

64 份淮山种质资源品质性状分析

李艳英, 甘秀芹, 韦本辉, 申章佑, 刘斌, 胡泊, 周佳, 周灵芝, 劳承英

(广西农业科学院经济作物研究所, 南宁 530007)

摘要: 对 64 份淮山种质资源品质性状进行了分析, 结果表明: 铁、氨基酸、总皂甙、锌含量的变异系数较大, 分别为 66.2%、59.9%、44.09%、42.77%; 3 种类型的淮山种质资源, 其淀粉含量差异较大, 褐苞薯蕷(23.52%) > 参薯(20.48%) > 薯蕷(12.93%); 因子分析结果显示, 淀粉和蛋白质含量累计贡献率达 66.786%, 可用这 2 个主成分较好地代替 6 个品质特性来评价与评判淮山品质; 相关性分析表明, 淀粉含量与总皂甙含量呈显著正相关, 蛋白质含量与总皂甙含量呈极显著正相关, 淀粉、蛋白质含量这 2 个主成分与总皂甙含量之间存在相互促进的效用; 聚类分析表明, 整个淮山资源可分为 3 大类, 分别为高淀粉型、低淀粉型、高铁型。淮山种质资源品质性状分析, 可为日后进行淮山种质资源的创新利用、新品种的选育提供可靠的依据。

关键词: 淮山; 种质资源; 品质性状; 分析

Analysis on Quality Characters of 64 Yam (*Dioscorea* L.) Germplasm Resources

LI Yan-ying, GAN Xiu-qin, WEI Ben-hui, SHENG Zhang-you, LIU Bin, HU Bo,
ZHOU Jia, ZHOU Ling-zhi, LAO Cheng-ying

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

Abstract: Quality characters of 64 yam germplasm resources were analyzed. Results indicated that the variation coefficient of iron, amino acid, total saponins and zinc content respectively were 66.2%, 59.9%, 44.09% and 42.77%. Starch content had big difference, *D. persimilis* (23.52%) > *D. alata* (20.48%) > *D. opposita* (12.93%). Factor analysis results showed that the cumulative variance contribution rate of starch and amino acid content was 66.786%, which can be better to evaluate and judge the yam quality. Correlation analysis showed that it was positive correlation between the starch content and total saponins content, it was significantly positive correlation between protein content and total saponin content, which meant that starch and protein content were mutual promoting. Cluster analysis showed that the yam resources can be divided into three categories, which were respectively high starch, low starch and high iron. Analysis on quality characters of yam germplasm resources, can provide reliable basis for yam germplasm innovation and breeding in the future.

Key words: yam; germplasm resource; quality traits; analysis

淮山, 我国南方地区叫淮山, 北方地区称为山药, 属薯蕷科 (*Dioscoreaceae*) 薯蕷属 (*Dioscorea* L.), 一年或多年生草质藤本植物^[1-2], 其品种资源十分丰富,

本属植物约 50 种以上^[3], 广泛分布在我国东北、华北、华中、东南和西南等丘陵和山区。淮山用途极为广泛, 是一种粮菜药兼用的高效经济作物^[4], 具有良

收稿日期: 2015-03-23 修回日期: 2015-04-23 网络出版日期: 2016-01-28

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20160128.1553.046.html>

基金项目: 国家公益性行业科研专项(200903022); 广西农业科学院科技发展基金项目(2015JM11); 广西农业科学院基本科研业务专项(2015YT60)

第一作者研究方向为淮山种质资源收集、评价与利用, E-mail: liumeiyu621@126.com; 甘秀芹为共同第一作者

通信作者: 韦本辉, 研究方向为木薯、淮山种质资源收集、评价与利用。E-mail: weibenhui@126.com

好的市场前景和产业开发潜力,目前市场上的淮山是薯蕷、褐苞薯蕷、参薯、山薯、日本薯蕷等菜用淮山和药用淮山的统称^[5]。淮山也因富含优质淀粉和特殊营养及食疗成分在世界上许多地方广泛栽培推广,据报道非洲淮山年产最多,仅尼日利亚的年产就达世界的 65% 左右^[6]。广西是我国重要的淮山生产基地之一,常年种植面积在 4 万 hm^2 以上,产品供应国内外市场^[7],淮山已成为广西特色经济作物。

