

# 内蒙古达拉特旗地区甘薯适应性研究初探

后 猛<sup>1</sup> 张允刚<sup>1</sup> 李 强<sup>1</sup> 马 玺<sup>2</sup> 杜占春<sup>3</sup> 王 欣<sup>1</sup> 唐 维<sup>1</sup> 李秀英<sup>1</sup> 马代夫<sup>1</sup>

(1. 中国农业科学院 甘薯研究所 农业部甘薯生物学与遗传育种重点实验室 江苏徐州甘薯研究中心 江苏 徐州 221121;

2. 内蒙古达拉特旗农业综合开发办公室 内蒙古 达拉特旗 014300; 3. 内蒙古达拉特旗农业技术推广中心 内蒙古 达拉特旗 014300)

**摘要:** 为研究甘薯在内蒙古达拉特旗干旱、半干旱地区的生长适应性,选用优质食用、淀粉、特用等 40 多个甘薯新品种(系),从中筛选出适合当地种植的甘薯新材料。结果表明,在达拉特旗地区,试验①中所选甘薯材料间的单株结薯数和薯块干率差异达到 1% 的显著水平,淀粉产量差异达到 5% 的显著水平;淀粉、还原糖及可溶性糖含量在品种(系)间存在极显著差异,蛋白质含量差异不显著。还发现薯块干率与还原性糖和可溶性糖显著负相关,而与淀粉含量正相关程度也较高,但未达到显著水平。从试验①和试验②中,共筛选出徐薯 28、徐 076008、徐 065922、徐 060314 和徐 071419 等 16 个中高代材料在达旗当地过冬保存,以期于下年在内蒙古地区育苗和进一步筛选,以及大面积示范、推广。

**关键词:** 甘薯; 半干旱地区; 产量; 适应性

中图分类号: S531.03 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2012)增刊-0205-04

## Preliminary Study of Sweetpotato Adaptability in Inner Mongolia Dalateqi Area

HOU Meng<sup>1</sup> ZHANG Yun-gang<sup>1</sup> LI Qiang<sup>1</sup> MA Xi<sup>2</sup> DU Zhan-chun<sup>3</sup> WANG Xin<sup>1</sup> ,  
TANG Wei<sup>1</sup> LI Xiu-ying<sup>1</sup> MA Dai-fu<sup>1</sup>

(1. Sweetpotato Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Sweetpotato, Ministry of Agriculture, Jiangsu Xuzhou Sweetpotato Research Center, Xuzhou 221121, China; 2. Dalateqi Agricultural Comprehensive Development Office, Dalateqi 014300, China; 3. Dalateqi Agricultural Technology Extend Center, Dalateqi 014300, China)

**Abstract:** In order to study the growth and adaptability of sweetpotato in the arid or semi-arid regions in Inner Mongolia, we chose more than 40 sweetpotato varieties (lines) with especial usage and screened some new varieties suitable for growing in local farmlands. The results showed that in Dalateqi region storage root numbers per plant and dry matter content of storage root among the selected sweetpotato varieties (lines) in test ① reached to 1% significant level, otherwise protein content reached to 5% significant level. Starch, reducing sugar and soluble sugar content were significant differences among the varieties (lines) in test ①, however, protein content was no significant difference. Seen from the correlation coefficients, dry matter content of storage root had significantly negative correlation with reducing sugar and soluble sugar content, and had relative high positive correlation with starch content, but did not reach to a significant level. Concluded from the test ① and test ②, we totally screened 16 medium or high-generation sweetpotato materials (including Xushu 28, Xu 076008, Xu 065922, Xu 060314 and Xu 071419 and so on), and saved them to pass the winter in the local, and expected to propagate and further screen, as well as demonstration and extend in a large area in the Inner Mongolia region in the next year.

