利亚栽培的21份一年生辣椒品种进行了农艺性状分析,de Aquino等^[15]和Alves等^[16]分别利用26个和29个形态性状对巴西栽培的13个辣椒属和23个中国辣椒品种进行了品种特性分析,Copati等^[17]也利用16个形态性状对巴西蔬菜种质资源保藏库的47个辣椒属的品种进行了分析。我国近年开展的基于形态标记的品种特性及遗传多样性分析研究也较多,李宁等^[18]对国内外857份辣椒种质资源表型性状多样性及相关性进行分析发现,23个表型性状的遗传多样性指数平均值为1.75。赵红等^[19]对331份我国辣椒核心种质资源的43个重要农艺性状的多样性进行了研究,发现核心种质性状的平均变异系数为41.4%。此外,张国儒等^[20]对272份辣椒、刘林娅等^[21]对81份辣椒材料、白健君等^[22]对41份辣椒种

质资源、彭泽等^[23]以 17 个地方辣椒品种以及王丹丹等^[24]以 14 个辣椒品种为材料基于农艺性状或形态数据进行了品种特性、遗传多样性、相关性和聚类分析等相关研究,但基于形态性状对近年我国新育成辣椒品种资源遗传多样性、多年栽培稳定性等品种特性分析研究则较少。

为了满足人们对于农产品数量和质量日益增长的需求,植物育种者需要通过科学的方式选育出优良的品种。植物品种特异性、一致性和稳定性测试(简称“植物品种 DUS 测试”)是通过对数十个性状进行 1~3 年的重复观察得出结果,参照 DUS 测试指南,采用形态学标记的方法对植物品种的特异性、一致性和稳定性进行评判,为选育和改良新品种提供了理论依据。植物新品种 DUS 测试极大的应用了形态学标记方法,以辣椒为例,从辣椒的株高、株幅、叶片形态、果实大小和形态、始花期、成熟期等 47 个基本表型性状的差异判断其表型是否出现变异,进行品种特异性、一致性、稳定性的评价。

表 1 参试品种名称

Table 1 The variety names

序号 No.	品种名称 Variety name	序号 No.	品种名称 Variety name	序号 No.	品种名称 Variety name	序号 No.	品种名称 Variety name
1	锐奇 621	26	zy2141	51	鲜辣 1081	76	晶翠
2	锐奇 622	27	绿陇二号	52	鲜辣 1083	77*	云南本地小米辣
3	锐奇 617	28	初照人	53	巴特尔 6 号	78	云朝天椒 117
4	DLF93	29	ZHS2	54	艾格尔 2 号	79	yp128
5	HB4054	30	ZHS1	55	世纪发 2017	80*	T301
6*	美国红	31	遵辣 4 号	56	世纪旺 90	81	红龙 23 号
7*	艳阳	32	绿霸王五号	57	骁龙 18	82	SV0108HA
8	红塔 1562	33*	辣丰 3 号	58	鸿图	83	同乐长线
9*	益都羊角椒	34	湘辣 731	59*	红丰 404	84	同乐螺丝
10	HB289	35	湘辣 722	60	云剑一号	85	2313
11	新科 58 号	36	和美	61	东方神剑	86	螺丝长线
12	新科 8 号	37*	三樱 8 号	62	BN2135	87	金骄 3 号
13	XK00161B	38	天亿二号	63	天宇 3 号	88*	金骄 1.0
14*	赤峰一号	39	新疆铁皮椒	64	天耀 1 号	89	前进红 6 号
15	XK15247	40	娇龙 19	65	珠红	90	天亿一号
16*	白玉	41	文紫椒 1 号	66	鲜辣 1099	91	前进红 16 号
17	翠玉	42	文紫椒 2 号	67	苏润一号	92	红龙 13
18	薄皮大果	43	丝路源 3	68	利纳尔	93	前进勇士
19	东方长龙	44	DU01	69	运驰	94*	条椒王中王
20	川崎长椒	45	S16	70	赛贝斯	95	瑞秀
21	红光 404	46	H883	71*	派尼它	96	德米克
22*	韩丰 404	47*	皖椒 4 号	72	DLF870	97	先锋红艳
23	辣美 3 号	48	干鲜 168	73	yp126	98	青丰 219
24	单生贵族	49*	北京红	74*	p08	99	东方神剑
25	zy0432	50*	兴隆 3 号	75	殷红 1 号	100	红素 4 号

本研究参照农业行业标准《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 辣椒》^[25],将辣椒 DUS 测试指南的性状及其相应的表达状态作为形态学标记,通过科学、统一的栽培管理方式,获得辣椒田间以及室内观察和测量的相关数据,进行多层次综合分析,以此研究我国辣椒新育成品种的遗传多样性,同时通过稳定性分析,进一步分析目前我国辣椒栽培品种特性,为辣椒品种资源做出客观、严谨的评价,为辣椒品种选育提供基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验在上海市农业科学院/农业农村部植物新品种测试(上海)分中心进行,共 457 个辣椒品种,主要为近十年我国的新育成品种,还包括一些 2013 年及之前已获得品种权或通过非主要农作物登记的主栽品种作为对照品种共同开展试验研究,具体参试辣椒品种名称见表 1。

表 1 (续)