作物种质资源品质性状鉴定评价是作物种质资源研究的重要组成部分,也是优异资源挖掘和利用的基础^[8]。目前,研究者对淮山种质资源的研究,主要以形态学标记和 DNA 分子标记为主要方法。蔡金辉等^[1]将山药分为普通山药和田薯 2 个种,并结合各品种块茎淀粉酶同工酶谱带特点,编制了山药种-变种-品种群的分类检索表,对山药种质资源分类鉴别具有重要意义;不少学者根据淮山不同的形态特征进行了分析与分类研究^[6,9-12],利用 ISSR、SRAP、RAPD 等分子标记技术分析了淮山的遗传多样性^[5,13-16]。国外学者对淮山种质资源的研究也多集中在形态学和分子标记方面,R. G. Khandekar 等^[17]对收集的淮山品种的产量、块茎外形等性状进行了评估;T. Nagashima 等^[18]研究了从巴布亚新几内亚收集到的淮山地方品种的形态特性和种内差异;H. D. Mignouna 等^[19-21]基于分子标记技术对淮山种质进行了系列研究;R. Malapa 等^[22]利用 AFLP 对淮山的遗传多样性和淮山与薯蕷科植物 *D. nummularsa* Lam. 和 *D. transversa* Br. 的相关性进行了研究;C. N. Egesic 等^[23]基于 AFLP 标记的种内遗传多样性分析了从亚洲中西部不同地理环境收集到 53 份淮山种质材料;D. Petrod 等^[24]利用 AFLP 标记对淮山种质的抗病性进行了鉴定研究。而目前关于淮山品质特性方面的研究,大多是针对少量品种进行简单营养成分的测定^[10,25-28],或是栽培方式对淮山品质的影响^[29-30],对大批量的不同类型淮山种质资源品质性状进行系统分析的研究鲜有报道。为了更好地了解淮山资源的现状、类型以及更好利用淮山种质资源,本研究利用保存在资源圃的 64 份淮山种质资源,对其多种有效成分进行分析研究,以期为今后进行淮山种质资源的创新利用、新品种的选育提供可靠的依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为保存在广西农业科学院经济作物研究所薯蕷类作物资源圃的 64 份淮山种质资源,分别来

自我国广西、福建、湖南、海南、江西、贵州、河南、甘肃、山东、浙江、江苏、河北、台湾 13 个省区,其中,褐苞薯蕷 16 份、薯蕷 23 份、参薯 25 份(表 1)。

1.2 方法

2010 年 4 月 15 - 18 日,在广西农业科学院薯蕷类作物资源圃进行种植,试验地为砖红壤,土壤肥力中等,地势平坦,地力均匀。薯条切块作种,每块薯种约 100 g,采用直播起垄种植,株行距 25 cm × 150 cm,每份资源种植面积约 11.3 m^2 ,共 30 株,当年 12 月底收获,每份资源随机取 3 ~ 5 条鲜薯混合作为品质测试样本。所有品质性状测试均在广西分析测试中心进行。

各项数据的相关分析、聚类分析采用 SPSS 17.0 数据处理系统进行。

2 结果与分析

2.1 淮山种质资源品质性状分析

64 份淮山种质资源的 6 个主要品质性状分析结果如表 2 所示,各品质性状在不同材料间的含量差异较大。淀粉平均含量为 18.71%,蛋白质平均含量为 2.52%,铁平均含量为 4.36 mg/kg,锌平均含量为 1.78 mg/kg,氨基酸平均含量为 1.89%,总皂甙平均含量为 0.05%。不同淮山种质品质性状间的变异系数差异很大,以铁含量的变异系数最大,为 66.20%;氨基酸、总皂甙、锌、淀粉、蛋白质次之,分别为 59.90%、44.09%、42.77%、27.94%、22.32%。

