206 份芋种质资源品质性状分析

黄新芳, 彭 静, 柯卫东, 刘义满, 孙亚林, 董红霞, 李 峰, 刘玉平, 朱红莲,
李双梅, 叶元英, 黄来春, 李明华, 王 芸, 钟 兰, 周 凯

(武汉市蔬菜科学研究所, 武汉 430065)

摘要:对 206 份芋种质资源品质性状进行了分析, 结果表明: 按球茎类型来分, 干物质含量魁芋 > 多头芋 > 魁子兼用芋 > 多子芋。淀粉含量魁芋 > 魁子兼用芋 > 多头芋 > 多子芋, 干物质和淀粉含量都以魁芋最高, 分别为 27.38%、20.21%, 多子芋最低, 分别为 19.54%、13.35%。蛋白质含量多头芋 > 魁芋 > 多子芋 > 魁子兼用芋, 以多头芋的含量最高为 1.54%, 其他类型相差不大。可溶性糖含量魁芋 > 魁子兼用芋 > 多子芋 > 多头芋, 以魁芋的可溶性糖含量最高为 1.21%, 其他芋类型相差不大。按母芋芽色来分, 多子芋中, 干物质、淀粉和蛋白质含量红芽多子芋 > 白芽多子芋, 可溶性糖含量白芽多子芋 > 红芽多子芋; 多头芋中, 干物质、淀粉、可溶性糖白芽多头芋 > 红芽多头芋, 蛋白质含量红芽多头芋 > 白芽多头芋。在整个芋种质资源中, 芋的干物质含量与淀粉含量 ($r = 0.9583^{**}$)、干物质含量与蛋白质含量 ($r = 0.5529^{**}$)、淀粉含量与蛋白质含量 ($r = 0.5284^{**}$) 呈极显著正相关, 干物质含量与可溶性糖含量 ($r = -0.2934^{**}$)、淀粉含量与可溶性糖含量 ($r = -0.3391^{**}$)、蛋白质含量与可溶性糖含量 ($r = -0.4498^{**}$) 均呈极显著负相关。此外本研究还按叶柄颜色类型对芋种质资源品质性状进行了分析。

关键词: 芋; 种质资源; 品质性状; 测试分析

Analysis on Quality Characters of 206 Taro [*Colocasia esculenta* (Linn.) Schott] Germplasm Resources

HUANG Xin-fang, PENG Jing, KE Wei-dong, LIU Yi-man, SUN Ya-lin, DONG Hong-xia, LI Feng, LIU Yu-ping,
ZHU Hong-lian, LI Shuang-mei, YE Yuan-ying, HUANG Lai-chun, LI Ming-hua, WANG Yun, ZHONG Lan, ZHOU Kai
(Wuhan Vegetable Research Institute, Wuhan 430065)

Abstract: Analysis on quality characters of 206 accessions of taro germplasm resources was done. It indicated that: divided by corm type, the turn of dry matter content was taro with large corm > taro with multi-headed corm > taro used for both corm and cormels > taro with numerous cormels. The turn of starch content was taro with large corm > taro used for both corm and cormels > taro with multi-headed corm > taro with numerous cormels. Dry matter content and starch of taro with large corm were the highest, which were 27.38% and 20.21% respectively. Dry matter content and starch of taro with numerous cormels were the lowerest, which were 19.54% and 13.35% respectively. The turn of protein content was taro with multi-headed corm > taro with large corm > taro with numerous cormels > taro used for both corm and cormels. Protein content of taro with multi-headed corm was the highest, which was 1.54%. There was no obvious difference among those of the others. The turn of soluble sugar content was taro with large corm > taro used for both corm and cormels > taro with numerous cormels > taro with multi-headed corm. Soluble sugar of taro with large corm was the highest, which was 1.21%. There was no obvious difference among those of the others. Divided by the color of corm bud, in taro with numerous cormels, the turn of dry matter content, starch content and protein content was taro (red bud) with numerous cormels > taro (white bud) with numerous cormels. The turn of soluble sugar was taro (white bud) with numerous cormels > taro (red bud) with numerous cor-

收稿日期: 2013-06-03 修回日期: 2013-07-18 网络出版日期: 2014-04-08

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20140408.0859.031.html>

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划课题(2012BAD27B01)