序号 No.	品种名称 Variety name	序号 No.	品种名称 Variety name	序号 No.	品种名称 Variety name	序号 No.	品种名称 Variety name
101	辣优早丰	147	胜寒 742	193	华强长龙	239	H11200
102	烈焰	148	国福 908	194	华强薄脆	240	聚缘 809
103	金椒 6 号	149	BN5028	195	创椒一号	241	H1971
104	瑞箭	150	荣耀	196	先红一号	242	红帅六号
105	鹿椒 16	151*	曲美一号	197	华强 916	243	红帅一号
106	鹿椒 19	152	西部蛟龙	198	宁椒 3 号	244	红帅八号
107	鹿椒八号	153	天美	199	金妈妈 6382	245	H1893
108	先行 4049	154	久研 1 号	200	BN3092	246	徽椒九号
109	先行 3805	155	早翠 16 号	201	辛丰 50	247	H1421
110	先行 3648	156	欧丽 900	202	伯洪美	248	H1858
111	先行 1009	157	黄太极	203	宇椒 10 号	249	H161
112*	高辣 819	158	瑞格顿	204*	龙椒五号	250	湘辣 175AB
113	华美 107	159	泡椒 608	205	HP0001	251	红妍 S18
114	华美 105	160	青红帅	206	锐奇 628	252	玉姣二号
115	西域蛟龙	161	萧新 2000	207	楚龙 130	253	紫秀一号
116	前进 2018	162	萧美七号	208	楚龙 127	254	今农
117	丹丹红一号	163	萧美一号	209	单生理想 52	255	红美人
118*	益都红	164	萧美 603	210	权御天下	256	天亿六号
119	早青帅	165	金辣 50	211	米辣红	257	天亿五号
120	裕陇 618	166	豪门	212	新爵 218	258	H11223
121	苏椒 1614	167	萧新长线	213	国福 901	259	H12119A
122	博辣黄贡椒	168	裕椒 13	214	鼎顶红 7 号	260	文紫椒 3 号
123	博辣 18 号	169	裕红 115	215	鼎鼎红 5 号	261	辣美 5 号
124	博辣皱线 1 号	170	ZJ001	216	格里菲 2 号	262	SVHD1088
125	兴蔬 208	171*	红指椒	217	红秦 668	263	SVHD7220
126	新科 28 号	172*	湘研 15 号	218	天禧	264	SVHD3979
127	新科 38 号	173	好农 135	219	SQ001	265	安贝
128	锐奇 515	174	DLF361	220	华农 206	266	幻霞
129	艳椒 435	175	DLF429	221	SZ008	267	种椒 158
130	SV8360HM	176	DLF1041	222	明 2A	268	天红星
131	前美 718	177	PJAA151	223	明 1A	269*	天鹰椒
132*	砺椒 3 号	178*	矮脚黄	224	长剑 2020	270	红宝塔
133	红泰 664	179*	红双喜	225	绿箭 24	271*	美国红
134	DU02	180*	裕红 15	226	宝螺八号	272	HT40
135	碧丽纳	181	国美 5 号	227	皱皱椒二号	273	格瑞 600
136	金皇冠	182	鼎研 9 号	228	绿螺一号	274	格瑞 400
137	湘辣 54	183	夏美	229	皱皱椒一号	275	布兰妮
138*	单生 52	184	百利 520	230	美螺六号	276	格瑞 300
139	圆珠三号	185	百利 521	231	湘辣 1473	277	格瑞 100
140*	遵义朝天椒	186	HP021S172	232	飞雁	278	凯瑟琳
141	湘辣 2205	187*	杭丰优秀	233	W 线两绿紫 AB	279	绿螺 1 号
142	旋佳 6 号	188	胜寒 740	234	珊瑚	280*	甘科 16 号
143	螺丝先锋	189*	农大 301	235	安佐	281	绿龙
144*	螺丝 2313	190*	苏椒五号	236	雪娜瑞	282	康大 301
145	A96	191	T8404	237	Nun60079PPH	283	富赢 776
146	国福 909	192	BPJ64	238	H1213	284	航椒绿剑(255F1)

表 1 (续)

序号 No.	品种名称 Variety name	序号 No.	品种名称 Variety name	序号 No.	品种名称 Variety name	序号 No.	品种名称 Variety name
285*	航椒3号	329	永盛PL1877	373	金田2号	417	HR08085024
286	辣丰旋线	330	永盛PL1879	374	金田3号	418	HRG1
287	航椒红海(515F1)	331	永盛PL1880	375*	皇帝椒	419	HRG6
288	航椒红阳(337F1)	332*	遵辣6号	376	金田6号	420	HRL088
289	航椒红光(340F1)	333	香辣美玉	377*	绿霸王二号	421	桂冠红
290	红龙18号	334	红鹰2号	378	义辣1号	422	艳阳天
291	农大17-82	335*	亨椒2号	379	义辣2号	423	艳冠
292	KGFB1213F	336	骁龙18	380	义辣3号	424	红胜火
293	润疆红21号	337	辣宝89	381	骄阳6号	425	索菲娅三号
294	润疆红26号	338*	贵州灯泡椒	382	义辣4号	426	火花
295	润疆红28号	339*	圣琪	383*	朝阳1号	427	红罗丹五号
296	天亿四号	340	香辣一品红	384	骄阳3号	428	万家灯火11号
297	红龙18号	341*	D椒7号	385*	朝阳2号	429	万家灯火13号
298	润疆红29号	342	金桥SP377	386	福椒2号	430	先红九号
299*	三樱椒	343	艳美	387	福椒3号	431	艳椒425
300	北科802	344	艳椒425	388	福椒4号	432	艳椒11号
301	天姿	345	圆椒32号	389	棕辣1号	433	文干椒1号
302	黔辣10号	346	圆椒35号	390	赣椒33号	434	文紫椒6号
303	川椒珠子椒	347	云干椒7号	391	薄壳皇帝	435	文米辣3号
304	安红12号	348	瑞丽503	392	爱迪	436	火辣1号
305	HR080830	349	红英达	393	红方	437	先红八号
306	香帅一号	350	美顺一号	394	元方	438	青农簇生椒28号
307	长剑	351	辣天下21号	395	新长城	439	博收2916
308	香帅二号	352	启阳1号	396	辣美30	440	博收2920
309	辣宝90	353	启阳2号	397	镇辣28号	441	博收5903
310	香帅三号	354	启阳3号	398	镇辣29号	442	博收5904
311	阿波罗	355	启阳4号	399	辣美50	443	申椒607
312	长帅二号	356	紫秀5325	400	镇研17号	444	申椒628
313	吉祥	357	粤脆一号	401	镇研19号	445	香帅2号
314*	陆尊	358	博瑞136	402	润疆红3号	446	方天红三号
315	如意	359	博瑞137	403	润疆红6号	447	农椒4号
316	东方红	360	富海1214	404	润疆红15号	448	农椒5号
317	东方红二号	361	中椒220号	405	润疆红16号	449	星火一号
318	东方红三号	362	中椒48号	406	润疆红31号	450	长欢
319*	红苏珊	363	中椒88号	407	恒辣708	451	亨椒1号
320	喀什1号	364	中椒409号	408	恒润11号	452	苏润003
321	田朝1号	365	中椒皱皮辣2号	409	恒椒306	453	锐奇6F04
322	永盛P1871	366	五彩辣	410	恒椒307	454	先红六号
323	永盛P1872	367	奋斗	411	HR0808404	455*	中椒105
324	永盛P1873	368	群星	412	HR080851	456*	中椒106
325	永盛P1876	369	美味灯笼椒	413	HR08085020	457*	中椒107
326	农大25号	370	珍珠	414	HR08085021		
327	永盛PL1875	371	小米辣	415	HR08085022		
328	永盛PL1874	372	金田1号	416	HR08085023		

*:2013年及之前已获得品种权或通过非主要农作物登记等的主栽品种

*: Varieties that have obtained variety rights or passed non-major crop registrations in 2013 or before

1.2 试验方法

参试品种分别于2019年和2020年在上海市农业科学院庄行综合试验站农业农村部植物新品种测试(上海)分中心试验基地(上海市奉贤区叶庄公路888号)进行播种栽培。小区高畦单行种植,畦面带沟宽1.3m,株距0.42m,每品种不少于40株,设2次重复,田间管理参照大田生产。