2.2 不同类型淮山种质资源品质性状分析

生产中食用的淮山主要有褐苞薯蕷、薯蕷、参薯等 3 大主要类型。由表 3 可以看出,3 种类型的淮山,其淀粉含量差异最大。褐苞薯蕷淀粉含量最高,平均为 23.52%,最高可达 28.7%;其次是参薯,平均为 20.48%;薯蕷最低,仅为 12.93%,但其微量元素(铁、锌)含量均略高于褐苞薯蕷和参薯。3 种类型的淮山,均以铁的变异系数最大,参薯 > 褐苞薯蕷 > 薯蕷。

2.3 淮山种质资源品质性状的因子分析

对淮山的 6 个主要品质性状的因子分析(表 4)表明,第 1 主成分淀粉含量,其贡献率为 35.212%;第 2 主成分蛋白质含量,其贡献率为 31.574%;第 3 主成分铁含量,其贡献率为 15.549%;第 4 主成分锌含量,其贡献率为 9.441%;第 5 主成分氨基酸含量,其贡献率为 7.494%;第 6 主成分总皂甙含量,其贡献率仅为 0.729%。前 2 个主成分累计贡献率达 66.786%,可用淀粉和蛋白质这 2 个主成分较好地代替上述 6 个品质特性来评价与评判淮山品质。

表 1 64 份山药种质资源名称、编号及来源

Table 1 Name and origin of 64 yam germplasm resources

序号 No.	统一编号 Code	品种名称 Name	来源地 Origin	序号 No.	统一编号 Code	品种名称 Name	来源地 Origin
1	GY1	褐苞薯蕷种	广西	33	GY45	九斤黄	江苏
2	GY2	平凉山药	甘肃	34	GY47	牛尾山药	云南
3	GY3	褐苞薯蕷种	广西	35	GY49	参薯种	云南
4	GY4	褐苞薯蕷种	广西	36	GY51	粗毛长山药	江苏
5	GY5	褐苞薯蕷种	广西	37	GY52	双胞山药	江苏
6	GH6	褐苞薯蕷种	广西	38	GY54	紫心脚板薯	湖南
7	GY7	褐苞薯蕷种	广西	39	GY55	福建糯米薯	福建
8	GY8	褐苞薯蕷种	广西	40	GY57	小叶白皮	海南
9	GY9	褐苞薯蕷种	广西	41	GY58	白柱薯	福建
10	GY10	铁棍山药	河南	42	GY59	大叶红皮	海南
11	GY12	南城药薯	江西	43	GY60	陇山药 1 号	甘肃
12	GY13	大和长芋	山东	44	GY62	大薯	广西
13	GY14	小白嘴山药	河北	45	GY63	千金薯	江西
14	GY15	基隆山药	台湾	46	GY64	新铁 2 号	河南
15	GY17	参薯种	云南	47	GY65	镇平山药	河南
16	GY18	西施山药	山东	48	GY68	台农 2 号	台湾
17	GY20	褐苞薯蕷种	广西	49	GY69	中国长品系	台湾
18	GY22	名间长红	台湾	50	GY71	台农 1 号	台湾
19	GY23	参薯种	广西	51	GY72	小叶红皮	海南
20	GY26	参薯种	广西	52	GY73	黑美人	海南
21	GY29	嘉祥细毛	山东	53	GY74	白美人	海南
22	GY31	大久保	山东	54	GY75	滚地龙	海南
23	GY32	济宁米山药	山东	55	GY77	安顺山药	贵州
24	GY33	大和长芋	山东	56	GY78	明淮 2 号	福建
25	GY35	水山药	江苏	57	GY87	安砂小叶薯	福建
26	GY36	棒山药	江苏	58	GY88	泰雅品系	台湾
27	GY37	参薯种	广西	59	GY94	褐苞薯蕷种	贵州
28	GY38	褐苞薯蕷种	广西	60	GY95	参薯种	云南
29	GY39	参薯种	广西	61	GY96	淮山药	江苏
30	GY40	参薯种	广西	62	GY97	陈集山药	山东
31	GY43	黑鬼薯	广西	63	GY98	紫山药	浙江
32	GY44	褐苞薯蕷种	广西	64	GY99	脚板薯	湖南