**Key words:** Sweetpotato; Semi-arid area; Production; Adaptability

甘薯(*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) 是世界上重要的粮食和工业原料作物,还是生产燃料乙醇的一种优良替代品<sup>[1]</sup>。甘薯因其适应性强,耐高温、贫瘠和干旱等特性,广泛分布于我国各地,在我国粮食

收稿日期: 2012-07-20

基金项目: 国家科技支撑计划(2009BADA7B03); 现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-41); 江苏省科技支撑计划(BE2011301); 中科院水利部学科前沿项目

作者简介: 后 猛(1981-),男,山东曹县人,助理研究员,硕士,主要从事甘薯遗传育种研究。

通讯作者: 李 强(1971-),男,江苏铜山人,研究员,博士,主要从事甘薯遗传育种研究。

生产和能源安全中发挥着重要作用。随着对甘薯营养价值认识的提高和保健意识的增强,甘薯作为一种投入相对较少、污染较低的营养保健食品越来越得到广泛关注<sup>[2]</sup>。

干旱是目前粮食生产所面临的一个严峻问题,专家称我国干旱区面积占国土面积 1/3,而干旱地区正在遭受着荒漠化的威胁([http://www.chinadaily.com.cn/zgrbjx/2010-11/23/content\\_11592182.htm](http://www.chinadaily.com.cn/zgrbjx/2010-11/23/content_11592182.htm))。在意识到保护地球生态环境重要性的前提下,2004 年 4 月中国和韩国科学技术部共同启动“以防治沙漠化为目的的耐旱植物的开发”合作研究项目,并将甘薯、马铃薯等经济作物及苜蓿等饲料作物作为首批入选的植物,这为筛选培育最佳环保型工业用植物新品系,为改善当今世界面临的气候变化和环境破坏问题作出贡献。近年来,随着我国粮食市场供求的变化和种植业结构的调整,甘薯由过去单一用作粮食向粮食、加工原料和饲料等多样化方向发展,甘薯的种植方向逐渐转向山地及干旱缺水的丘陵地区。在“十一·五”期间,国家甘薯产业技术体系将“甘薯丘陵薄地薯干产量倍增技术”列入体系重点任务。本研究通过在内蒙古干

旱、半干旱地区进行抗旱资源的筛选,可直接为甘薯育种及生产示范与推广提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 田间试验概况

试验于 2011 年 6 月 9 日至 9 月 19 日在内蒙古达拉特旗(110.02°E,40.42°N)新城一农户土地上进行。该地类型为沙壤土,土壤肥力一般,每亩穴施磷酸二铵 25 kg,前作物为玉米冬闲。栽插前首先起垄,栽插后喷灌浇透,以利于保苗,在整个生长过程中,根据天气干旱情况适当喷灌 2~3 次,并适当除草。

### 1.2 试验材料与试验设计

本研究分为两个试验,①高代品系鉴定试验:共 10 个品种(系),随机区组排列,3 重复,3 行区,行长 4 m,行距 0.9 m,株距 0.2 m,60 株/区,走道 0.5 m,栽插密度 55 560 株/hm<sup>2</sup>,试验净面积 324 m<sup>2</sup>;②中高代材料鉴定试验:共 32 个材料,顺序排列,1 重复,2 行区,行长 3 m,行距 0.9 m,株距 0.2 m,30 株/小区,走道 0.5 m,栽插密度 55 560 株/hm<sup>2</sup>,试验净面积 172.8 m<sup>2</sup>。

表 1 不同甘薯材料主要产量性状的方差分析(平均值±标准误差)

Tab.1 Variance analysis of main yield traits in different sweetpotato materials( mean ± SE)