依据辣椒DUS测试指南^[25],对辣椒的47个

基本表型性状进行观测,每份材料分别获得一个群体目测记录(VG,对20株植株进行整体观测,获得1个群体记录)或一组个体测量记录(MS,对20株植株进行逐个测量,获得20个个体记录),性状名称见表2。将每个品种在每个性状上的原始观测或测量值转换为相应的代码,原始观测值转换为代码的分级标准参考《辣椒、番茄新品种DUS测试》^[26]。

表2 辣椒测试指南性状列表

Table 2 The table of characteristics

序号 No.	性状 Characteristics	观测方法 Method of observation	序号 No.	性状 Characteristics	观测方法 Method of observation
1	幼苗:下胚轴花青甙显色QL	VG	25	果实:重量QN	MS
2	植株:主茎长度QN	MS	26	果实:姿态PQ	VG
3	植株:第一雌花节位QN	MS	27	果实(成熟时):颜色PQ	VG
4	植株:上部短缩节间有无QL	VG	28	果实(成熟时):颜色深浅QN	VG
5	仅适用于具上部短缩节间的品种: 植株:第一花到变短节间的茎节数PQ	MS	29	果实:纵径QN	MS
6	植株:高度QN	MS	30	果实:横径QN	MS
7	植株:株幅QN	MS	31	果实:纵径/横径比率PQ	MS
8	植株:生长习性QN	VG	32	萼片:形态QL	VG
9	茎:节间花青甙显色PQ	VG	33	果实:表面皱缩程度QN	VG
10	茎:节花青甙显色强度QN	VG	34	果实:表面质地QN	VG
11	茎:节茸毛密度QN	VG	35	果实:沟深浅QN	VG
12	叶片:长度QN	MS	36	果实:光泽度QN	VG
13	叶片:宽度QN	MS	37	果实:先端形状PQ	VG
14	叶片:颜色PQ	VG	38	果梗:长度QN	MS
15	叶片:形状PQ	VG	39	果实:果梗端凹陷QL	VG
16	叶片:泡状程度QN	VG	40	果实:果梗端凹陷程度QN	VG
17	叶片:横切面形状QN	VG	41	果实:纵切面形状PQ	VG
18	花梗:姿态QN	VG	42	果实:横切面形状PQ	VG
19	花:花冠颜色PQ	VG	43	果实:果肉厚度QN	VG
20	花:花药颜色PQ	VG	44	果实:心室数量QN	VG
21	花:花柱颜色PQ	VG	45	果实:胎座辣味QL	VG
22	花:柱头相对于花药的位置QN	VG	46	始花期QN	VG
23	果实(成熟前):颜色PQ	VG	47	成熟期QN	VG
24	果实(成熟前):颜色深浅QN	VG			

MS:个体测量;VG:群体目测;QL:质量性状;QN:数量性状;PQ:假质量性状

MS: Measurement of single; VG: Visual of group; QL: Qualitative characteristic; QN: Quantitative characteristic; PQ: Pseudo-qualitative characteristic

1.3 数据分析

1.3.1 个体测量数量性状的分析 选取个体测量的11个数量性状(性状编号2、3、6、7、12、13、25、29、30、31、38),通过Excel相应公式计算出各数量性状的最大值、最小值、平均值、平均标准差和各品种的标准差,用各品种性状的标准差除以各品种性状平均值计算出变异系数,取变异系数的平均值即得平

均变异系数。

1.3.2 性状的相关性分析 运行DUSCEL2.0软件,根据辣椒DUS测试指南设置DUSCEL2.0软件中的“指南”表格,将辣椒数据(包括全部群体目测和个体测量的47个性状,其中群体目测性状为每个品种1个数据,个体测量性状为每个品种20个数据)按指定格式输入到“数据”表格,在品种列表执行

Correlch 操作计算 47 个性状间的相关系数和显著性关系。

1.3.3 聚类分析 (1)执行 DUSCEL2.0 软件处理表中 COYtoCK 操作将数据(包括全部群体目测和个体测量的 47 个性状,其中群体目测性状为每个品种 1 个数据,个体测量性状为每个品种 20 个数据)转换为相应代码。

(2)运用 Datatrans(2007 版)软件建立辣椒性状 0/1 矩阵。

(3)采用 R 语言软件进行聚类分析:执行 decostand 操作,对原始数据 0/1 矩阵进行处理;执行 vegdist 操作,计算处理后数据的 Bray-Curtis 相异系数矩阵;根据 UPGMA 法(非加权组平均法)聚类 Bray-Curtis 矩阵;执行 plot(otu.bc.UPGMA, hang = -1) 操作绘画树状聚类图;将树状聚类图分成十大组;执行 as.dendrogram 操作将 hcluste 生成的对象转换为另类的聚类图;执行 plot(as.phylo(otu.bc.UPGMA), type = "fan")操作将图形转成圆形。

表 3 个体测量的数量性状分析

Table 3 Analysis of individual measured quantitative characteristics

性状序号	最大值	最小值	平均值	平均标准差	品种间变异系数(%)	品种内平均变异系数(%)
No. of characteristics	Max.	Min.	Mean	Average SD	CV between the varieties	Average CV within the varieties
2	76.4	2.2	22.3	2.7	31	12
3	29.0	4.0	11.9	1.23	24	10
6	201.8	3.5	87.9	11.9	29	14
7	183.7	3.4	81.5	13.2	25	17
12	29.6	1.4	14.9	1.6	23	11
13	19.1	0.8	6.8	0.7	26	11
25	150.5	0.23	48.4	8.8	93	18
29	45.2	1.1	15.6	1.5	52	10
30	12.3	0.4	3.3	0.4	59	11
31	31.1	0.6	6.3	0.9	69	15
38	10.6	1.0	4.6	0.7	24	14

性状序号同表 2 中的序号;下同

The serial number of the characteristic is the same as the serial number in table 2; The same as below

2.2 性状的相关性分析

运用 DUSCEL2.0 软件分析 47 个性状间的相关性(图 1),通过对 457 个辣椒品种的分析发现,相关性大于 70% 的包括性状 2“植株:主茎长度”与性状 3“植株:第一雌花节位”、性状 12“叶片:长度”与性状 13“叶片:宽度”、性状 25“果实:重量”与性状 30“果实:横径”、性状 43“果肉:厚度”、性状 30“果实:横径”与性状 35“果实:沟深浅”、性状 43“果肉:厚度”、性状 44“果实:心室数量”、性状 37“果实:先端形状”与性状 39“果实:果梗端凹陷”、41“果实:纵切面形状”均存在显著相关,其中性状 37 和性状 41 显著负