表 2 淮山种质资源品质检测结果

Table 2 The detection result of quality characters of yam germplasm resources

性状 Trait	淀粉含量(%) Dry matter content	蛋白质含量(%) Protein content	铁含量 (mg/kg) Fe Content	锌含量 (mg/kg) Zn Content	氨基酸含量(%) Amino acid Content	总皂甙含量(%) Total saponins Content
最大值 Max.	28.70	3.84	17.60	4.30	10.30	0.16
最小值 Min.	7.64	1.42	1.63	0.58	1.01	0.02
平均值 Mean	18.71	2.52	4.36	1.78	1.89	0.05
标准差 s	5.23	0.56	2.88	0.76	1.13	0.02
变异系数(%) CV	27.94	22.32	66.20	42.77	59.90	44.09

表 3 不同类型淮山种质资源性状测试分析结果

Table 3 Analysis on quality characters of different types of yam germplasm resources

类型 Type	参数 Parameter	淀粉含量(%) Dry matter content	蛋白质含量(%) Protein content	铁含量 (mg/kg)Fe Content	锌含量 (mg/kg)Zn Content	氨基酸含量(%) Amino acid Content	总皂甙含量(%) Total saponins Content
褐苞薯蕷 <i>Dioscorea persimilis</i>	最大值 Max.	28.7	3.13	9.97	2.41	2.09	0.08
	最小值 Min.	20.1	1.85	1.65	1.01	1.36	0.04
	平均值 Mean	23.52	2.51	4.02	1.60	1.73	0.06
	标准差 <i>s</i>	2.83	0.32	2.46	0.42	0.20	0.01
	变异系数(%) CV	12.03	12.83	61.14	26.50	11.56	22.91
薯蕷 <i>Dioscorea opposita</i>	最大值 Max.	19.7	3.84	9.87	3.79	2.83	0.07
	最小值 Min.	8.01	1.5	1.88	1.1	1.03	0.02
	平均值 Mean	12.93	2.61	4.78	2.33	1.74	0.04
	标准差 <i>s</i>	3.29	0.60	2.80	0.78	0.46	0.01
	变异系数(%) CV	25.42	22.83	58.59	33.42	26.49	37.04
参薯 <i>Dioscorea alata</i>	最大值 Max.	25.6	3.58	17.6	3.38	2.83	0.16
	最小值 Min.	15.3	1.42	1.63	0.58	1.01	0.02
	平均值 Mean	20.48	2.47	4.03	1.41	1.80	0.06
	标准差 <i>s</i>	2.70	0.66	3.2	0.62	0.51	0.03
	变异系数(%) CV	13.18	26.67	79.37	43.75	28.48	48.3

表 4 淮山种质资源品质性状的因子分析

Table 4 Component analysis of quality traits of yam germplasm resources

主成分 Component	初始特征值 Initial eigenvalues		
	总值 Total	方差 Variance	累计贡献率(%) Cumulative
1	2.113	35.212	35.212
2	1.894	31.574	66.786
3	0.933	15.549	82.336
4	0.566	9.441	91.777
5	0.450	7.494	99.271
6	0.044	0.729	100.000

表 5 淮山种质资源主要品质性状的相关性分析

Table 5 Correlation analysis on quality characters of yam germplasm resources

	淀粉含量 Dry matter content	蛋白质含量 Protein content	铁含量 Fe Content	锌含量 Zn Content	氨基酸含量 Amino acid Content	总皂甙含量 Total saponins Content
淀粉含量	1					
蛋白质含量	0.127	1				
铁含量	-0.095	0.000	1			
锌含量	-0.390**	0.246	0.263*	1		
氨基酸含量	0.488**	0.06	-0.193	-0.366**	1	
总皂甙含量	0.268*	0.942**	-0.084	0.147	0.127	1

