

doi:10.11937/bfyy.20170385

## 辣椒品种的聚类及主成分分析

聂楚楚, 王秀峰, 毛芙蓉, 惠云芝, 刘燕妮

(吉林省蔬菜花卉科学研究所, 吉林 长春 130033)

**摘要:**以辣椒为试材,对 57 份辣椒材料的 12 个农艺性状进行了聚类分析,对 6 个数量性状进行了主成分分析,旨在为辣椒资源分类以及亲本筛选提供依据。结果表明:聚类分析将 57 份辣椒材料划分为四大类群,单果质量成为影响聚类结果的最重要因素;主成分分析结果表明,前 3 个主成分就可以表达原 6 个数量性状所表达的遗传特性。

**关键词:**辣椒;聚类分析;主成分分析;资源分类;亲本筛选

**中图分类号:**S 641.301 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)17-0086-06

辣椒(*Capsicum annuum* L.)属茄科辣椒属作物,原产于拉丁美洲热带地区。辣椒是餐桌上常见的蔬菜之一,不仅含有丰富的维生素、辣椒素,还含有辣椒红素,具有很好的抗氧化作用。除

此以外,辣椒还有一系列食疗作用,它具有健胃、助消化,预防胆结石,改善心脏功能,降血糖,预防感冒,降脂减肥等功效,因而越来越受到消费者们的追捧。辣椒田间的农艺性状表现是育种工作者关注的重中之重,尽管各种同工酶标记和 DNA 分子标记已经被广泛应用于植物种质资源的鉴定和分类研究,但农艺性状的鉴定和描述仍然是辣椒种质资源最基本的方法和途径<sup>[1]</sup>。

近年来,多元统计分析方法已越来越多地被

**第一作者简介:**聂楚楚(1986-),女,硕士,研究实习员,研究方向为辣椒遗传育种。E-mail:527883358@qq.com.

**基金项目:**吉林省现代农业产业技术体系建设资助项目(201621)。

**收稿日期:**2017-04-06

**Abstract:** *Brassica campestris* L. 'Xinchangqing 1' was used as test material, the effects of low temperature stress on the chlorophyll, protective enzyme activity, and cell membrane permeability of *Brassica chinensis* were studied by using artificial environment control experiment. The results showed that the chlorophyll content of *Brassica chinensis* leaves decreased with the increasing of low temperature stress intensity and prolonged duration in the range from  $-6^{\circ}\text{C}$  to  $0^{\circ}\text{C}$ . SOD activity of leaf tissue increased with the decrease of stress temperature, the activities CAT and POD increased first and then decreased with the prolonging of treatment time. The content of MDA increased first, then decreased and increased again. The relative electrical conductivity of leaves increased with the decrease of temperature, while the lower the temperature, the greater the growth rate. The results showed that the anti-aging properties of the leaves of *Brassica chinensis* decreased with the decrease of temperature and the cell membrane permeability became worse. When the temperature was  $-4^{\circ}\text{C}$  for 9 hours, the cell viability was irreversibly damaged. Therefore, it was the critical temperature of structural damage of *Brassica chinensis* under low temperature stress.

**Keywords:** *Brassica campestris* L.; low temperature stress; chlorophyll; membrane permeability; protective enzyme activity

应用于农作物品种资源评价和遗传育种工作中<sup>[2]</sup>。韩薇莉等<sup>[3]</sup>通过对 202 份国外辣椒材料主要农艺性状的相关性分析研究指出,若以高产为目标,可以选择叶片较大、果较宽、偏向于灯笼形的株系配组;若以维生素 C 含量为育种目标,应注重小株形厚果肉品种的选育。杨志刚等<sup>[4]</sup>对 92 份辣椒资源的色价值和辣椒单果质量、果肉厚、果实横径、纵径进行聚类分析,从中筛选 17 份干制红辣椒的优良种质材料。邹学校等<sup>[5]</sup>研究发现,数量分类的结果基本反映了辣椒品种间的遗传差异,符合实际情况。当主成分的特征值累计贡献率大于 75% 时,主成分值就能基本反映原来性状的遗传特征。比较不同的系统聚类方法,类平均法较好地适用于辣椒品种的数量分类。詹永发等<sup>[1]</sup>通过聚类分析将 64 份辣椒材料划分为六大类,并且筛选出“黔辣 3 号”“大方线椒”“云南邱北辣椒”“8898 线椒”和“8819 线椒”性状表现突出,具有一定的利用价值。该研究通过对 57 份辣椒材料 12 个表型性状的聚类分析和 6 个数量性状的主成分分析,进一步研究品种间的遗传特性,以及各性状之间的关系,以期对辣椒资源分类、优良亲本筛选提供一定的数据依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试 57 份辣椒材料由吉林省蔬菜花卉科学研究院辣椒课题组保存(表 1)。