1.3.4 多年栽培的稳定性分析 对包括全部群体目测和个体测量的 47 个性状的数据,其中群体目测性状为每个品种 1 个数据,个体测量性状为每个品种 20 个数据,执行 DUSCEL2.0 软件跨年表中 COYS 操作计算出 2019 年与 2020 年栽培条件下品种年度间稳定性和性状年度间稳定性。

2 结果与分析

2.1 个体测量性状分析

通过对 457 个品种的 11 个个体测量数量性状进行分析(表 3),发现供试品种呈现较好的多态性分布,各性状在品种间变异系数在 23%~93% 之间,而品种内平均标准差和平均变异系数都较小,其平均变异系数均小于 20%,品种内平均变异系数的变化范围为 10%~18%,表明这些性状在各个品种内的表达状态差异不大。综合品种间和品种内的变异系数,按照 DUS 测试指南标准判断,说明供试品种内表达较为一致且品种间表达状态较丰富。

相关,相关系数为-86.72%,性状 12 与性状 13 之间相关系数为 85.43%,性状 25 和性状 30 之间相关系数为 84.65%,性状 30 与性状 35 之间相关系数为 83.36%,说明目前我国辣椒栽培品种在这 4 组性状上有着极其密切的相关性,需要对这 4 组性状进行深一步的观察分析,为提高品种评价的效率和准确性提供依据。

2.3 聚类分析

采用 R 语言软件对 457 个参试品种进行聚类分析,相似系数为 0.52 时可将 457 个品种分为十大类(图 2),聚类分析十大类品种的典型果实如图 3 所示。

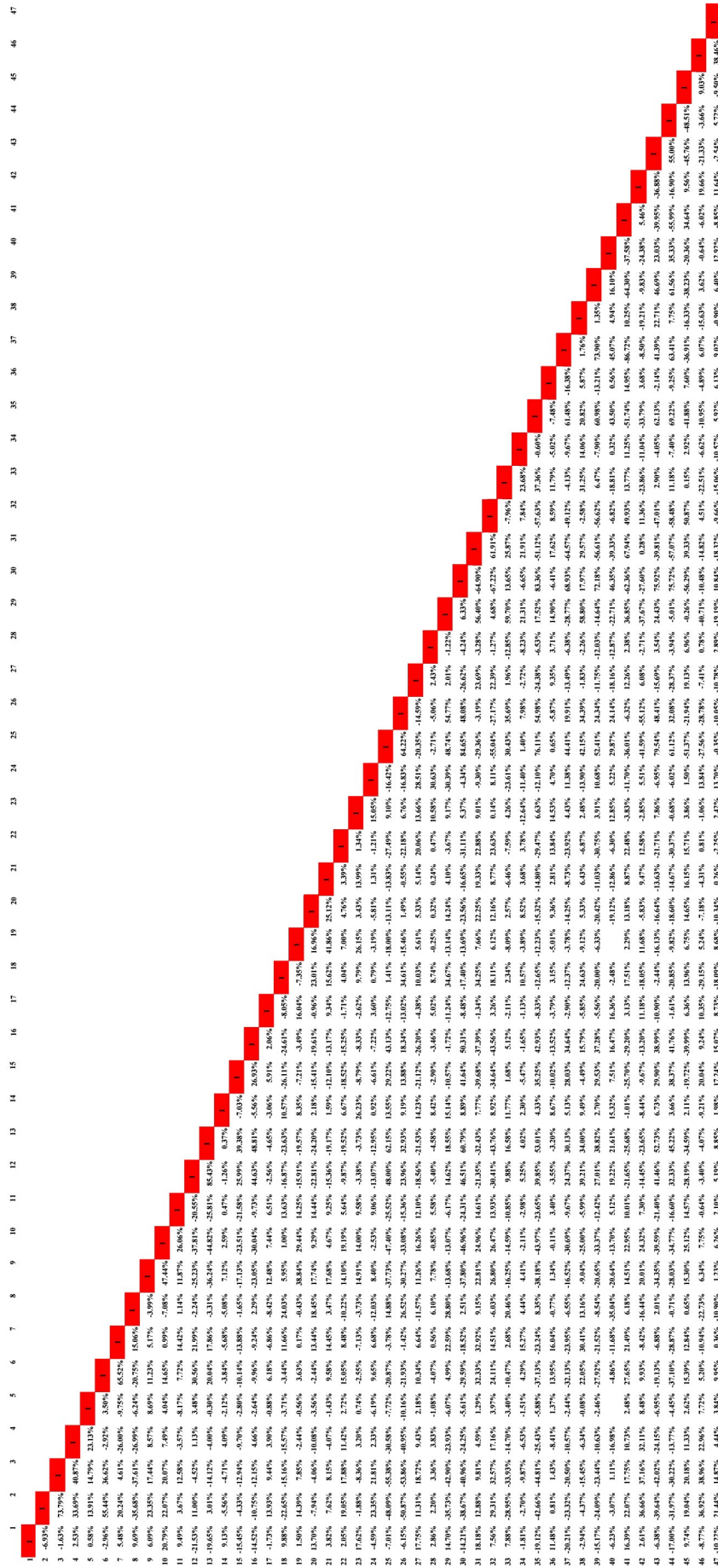
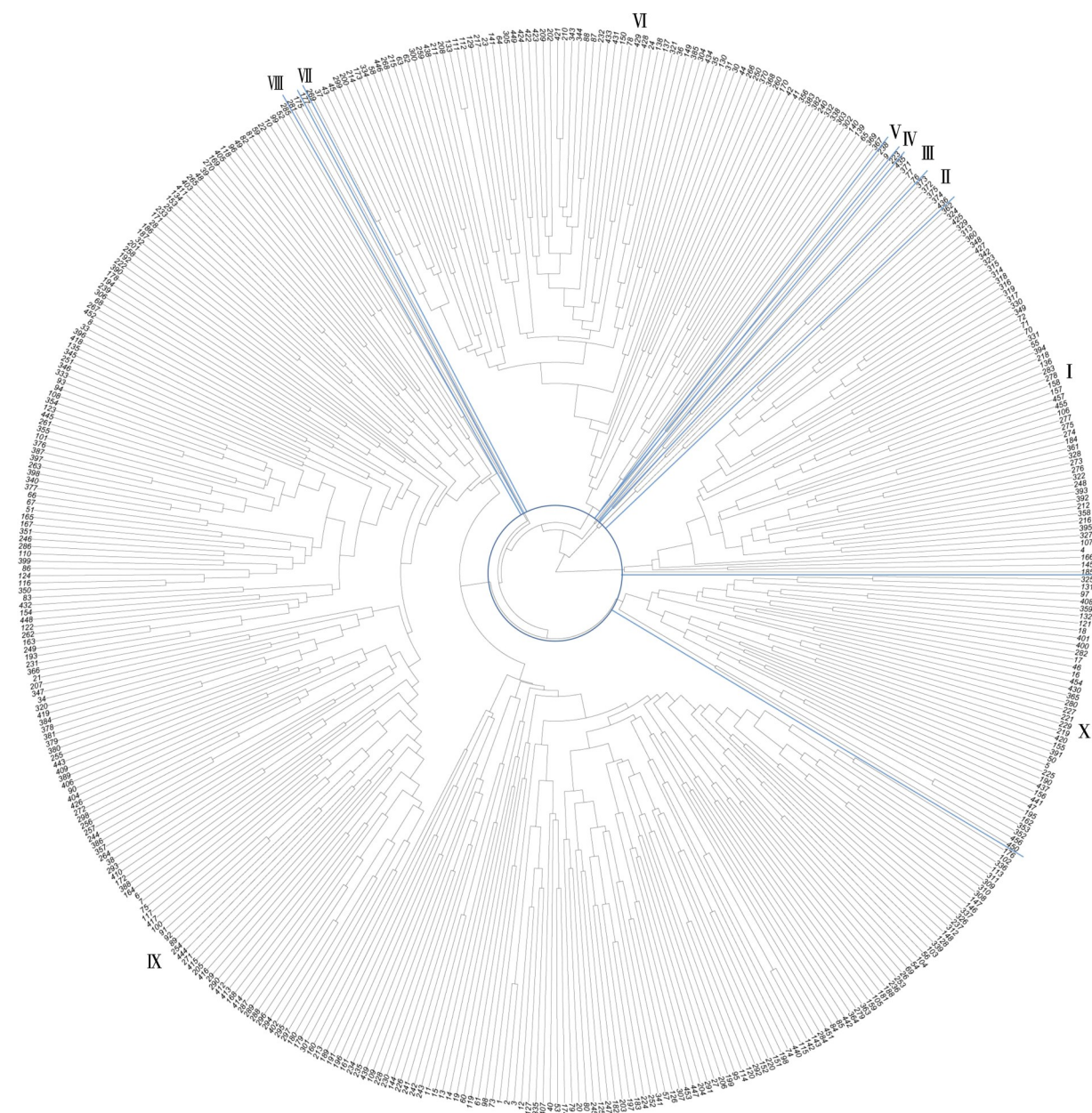