* 和 ** 分别表示数据在 5% 和 1% 水平上差异显著

* and ** denoted there were significant at 5% and 1% level, respectively

2.4 淮山种质资源品质性状的相关性分析

淮山种质资源 6 个主要品质性状的相关性分析结果表明,部分品质性状差异有统计学意义(表 5)。淀粉含量与锌含量之间呈极显著负相关,与氨基酸含量之间呈极显著正相关,与总皂甙含量呈显著正相关;蛋白质含量与总皂甙含量呈极显著正相关;铁含量与锌含量呈显著正相关;锌含量与氨基酸含量呈极显著负相关。

2.5 基于淮山种质资源品质性状的聚类分析

采用 Euclidean 距离、组间联接法进行数据分析,对淮山种质资源进行系统聚类分析,在欧氏距离为 13.5 处供试的淮山种质被分为 3 个大类群。类

群 I 有 41 份种质,除 GY31,均为褐苞薯蕷、参薯类型,其品质特性主要表现为淀粉含量高,在 15.8% ~ 28.1% 之间,平均为 22.2%。类群 II 有 22 份种质,除 GY40 为参薯外,其余均为薯蕷,其品质特征主要表现为淀粉含量低,平均仅为 13.07%。类群 III 仅有 1 份种质,为 GY32,为薯蕷类型,由于其高含量的铁元素,为 17.6%,自成一类。

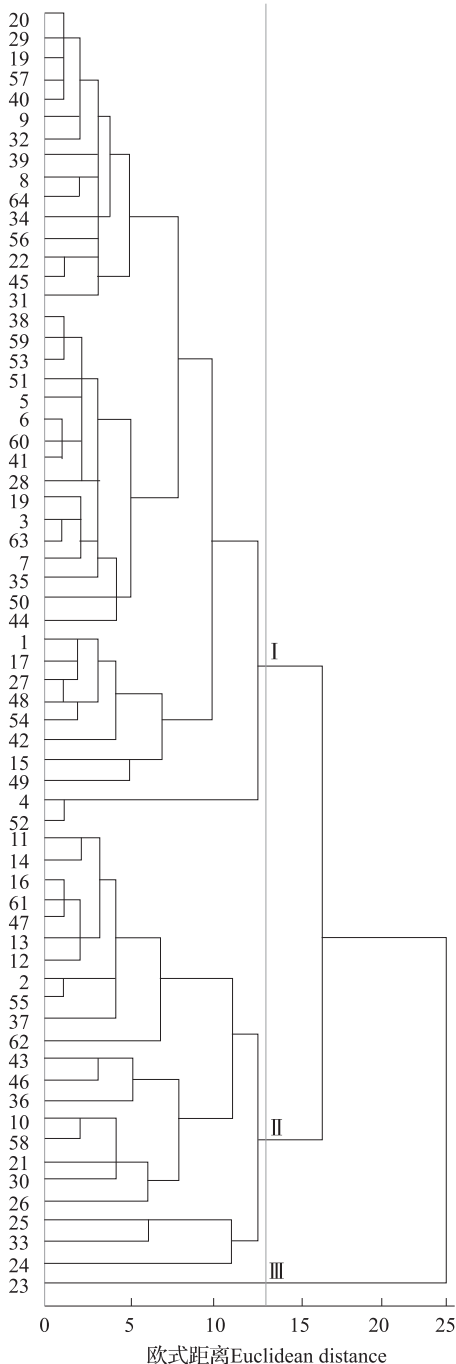


图 1 淮山种质资源品质性状的聚类分析图

Fig. 1 Clustering analysis on quality characters of yam germplasm resources

3 讨论

3.1 淮山种质资源间品质性状的差异

不同淮山种质间品质性状的差异性,对育种和产品利用有重要参考依据。本试验结果表明,不同淮山种质性状间的变异系数差异较大,以铁、锌、氨基酸、总皂甙等含量的变异系数较大,在 42.77% ~ 66.2% 之间,其中以铁的变异系数最大,达 66.2%;而淀粉和蛋白质含量变异系数较小。说明我国淮山品种品质性状存在很大变异,变异范围广,遗传背景丰富,选择潜力大。在品质育种种质选择过程中,要充分利用变异系数大的品质特性进行种质创新和品种选育,因此,对铁、锌、氨基酸、总皂甙等变异系数大的品质进行选择,比较容易获得优良品种。