### 1.2 试验方法

该试验于 2016 年在吉林省蔬菜花卉科学研究院试验基地进行。辣椒 2 月 19 日浸种、催芽;2 月 24 日温室苗床内播种;3 月 14 日移苗;4 月 27 日定植于 2 栋塑料大棚内,总用地面积为 1 334 m<sup>2</sup>。定植密度为行距 60 cm,株距 30 cm。随机区组设计,3 次重复。

### 1.3 项目测定

于辣椒结果盛期,每小区选择 3 株具有该品种典型特征的植株,分别对其进行表型性状的测定,表型性状包括 2 种类型:第一种为质量性状;第二种为数量性状。质量性状包括果顶形状、果肩形状、果形、青果色、老果色;数量性状包括株高、果

长、果宽、单果质量、果肉厚、始花期、始花节位。

### 1.4 数据分析

参照《辣椒种质资源描述规范和数据标准》<sup>[6]</sup>将质量性状转化为标准化数据进行分析(表 2)。利用 DPS 7.05 软件对测得数据进行聚类分析及主成分分析,采用系统聚类,离差平方和法,距离为欧式距离,形成树状聚类图。

## 2 结果与分析

### 2.1 表型性状的聚类分析

由图 1 可知,在欧式距离为 11.80 时,将 57 份辣椒材料划分为四大类群。第一类群 20 份,包括 1、2、42、9、13、128、51、130、46、50、41、135、136、45、49、138、47、16、19、36;第二类群 9 份,包括 7、10、27、48、132、133、40、120、8;第三类群 12 份,包括 4、114、126、151、54、122、121、108、113、118、119、115;第四类群 16 份,包括 5、53、104、137、59、116、107、117、112、127、124、134、125、123、129、131。由表 3 可知,第一类群全部属于灯笼形、长锥形等大果形甜椒品种,平均果肉厚 0.558 cm、平均单果质量 214.3 g,为 4 个类群中最大,较其它 3 个类群差异明显,纵径与横径比值为 1.1;第二类群同样属于灯笼形、短锥形等大果形材料,并且均具有辣味。果肉厚、单果质量均值分别为 0.355 cm、117.3 g,稍低于第一类群,较第三、四类群差异明显,纵径与横径比值为 1.2;第三类群中全部属于羊角形、手指形等小果形材料,果肉厚及单果质量为 4 个类群最低,平均值分别为 0.191 cm、24.3 g,纵径与横径比值为 6.0;第四类群中大部分属于牛角形等中果形辣椒,仅有 1 份材料为球形,平均果肉厚为 0.321 cm,平均单果质量为 61.6 g,纵径与横径比值为 3.1,居于第三类群之下,第一、二类群之上。

根据上述指标聚类分析显示,影响聚类结果的最大因素是单果质量,而其它因素影响较小。第一类群中为灯笼形、长圆锥等大果形甜椒,单果质量数值最大。第二类群中均为灯笼形、短锥形等辣味大果形椒,单果质量数值仅次于第一类群,位居第二。而第三类群中全部为羊角形、手指形等小果形辣椒,单果质量数值最小。第四类群为