第一作者主要从事芋种质资源及育种研究。E-mail: huangxinfang99@163.com

通信作者: 柯卫东, 主要从事莲藕等水生蔬菜种质资源及育种研究。E-mail: wdke63@163.com

mels. In taro with multi-headed corm, the turn of dry matter content, starch content and soluble sugar content was taro (white bud) with multi-headed corm > taro (red bud) with multi-headed corm. The turn of protein content was taro (red bud) with multi-headed corm > taro (white bud) with multi-headed corm. In all taro germplasm resources, there was significantly positive correlation between dry matter content and starch content ($r = 0.9583^{**}$), dry matter content and protein content ($r = 0.5529^{**}$), starch content and protein content ($r = 0.5284^{**}$). There was significantly negative correlation between dry matter content and soluble sugar content ($r = -0.2934^{**}$), starch content and soluble sugar content ($r = -0.3391^{**}$), protein content and soluble sugar content ($r = -0.4498^{**}$). In this article, analysis on quality characters of taro germplasm resources was also done, divided by petiole color.

Key words: taro; germplasm resource; quality character; analysis

芋 [*Colocasia esculenta* (Linn.) Schott] 为天南星科芋属植物,在我国以珠江流域及台湾栽培最多,长江及淮河流域次之,华北地区栽培面积不大,主要分布在胶东半岛^[1-3]。芋分为魁芋、魁子兼用芋、多子芋、多头芋,其中魁芋为二倍体 ($2n = 2x = 28$),魁子兼用芋为三倍体 ($2n = 3x = 42$),多子芋、多头芋为三倍体^[4]。近年来,黄新芳等^[5]在芋种质资源中检测到我国白芽乌绿柄多子芋为二倍体,来自印度的绿柄多子芋也存在二倍体。我国的多头芋都为三倍体,尚未检测到二倍体多头芋^[4-5],而日本的多头芋中,姜芋为三倍体,九头芋(芽白色)为二倍体^[4]。关于芋的营养成分国内有少量报道^[6-16],但按芋种质资源不同类型进行品质性状分析的研究报道很少^[16]。本研究利用保存在国家种质武汉水生蔬菜资源圃的 206 份芋种质资源,开展芋种质资源不同类型品质性状的测试分析,为芋种质资源的研究、栽培及消费等提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为保存在国家种质武汉水生蔬菜资源圃的 206 份芋种质资源,分别来自我国广西、云南、四川、贵州、福建、江西、江苏、安徽、湖北、湖南、山东、河南 12 个省区及印度、泰国等,其中,魁芋 20 份、魁子兼用芋 16 份、多子芋 163 份、多头芋 7 份。

1.2 方法

2011 年 4 月 6 - 10 日,在国家种质武汉水生蔬菜资源圃进行种植,多子芋、魁芋、魁子兼用芋用质量大约 50 g 的子芋或孙芋作种,多头芋用母芋切块作种,直播,单畦种植,每畦 6 株,株行距 40 cm × 80 cm,当年 11 月底至 12 月挖取地下球茎,随机取球茎样本,魁芋取母芋 3 ~ 5 个,魁子兼用芋取母芋 3 ~ 5 个及子芋和孙芋各 10 个,多子芋取子芋及孙芋各 10 个,多头芋取整个球茎 3 ~ 5 个,清洗干净,

去皮后按四分法均匀缩分样本至需要量,然后将样本切成 0.5 mm 厚的薄片,混合均匀,准备测试。干物质按 GB 5009.3 - 2010《食品安全国家标准·食品中水分的测定》^[17]执行,淀粉按 GB 5009.9-2008《食品安全国家标准·食品中淀粉的测定》^[18]执行,粗蛋白质按 GB 5009.5 - 2010《食品安全国家标准·食品中蛋白质的测定》^[19]执行,可溶性糖按 GB 5009.8 - 2008《食品安全国家标准·食品中蔗糖的测定》^[20]执行。所有品质性状测试在农业部食品质量监督检验测试中心(武汉)进行。

2 结果与分析

2.1 芋种质资源品质性状的一般性描述统计量

由芋种质资源球茎品质性状一般性描述统计量结果(表 1)可以看出:可溶性糖含量和淀粉含量的变异系数较大,蛋白质含量和干物质含量的变异系数略小。干物质含量和淀粉含量最高的种质资源均为来自秦国的 Phichit Taro-13,分别为 35.51%、26.14%。

表 1 芋种质资源品质性状一般性描述统计量

Table 1 The general descriptive measurement based on statistics for quality characters of taro germplasm resources