图1 性状的相关性分析

Fig. 1 Correlation analysis of the characteristics



蓝色线条为每个大类间的分界线

The blue line is the dividing line between each category

图2 品种聚类分析结果

Fig. 2 Circular results plot for variety cluster analysis

第I类共55个品种,大多数为甜椒品种。包括永盛PL1875、新长城、格里菲2号、博瑞136、爱迪、红方、格瑞600、中椒220号、布兰妮、元方等品种。此类品种植株无上部短缩节间,果实成熟前颜色为绿色,成熟后果色表现各不相同,果实姿态呈下垂状,萼片不包被,果实先端凹陷,果实果梗端凹陷,多数果实纵切面为正方形或长方形,果实横切面形状为棱形,其中有40个品种胎座无辣味,其余品种有轻微的辣度。

第II类共有5个品种,分别是火辣1号、金田3

号、皇帝椒、金田1号和金田2号,中国辣椒多在此类。此类品种的典型特点是果实成熟前颜色为绿色,成熟时为橙色,萼片不包被,果实先端尖形,果实果梗端不凹陷,果实胎座有辣味,且成熟期较晚。

第III类共4个品种,晶翠、云南本地小米辣、小米辣和文米辣3号,多为灌木状辣椒。此类品种植株无上部短缩节间,果实成熟前颜色为白色,成熟时为橙色,萼片包被,果实果梗端不凹陷,果实胎座有辣味,且成熟期极晚。



数字1~10分别代表聚类分析十大类I~X

The numbers 1-10 in the figure represent typical fruits of the ten categories I~X of cluster analysis

图3 聚类分析十大类品种典型果实图

Fig. 3 Typical fruit legend for variety cluster analysis

第IV类只有1个品种明1A,其他分组主要在于果实整体偏小,且纵径、横径以及二者间的比例都较小,果实成熟前颜色为绿色,成熟时为黄色,萼片包被,光泽度不明显。

第V类只有2个品种益都羊角椒和H1213,均为一年生辣椒。这两个品种果实成熟时颜色为深红色,果实表面微皱缩,先端尖形,纵切面形状为窄三角形,横切面形状为菱形,胎座无辣味。

第VI类共有83个品种,有权御天下、文干椒1号、黔辣10号、川椒珠子椒、遵辣6号、聚缘809、义辣4号、安红12号、朝阳2号、云朝天椒117等,多为朝天椒或线椒。花梗及果实姿态均呈直立姿态,果实成熟时颜色为深红色,萼片形态包被,果实表面平滑,果实先端尖形,果梗端不凹陷,果实横切面为圆形,果实心室数以两个为主,胎座有辣味。

第VII类只有1个品种PJAA151,其花梗呈直立姿态,果实成熟时为中等红色,果实表面皱缩,果实先端凹陷,果实纵切面为长方形,胎座有辣味。

第VIII类只有2个品种DLF429和绿龙。这两个品种花梗呈直立姿态,果实姿态呈下垂状,胎座有辣味。

第IX类品种最多,一共有265个品种,多为一年生辣椒,包括鲜辣1083、辣美30、圆椒32号、中椒409号、航椒3号、博收5904、润疆红16号、赣椒33号、香帅一号、种椒158等品种。这一大类品种的表型共同点是植株无上部短缩节间,其中有198个品种果实成熟时颜色为中等红色,有50个品种为浅红

色,果实姿态呈下垂状,先端尖形,果梗端不凹陷,纵切面形状为窄三角形,胎座有辣味。

第X类共有39个品种,包括先红八号、中椒106、启阳1号、萧美七号、苏椒五号、薄壳皇帝、镇研17号、博瑞137、恒润11号、长欢等。这类品种叶片形状为披针形,果实姿态呈下垂状,果实横切面有棱。

2.4 多年栽培的稳定性分析

将2019年和2020年的品种表型数据运用软件分析品种和性状年度间观测值及代码的相关性、代码差的分级比例等,由此得出品种及性状年度间稳定性结果。品种年度间观测值的相关性在86.4%~99.9%之间,平均观测值相关性为98.0%,代码的相关性在55.4%~97.9%之间,平均代码相关性为88.0%(表4),品种年度间稳定性较好,平均代码相关性低于平均观测值相关性主要是由于DUS测试指南性状表型数据转化为代码后数值范围较小而导致,总体来看平均代码相关性更具有可参考性,由此可知品种间相关性判定阈值定为88%以上较为合理,即品种间的表型相关性要大于品种内年度稳定性方可认为品种间表型相似。作为形态标记使用的47个性状,年度间观测值及代码相关性表明个体测量性状较群体目测性状更稳定(表5),也说明个体性状即采集数据数量为20个的性状其在辣椒品种中年度间稳定性更高。个体测量的数量性状在年度间表现较为稳定,可能是由于表型数据采集数量较多而排除了单个数据对品种表型误差的影响。

