

何虎翼, 谭冠宁, 何新民, 等. 63 份马铃薯品种(系)资源农艺性状的主成分与聚类分析[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(1): 27-33.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2017.01.005

63 份马铃薯品种(系)资源农艺性状的主成分与聚类分析

何虎翼, 谭冠宁, 何新民, 唐洲萍, 杨鑫, 李丽淑

(广西农业科学院经济作物研究所, 广西南宁 530007)

摘要: 为了更好地发掘利用马铃薯种质资源, 我们对 63 份马铃薯品种(系)的生育期、出苗率、主茎数、株高、单株块茎数、单株块茎质量、单薯质量、商品薯率、淀粉含量和产量等 10 个农艺性状进行主成分与聚类分析。结果表明: 产量、单株块茎数、主茎数、单株块茎质量、株高和单薯质量的变异系数较大, 分别为 83.4%、42.9%、39.6%、32.9%、32.2%、30.9%; 主成分分析发现生育期、出苗率、主茎数、株高、单株块茎数和单株块茎质量累计贡献率达 85.198%, 可用这 6 个主成分较好地代替 10 个农艺性状来评价马铃薯品种(系); 相关性分析结果表明, 生育期与单株块茎质量、主茎数、单株块茎数呈极显著正相关; 主茎数与单株块茎数呈极显著正相关, 与单株块茎质量呈显著正相关; 株高与单薯质量、单株块茎质量呈极显著正相关; 单株块茎数与单株块茎质量呈极显著正相关, 与商品薯率、单薯质量呈极显著负相关; 单株块茎质量与单薯质量呈极显著正相关, 单薯质量与商品薯率呈极显著正相关。聚类分析将 63 份马铃薯品种(系)分为 5 个大类, 其中来自云南省农业科学院经济作物研究所资源的 57.89% 聚在 I 类群, 主要特点是淀粉含量最高, 但产量最低。来自中国农业科学院蔬菜花卉研究所资源的 76.47% 聚在 IV 类群, 主要特点是单薯质量最大。与其他类群相比, 这两大类群马铃薯品种(系)较适合广西等南方冬作区种植。生育期、出苗率、主茎数、株高、单株块茎数和单株块茎质量是广西等南方冬作区马铃薯品种筛选优先考虑的农艺指标。

关键词: 马铃薯; 品种(系); 农艺性状; 主成分分析; 聚类分析

中图分类号: S532 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2017)01-0027-07

Principal component and cluster analysis for agronomic traits of 63 potato varieties or clones

HE Hu-yi, TAN Guan-ning, HE Xin-min, TANG Zhou-ping, YANG Xin, LI Li-shu

(Cash Crops Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China)

Abstract: In order to utilize potato germplasm resources better, we conducted principal component analysis and

收稿日期: 2016-04-13

基金项目: 国家马铃薯产业技术体系资助项目(CARS-10-ES15); 广西自然科学基金项目(2015GXNSFAA139079); 广西农业科学院科技发展基金项目(2015JZ120)

作者简介: 何虎翼(1974-), 男, 广西北流人, 博士, 助理研究员, 主要从事马铃薯育种和栽培技术研究。(Tel) 13517664376; (E-mail) wingtiger2008@126.com

通讯作者: 谭冠宁, (Tel) 0771-3244229; (E-mail) atan508@163.com

cluster analysis of ten agronomic traits including growth period, emergence rate, stem number, plant height, tuber number per plant, tuber weight per plant, weight of single tuber, marketable tuber rate, starch content and yield of 63 potato varieties or clones. The results showed that the variation coefficients of yield, tuber number per plant, stem number, tuber weight per plant, plant height and weight of single tuber were 83.4%, 42.9%, 39.6%, 32.9%, 32.2%, and 30.9%, respectively. Factor analysis showed that the accumulative contribution rate of