参数 Parameter	干物质含量 (%) Dry matter content	淀粉含量 (%) Starch content	蛋白质含量 (%) Protein content	可溶性糖含量 (%) Soluble sugar content
平均值 Mean	20.72	14.35	1.33	1.13
标准差 <i>s</i>	4.26	3.96	0.26	0.41
变异系数 (%) <i>CV</i>	20.57	27.58	19.86	36.28
最大值 Max.	35.51	26.14	2.22	2.41
最小值 Min.	11.22	5.45	0.74	0.41

2.2 不同类型芋种质资源品质性状

由表 2 可以看出,干物质含量魁芋 > 多头芋 > 魁子兼用芋 > 多子芋。淀粉含量魁芋 > 魁子兼用芋 > 多头芋 > 多子芋,干物质和淀粉含量都以魁芋最高,多子芋最低。仅魁子兼用芋与多头芋的淀粉

含量差异不大。蛋白质含量多头芋 > 魁芋 > 多子芋 > 魁子兼用芋,以多头芋为最高,其他类型相差不大。可溶性糖含量魁芋 > 魁子兼用芋 > 多子芋 > 多头芋,以魁芋的可溶性糖含量最高,其他类型相差不大。

表 2 不同类型芋种质资源品质性状测试分析结果

Table 2 Analysis on quality characters of different type of taro germplasm resources

类型 Type	参数 Parameter	干物质含量(%) Dry matter content	淀粉含量(%) Starch content	蛋白质含量(%) Protein content	可溶性糖含量(%) Soluble sugar content
魁芋 Taro with large corm	平均值 Mean	27.38	20.21	1.34	1.21
	标准差 <i>s</i>	4.31	4.38	0.25	0.24
	变异系数(%) <i>CV</i>	15.75	21.68	18.40	19.64
	最大值 Max.	35.51	26.14	1.96	1.65
	最小值 Min.	21.12	13.37	1.01	0.78
	样本数 No. of samples	20	20	20	20
魁子兼用芋 Taro used for both corm and cormels	平均值 Mean	22.97	16.32	1.30	1.16
	标准差 <i>s</i>	2.07	1.82	0.26	0.30
	变异系数(%) <i>CV</i>	9.02	11.15	19.97	25.57
	最大值 Max.	26.51	19.24	1.75	1.78
	最小值 Min.	18.32	14.39	0.83	0.66
	样本数 No. of samples	16	16	16	16
多子芋 Taro with numerous cormels	平均值 Mean	19.54	13.35	1.32	1.12
	标准差 <i>s</i>	3.53	3.38	0.27	0.44
	变异系数(%) <i>CV</i>	18.08	25.34	20.23	39.43
	最大值 Max.	28.36	22.01	2.22	2.41
	最小值 Min.	11.22	5.45	0.74	0.41
	样本数 No. of samples	163	163	163	163
多头芋 Taro with multi-headed corm	平均值 Mean	24.09	16.30	1.54	1.08
	标准差 <i>s</i>	2.06	1.76	0.22	0.29
	变异系数(%) <i>CV</i>	8.57	10.78	14.12	27.09
	最大值 Max.	26.16	18.40	1.93	1.47
	最小值 Min.	20.72	13.24	1.31	0.66
	样本数 No. of samples	7	7	7	7

2.3 不同母芋芽色类型芋种质资源品质性状

母芋芽色有白色和淡红色 2 种基本类型,若细分,可进一步分为白色、黄白色、淡红色、紫红色。为方便分析,按白色和淡红色 2 种基本芽色可将芋分为白芽芋和红芽芋,其中,多子芋分为白芽多子芋和红芽多子芋;多头芋可分为白芽多头芋和红芽多头芋;魁芋分为白芽魁芋和红芽魁芋;魁子兼用芋的母芋芽色都为淡红色。

2.3.1 魁芋品质性状 红芽魁芋仅 1 份资源,为匍匐茎魁芋,而白芽魁芋共 19 份。干物质含量红芽魁芋(28.53%) > 白芽魁芋(27.32%);淀粉含量白芽魁芋(20.32%) > 红芽魁芋(17.97%);蛋白质含量白芽魁芋(1.35%) > 红芽魁芋(1.31%);可溶性糖

含量白芽魁芋(1.21%) > 红芽魁芋(1.12%)。

2.3.2 多子芋品质性状 干物质含量红芽多子芋(21.63%) > 白芽多子芋(18.53%);淀粉含量红芽多子芋(15.22%) > 白芽多子芋(12.45%);蛋白质含量红芽多子芋(1.44%) > 白芽多子芋(1.27%);可溶性糖含量白芽多子芋(1.26%) > 红芽多子芋(0.82%)(表 3)。