表4 品种年度间稳定性分析
Table 4 Analysis of variety in the inter-annual stability

数据统计 Statistics	观测值相关性 (%) Raw value correlations	代码相关性 (%) Note correlation	代码0差(%) 0 Note difference	代码1差(%) 1 Note difference	代码2差(%) 2 Notes difference	代码3差(%) 3 Notes difference	代码大于3差(%) More than 3 notes difference
最大值Max.	99.9	97.9	76.6	42.6	27.7	8.5	8.5
最小值Min.	86.4	55.4	38.3	10.6	2.1	2.1	2.1
平均值Mean	98.0	88.0	59.3	27.0	82.8	30.8	2.9

表5 性状年度间相关性分析
Table 5 Analysis of characteristic in the inter-annual stability

项目 Item	观测值相关性 (%) Raw value correlations	代码相关性 (%) Note correlation	代码0差 (%) 0 Note difference	代码1差 (%) 1 Note difference	代码2差 (%) 2 Notes difference	代码3差 (%) 3 Notes difference	代码大于3差(%) More than 3 notes difference
MS性状最大值 Max. for MS characteristic	95.7	93.6	98.7	47.4	25.3	9.1	23.4
MS性状最小值 Min. for MS characteristic	12.5	-0.7	26.6	1.3	2.6	0.6	0.6
MS性状平均值 Mean for MS characteristic	61.7	58.4	53.0	36.0	10.7	3.5	4.8
VG性状最大值 Max. for VG characteristic	96.8	96.8	99.4	72.7	29.2	20.8	7.8
VG性状最小值 Min. for VG characteristic	-19.4	-19.4	7.1	0.6	0.6	0.6	0.6
VG性状平均值 Mean for VG characteristic	54.6	54.6	63.7	25.6	8.7	5.2	2.6

3 讨论

个体测量性状变异系数分析中提及的品种内表达较为一致,与植物新品种特异性、一致性和稳定性测试中提及的一致性并非同一概念。在农业行业标准《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 辣椒》^[25]中,辣椒品种一致性判定是根据不同的品种类型参考不同的标准,对于开放授粉的品种,一致性判定时,采用2%的群体标准和至少95%的接受概率;对于杂交种,采用1%的群体标准和至少95%的接受概率^[25]。本研究所采用的供试品种均符合DUS测试标准对一致性的要求,没有出现超量的异型株。而本研究基于DUS测试指南对457个辣椒品种进行了变异系数分析,主要针对于数量性状对品种间和品种内的品种特性进行了分析,其中品种内的变异系数不针对品种一致性判定,DUS测试中的一致性判定亦不基于变异系数的分析,其主要参考国际植物新品种保护联盟的相关

技术文件如TGP10进行确定。基于辣椒DUS测试指南中性状的分级标准要求,一般采用二倍标准差法对测量性状进行分级,即在指南研制过程中,根据品种资源数据,在某个性状上,将品种内在该性状上的测量数据的二倍标准差作为该性状的分级标准,基于此规则,如品种内变异系数大于20%则会超出二倍标准差的允许范围,出现一个品种的采集数据覆盖多个分级的情况,由于本研究是基于辣椒DUS测试指南的形态标记对辣椒品种进行的分析,因此采用了其对变异系数的一般要求进行了数据分析,即各性状在品种间变异系数大于20%,而品种内平均变异系数小于20%,可反映出供试品种内表达较为一致且品种间表达状态较丰富。

表型性状间的相关性分析能揭示性状之间的关联性,通过重要性状的表观选择和遗传改良间接地同步改良次要性状,从而加速育种进程^[21]。赫卫等^[27]以205份辣椒种质为材料,观测28个形态性状,并对其进行相关性和聚类分析等研究,发现辣

椒形态学性状间存在较高相关性。Bedjaoui等^[14]对21份一年生辣椒品种进行了性状相关性分析,发现叶片宽度与叶片长度极显著相关,并且叶片宽度与果实横径、重量、心室数也相关,果实横径和重量显著相关。本研究对辣椒属的457个品种的47个表型性状分析同样发现某些性状相关性很高,如叶片长度与叶片宽度存在显著相关,果实重量和果实横径相关系数高达84.65%,这与一年生辣椒的研究结果相一致,也说明这些性状的相关性不局限于一年生辣椒,而是辣椒属内的普遍情况。表型数据采集尤其是个体测量性状数据的采集比较消耗人力和时间,为了提高表型数据采集效率,需要将相关性高的性状进行删减再作为形态标记进行使用,例如从测量的准确性、便捷性和重要性来看,叶片宽度可保留,叶片长度可删减,果实重量可保留,果实横径可删减。综上,DUS测试指南性状作为形态标记进行使用还需要对各个性状的观测方法和数量进一步的研究,使形态标记更好地应用在品种特性分析中,为辣椒品种筛选、品种选育、性状研究等提供扎实、准确、高效的研究手段。

近年来,随着辣椒育种杂交技术的不断发展,辣椒品种在人们需求的变化下不断增多,而人们对于辣椒新品种的要求都离不开皮薄辣度高或甜椒果肉厚辣度低,导致市场上辣椒品种的遗传背景日益狭窄。从个体测量数量性状分析来看辣椒品种资源呈现较好的多态性分布,品种间变异系数较大而品种内变异系数较小,说明品种内表达较为一致且品种间表达状态丰富。以47个性状作为形态标记对457个新育成及主栽辣椒品种进行聚类分析可划分成10大类,而大部分品种集中在3个大类,根据市场需求的园艺学分类来看,品种最多的为羊角椒/牛角椒类型,朝天椒/线椒类型数量次之,品种类型为甜椒的数量也较多,可以看出果实纵径、横径和纵径/横径是划分辣椒品种资源的重要指标。雷刚等^[28]根据辣椒果型指数(果长/果宽)将603份辣椒种质材料分为5组。Martínez-Ispizua等^[29]对17个甜椒品种的植株、花、叶和果实性状进行了评价,并且也根据果实形态对材料进行了分类。Rahevar等^[13]利用12个性状对印度2017-2018年度主栽的58个一年生辣椒品种进行了分析,并将这些品种聚类分成了3组,其中成熟前果实重量和结果数量是影响品种差异的主要因素。在本研究数量较多的品种类型中,某些辣椒相似度极高,或为同一品种或近似品种,说明在市场喜好度较高的品种类型