表 1

供试材料代号及来源

Table 1

Code name and source of tested materials

代号/品名 Code/Name	类型 Type	来源地 Source	代号/品名 Code/Name	类型 Type	来源地 Source	代号/品名 Code/Name	类型 Type	来源地 Source	代号/品名 Code/Name	类型 Type	来源地 Source
1 JSN-1	扁灯笼形 Flat lantern	北京 Beijing	42 JSN-42	方灯笼形 Square lantern	辽宁丹东 Liaoning Dandong	113 JSN-113	线型 Line type	吉林白城 Jilin Baicheng	128 JSN-128	方灯笼形 Square lantern	荷兰 Netherlands
2 JSN-2	扁灯笼形 Flat lantern	北京 Beijing	45 JSN-45	方灯笼形 Square lantern	日本 Japan	114 JSN-114	短羊角 Short horn	天津 Tianjin	129 JSN-129	长牛角形 Long horn	辽宁锦州 Liaoning Jinzhou
4 JSN-4	长羊角形 Long sheep-horn	吉林延吉 Jilin Yanji	46 JSN-46	方灯笼形 Square lantern	甘肃 Gansu	115 JSN-115	短羊角形 Short horn	吉林扶余 Jilin Fuyu	130 JSN-130	方灯笼形 Square lantern	安徽 Anhui
5 JSN-5	球形 Sphere	荷兰 Netherlands	47 JSN-47	长锥形 Long conical	荷兰 Netherlands	116 JSN-116	短牛角形 Short horn	吉林大安 Jilin Da'an	131 JSN-131	长牛角形 Long horn	安徽 Anhui
7 JSN-7	方灯笼形 Square lantern	吉林通化 Jilin Tonghua	48 JSN-48	方灯笼形 Square lantern	辽宁沈阳 Liaoning Shenyang	117 JSN-117	短牛角形 Short horn	天津 Tianjin	132 JSN-132	方灯笼形 Square lantern	内蒙古 Inner Mongolia
8 JSN-8	长灯笼形 Long lantern	北京 Beijing	49 JSN-49	方灯笼形 Square lantern	荷兰 Netherlands	118 JSN-118	长指形 Long finger	吉林伊通 Jilin Yitong	133 JSN-133	短锥形 Short conical	山西 Shanxi
9 JSN-9	长锥形 Long conical	北京 Beijing	50 JSN-50	方灯笼形 Square lantern	新疆 Xinjiang	119 JSN-119	线型 Line type	吉林伊通 Jilin Yitong	134 JSN-134	长牛角形 Long horn	安徽萧县 Anhui Xiao County
10 JSN-10	长锥形 Long conical	辽宁丰县 Liaoning Feng County	51 JSN-51	长灯笼形 Long lantern	吉林长春 Jilin Changchun	120 JSN-120	方灯笼形 Square lantern	吉林长春 Jilin Changchun	135 JSN-135	方灯笼形 Square lantern	荷兰 Netherlands
13 JSN-13	长灯笼形 Long lantern	辽宁锦州 Liaoning Jinzhou	53 JSN-53	短牛角形 Short horn	吉林长春 Jilin Changchun	121 JSN-121	长指形 Long finger	吉林伊通 Jilin Yitong	136 JSN-136	方灯笼形 Square lantern	安徽萧县 Anhui Xiao County
16 JSN-16	扁灯笼形 Flat lantern	吉林长春 Jilin Changchun	54 JSN-54	长羊角形 Long sheep-horn	吉林长春 Jilin Changchun	122 JSN-122	长羊角形 Long sheep-horn	河南开封 Henan Kaifeng	137 JSN-137	长牛角形 Long horn	山西 Shanxi
19 JSN-19	扁灯笼形 Flat lantern	吉林长春 Jilin Changchun	59 JSN-59	短牛角形 Short horn	内蒙古赤峰 Inner Mongolia Chifeng	123 JSN-123	长牛角形 Long horn	河南开封 Henan Kaifeng	138 JSN-138	方灯笼形 Square lantern	山西 Shanxi
27 JSN-27	方灯笼形 Square lantern	天津 Tianjin	104 JSN-104	短牛角形 Short horn	内蒙古赤峰 Inner Mongolia Chifeng	124 JSN-124	长锥形 Long conical	甘肃 Gansu	151 JSN-151	长羊角形 Long sheep-horn	吉林长春 Jilin Changchun
36 JSN-36	长灯笼形 Long lantern	北京 Beijing	107 JSN-107	长羊角形 Long sheep-horn	吉林延吉 Jilin Yanji	125 JSN-125	长牛角形 Long horn	安徽 Anhui			
40 JSN-40	方灯笼形 Square lantern	辽宁 Liaoning	108 JSN-108	长羊角形 Long sheep-horn	湖南 Hunan	126 JSN-126	长羊角形 Long sheep-horn	辽宁 Liaoning			
41 JSN-41	长灯笼形 Long lantern	荷兰 Netherlands	112 JSN-112	长羊角形 Long sheep-horn	吉林伊通 Jilin Yitong	127 JSN-127	长牛角形 Long horn	河南开封 Henan Kaifeng			