2.3.3 多头芋品质性状 干物质含量白芽多头芋(25.11%) > 红芽多头芋(23.33%);淀粉含量白芽多头芋(17.67%) > 红芽多头芋(15.26%);蛋白质含量红芽多头芋与白芽多头芋相差不大;可溶性糖含量白芽多头芋(1.32%) > 红芽多头芋(0.91%)(表 4)。

表 3 多子芋种质资源品质性状测试分析结果

Table 3 Analysis on quality characters of germplasm resources of taro with numerous cormels

类型 Type	参数 Parameter	干物质含量(%) Dry matter content	淀粉含量(%) Starch content	蛋白质含量(%) Protein content	可溶性总糖含量(%) Soluble sugar content
白芽 White bud	平均值 Mean	18.53	12.45	1.27	1.26
	标准差 <i>s</i>	2.93	2.80	0.24	0.44
	变异系数(%) <i>CV</i>	15.81	22.50	18.75	35.23
	最大值 Max.	26.61	20.88	2.05	2.41
	最小值 Min.	11.22	5.45	0.74	0.43
	样本数 No. of samples	110	110	110	110
红芽 Red bud	平均值 Mean	21.63	15.22	1.44	0.82
	标准差 <i>s</i>	3.77	3.73	0.29	0.24
	变异系数(%) <i>CV</i>	17.45	24.53	20.20	29.57
	最大值 Max.	28.36	22.01	2.22	1.71
	最小值 Min.	15.38	8.86	0.94	0.41
	样本数 No. of samples	53	53	53	53

表 4 多头芋种质资源品质性状测试分析结果

Table 4 Analysis on quality characters of germplasm resources of taro with multi-headed corm

类型 Type	参数 Parameter	干物质含量(%) Dry matter content	淀粉含量(%) Starch content	蛋白质含量(%) Protein content	可溶性总糖含量(%) Soluble sugar content
红芽 Red bud	平均值 Mean	23.33	15.26	1.54	0.91
	标准差 <i>s</i>	2.13	1.60	0.29	0.24
	变异系数(%) <i>CV</i>	9.13	10.47	18.88	26.05
	最大值 Max.	25.86	17.07	1.93	1.20
	最小值 Min.	20.72	13.24	1.31	0.66
	样本数 No. of samples	4	4	4	4
白芽 White bud	平均值 Mean	25.11	17.67	1.53	1.32
	标准差 <i>s</i>	1.81	0.64	0.12	0.16
	变异系数(%) <i>CV</i>	7.20	3.64	7.89	12.30
	最大值 Max.	26.16	18.40	1.67	1.47
	最小值 Min.	23.02	17.16	1.44	1.15
	样本数 No. of samples	3	3	3	3

2.4 不同叶柄颜色类型芋种质资源品质性状

根据叶柄不同部位的颜色不同,芋叶柄颜色分为叶柄顶部颜色、叶柄上部颜色和叶柄中下部颜色,而叶柄颜色通常是指叶柄中下部颜色。叶柄中下部颜色分为黄绿色、绿色、乌绿色、紫红色、紫黑色。魁芋有黄绿色、绿色之分,魁子兼用芋为乌绿色,多子芋有绿色、乌绿色和紫红色,多头芋有绿色与乌绿色之分。因魁芋中黄绿色叶柄种质黄肉芋已消失,只剩绿色叶柄种质,故魁芋品质性状分析不再按叶柄单独分析。魁子兼用芋只有乌绿色,也不再单独分析。另外,绿柄多头芋与乌绿柄多头芋分别对应白芽多头芋和红芽多头芋,故多头芋也不再单独分析。下面仅针对多子芋不同叶柄颜色类型进行分析。

由表 5 可以看出,干物质含量乌绿柄红芽多子芋(21.66%) > 绿柄红芽多子芋(21.30%) > 红紫柄白芽多子芋(19.01%) > 绿柄白芽多子芋(18.40%) > 乌绿柄白芽多子芋(15.75%)。淀粉含量乌绿柄红芽多子芋(15.27%) > 绿柄红芽多子芋(14.57%) > 红紫柄白芽多子芋(13.36%) > 绿柄白芽多子芋(12.17%) > 乌绿柄白芽多子芋(9.50%)。蛋白质含量绿柄红芽多子芋(1.65%) > 乌绿柄红芽多子芋(1.42%) > 红紫柄白芽多子芋(1.33%) > 绿柄白芽多子芋(1.25%) > 乌绿柄白芽多子芋(1.23%)。可溶性糖含量绿柄白芽多子芋(1.32%) > 红紫柄白芽多子芋(1.08%) > 乌绿柄红芽多子芋(0.83%) > 乌绿柄白芽多子芋(0.72%) > 绿柄红芽多子芋(0.69%)。