growth period, emergence rate, stem number, plant height, tuber number per plant and tuber weight per plant reached 85.198%. So the six principal components could replace ten agronomic traits to evaluate potato varieties or clones. The correlation analysis showed that the growth period and the tuber weight per plant, main stem number, the tuber number per plant had significantly positive correlation ($P < 0.05$). The main stem number was positively correlated with the tuber number per plant ($P < 0.01$) and the tuber weight per plant ($P < 0.05$), respectively. The plant height and weight of single tuber, tuber weight per plant had significantly positive correlation. The tuber number per plant and tuber weight per plant had significantly positive correlation ($P < 0.01$), while the tuber number per plant and marketable tuber rate, weight of single tuber had significantly negative correlation ($P < 0.01$). The tuber weight per plant and weight of single tuber had significantly positive correlation ($P < 0.01$). The weight of single tuber had significantly positive correlation with the rate of marketable tuber ($P < 0.01$). Potato varieties or clones were divided into five groups by cluster analysis. Among them, 57.89% of the resources came from the Industrial Crops Institute of Yunnan academy of agricultural sciences were gathered in the group I, which was characterized by the highest starch content and the lowest yield. 76.47% of the resources came from the institute of vegetable and flower of Chinese academy of agricultural sciences were gathered in the group IV, which had the biggest weight of single tuber. These two groups were more suitable for planting in the southern regions than other groups. The growth period, emergence rate, main stem number, plant height, tuber number per plant and tuber weight per plant are the preferential agronomic indicators for potato variety screening in winter planting area.

Key words: potato; varieties or clones; agronomic trait; principal component analysis; cluster analysis

马铃薯,别名土豆、洋芋,属茄科茄属一年生草本植物,其营养全面、易种植、适应性广,是世界第4大粮食作物^[1-2]。2015年国家农业部启动马铃薯主粮化战略,要求推进把马铃薯加工成馒头、面条、米粉等主食,让马铃薯成为继水稻、小麦、玉米后的又一主粮。品种是农业生产的根本,品种(系)资源的利用是马铃薯遗传改良的基础。目前中国选育审定的马铃薯品种有130多个,在全国各地广泛种植推广,虽然近年来马铃薯产量已有较大提高,但马铃薯品种(系)资源遗传基础相对狭窄。广西是典型的马铃薯冬作区,马铃薯常年种植面积在 $6.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 左右,市场前景广阔,已成为广西冬种优势作物^[3],但多年来主栽品种仍然是费乌瑞它、丽薯6号、中薯5号等少数几个品种,优良品种缺乏已成为制约广西马铃薯产业发展的瓶颈。

开展作物品种资源性状鉴定评价是挖掘和利用优异资源的基础,目前主要以形态学和分子标记为主要方法对马铃薯种质资源进行研究。在形态学方面,马恢等^[4]对31份国际马铃薯中心提供的马铃薯无性系的6个农艺性状进行了主成分及聚类分析,发现其中8个无性系具有较强的耐盐碱性,有望从中选出优良的耐盐碱品系。范士杰等^[5]对自育的42个马铃薯品系或高代材料的产量及主要农艺性状进行了鉴定和分析评价,发现9904-2的商品性最好、产量最高。包丽仙等^[6]为

适应云南彩色马铃薯新品种选育需要,对引自国际马铃薯中心的50份彩色马铃薯资源的田间农艺性状和块茎性状进行了研究。随后他们又对引进的彩色马铃薯资源的蒸食和鲜切炸片品质进行了评价,筛选出14份材料可作为薯片加工品种直接推广利用^[7]。在分子标记方面,邸宏等^[8]利用RAPD和AFLP标记对71份中国马铃薯主要品种遗传多样性进行分析,从分子水平反映了中国现有主要马铃薯品种遗传基础狭窄。段艳凤等^[9]对中国88个马铃薯审定品种进行遗传多样性分析并构建了SSR指纹图谱,结果也表明供试材料遗传基础非常狭窄。唐铭霞等^[10]利用SSR分子标记技术对42份四川省马铃薯主栽品种的遗传多样性进行了分析,结果显示品种间的遗传差异较小。内蒙古农业大学张自强等^[11]对36个马铃薯品种多态性进行SSR分析,揭示了各供试品种间的亲缘关系。黑龙江省农业科学院刘文林等^[12]对52份从俄罗斯引进的马铃薯种质资源进行遗传多样性分析并构建了SSR分子身份证。宁夏农林科学院程永芳等^[13]基于SRAP分子标记分析了54份马铃薯种质资源遗传多样性,并对50个杂种 F_1 单株进行了分子鉴定。赵光磊等^[14]对34份黑龙江省主栽马铃薯品种遗传多样性进行了SRAP分析,发现品种间遗传相似性较高。虽然我们对33份中早熟马铃薯品种(系)遗传多样性进行了ISSR