表 2  
Table 2  
质量性状转换为标准化数据  
Convert the quality traits to standard data

性状 Characteristic	代号及形态 Code and form
果顶形状 Shape of fruit top	1. 细尖;2. 钝圆;3. 凹陷;4. 凹陷带尖
果肩形状 Shape of fruit shoulder	1. 无果肩;2. 凸;3. 微凹;4. 近平;5. 回陷
果形 Pepper shape	1. 扁灯笼形;2. 方灯笼形;3. 长灯笼形;4. 短锥;5. 长锥;6. 短牛角;7. 长牛角;8. 短羊角; 9. 长羊角;10. 短指形;11. 长指形;12. 线型;13. 球形
青果色 Immature pepper colour	1. 黄白;2. 乳黄;3. 黄绿;4. 浅绿;5. 绿;6. 深绿;7. 墨绿;8. 紫
老熟果色 Mature fruit colour	1. 橙黄;2. 橘红;3. 鲜红;4. 暗红;5. 紫红

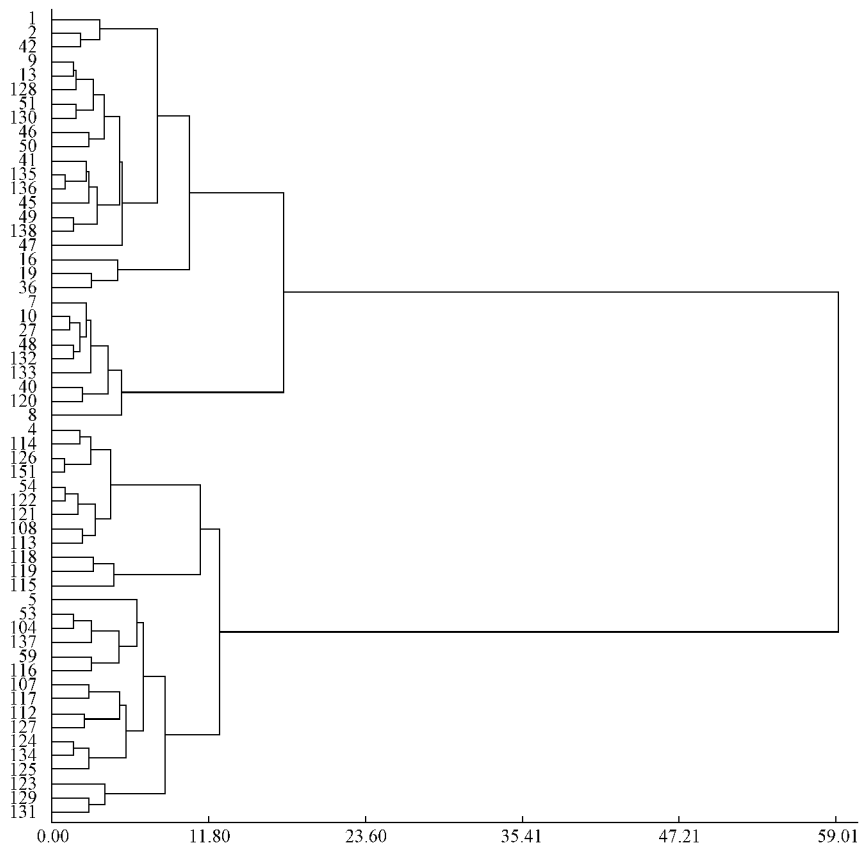


图 1 辣椒品种聚类分析树状图  
Fig. 1 Tree picture of pepper varieties cluster analysis

表 3  
Table 3  
四大类群主要表型性状平均值  
Average of main phenotypic traits of four groups

类群 Group	平均始花节位 Average first flower node/节	平均株高 Average of height/cm	平均果长 Average of pepper length/cm	平均果宽 Average of pepper width/cm	纵径/横径 Vertical/transverse diameter	平均果肉厚 Average of pulp thick/cm	平均单果质量 Average of single pepper weight/g
第一类群 The frist group	10. 8	61. 3	10. 9	9. 5	1. 1	0. 558	214. 3
第二类群 The second group	8. 3	54. 3	9. 5	8. 1	1. 2	0. 355	117. 3
第三类群 The third group	8. 0	66. 2	13. 8	2. 3	6. 0	0. 191	24. 3
第四类群 The fourth group	8. 0	58. 4	14. 1	4. 5	3. 1	0. 321	61. 6

牛角形等中果形辣椒,平均单果质量居第三位。根据聚类分析结果可以确定各材料间的遗传距离,初步筛选遗传距离较远的优质材料作为亲本备用。

2.2 表型性状的主成分分析

从表 4、5 可以看出,前 3 个成分的贡献率达到了 85%以上,所表达的综合信息可以用来表达全部性状的信息。主成分 1 的特征值为 3.330 2,贡献率为 55.502 7%,明显大于其它主成分贡献

率,其特征向量中载荷较高的是:单果质量、果宽、果肉厚,对其单株产量贡献较大。第一主成分数值较大的品种,其单株产量较高。主成分 2 的特征值为 1.159 4,贡献率为 19.322 7%。该特征向量中载荷较高的是株高,称为株形因子。第二主成分数值较大的品种,其植株较高。主成分 3 的特征值为 0.878 1,贡献率为 14.634 5%,载荷较高的为果长,第三主成分数值较大的品种,其果实较长。