表 5 不同叶柄颜色类型多子芋种质资源品质性状测试分析结果

Table 5 Quality characters of germplasm resources of taro with numerous cormels for different petiole color

类型 Type	参数 Parameter	干物质含量(%) Dry matter content	淀粉含量(%) Starch content	蛋白质含量(%) Protein content	可溶性总糖含量(%) Soluble sugar content
乌绿柄红芽 Purple-green petiole and red bud	平均值 Mean	21.66	15.27	1.42	0.83
	标准差 <i>s</i>	3.90	3.86	0.29	0.24
	变异系数(%) <i>CV</i>	18.00	25.28	20.53	29.20
	最大值 Max.	28.36	22.01	2.22	1.71
	最小值 Min.	15.38	8.86	0.94	0.41
	样本数 No. of samples	49	49	49	49
绿柄红芽 Green petiole and red bud	平均值 Mean	21.30	14.57	1.65	0.69
	标准差 <i>s</i>	1.85	1.58	0.19	0.23
	变异系数(%) <i>CV</i>	8.69	10.86	11.53	33.81
	最大值 Max.	23.98	16.81	1.85	1.03
	最小值 Min.	19.76	13.35	1.45	0.52
	样本数 No. of samples	4	4	4	4
绿柄白芽 Green petiole and white bud	平均值 Mean	18.40	12.17	1.25	1.32
	标准差 <i>s</i>	3.08	2.81	0.24	0.45
	变异系数(%) <i>CV</i>	16.75	23.12	19.30	34.30
	最大值 Max.	26.61	19.67	2.05	2.41
	最小值 Min.	11.22	5.45	0.74	0.43
	样本数 No. of samples	81	81	81	81
乌绿柄白芽 Purple-green petiole and white bud	平均值 Mean	15.75	9.50	1.23	0.72
	样本数 No. of samples	1	1	1	1
红紫柄白芽 Purple petiole and white bud	平均值 Mean	19.01	13.36	1.33	1.08
	标准差 <i>s</i>	2.43	2.60	0.23	0.36
	变异系数(%) <i>CV</i>	12.80	19.49	17.03	32.73
	最大值 Max.	25.51	20.88	1.89	2.11
	最小值 Min.	14.61	9.26	0.97	0.54
	样本数 No. of samples	28	28	28.00	28

乌绿柄白芽仅有 1 份材料,故无其他统计数据 There were no other statistic datas for purple-green petiole and white bud only had one material

2.5 芋种质资源品质性状的相关性分析

对芋的品质性状进行简单的直线相关性分析可以看出(表 6),芋种质资源的干物质与淀粉、蛋白质呈极显著正相关,淀粉与蛋白质呈极显著正相关;淀粉与可溶性糖、干物质与可溶性糖、蛋白质与可溶性糖均呈极显著负相关。

表 6 芋种质资源品质性状相关性分析

Table 6 Correlation analysis on quality characters of taro germplasm resources

	干物质含量 Dry matter content	淀粉含量 Starch content	蛋白质含量 Protein content	可溶性总糖含量 Soluble sugar content
干物质含量	1			
淀粉含量	0.9583 **	1		
蛋白质含量	0.5529 **	0.5284 **	1	
可溶性总糖含量	-0.2934 **	-0.3391 **	-0.4498 **	1

** 表示 0.01 的显著水平 ** denoted dates were significant at 0.01

2.6 芋优异种质资源筛选

优异种质资源是优良种质资源和特异种质资源的总称,优良种质资源是指主要性状表现好且具有重要价值的种质资源;特异种质资源是指性状表现特殊、稀有的种质资源。种质资源数量性状的分布遵循正态分布规律,优良种质资源或特异种质资源性状指标主要参照正态曲线的上限单尾值,而未取下限值,因为下限值对芋优异种质资源的评判意义不大,即优良种质资源值 $\geq \bar{x} + 1.96s$ (以某大样本为例,下同),理论上资源分布概率为 5%;特异种质资源值 $\geq \bar{x} + 2.58s$,理论上资源分布概率为 1%。