中,品种同质化程度较为严重;反观一些名称相同的品种,实际表型却相差甚远,基本是由于品种来源不同而导致,如不同市场购买或不同育种人提供,属于“同名异物”的一种情况,常出现在已在市场上流通多年的已知品种,由于这些品种多为杂交种,且适应范围广、市场份额及认可度高,但混杂情况的出现也对此类品种的提纯复壮工作提出了要求。

进一步分析发现,本研究的聚类结果并未将辣椒属的不同种完全区别,457份辣椒属种质资源至少来自辣椒属的3个种包括一年生辣椒、灌木状辣椒和中国辣椒,一些聚类分组可以将属内种间进行区别,如聚类分析的第Ⅱ类和第Ⅲ类,但存在一些种间聚类在同组的情况,其原因可能是由于目前育种人为了应对辣椒育种同质化严重的问题,采用了一些种间杂交的手段,培育出一些形态上具有不同特性的品种,在基于形态标记聚类的过程中,会出现无法与原种聚在一组的情况,这一结果与一些地方品种的遗传多样性研究出现了较大的区别。作者认为从提高新育成品种品质、抗性 or 观赏性等方面来看,采用遗传距离较远的品种或属内不同种进行杂交,是有利于推动辣椒育种研究及产业发展的良性行为。相应地,在辣椒优良种质资源筛选过程中基于形态标记或分子标记去挖掘遗传距离较远的品种都是可采用的手段。作者连续对近3年的辣椒栽培种同步进行了形态标记和分子标记分析,均基于各自的农业行业标准,即本研究采用的《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 辣椒: NY/T 2234—2012》和《辣椒品种鉴定技术规程 SSR分子标记法: NY/T 2475-2013》,发现存在部分分子距离较近但形态差异明显的情况,反之亦有形态相近但分子指纹差异较大的情况。因此,建议在选择辣椒优良种质资源时要兼顾分子标记和形态标记的结果,以培育高品、高质、高量辣椒品种为目标,尽量避免与现有品种表型差异微小的新育成品种,既能减少同质化育种带来的人力、物力、财力及时间成本损耗,也能真正激发辣椒育种研究活力,以优质高效育种活动积极推进我国辣椒产业的发展。

参考文献

- [1] 邹学校. 中国辣椒. 北京: 中国农业出版社, 2002: 1-41
Zou X X. Chinese chilli. Beijing: China Agricultural Press, 2002: 1-41
- [2] 邹学校, 朱凡. 辣椒的起源、进化与栽培历史. 园艺学报,

- 2022, 49(6): 1371-1381
Zou X X, Zhu F. Origin, evolution and cultivation history of the pepper. *Acta Horticulturae Sinica*, 2022, 49 (6): 1371-1381
- [3] 邹学校, 朱凡. 辣椒传入中国的途径与传播路径. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2020, 46(6): 629-640
Zou X X, Zhu F. The path of pepper introduction into China and its spreading route in China. *Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences*, 2020, 46(6): 629-640
- [4] 王立浩, 张宝玺, 张正海, 曹亚从, 于海龙, 冯锡刚. 辣椒遗传育种研究进展. 园艺学报, 2020, 47(9): 1727-1740
Wang L H, Zhang B X, Zhang Z H, Cao Y C, Yu H L, Feng X G. Research progress in genetics and breeding of *Capsicum* spp. *Acta Horticulturae Sinica*, 2020, 47(9): 1727-1740
- [5] 邹学校, 胡博文, 熊程, 戴雄泽, 刘峰, 欧立军, 杨博智, 刘周斌, 索欢, 徐昊, 朱凡, 远方. 中国辣椒育种60年回顾与展望. 园艺学报, 2022, 49(10): 2099-2118
Zou X X, Hu B W, Xiong C, Dai X Z, Liu F, Ou L J, Yang B Z, Liu Z B, Suo H, Xv H, Zhu F, Yuan F. Review and prospects of pepper breeding for the past 60 years in China. *Acta Horticulturae Sinica*, 2022, 49(10): 2099-2118
- [6] IBPGR. Genetic resources of *Capsicum*: A global plan of action. Rome: IBPGR Secretariat, 1983
- [7] 王洋, 李锡香, 王海平, 宋江萍. 茄科蔬菜野生资源的研究与利用. 植物遗传资源学报, 2020, 21(6): 1468-1482
Wang Y, Li X X, Wang H P, Song J P. Research and utilization of wild resources of Solanaceae vegetables. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2020, 21(6): 1468-1482
- [8] 盛祥参. 我国辣椒种质资源的分类. 北方园艺, 2011(18): 196-198
Sheng X S. Classification of pepper germplasm resources in China. *Northern Horticulture*, 2011(18): 196-198
- [9] 陈亮. 辣椒遗传多样性的RAPD和ISSR分析. 雅安: 四川农业大学, 2010
Chen L. Analysis study of hot pepper (*Capsicum* spp.) with RAPD and ISSR. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2010
- [10] Geleta L F, Labuschagne M T, Viljoen C D. Genetic variability in pepper (*Capsicum annum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. *Biodiversity and Conservation*, 2005, 14(10): 2361-2375
- [11] Thul S T, Lal R K, Shasany A K, Darokar M P, Gupta A K, Gupta M M, Verma R K, Khanuja S P S. Estimation of phenotypic divergence in a collection of *Capsicum* species for yield-related traits. *Euphytica*, 2009, 168: 189-196
- [12] Ahmad I, Anjum M A. Biodiversity Estimation in chilli (*Capsicum frutescens*) germplasm through morphological traits. *Sarhad Journal of Agriculture*, 2022, 38(4): 1500-1509
- [13] Rahevar P M, Patel J N, Axatjoshi, Sushilkumar, Gediya L N. Genetic diversity study in chilli (*Capsicum annum* L.) using multivariate approaches. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 2021, 12(2): 314-324
- [14] Bedjaoui H, Boulelouah N, Mehaoua M S, Baississe S, Badache S, Boutiba S, Reguieg L. Exploring agro-morphological diversity of Algerian hot pepper (*Capsicum annum* L.) accessions using multivariate statistics. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 2022, 34(10): 836-849
- [15] de Aquino H F, de Medeiros J E, de Carvalho Filho J L S, Ribeiro C M C M, Maciel M I S, Dantas J R F. Morpho-agronomic characterization and genetic divergence among pepper accessions. *Revista Ceres*, 2022, 69: 187-194
- [16] Alves S R M, Lopes R, Meneses C, Valente M S F, Martins C C, Ramos S F, Oliveira I, de Jesus Pinto Fraxe T, Costa L, Lopes M T G. Morpho-agronomic characterization, sample size, and plot size for the evaluation of *Capsicum chinense* genotypes. *Horticulturae*, 2022, 8: 785
- [17] Copati M, Torres L, Dariva F, Pessoa H, Almeida G, Nascimento A C, Nascimento M. Combining quantitative and qualitative descriptors to predict genetic diversity in *Capsicum*. *Australian Journal of Crop Science*, 2022, 16(6): 706-801
- [18] 李宁, 王飞, 姚明华, 焦春海, 尹延旭. 国内外辣椒种质资源表型性状多样性及相关性分析. 辣椒杂志, 2015, 13(1): 8-13
Li N, Wang F, Yao M H, Jiao C H, Yin Y X. Genetic diversity and correlation analysis of phenotype traits in *Capsicum* spp. germplasms from China and abroad. *Journal of China Capsicum*, 2015, 13(1): 8-13
- [19] 赵红, 曹亚从, 张正海, 张宝玺, 白锐琴, 赵园园, 王立浩. 我国辣椒核心种质资源园艺性状多样性的分析和评价. 中国蔬菜, 2018(1): 25-34
Zhao H, Cao Y C, Zhang Z H, Zhang B X, Bai R Q, Zhao Y Y, Wang L H. Analysis and evaluation of horticultural character diversity of pepper core germplasm resources in China. *China Vegetables*, 2018(1): 25-34
- [20] 张国儒, 唐亚萍, 杨涛, 帕提古丽·艾斯穆托拉, 王柏柯, 李宁, 王娟, 余庆辉, 杨生保. 272份辣椒资源的农艺性状分析. 新疆农业科学, 2021, 58(12): 2300-2311
Zhang G R, Tang Y P, Yang T, Patiguri E, Wang B K, Li N, Wang J, Yu Q H, Yang S B. Agronomic character analysis of 272 *Capsicum* resources. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2021, 58(12): 2300-2311
- [21] 刘林娅, 黄亚成, 杨那, 刘维侠, 赵艳妹, 龙彩凤, 党选民. 81份辣椒种质资源表型性状的遗传多样性分析. 热带作物学报, 2023, 44(4): 706-715
Liu L Y, Huang Y C, Yang N, Liu W X, Zhao Y M, Long C F, Dang X M. Genetic diversity of phenotypic traits in 81 *Capsicum annum* germplasms. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2023, 44(4): 706-715
- [22] 白健君, 郭咏梅, 段旭东, 郭妮妮, 王军娥. 41份辣椒种质资源果形果色及其相关性状的聚类分析. 山西农业大学学报: 自然科学版, 2021, 41(5): 68-78
Bai J J, Guo Y M, Duan X D, Guo N N, Wang J E. Cluster analysis of fruit shape, fruit color and related traits of 41 pepper germplasm resources. *Journal of Shanxi Agricultural*