不同类型淮山种质资源品质性状研究表明:3 种类型的淮山种质资源,其淀粉含量差异较大,褐苞薯蕷(23.52%) > 参薯(20.48%) > 薯蕷(12.93%),可见,褐苞薯蕷淀粉含量最高,最高可达 28.7%,可作为加工型品种重点关注;而薯蕷的淀粉含量在 3 种类型中为最低,因薯蕷类型淮山种质资源多在我国河南、山东等长江以北地区种植,在我国南方地区极少有种植,所以其淀粉含量低是否因气候、土壤、环境等因素导致还有待进一步研究。

3.2 淮山种质资源品质性状的因子分析

由于品质性状测得的数据是不同计量单位的品质指标,数据量纲不一致,不便于作因子分析。为了便于进行因子比较分析,对评价因子的原始数据采用标准化将其转化为标准数据。因子分析结果表明,淀粉和蛋白质含量分别反映原始数据信息量的 35.212% 和 31.574%,在评价和判断淮山品质时,可用这 2 个主成分较好地代替上述 6 个品质特性。

3.3 淮山种质资源品质性状相关性分析

通过分析供试淮山不同营养成分间的相关性分析表明,大多数性状间都具有显著或极显著的相关性,淀粉含量与氨基酸量之间呈极显著正相关,与总皂苷含量之间呈显著正相关,与锌含量之间呈极显著负相关,这与韦本辉等^[4]研究中淀粉含量与总皂苷含量呈显著正相关的结果相似;蛋白质含量与总皂甙之间呈极显著正相关。说明淀粉、蛋白质含量这 2 个主成分与总皂甙含量之间存在相互促进的效用。

3.4 聚类分析

本研究采用系统聚类法按欧式遗传距离进行聚类分析,将供试材料分为 3 类,从聚类分析结果中可

以看出,淀粉含量高的类型聚为一类,这一类主要为褐苞薯蕷和参薯,淀粉含量低的类型另聚一类,主要为薯蕷类型,这与蔡金辉等^[1]对淮山品种资源的传统分类略有不同。这两大类资源中来自相同或相邻的资源大多聚在一类,说明品质性状的多样性与地理区域分布存在一定的平行关系,表明品质性状差异可在一定程度上弥补传统分类方法的不足。