根据国家的相关规定,在制定优异种质资源标准时,要求优良种质资源占该作物资源总量 15%,特异种质资源占该作物资源总量 5%。淀粉为芋最重要的品质性状,考虑芋的蛋白质含量和可溶性糖含量较小,故在以品质性状评价芋优异种质资源时,只考虑淀粉含量。同时,在确定优异种质资源的淀粉含量指标时,考虑到某些农艺性状也参与了优异种质资源的判定,故根据实际情况对淀粉含量的取值略作调整(表 7)。

表 7 优异种质资源淀粉含量指标

Table 7 Starch content index of elite and rare germplasm resources

魁芋 Taro with large corm	淀粉含量 Starch content	魁子兼用芋 Taro used for both corm and cormels	淀粉含量 Starch content	多子芋 Taro with numerous cormels	淀粉含量 Starch content	多头芋 Taro with multi- headed corm	淀粉含量 Starch content
平均值 $\bar{x}$	20.21	平均值 $\bar{x}$	16.32	平均值 $\bar{x}$	13.35	平均值 $\bar{x}$	16.30
标准差 s	4.38	标准差 s	1.82	标准差 s	3.38	标准差 s	1.76
$\bar{x} + 2.0929s$	29.38	$\bar{x} + 2.1315s$	20.20	$\bar{x} + 1.96s$	19.98	$\bar{x} + 2.4469s$	20.59
$\bar{x} - 2.0929s$	11.04	$\bar{x} - 2.1315s$	12.45	$\bar{x} - 1.96s$	6.72	$\bar{x} - 2.4469s$	12.00
$\bar{x} + 2.8609s$	32.74	$\bar{x} + 2.9467s$	21.69	$\bar{x} + 2.58s$	22.08	$\bar{x} + 3.7074s$	22.81
$\bar{x} - 2.8609s$	7.67	$\bar{x} - 2.9467s$	10.96	$\bar{x} - 2.58s$	4.62	$\bar{x} - 3.7074s$	9.79
最大值 Max.	26.14	最大值 Max.	19.24	最大值 Max.	22.01	最大值 Max.	18.40
最小值 Min.	13.37	最小值 Min.	14.39	最小值 Min.	5.45	最小值 Min.	13.24
样本数	20.00	样本数	16.00	样本数	163.00	样本数	7.00
优良种质资源值	≥ 26.0	优良种质资源值	≥ 18.0	优良种质资源值	≥ 18.0	优良种质资源值	≥ 18.0
特异种质资源值	≥ 30.0	特异种质资源值	≥ 21.0	特异种质资源值	≥ 21.0	特异种质资源值	≥ 21.0

按照淀粉含量指标,对 206 份芋种质资源进行验证,筛选出优良种质资源 20 份,所占比例为

9.71%;特异种质资源 2 份,分别为波阳旱芋和普者黑红梗芋,所占比例为 0.97%(表 8)。

表 8 芋优异种质资源

Table 8 Elite and rare taro germplasm resources

种质名称 Accession name	品种类型 Cultivar type	来源地 Sample name	淀粉含量(%) Starch content	种质名称 Accession name	品种类型 Cultivar type	来源地 Sample name	淀粉含量(%) Starch content
红秆芋	多子芋	广东湛江	20.99	南宁红芽芋-2	多子芋	广西南宁	20.44
潜山乌脚芋	多子芋	安徽潜山	18.22	Mumbai Taro-2	多子芋	印度孟买	20.88
汪营白禾	多子芋	湖北利川	18.35	黄岩红芽多子芋	多子芋	浙江黄岩	20.91
宣堡芋	多子芋	江苏泰兴	18.63	波阳旱芋	多子芋	江西波阳	21.13
资阳红秆秆芋-1	多子芋	四川资阳	18.65	普者黑红梗芋	多子芋	云南丘北	22.01
峨眉山白秆红芽芋	多子芋	四川峨眉山	19.10	狗蹄芋	多头芋	福建漳州	18.40
鹰潭红芽芋	多子芋	江西鹰潭	19.51	Phichit Taro-13	魁芋	斐济	26.14
红芽莲花芋	多子芋	安徽黄山	19.59	福州红芋	魁子兼用芋	福建福州	18.93
宜良青秆芋	多子芋	云南宜良	19.67	长沙雨花水芋	魁子兼用芋	湖南长沙	18.62
仁和镇红芽芋	多子芋	浙江杭州	19.75	资阳红秆秆芋-2	魁子兼用芋	四川资阳	19.24
义乌芋	多子芋	浙江义乌	20.12	昆明芋-3	魁子兼用芋	云南昆明	18.85