- University: Natural Science Edition, 2021, 41(5): 68-78
- [23] 彭泽, 胡明文, 白立伟, 朱文超, 廖芳芳. 不同辣椒品种的农艺性状与品质指标综合评价. 北方园艺, 2023(1): 1-10
Peng Z, Hu M W, Bai L W, Zhu W C, Liao F F. Comprehensive evaluation of agronomic characters and quality indexes of different pepper varieties. Northern Horticulture, 2023(1): 1-10
- [24] 王丹丹, 师建华, 李燕, 张庆银, 齐连芬, 董灵迪. 基于主成分与聚类分析的辣椒主要农艺性状评价. 中国瓜菜, 2021(2): 47-53
Wang D D, Shi J H, Li Y, Zhang Q Y, Qi L F, Dong L D. Evaluation of main agronomic traits of pepper based on principal component and cluster analysis. China Cucurbits and Vegetables, 2021(2): 47-53
- [25] 全国植物新品种测试标准化技术委员会. 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 辣椒: NY/T 2234—2012. 北京: 中国农业出版社, 2012
National Technical Committee on Testing for New Varieties of Plants of Standardization Administration of China. Guidelines of the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability-Capsicum: NY/T 2234-2012. Beijing: China Agricultural Press, 2012
- [26] 任丽, 韩瑞玺, 陈海荣. 辣椒、番茄新品种 DUS 测试. 北京: 中国农业出版社, 2022: 35-81
Ren L, Han R X, Chen H R. New variety DUS tests of chili and tomato. Beijing: China Agricultural Press, 2022: 35-81
- [27] 赫卫, 张慧, 董延龙, 王莹. 辣椒种质资源形态学性状相关性、主成分与聚类分析. 北方园艺, 2018(4): 9-17
He W, Zhang H, Dong Y L, Wang Y. Correlation, principal component and cluster analysis of morphological characteristics in pepper germplasm resources. Northern Horticulture, 2018(4): 9-17
- [28] 雷刚, 周坤华, 方荣, 吴茵, 陈学军. 基于表型数据的辣椒核心种质构建研究. 西北植物学报, 2016, 36(4): 804-810
Lei G, Zhou K H, Fang R, Wu Y, Chen X J. Studies on the constructing of pepper core collection based on phenotypic data. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2016, 36(4): 804-810
- [29] Martínez-Ispizua E, Calatayud Á, Marsal J I, Mateos-Fernández R, Díez M J, Soler S, Valcárcel J V, Martínez-Cuenca M R. Phenotypic divergence among sweet pepper landraces assessed by agro-morphological characterization as a biodiversity source. Agronomy, 2022, 12(3): 632

欢迎订阅 2024 年《河南农业科学》

《河南农业科学》是河南省农业科学院主办的综合性农业科技期刊, 深受省内外农业科技人员、农业院校师生等涉农读者的喜爱。本刊连续多年被评为“全国中文核心期刊”、“中国科技核心期刊”、“中国农业(农林)核心期刊”、“RCCSE 中国核心学术期刊”, 2011-2018 年连续被遴选为“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”, 2021-2022 年连续入选《科技期刊世界影响力指数(WJCI)报告》。曾多次获得有关部门的奖励, 被评为“全国优秀农业期刊”, 连续荣获“河南省优秀科技期刊一等奖”、“河南省自然科学期刊综合质量检测一级期刊”、“河南省自然科学二十佳期刊”, 2022 年荣获“河南优秀出版期刊奖”。

栏目设置: 综述、作物栽培·遗传育种、农业资源与环境、植物保护、园艺、畜牧·兽医、农业信息与工程·农产品加工。

本刊为月刊, 国际标准 16 开本, 180 页, 每期定价 25.00 元, 全年 300 元。各地邮局均可订阅, 邮发代号: 36-32。如错过订期, 可直接与本刊编辑部联系订阅。

地址: 郑州市金水区花园路 116 号

邮编: 450002

电话: 0371-65739041

E-mail: hnnykx@163.com

网址: <http://www.hnnykx.org.cn>

微信公众号二维码



官网