参考文献

- [1] 蔡金辉,严渐子,黄晓辉,等. 山药品种资源的分类研究[J]. 江西农业大学学报,1999,12(1):53-55
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第16卷第1分册[M]. 北京:科学出版社,1979:101-119
- [3] 韦发南,邹贤桂. 广西薯蕷科植物分类研究[J]. 广西植物,1998,18(3):213-225
- [4] 韦本辉,甘秀芹,韦威旭,等. 不同淮山药品种(种质)资源营养特性与聚类分析[J]. 广西农业科学,2008,39(5):596-600
- [5] 华树妹,贺佩珍,陈芝华,等. 应用 SRAP 标记构建山药种质资源 DNA 指纹图谱[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(3):152-159
- [6] 黄玉仙. 山药(*Rhizoma dioscorea*)种质资源研究[D]. 福州:福建农林大学,2012
- [7] 韦本辉,唐荣华,韦威泰,等. 广西淮山生产现状及发展对策[J]. 广西农业科学,2003,34(1):7-12
- [8] 刘浩,周闲容,于晓娜,等. 作物种质资源品质性状鉴定评价现状与展望[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(1):215-221
- [9] 陈占勇,霍秀文,尹春,等. 10 种长山药花粉形态及分类研究[J]. 华北农学报,2011,26(5):141-145
- [10] 甘秀芹,韦本辉,韦威旭,等. 不同淮山药品种资源营养品质特性分析[J]. 安徽农业科学,2008,36(30):13219-13222
- [11] 梁任繁,王军民,覃芳,等. 广西山药种质资源聚类分析[J]. 中国蔬菜,2009(4):30-34
- [12] 覃维治,韦本辉,甘秀芹,等. 淮山药种质资源主要农艺性状遗传多样性分析[J]. 南方农业学报,2014,45(10):1726-1733
- [13] 黄玉仙,黄姗,梁康迳,等. 基于 SRAP 标记的山药种质资源遗传多样性分析[J]. 中国野生植物资源,2011,30(6):48-54
- [14] 华树妹,涂前程,雷伏贵. 福建山药种质资源遗传多样性的 RAPD 分析[J]. 植物遗传资源学报,2009,10(2):195-200
- [15] 雷伏贵,华树妹,涂前程,等. 山药种质资源亲缘关系的 ISSR 分析[J]. 福建农业学报,2013,28(1):27-32
- [16] 周鑫. 淮山种质资源评价及快速繁殖研究[D]. 海口:海南大学,2010
- [17] Khandekar R G, Kadam S G, Joshi G D, et al. Performance of greater yam(*Dioscorea alata* L.) varieties under varietal evaluation trial[J]. J Root Crops,2000,26(1):48-50
- [18] Nagashima T, Myoda T, Koshio K, et al. Intra-specific variations intuber starch characteristics in greater yam(*Dioscorea alata* L.) [J]. Jpn J Tropic Agric,2003,47(4):273-278
- [19] Mignouna H D, Mank R A, Ellis T H N. A genetic linkage map of water yam(*Dioscorea alata* L.) based on AFLP markers and QTL analysis for anthranose resistance[J]. Theor Appl Genet,2002,105(5):726-735
- [20] Mignouna H D, Dansi A. Yam(*Dioscorea* spp.) domesticated by the Nago and Fon ethnic groups in Benin[J]. Genet Resour Crop Evol,2003,50:519-528
- [21] Mignouna H D, Abang M M, Fagbemi S A. A comparative assessment of molecular marker assays (AFLP, RAPD and SSR) for white yam(*Dioscorea rotundata*) germplasm characterization[J]. Ann Appl Biol,2003,142:269-276
- [22] Malapa R, Armau G, Noyer J L, et al. Genetic diversity of the greater yam (*Dioscorea alata* L.) and relatedness to *D. nummularia* Lam. and *D. transversa* Br. as revealed with AFLP markers[J]. Genet Resour Crop Evol,2005,52(7):919-929
- [23] Egesi C N, Asiedu R, Ude G, et al. AFLP marker diversity in water yam(*Dioscorea alata* L.) [J]. Plant Genet Res Charact Utilit, 2006,4(3):181-187
- [24] Petrod D, Onyeka T J, Etinene S, et al. An intra-specific genetic map of water yam(*Dioscorea alata* L.) based on AFLP markers and QTL analysis for anthranose resistance [J]. Euphytica, 2011,25(8):179-416
- [25] 胡新喜,熊兴耀,宋勇,等. 湖南山药地方品种资源主要农艺性状与品质特性比较[J]. 湖南农业科学,2010(19):10-14
- [26] 王小丽,王军民,肖能武,等. 4 个山药品种农艺、产量及品质性状的比较[J]. 浙江农业科学,2013(2):141-142
- [27] 张春发,赵庆云,彭凤梅,等. 不同山药地方品种的特征特性分析[J]. 种子,2001(3):55-56
- [28] 张云芳. 广西山药品质及贮藏保管的研究[D]. 长沙:湖南中医药大学,2012
- [29] 王军名,何龙飞,莫克,等. 施用氯吡啶和多效唑改良山药的品质[J]. 基因组学与应用生物学,2010,29(2):344-348
- [30] 温国泉,钦洁,韦威旭,等. 植物生长调节剂(组合)对南方地区淮山药产量及品质的影响[J]. 广西农业科学,2010,41(9):955-959