3 讨论

3.1 芋种质资源品质性状比较

干物质和淀粉是评价淀粉类作物的重要质量指标^[16]。本研究结果表明:芋种质资源干物质含量魁芋(27.38%) > 多头芋(24.09%) > 魁子兼用芋(22.97%) > 多子芋(19.54%);芋种质资源淀粉含量魁芋(20.21%) > 魁子兼用芋(16.32%) > 多头芋(16.30%) > 多子芋(13.35%)。而刘独臣等^[16]测试四川省芋种质资源的干物质含量多头芋(31.65%) > 魁芋(25.84%) > 多子芋(24.31%);淀粉含量多头芋(20.6%) > 魁芋(19.8%) > 多子芋

(15.6%)。可见,多子芋的干物质和淀粉在所有类型中均为最低。因多头芋存在红芽多头芋和白芽多头芋 2 种类型,本研究表明 2 种类型间的干物质和淀粉存在较大差异。多头芋种质资源较少,仅我国四川、福建、湖南等地有极零星的种植。因此,多头芋品质性状还有待进一步研究。另外,若按母芋芽色类型来分,芋的干物质和淀粉在多子芋中表现为红芽多子芋高于白芽多子芋,在多头芋中表现为白芽多头芋高于红芽多头芋。其原因除了与不同类型芋的品质性状形成的遗传背景有关外,还可能与不同母芋芽色类型的熟性有关,熟性晚者同化作用积累的物质比熟性早者多。而在多子芋中,红芽多子

芋的熟性晚于白芽多子芋,在多头芋中,白芽多头芋的熟性晚于红芽多头芋。

蛋白质是芋较为重要的品质性状指标。本研究表明,芋种质资源的蛋白质含量多头芋(1.54%) > 魁芋(1.34%) > 多子芋(1.32%) > 魁子兼用芋(1.30%)。除多头芋的蛋白质含量略高外,魁芋、多子芋和魁子兼用芋的蛋白质含量都在 1.30% 左右,相差不大。刘独臣等^[16]的研究结果为多头芋(4.29%) > 魁芋(2.81%) > 多子芋(2.57%)。二者所测芋的蛋白质含量的高低顺序一致,仅在具体数值上存在较大差异,这可能与种植地的气候、土壤环境及测试所采用的方法存在差异有关。

3.2 芋种质资源品质性状相关性比较

对刘独臣等^[16]所测结果进行相关性分析,干物质与淀粉呈极显著正相关($r=0.9839^{**}$),干物质与蛋白质呈极显著正相关($r=0.7600^{**}$),淀粉与蛋白质呈极显著正相关($r=0.6927^{**}$),与本研究所测结果的相关性一致。将芋放在淀粉类作物中比较,芋的干物质与淀粉呈极显著正相关,与赵春波等^[21]所测的淀粉类作物马铃薯、胡建勋等^[22]所测的甘薯、李峰等^[23]所测的慈姑一致;芋的淀粉与蛋白质呈极显著正相关,与赵春波等^[21]及胡建勋等^[22]所测的甘薯的淀粉与蛋白质的相关性基本一致,而与李峰等^[23]所测的慈姑、王惠珍^[24]所测的马铃薯、边嘉宾等^[25]与陈建西等^[26]所测的水稻、张霞等^[27]所测的玉米、陈华萍等^[28]及赵俊晔等^[29]所测的小麦的淀粉与蛋白质的相关性相反,这可能与不同作物的品质性状形成的遗传背景存在差异有关。

3.3 芋种质资源食用品质与营养品质的相关性分析

芋的食用品质包括口感、球茎质地等^[30]。目前,对食味品质的评价主要依靠人工品尝或仪器来完成。其中,采用仪器评价食味品质在水稻等作物上已有应用^[25]。虽然芋的食味品质研究未见报道,但在日常生活中,对芋煮熟食用时的口感和球茎质地的感官评价是存在的。一般而言,槟榔芋(魁芋的一种)的味香、口感好、质粉,而多子芋则次之;不同多子芋类型的口感和球茎质地也存在差异,一般来说,红芽多子芋的口感好于白芽多子芋,质地也较白芽多子芋粉。本研究表明,淀粉含量和蛋白质含量在不同类型芋中的差异表现为魁芋 > 多子芋,红芽多子芋 > 白芽多子芋。因此,推测芋种质资源的食味品质的好坏可能与淀粉和蛋白质含量的高低存在一定的对应关系。当然,品质性状表现是比较复杂的综合性状,是许多因素相互影响,相互作用的结果^[25]。因此,芋的