分析^[15],但针对广西生产特点开展大批量的不同育种单位提供的马铃薯种质资源农艺性状系统分析的研究尚未见报道。为了更好地发掘利用马铃薯种质资源,本研究以收集保存的63份马铃薯品种(系)资源为试验材料,对其农艺性状进行主成分与聚类分析,以期为马铃薯种质资源的创新利用和新品种选育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的63份马铃薯品种(系)资源分别来自国

内不同育种单位,其中来自中国农业科学院蔬菜花卉研究所和云南省农业科学院经济作物研究所的资源最多,分别为25份和19份,占总供试资源的39.68%和30.16%。材料名称及来源见表1。

1.2 试验设计

田间试验于2013年11月至2015年3月在广西农业科学院科研基地连续进行2年。采用随机区组设计,3次重复,株行距为22 cm×40 cm,每份材料种植3行,每行20株。田间水肥管理同当地大田生产。

表1 63份马铃薯品种(系)材料名称及来源

Table 1 Name and origin of 63 potato varieties or clones

来源	名称	数量	比例(%)
广西农业科学院经济作物研究所	费乌瑞它、桂农薯1号、大瑶山1号、大瑶山2号、圣堂山1号、龙脊2号	6	9.52
中国农业科学院蔬菜花卉研究所	中薯5号、中薯6号、中薯7号、中薯8号、中薯9号、中薯11号、中薯13号、中薯14号、中19、中901、D508、D511、D514、D516、D519、D540、D564、D566、D567、D568、D597、D613、D671、N88、K1	25	39.68
黑龙江农业科学院克山分院	克新1号、克新4号、克新18号、延薯4号	4	6.35
云南农业科学院经济作物研究所	宣薯2号、丽薯6号、丽薯7号、滇薯6号、合作88、S03-538、S04-109、S06-1169、103、303、401、505、605、606、902、1452、1669、德薯2号、德薯3号	19	30.16
东北农业大学农学院	东农303、3013	2	3.17
河北省高寒作物研究所	冀张薯8号、坝薯10号	2	3.17
福建省农业科学院作物研究所	7173003	1	1.59
华中农业大学园艺林学学院	黑玫瑰、红美人、红玫瑰、华彩2号	4	6.35

1.3 性状考查

田间调查生育期、出苗率、主茎数、株高、单株块茎数、单株块茎质量、单薯质量,收获时调查商品薯率、淀粉含量和产量,具体方法参照《马铃薯种质资源描述规范和数据标准》^[16]。

1.4 数据分析

用Microsoft Excel 2003计算试验材料农艺性状的平均值、标准差及变异系数。整理试验数据,用DPS 6.55软件进行主成分分析和聚类分析^[17]。在进行聚类分析时,数据经标准化转换后,依据品种(系)资源间欧氏距离,采用离差平方和法进行聚类。

