

# Primary Study on Breeding of New Type of Energy Plant *Dioscorea alata* L.

Qiao Li, ChunRong Chang, Xiaolong Huang, Jiliang Chen, Hong Lin, Rei Wu, Zuxun Huang,  
Dongyi Huang

Agricultural College of Hainan University, Dan Zhou, China, 571737

Email: qiaojiji8888@hotmail.com

**Abstract:** *Dioscorea alata* L. will probably be the new type of Energy Plant because of high starch content. In the study, 452 germplasms were collected and 133 of them were chosen for implantation, morphotypes identification and nutritional assessment. Ploidy level of 5 of the 133 germplasms was analysed and both hexaploids and tetraploids were found in the study.

**Keywords:** *Dioscorea alata* L.; starch; Ploidy level; morphotype

## 新型能源植物大薯选种初探

李 俏, 常春荣, 黄小龙, 陈吉良, 林 红, 吴 睿, 黄祖旬, 黄东益

海南大学农学院, 儋州, 中国, 571737

E-mail: qiaojiji8888@hotmail.com

**摘要:** 大薯因其高淀粉含量, 而具有成为一种新型能源植物的潜力。本实验从全国搜集了 452 份大薯材料, 选取了其中 133 份进行种植保存并对其进行形态学记录和营养成分的测定, 对其中 5 份材料进行了倍性鉴定。筛选出 8 份高淀粉含量的大薯材料, 并发现大薯中存在 6 倍体与 4 倍体。

**关键词:** 大薯; 淀粉; 倍性; 形态

能源短缺问题已经成为世界性的难题。加大力度研发热带能源植物, 实现能源的可持续发展是解决能源短缺和环境污染的最理想的途径之一。大薯(*Dioscorea alata* L.), 又名参薯, 为薯蓣科薯蓣属藤本植物。原产印度, 在中国浙江、江西、福建、台湾、湖北、湖南、广东、广西、贵州、四川、云南、西藏等地常有栽培。大薯产量潜力高, 单株块茎产量一般可达 10 公斤, 高产的甚至可达到 50 公斤以上; 生育期短, 4-6 个月就可收获(海南地区); 淀粉含量较高, 一般为 22%~26%左右, 最高可达 28%, 超过已大规模应用于燃料乙醇生产的马铃薯(13~20%)和甘薯(18~27%); 大薯分布范围广, 生长对光照要求不高, 推广种植可以不用与现有的农作物抢占土地资源, 从而缓解土地资源日益匮乏的矛盾。因此, 大薯有望成为新型能源植物, 但是目前由于对大薯的研究报道还是较少。因此, 基于大薯丰富的遗传多样性(图 1), 对其进行种质资源的评价与筛选, 选育出

高产量、高淀粉含量、生育期短、耐阴性强优质的大薯品种, 同时结合离体快速繁殖技术大量推广种植无疑对于能源问题的缓解具有诱人前景。

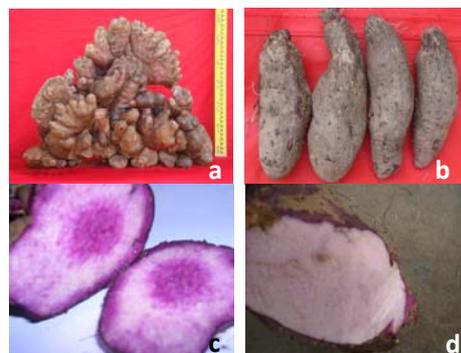


Figure 1 a,b:The shape of the tuber;c,d:The flesh of the tuber

图 1. a,b,为大薯块茎; c,d 为大薯块茎内部

基金项目: 上海农业生物基因中心课题资助, 高等学校博士学科点专项科研基金(No. 200805650004); 农业部热带作物种质资源专项(农垦办【2009】58)

本研究中, 从我国海南、福建、广东、广西、云南

等地区收集了大薯资源 452 份, 从中筛选出 133 份种植保存, 并对其进行形态观察和记录, 营养成分测定, 倍性鉴定, 为大薯的深入研究和利用提供了丰富的种质资源和技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

133 份大薯材料取自于海南大学农学院薯蕷种质资源圃。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 形态学记录

2009 年 4 月~2009 年 12 月进行第一次形态学观察记录。2010 年 4 月~2010 年 12 月再跟踪观察一年。形态学指标主要有 12 个形态指标。