表 4  
Table 4                                      Weight coefficient of important principal components

性状 Characteristic	主成分 1 Principal component 1	主成分 2 Principal component 2	主成分 3 Principal component 3	主成分 4 Principal component 4	主成分 5 Principal component 5	主成分 6 Principal component 6
株高 Height	-0.034 0	0.769 6	-0.551 7	0.318 1	0.024 7	0.018 7
果长 Pepper length	-0.238 5	0.421 8	0.797 7	0.322 7	0.100 1	0.121 8
果宽 Pepper width	0.519 7	-0.076 9	-0.017 8	0.128 9	0.668 5	0.510 0
单果质量 Single pepper weight	0.523 7	0.018 2	0.134 9	0.280 9	0.139 6	-0.780 3
果肉厚 Pulp thick	0.508 5	-0.036 4	0.080 7	0.318 3	-0.718 5	0.340 5
始花节位 First flower node	0.372 8	0.471 4	0.185 2	-0.773 2	-0.081 7	0.000 2

表 5  
Table 5                                      Characteristic values and contributions ratio of important principal components

主成分 Principal component	特征值 Characteristic values	贡献率 Contribution ratio/%	累计贡献率 Cumulative contribution ratio/%
主成分 1 Principal component 1	3.330 2	55.502 7	55.502 7
主成分 2 Principal component 2	1.159 4	19.322 7	74.825 4
主成分 3 Principal component 3	0.878 1	14.634 5	89.459 9
主成分 4 Principal component 4	0.415 5	6.924 9	96.384 8
主成分 5 Principal component 5	0.160 5	2.674 9	99.059 7
主成分 6 Principal component 6	0.056 4	0.940 3	100.000 0

分析结果表明,前 3 个主成分就能大致反映原来的 6 个数量性状。同时,根据分析结果可以找出所有品种前 3 个主成分值,根据主成分数值大小可以确定该品种特征特性,进而初步筛选出所需要的品种类型。