2 结果与分析

2.1 不同马铃薯品种(系)农艺性状的表现及差异

由表2可知,63份马铃薯品种(系)平均生育期

为87 d,平均出苗率83.4%,平均主茎数为1.9个,平均株高49.5 cm,平均单株块茎数5.8个,平均单株块茎质量438.2 g,平均单薯质量79.9 g,平均商品薯率86.9%,平均淀粉含量为11.98%,平均产量为32 018.1 kg/hm²。不同马铃薯品种(系)性状间变异系数差异较大,其中产量的变异系数最大,为83.4%,产量变幅为6 212.4~221 230.0 kg/hm²;其次为单株块茎数,变异系数为42.9%,变幅为2.2~18.1个;主茎数、单株块茎质量、株高和单薯质量的变异系数分别为39.6%、32.9%、32.2%、30.9%,变幅分别为0.3~4.0个、82.0~778.6 g、15.4~88.0 cm、28.6~135.1 g;淀粉含量的变异系数为16.3%,其变幅为8.60%~16.94%;商品薯率、出苗率和生育期的变异系数分别为11.7%、11.1%、10.0%,变幅分别为38.0%~100.0%、59.5%~99.9%、60.0~109.0 d。

表 2 不同马铃薯品种(系)10 个农艺性状表现及变异系数

Table 2 Performance and variation coefficients of ten agronomic traits

性状	平均值	标准差	最大值	最小值	变异系数 (%)
生育期(d)	87.0	9.0	109.0	60.0	10.0
出苗率(%)	83.4	9.2	99.9	59.5	11.1
主茎数(个)	1.9	0.7	4.0	0.3	39.6
株高(cm)	49.5	15.9	88.0	15.4	32.2
单株块茎数(个)	5.8	2.5	18.1	2.2	42.9
单株块茎质量(g)	438.2	144.3	778.6	82.0	32.9
单薯质量(g)	79.9	24.7	135.1	28.6	30.9
商品薯率(%)	86.9	10.2	100.0	38.0	11.7
淀粉含量(%)	11.98	1.95	16.94	8.60	16.3
产量(kg/hm ²)	32 018.1	26 716.6	221 230.0	6 212.4	83.4

2.2 不同马铃薯品种(系)农艺性状的主成分分析

以 63 份马铃薯品种(系)10 个农艺性状为基础,计算各主成分的特征向量和贡献率(表 3)。第 1 个主成分特征值为 2.400 0, 累计贡献率为 24.1%, 第 1 个主成分中,以单株块茎数、商品薯率、主茎数和生育期为主要指标,特征向量分别为 0.585 5、-0.455 7、0.399 7、0.364 3,主要反映的是

单株块茎数因子;第 2 个主成分特征值为 2.000 0, 累计贡献率为 44.5%, 第 2 个主成分中,以单薯质量、单株块茎质量和株高为主要指标,特征向量分别为 0.533 4、0.529 0、0.395 4,主要反映的是单薯质量因子;第 3 个主成分特征值为 1.300 0, 累计贡献率为 57.8%, 第 3 个主成分中,以淀粉含量、出苗率和主茎数为主要指标,特征向量分别为 0.557 6、-0.499 4、0.333 3,主要反映的是淀粉含量因子;第 4 个主成分特征值为 1.096 0, 累计贡献率为 68.771 3%, 第 4 个主成分中,以产量和株高为主要指标,特征向量分别为 0.762 2、-0.508 7,主要反映的是产量因子;第 5 个主成分特征值为 0.891 4, 累计贡献率为 77.685 6%, 第 5 个主成分中,以出苗率、产量、生育期和株高为主要指标,特征向量分别为 0.588 1、0.460 8、-0.423 5、0.338 9,主要反映的是出苗率因子;第 6 个主成分特征值为 0.751 2, 累计贡献率为 85.198 0%, 第 6 个主成分中,以淀粉含量、出苗率和株高为主要指标,特征向量分别为 0.716 3、0.427 4、-0.370 4,主要反映的是淀粉含量因子。特征值前 6 个主成分反映了总信息量的 85.198 0%, 基本代表了 10 个原始指标中绝大部分信息,可以用这几个主成分对其农艺性状进行概括分析。