#### 1.2.2 营养成分测定

取新鲜无损坏的大薯块茎, 洗净晾干切碎, 用于 PH 测定和水溶性糖测定, 水溶性糖测定方法为蒽酮比色法。大薯洗净切碎用于烘箱内 60℃ 烘至恒重, 磨成细粉后过 1mm 孔径的铁筛网搜集于封口袋中, 保存于常温。烘干的样品用于干物质、粗蛋白、淀粉、矿质元素含量的测定。粗蛋白测定采用凯氏定氮法, 淀粉采用旋光法, 矿质元素采用原子吸收光谱法。

#### 1.2.3 倍性鉴定

选取一部分形态特别的大薯, 取生长旺盛的茎尖, 采用常规压片法测定其大薯染色体的数目。

## 2 结果

### 2.1 形态学记录

从 133 份大薯材料的形态学数据上看, 大薯总体上可根据薯块的颜色分为两类, 一类薯块内部的颜色为白色, 一类为紫色。薯块为紫色的, 其嫩叶、叶柄和棱翼必为紫色; 薯块为白色的, 其嫩叶和叶柄都为绿色, 但棱翼有的会有淡淡的紫色。零余子的颜色与块茎的颜色相同。叶的形态较为多样。一般大叶型大薯的茎也会较其它的品种粗。

### 2.2 营养成分测定

根据 133 份大薯材料的营养成分测定数据可得出大

薯的 pH 值为 5.69~6.16。干物质含量最高为 41.9%。水溶性糖、粗蛋白、淀粉、矿质元素的含量, 见表 1 和表 2。从中选出了 8 份大薯材料淀粉含量较高, 见表 3。这 8 份淀粉含量较高的大薯材料其中 119、122 和 95 的块茎为白色, 其余 5 份为紫色或紫白色。8 份材料中 98、129、95 的叶形都为 8; 82、122、24 都为 1。

Table 1. Nutritional composition of tubers

表 1. 水溶性糖等成分的含量范围

成分	含量%
水溶性糖	0.4~1.9 (鲜样)
粗蛋白	3.2~10.5*
淀粉	19.00~33.95 (鲜样)

注: \*标注为占干样的含量

Table 2. Mineral composition of tubers

表 2. 各种矿质元素含量范围

元素	占干样含量 mg/100g
K	552~948
Ca	0.0983~33
Fe	4.7~36
Zn	0.65~5
Mn	0.136~17.3
Cu	0.38~0.78

### 2.3 倍性鉴定

编号为 179、178、62、80、119 的大薯品种, 其染色体数目依次为 2n=60、2n=40、2n=60、2n=40、2n=40 条(图 2)。淀粉含量依次为 11.71%、25.71%、22.91%、24.78%、32.40%。由此可见其大薯的染色体数目与淀粉含量关系不大。大叶的大薯品种基本为 60 条染色体, 但也有例外, 例如编号 181 的大叶型大薯, 其染色体数目为 40 条。

## 3 讨论

相对于大薯, 木薯和甘蔗在转化燃料乙醇的技术上已相对成熟, 但木薯对光照要求严格, 从而地域分布受到一定的限制; 甘蔗主要是作为水果供人们食用以及作为原料进行加工生产食用蔗糖, 对于大规模用甘蔗生产乙醇的经济效益不如生产食用蔗糖的经济效益好, 所以在一定程度上限制了甘蔗作为能源植物的实际应用。大薯刚好弥补了以上两种作物的不足, 从而具备有成为新

的能源植物的潜力。

大薯形态丰富性一定程度上显示了其遗传的多样性。如果能将形态指标与淀粉含量等营养指标关联起来，对于大薯的选育种将会更加方便快捷。

Table 3. Some morphotypes and high starch content of 8 germplasms

表 3. 8 份大薯材料的淀粉含量和部分形态特征

编号	淀粉含量%	块茎内部颜色	叶形
138	32.47	紫色	6
95	33.95	白色	8
82	29.36	紫白色	1
98	25.39	紫白色	8
122	27.89	白色	1
129	28.16	紫白色	8
24	31.14	紫白色	1
119	32.4	白色	3