食用品质性状与营养品质性状的关系有待深入研究。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第 13 卷第 2 分册)[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 68-74
- [2] Wu Z Y, Raven P H, Hong D Y. Flora of China, volume 23 [M]. Beijing: Science press and MBG press, 2010: 71-75
- [3] 黄新芳, 柯卫东, 叶元英, 等. 中国芋种质资源研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(1): 119-123
- [4] 张谷曼, 杨振华. 中国芋染色体数目研究[J]. 园艺学报, 1984, 11(3): 187-190
- [5] 黄新芳, 柯卫东, 刘义满, 等. 芋种质资源染色体倍性鉴定[J]. 中国蔬菜, 2012(16): 42-46
- [6] 滕葳, 柳琪, 李坚, 等. 芋头中氨基酸含量的分析[J]. 营养学报, 1992, 14(3): 336-338
- [7] 李雅臣, 李德玉, 吴寿金. 芋头化学成分的研究[J]. 中草药, 1995, 26(10): 555
- [8] 周素平. 芋球茎发育的分子学机理[D]. 南京: 南京农业大学, 1998
- [9] 陈俊标, 梁武元, 陈永传. 香芋品种品质研究初报[J]. 广东农业科学, 2004(S): 57-58
- [10] 邵雪玲, 吴良欢, 林钊沐, 等. 芋秆残体降解物对芋生长、产量和品质的影响[J]. 浙江农业学报, 2008, 20(6): 480-483
- [11] 邵雪玲, 袁玲, 吴良欢, 等. 连作及淹水对奉化芋品质的影响[J]. 浙江农业科学, 2009(1): 48-50
- [12] 林水明, 李广昌. 不同施肥水平对龙岩红芋产量及品质的影响研究[J]. 长江蔬菜, 2009(20): 56-57
- [13] 薛珠政, 李永平, 林琿, 等. 栽培措施对槟榔芋生长特性及产量和品质的影响[J]. 福建农业学报, 2009, 24(4): 313-317
- [14] 孙倩倩, 赵欢, 吕慧峰, 等. 平衡施肥对芋头产量、品质和经济效益的影响[J]. 长江蔬菜, 2010(2): 55-60
- [15] 彭静, 黄新芳, 柯卫东, 等. 水旱生态环境对芋品质性状的影响[J]. 长江蔬菜, 2010(14): 46-48
- [16] 刘独臣, 李跃建, 房超, 等. 四川芋种质资源球茎主要营养成分分析[J]. 长江蔬菜, 2012(16): 31-34
- [17] 中华人民共和国卫生部. GB5009.3-2010 食品安全国家标准·食品中水分的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010
- [18] 中华人民共和国卫生部. GB5009.9-2008 食品安全国家标准·食品中淀粉的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008
- [19] 中华人民共和国卫生部. GB5009.5-2010 食品安全国家标准·食品中蛋白质的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010
- [20] 中华人民共和国卫生部. GB5009.8-2008 食品安全国家标准·食品中蔗糖的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008
- [21] 赵春波, 宋述尧, 张传伟, 等. 不同品种马铃薯品质分析与评价[J]. 吉林农业科学, 2011, 36(4): 58-60
- [22] 胡建勋, 刘小平, 王钰. 甘薯块根主要品质分析及相关研究[J]. 安徽农业科学, 1997, 25(1): 11-12, 84
- [23] 李峰, 彭静, 刘玉平, 等. 慈姑种质资源的品质性状分析[J]. 中国蔬菜, 2012(4): 48-53
- [24] 王惠珍. 甘肃省马铃薯品种资源主要营养成分分析与评价[J]. 甘肃农业科技, 1998(4): 21-22
- [25] 边嘉宾, 施利利, 张欣, 等. 稻米主要品质性状的相关性及主成分分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(24): 8-12
- [26] 陈建西, 潘大建, 李晨, 等. 广东水稻地方品种稻米品质分析[J]. 广东农业科学, 2011(9): 13-15
- [27] 张霞, 董秀芳. 2010 沈阳玉米品质分析与评价[J]. 现代农业科技, 2011(24): 87, 93
- [28] 陈华萍, 魏育明, 郑有良. 四川省的小麦地方品种品质分析[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(1): 89-94
- [29] 赵俊晔, 于振文. 小麦籽粒品质与蛋白质品质的初步研究[J]. 中国粮油学报, 2004, 19(4): 17-20
- [30] 黄新芳, 柯卫东. 芋种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 30