表 3 10 个农艺性状的特征向量及贡献率

Table 3 Eigenvectors and accumulative contribution rates of ten agronomic traits

性状	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 5	主成分 6
生育期(d)	0.364 3	0.247 7	-0.266 1	0.095 3	-0.423 5	0.168 5
出苗率(%)	-0.123 0	0.187 8	-0.499 4	-0.194 8	0.588 1	0.427 4
主茎数(个)	0.399 7	0.151 7	-0.333 3	0.056 7	0.030 1	0.252 4
株高(cm)	-0.048 6	0.395 4	0.177 5	-0.508 7	0.338 9	-0.370 4
单株块茎数(个)	0.585 5	-0.032 4	0.136 3	0.029 1	0.252 0	-0.115 7
单株块茎质量(g)	0.298 0	0.529 0	0.293 3	0.019 1	-0.066 1	0.109 2
单薯质量(g)	-0.222 5	0.533 4	0.227 8	-0.085 0	-0.230 1	0.126 3
商品薯率(%)	-0.455 7	0.261 9	-0.126 7	0.269 0	-0.140 3	0.172 7
淀粉含量(%)	0.017 5	-0.247 8	0.557 6	-0.171 1	0.078 6	0.716 3
产量(kg/hm ²)	-0.028 9	0.169 1	0.231 7	0.762 2	0.460 8	-0.062 2
特征值	2.400 0	2.000 0	1.300 0	1.096 0	0.891 4	0.751 2
百分率(%)	24.100 0	20.400 0	13.300 0	10.960 1	8.914 3	7.512 4
累计贡献率(%)	24.100 0	44.500 0	57.800 0	68.771 3	77.685 6	85.198 0

2.3 马铃薯品种(系)资源农艺性状的相关性分析

由表4可知,生育期与单株块茎质量、主茎数、单株块茎数间呈极显著正相关;主茎数与单株块茎数间呈极显著正相关,与单株块茎质量呈显著正相关;株高与单薯质量、单株块茎质量间呈极显著正相

关;单株块茎数与单株块茎质量间呈极显著正相关,与商品薯率、单薯质量间呈极显著负相关;单株块茎质量与单薯质量间呈极显著正相关;单薯质量与商品薯率间呈极显著正相关。

表4 马铃薯品种(系)资源10个农艺性状的相关性分析

Table 4 Correlation analysis on ten agronomic traits of potato varieties or clones

性状	生育期	出苗率	主茎数	株高	单株块茎数	单株块茎质量	单薯质量	商品薯率	淀粉含量	产量
生育期	1.000 0									
出苗率	0.022 9	1.000 0								
主茎数	0.366 8**	0.098 9	1.000 0							
株高	-0.031 4	0.151 8	-0.040 4	1.000 0						
单株块茎数	0.328 0**	-0.161 1	0.411 4**	-0.005 9	1.000 0					
单株块茎质量	0.411 1**	-0.049 2	0.280 4*	0.331 2**	0.457 8**	1.000 0				
单薯质量	-0.011 9	0.082 4	-0.093 2	0.346 3**	-0.392 2**	0.511 2*	1.000 0			
商品薯率	-0.118 1	0.184 8	-0.214 5	0.088 1	-0.658 8**	-0.045 2	0.359 3**	1.000 0		
淀粉含量	-0.201 9	-0.189 9	-0.165 0	-0.077 3	0.076 5	-0.021 8	-0.097 3	-0.166 9	1.000 0	
产量	-0.058 2	-0.024 7	-0.034 9	-0.036 2	0.081 4	0.189 2	0.103 4	0.199 5	-0.038 5	1.000 0