3 讨论与结论

遗传距离的远近,对于育种的选材有着很大的帮助。遗传距离越远,则杂种优势越明显,杂交后代也越容易表现出超亲优势<sup>[7]</sup>。从该试验的聚

类结果看,57 份辣椒材料的遗传距离较大,遗传多样性较丰富。耿广东等<sup>[8]</sup>通过对 92 份辣椒材料表型性状进行聚类分析,将一些来源相同或相近的地方材料聚在一起。该试验聚类结果与来源地并无明显关系,而与单果质量有着直接的联系。分析其原因可能由于该试验所使用的材料包括灯笼椒、牛角椒、羊角椒、球形椒等多种果型。同时近年来人工定向培育以及地区间频繁的种质交流,也造成地区间品种差异逐渐减小。主成分分析旨在利用降维的思想,把多指标转化为少数几

个综合指标。该试验的主成分分析结果将 6 个农艺性状转化为 3 个主成分,根据所有品种的 3 个主成分数值大小比较就可以筛选出所需要的品种类型。该试验仅为当年的结果,并且所选取的分析指标数量有限,可通过增加年限、增加农艺性状数量,确保分析结果更加精确。综合聚类 and 主成分分析方法可以筛选出具有育种目标的优良性状且亲缘关系较远的亲本。缩小亲本范围,从而缩短选育时间,加快育种进程。

### 参考文献

- [1] 詹永发,杨红,涂祥敏,等. 辣椒品种资源的遗传多样性和聚类分析[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(11): 12-15.
- [2] 刘振威,孙丽,李新峥,等. 47 个中国南瓜自交系果实性状调查与分析[J]. 中国瓜菜, 2011, 24(1): 8-11.
- [3] 韩薇莉,张婷婷,陈雪平,等. 国外辣椒种质资源农艺性状的相关性分析[J]. 河南农业科学, 2014, 43(6): 103-107.
- [4] 杨志刚,胡全红,王勇,等. 辣椒种质色价及主要果实性状指标的聚类分析[J]. 西北农林科技大学学报, 2015, 43(5): 149-155.
- [5] 邹学校,侯喜林,戴雄泽,等. 辣椒地方品种的主成分分析及数量分类[J]. 湖南农业大学学报, 2004, 30(3): 243-246.
- [6] 李锡香,张宝玺. 辣椒种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [7] 孙丽,刘振威,李新峥,等. 南瓜自交系农艺性状的相关及聚类分析[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(12): 2830-2835.
- [8] 耿广东,张素勤,盛霞. 辣椒种质资源主要表型性状的聚类分析[J]. 长江蔬菜, 2009(8): 8-10.

## Clustering and Principal Component Analysis of Pepper Varieties

NIE Chuchu, WANG Xiufeng, MAO Furong, HUI Yunzhi, LIU Yanni

(Jilin Province Research Institute of Vegetable and Flower, Changchun, Jilin 130033)

**Abstract:** Clustering analysis of 12 agronomic characters and principal component analysis of 6 quantitative traits were carried on 57 peppers in this experiment. The test provided the basis for pepper resources classification and selection of parents by clustering analysis and principal component analysis. The results showed that 57 pepper varieties were divided into four classes by clustering analysis. Single pepper weight was the most important factor. The results of principal component analysis showed that the first three principal components values would represent the genetic characteristics of six agronomic characteristics.

**Keywords:** pepper; clustering analysis; principal component analysis; resources classification; selection of parent

## 金正大集团发起成立我国首家现代农业服务平台

### 信息广角

目前,由金正大集团牵头主办,联合世界银行集团国际金融公司、华夏银行,协同全国农业技术推广服务中心及全国 300 家重点经销商合作伙伴和中国优秀种植户,共同参与的中国现代农业服务峰会在北京国家会议中心召开。与会各方共同对中国农业发展新机遇进行积极探讨,并携手一同为中国首家现代农业服务平台“金丰公社”举行揭牌成立仪式。

金丰公社作为中国首家现代农业服务平台和农民组织,其自身并不生产产品或提供服务,而是致力于打造一个农业全产业链的闭环。在产业链上游金丰公社将汇聚全球农业资源,如世界领先化工集团巴斯夫,全国最大的农业无人机企业汉和及阿里乡村大农业、蚂蚁金服农村金融等行业精英资源。在中游则是搭平台,与中国重要种植区域的合作伙伴一起建立 1 000 家县级农业服务机构。作为平台,组织与整合资源和渠道实力,为中国种植者提供全方位多元化农业服务。

(来源:中国科学报)