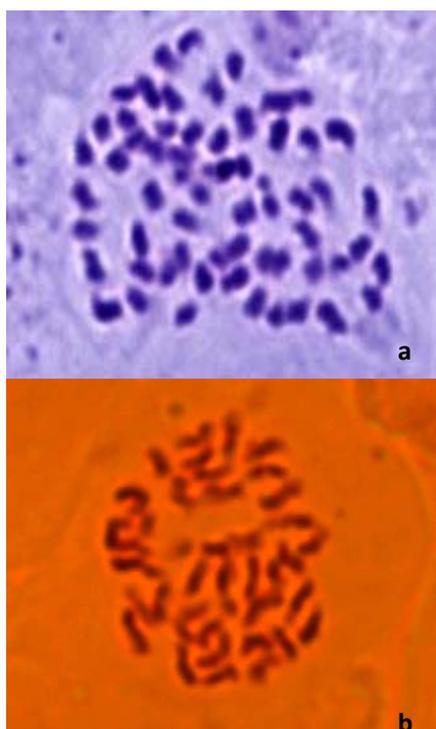


Figure 2. Two kinds of chromosome numbers of *Dioscorea alata*

L:a,2n=60;b,2n=40

图 2 a,2n=60; b,2n=40

大薯块茎呈弱酸性。水溶性糖含量较之前报道的 2%~4% 略低<sup>[1]</sup>，与 G. ravindran 报道的一般低于 1.5% 相似<sup>[2]</sup>。粗蛋白的含量为 3.2%~10.5%，与之前的报道相似<sup>[2-3]</sup>。大薯蛋白质的含量普遍较其它热带作物，如甜土豆和木薯已经报道的含量高<sup>[1],[4],[5]</sup>。钾是大薯中含量最多的矿质元素，与之前的报道一致<sup>[2]</sup>。矿质含量的差异与栽培条件有一定的关系。

淀粉是大薯干物质中的主要成分，筛选出来的 9 份大薯材料 138、95、82、98、122、129、87、24 中淀粉含量占干物质含量依次为 80.69%、81.01%、77.16%、79.24%、81.53%、78.49%、78.70%、79.51%，其最高含量较 V. Lebot 报道的最高含量 78.6% 高<sup>[3]</sup>。其丰富的淀粉含量说明其在燃料乙醇的转化方面是完全可行的。

在对一部分大薯材料进行倍性鉴定时，发现了四倍体和六倍体，这可能也是其形态存在复杂多样性的原因。其染色体数目分别为  $2n=40$  和  $2n=60$ ，与国外的一些报道一致，在国内还未见报道<sup>[6-9]</sup>。目前还没有发现之前有报道过的八倍体。六倍体经推测应该是有四倍体和八倍体杂交而来。在本研究中已发现大叶型的大薯材料基本上都为 6 倍体，但倍性是否与产量或淀粉含量相关还有待进一步探索，如果能筛选出产量高，淀粉含量高，且又抗病的品种，对于生物能源的开发及运用是极有帮助的。

## References (参考文献)

- [1] Bradbury JH. The chemical composition of tropical root crops. ASEAN Food J 4, 1988.3-13.
- [2] G. ravindran. Nutritional assessment of yam (*Dioscorea alata*) tubers. Plant Foods for Human Nutrition, 1994, 46, 33-39.
- [3] V. Lebot. Physico-chemical characterisation of yam (*Dioscorea alata* L.) tubers from Vanuatu. Genetic Resources and Crop Evolution, 2006, 53, 1199-1208.
- [4] Onwume IC. The tropical tuber crops: Yams, cassava, sweet potato and cocoyams. Chichester: John Wiley, 1978.
- [5] FAO. Food Composition Table for Use in East Asia. Rome: Food and Agriculture Organization, 1972.
- [6] F. Gamiette. Ploidy determination of some yam species (*Dioscorea* spp.) by flow cytometry and conventional chromosomes counting. Genetic Resources and Crop Evolution, 46 (1), 19-27.
- [7] Arnau G. Revision of ploidy levels of *Dioscorea alata* polyploid species by cytogenetic and microsatellite segregation analysis. Theor Appl Genet, 2009, 118 (7), 1239-1249.
- [8] R. Asiedu. Ploidy level studies on the *Dioscorea cayenensis*/*Dioscorea rotundata* complex core set. Euphytica, 2009, 169 (3), 319-326.
- [9] R. Asiedu. Ploidy levels of *Dioscorea alata* L. germplasm determined by flow cytometry. Genetic Resources and Crop Evolution, 2010, 57(3), 351-356.
- [10] C.N. Egesi. Ploidy analysis in water yam, *Dioscorea alata* L. germplasm. Euphytica, 2002, 128 (2), 225-230.