*表示显著相关($P<0.05$);**表示极显著相关($P<0.01$)。

2.4 基于马铃薯品种(系)农艺性状的聚类分析

利用主成分分析的10个农艺性状原始数据进行标准化转换后进行聚类,在欧氏距离为13.24处将供试的63个马铃薯品种(系)划分为5个大类群(图1)。在类群I(30份种质)中,有11份资源来自云南省农业科学院经济作物研究所,有7份资源来自中国农业科学院蔬菜花卉研究所,分别占供试资源的36.67%、23.33%,其显著特点为淀粉含量最高,但产量最低(表5);在类群II(4份种质)中,全部资源来自华中农业大学园艺林学学院,其显著特点为生育期最短、商品薯率和产量最高,但主茎数、株高、单株块茎数和单株块茎质量最小;在类群III(2份种质)中,全部资源来自广西农业科学院经济作物研究所,其显著特点为主茎数和单株块茎数最大,但出苗率、单薯质量、商品薯率最低;在类群IV(17份种质)中,有13份资源来自中国农业科学院蔬菜花卉研究所,占中国农业科学院蔬菜花卉研究所供试资源的76.47%,其显著特点为单薯质量最大;在类群V(10份种质)中,来自云南省农业科学院经济作物研究所和中国农业科学院蔬菜花卉研究所的资源各占一半,其显著特点为生育期最长、出苗率最高、株高最大、单株块茎质量最大,但淀粉含量最低。

3 讨论

本研究以63份马铃薯品种(系)为试验材料,从生育期、出苗率、主茎数、株高、单株块茎数、单株块茎质量、单薯质量、商品薯率、淀粉含量和产量等10个农艺性状分析不同育种单位提供的马铃薯品种(系)间差异,为筛选适合南方冬种的马铃薯品种和创制新种质提供重要参考依据。本研究结果表明,不同马铃薯品种(系)农艺性状间的变异系数差异较大,由大到小排列为:产量>单株块茎数>主茎数>单株块茎质量>株高>单薯质量,这些农艺性状的变异系数均在30%以上,其中产量的变异系数最大。说明不同育种单位提供的马铃薯品种(系)农艺性状存在很大变异,部分农艺性状如产量变幅大,有较大的选择潜力,可为广西马铃薯品种改良提供较丰富的材料。变异系数大的农艺性状对于种质创新和新品种选育具有重要指导意义。

主成分分析是多元分析中用来降维的一种方法,不同计量单位的性状指标数据经过标准化转换后可用于主成分分析。本研究选取了8个育种单位的63份马铃薯品种(系),应用10个农艺性状进行主成分和聚类分析。结果表明,特征值前6个主成

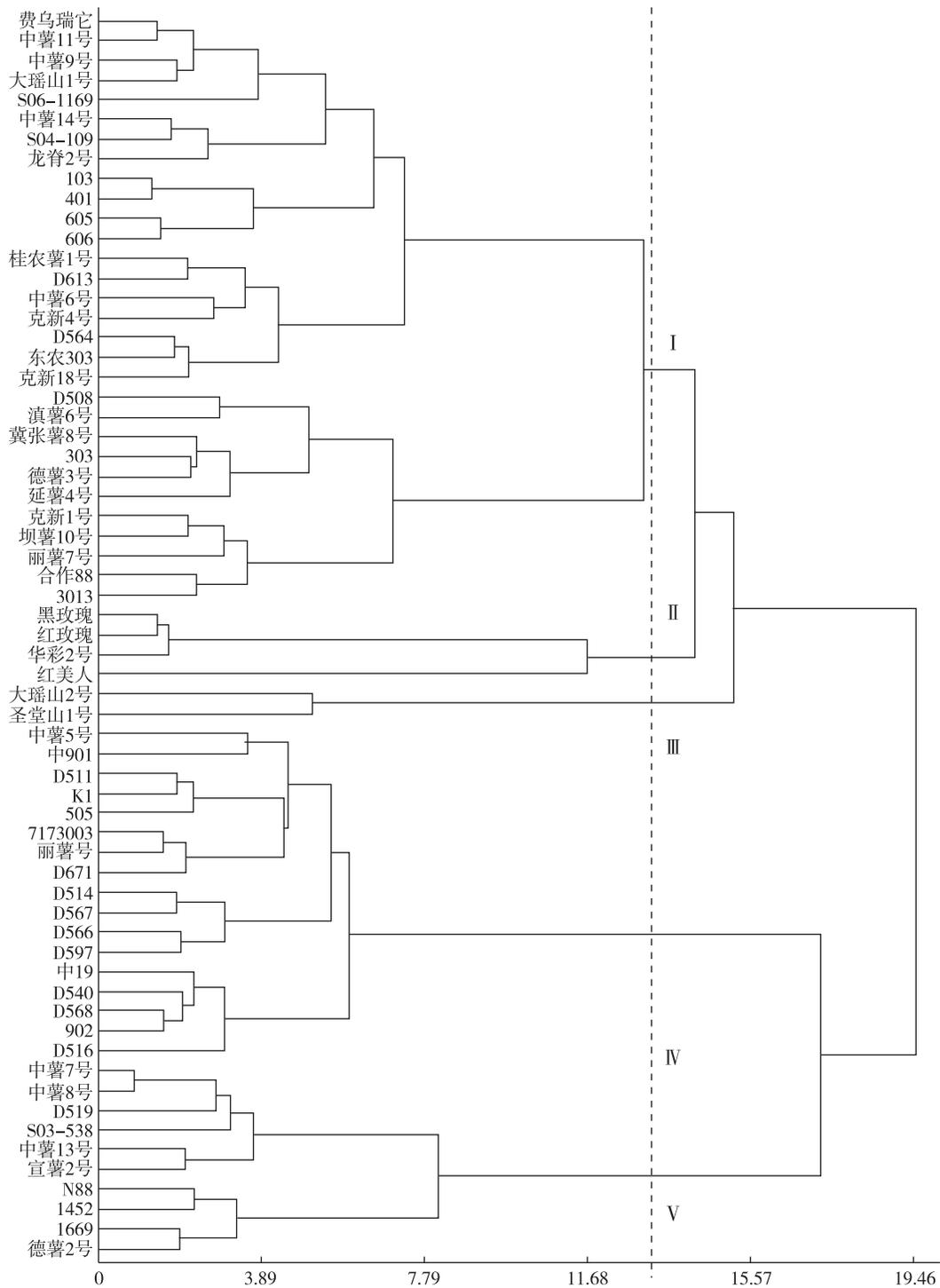


图1 63份马铃薯品种(系)资源农艺性状的聚类分析图
 Fig.1 Clustering analysis on agronomic traits of 63 potato varieties or clones

分生育期、出苗率、主茎数、株高、单株块茎数和单株块茎质量反映了总信息量的85.198%，能较好地代替10个农艺性状来评价马铃薯品种(系)。不同马铃薯品种(系)农艺性状相关性分析结果表明，多数

性状间存在显著或极显著相关性，生育期与单株块茎质量、主茎数、单株块茎数间呈极显著正相关；主茎数与单株块茎数间呈极显著正相关，与单株块茎质量呈显著正相关；单薯质量与商品薯率间呈极显

表 5 5 个类群材料 10 个农艺性状的平均值

Table 5 Average of ten agronomic traits in five groups

类群	生育期 (d)	出苗率 (%)	主茎数 (个)	株高 (cm)	单株块茎数 (个)	单株块茎质量 (g)	单薯质量 (g)	商品薯率 (%)	淀粉含量 (%)	产量 (kg/hm ²)
I	87	81.1	2.0	46.6	5.9	416.4	70.7	84.3	12.56	24 834.7
II	79	85.3	1.0	22.3	3.3	158.4	45.0	96.9	12.21	61 773.7
III	89	79.7	3.0	35.5	16.3	467.6	28.8	46.9	12.42	35 426.1
IV	81	85.0	1.4	55.8	4.2	421.5	101.6	91.4	11.34	31 161.2
V	98	87.4	2.4	61.1	6.9	638.3	94.9	90.9	11.13	42 441.0

显著正相关;单株块茎数与单株块茎质量间呈极显著正相关,与商品薯率、单薯质量间呈极显著负相关,这与马恢等^[2]的研究结果一致。株高与单薯质量、单株块茎质量间呈极显著正相关;单株块茎质量与单薯质量间呈极显著正相关。这与仲义等^[18]的研究结果一致。

为了解马铃薯种质资源遗传差异和亲缘关系,本研究利用聚类分析对收集的马铃薯品种(系)进行分类。结果表明,63份马铃薯品种(系)资源分为5个大类,其中来自云南省农业科学院经济作物研究所57.89%的马铃薯品种(系)资源聚在I类群,主要特点是淀粉含量最高,但产量最低。类群II为早熟高产高粉型彩色马铃薯品种,商品薯率高,可进一步种植观察是否适合在广西冬作区推广种植。广西农业科学院经济作物研究所选育的2份种质聚在类群III,虽然主茎数和单株块茎数最大,但出苗率、单薯质量、商品薯率最低,仍需在今后品种选育工作中加以改进。来自中国农业科学院蔬菜花卉研究所资源的76.47%聚在IV类群,主要特点是单薯质量最大。而类群V由于生育期最长、淀粉含量最低,可能不适宜在广西种植。聚类分析结果反映不同马铃薯品种(系)遗传差异和亲缘关系,并与品种选育所在生态区域有一定联系。开展不同马铃薯品种(系)农艺性状分析,特别是结合ISSR、SRAP、SCoT等新型分子标记技术,可以更准确地分析马铃薯种质资源遗传多样性,为马铃薯种质资源的创新利用和新品种选育提供参考依据。

参考文献:

[1] 史书强,赵颖,何志刚,等.生物有机肥施化肥对马铃薯土壤养分运移及产量的影响[J].江苏农业科学,2016,44(6):

154-157.

- [2] 王薇,李子双,穆吉珍.腐植酸复合肥在马铃薯上的应用效果研究[J].山东农业科学,2016,48(6):81-83.
- [3] 何新民,何虎翼,谭冠宁,等.广西冬种马铃薯回顾与展望[J].中国蔬菜,2009(19):5-7.
- [4] 马恢,尹江,张希近,等.冀西北盐碱地马铃薯无性系农艺性状主成分及聚类分析[J].中国马铃薯,2004,18(3):136-139.
- [5] 范士杰,马智黠,宋吉轩.马铃薯品种(系)的产量及主要农艺性状分析评价[J].2006,34(5):60-63.
- [6] 包丽仙,李山云,杨琼芬,等.引进彩色马铃薯资源的农艺性状及块茎性状评价[J].西南农业学报,2012,25(4):1187-1192.
- [7] 包丽仙,李山云,李先平,等.引进彩色马铃薯资源的鲜食和炸片品质评价[J].西南农业学报,2013,26(5):1902-1909.
- [8] 邸宏,陈伊里,金黎平. RAPD 和 AFLP 标记分析中国马铃薯主要品种的遗传多样性[J].作物学报,2006,32(6):899-904.
- [9] 段艳凤,刘杰,卞春松,等.中国88个马铃薯审定品种SSR指纹图谱构建与遗传多样性分析[J].作物学报,2009,35(8):1451-1457.
- [10] 唐铭霞,何卫,胡建军,等.四川省马铃薯主栽品种的遗传多样性分析[J].西南农业学报,2010,23(6):1805-1808.
- [11] 张自强,于肖夏,鞠天华,等.36个马铃薯品种的SSR分析[J].华北农学报,2012,27(1):93-97.
- [12] 刘文林,张举梅,盛万民,等.52份俄罗斯引进马铃薯种质资源的遗传多样性与分子身份证构建[J].分子植物育种,2016,14(1):251-258.
- [13] 程永芳,张明慧,巩楠,等.马铃薯种质资源遗传多样性分析及杂交子代SRAP鉴定[J].分子植物育种,2015,13(8):1757-1765.
- [14] 赵光磊,张雅奎,吴凌娟,等.黑龙江省主栽马铃薯品种遗传多样性的SRAP分析[J].西北农业学报,2015,24(2):66-72.
- [15] 何海旺,李丽淑,谭冠宁,等.中早熟马铃薯品种(系)遗传多样性ISSR分析[J].南方农业学报,2014,45(3):352-357.
- [16] 刘喜才,张丽娟.马铃薯种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [17] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其DPS数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002.
- [18] 仲义,梁焯赫,高华援.马铃薯主要农艺性状与单株产量的遗传相关及通径系数分析[J].吉林农业科学,2009,34(2):17-19.

(责任编辑:陈海霞)