材料名称 Materials	类型 Type	单株结薯数 Number of storage root	鲜薯产量 /kg/667m <sup>2</sup> Storage root fresh weight	薯块干率/% Dry matter content of root	薯干产量 /(t/hm <sup>2</sup> ) Storage root dry weight	淀粉产量 /(t/hm <sup>2</sup> ) Storage root starch weight
徐 051901 Xu 051901	食用	2.1 ± 0.59c	9.352 5 ± 4.285 5b	19.29 ± 0.08de	1.797 0 ± 0.817 5d	0.969 0 ± 0.438 0d
徐 052701 Xu 052701	特用	3.9 ± 0.87ab	17.056 5 ± 7.716 0ab	19.01 ± 0.36e	3.220 5 ± 1.461 0abcd	1.717 5 ± 0.781 5bcd
徐 053302 Xu 053302	紫薯	3.1 ± 0.29bc	13.890 0 ± 0.900 0ab	26.56 ± 0.96a	3.697 5 ± 0.328 5abcd	2.332 5 ± 0.234 0abcd
徐 060314 Xu 060314	食用	2.1 ± 0.35c	11.722 5 ± 3.583 5ab	18.69 ± 0.11e	2.197 5 ± 0.676 5cd	1.165 5 ± 0.361 5cd
徐 030304 Xu 030304	紫薯	1.6 ± 0.20c	10.759 5 ± 5.002 5b	25.12 ± 0.30b	2.676 0 ± 1.212 0bcd	1.664 0 ± 0.736 5bcd
徐 065922 Xu 065922	食用	4.3 ± 0.66ab	21.576 0 ± 2.337 0ab	20.41 ± 0.50cd	4.404 0 ± 0.474 0abc	2.460 0 ± 0.270 0abc
徐 068344 Xu 068344	兼用	3.1 ± 0.93bc	14.946 0 ± 2.352 0ab	20.62 ± 0.66cd	3.072 0 ± 0.480 0abcd	1.722 0 ± 0.273 0bcd
徐 071419 Xu 071419	淀粉	3.9 ± 0.27ab	15.501 0 ± 2.281 5ab	26.59 ± 0.55a	4.131 0 ± 0.648 0abcd	2.608 5 ± 0.420 0ab
徐 076008 Xu 076008	紫薯	5.4 ± 0.61a	21.261 0 ± 1.206 0ab	24.79 ± 0.05b	5.271 0 ± 0.307 5a	3.234 0 ± 0.190 5a
徐薯 28 Xushu 28	兼用	3.1 ± 0.37bc	24.187 5 ± 4.720 5a	20.84 ± 0.25c	5.064 0 ± 1.036 5ab	2.868 0 ± 0.600 0ab
F 值 F value		3.977	1.581	46.123	1.995	2.446
P 值 P value		0.006 1	0.188 2	0.000 1	0.095 2	0.045 9

注: 同列中不同字母表示差异达到 5% 显著水平。表 2 同。

Note: Different small letters within a line indicate a significant difference at 5% probability level. The same as Tab. 2.

### 1.3 试验方法

试验①于收获期每一材料 3 重复每一小区全部收获,并测产,于收获后一个月进行品质性状测定;试验②于收获期只将产量较高、薯形较好等地下部表现较好的材料全部收获,并测产。淀粉、还原性糖、可溶性糖和粗蛋白含量测定采用 VECTOR22/N 型傅立叶变换近红外反射光谱仪(德国 BRUKER 光谱仪器公司)法<sup>[3]</sup>。

所得数据采用 DPS 处理软件<sup>[4]</sup>进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同甘薯品种(系)块根产量性状的差异

在试验①中,在干旱、半干旱的达拉特旗地区,所选取的 10 个甘薯材料之间的单株结薯数和薯块干率差异达到 1% 的显著水平,淀粉产量差异达到 5% 的显著水平,而鲜薯和薯干产量差异不显著(表 1)。

从  $F$  值大小可以看出 ,薯块干率的  $F$  值最大 ,高达 46.123;鲜薯产量的  $F$  值最小 ,仅为 1.581 ,说明所选甘薯品种(系)的薯块干率差异最大 ,而鲜薯产量差异最小。还发现 ,兼用型甘薯新品种徐薯 28 的鲜薯产量最高 ,薯干和淀粉产量均排名第二 ,其综合表现较好;其次是紫薯材料徐 076008 ,其薯干和淀粉产量均排名第一 ,鲜薯产量排名第三 ,是一个表现不错的紫薯品系;再次是食用型高代品系徐 065922 ,其鲜薯产量较高 ,排名第二 ,而薯干和淀粉产量均排在第三位 ,综合表现也不错 ,具有较好的推广价值。

2.2 不同甘薯品种(系)块根品质性状的差异

将试验①中所有材料每一重复任取两块中等大小的薯块 ,利用近红外反射光谱仪对其进行块根品

质性状的测定和分析。方差分析结果表明 ,淀粉、还原糖及可溶性糖含量在品种(系)间存在极显著差异 ,蛋白质含量差异不显著(表 2)。从  $F$  值大小可以看出 ,淀粉和可溶性糖含量的  $F$  值较大 ,分别为 20.404 和 23.244;蛋白质含量的  $F$  值最小 ,仅为 2.036 ,说明可溶性糖含量在所选甘薯品种(系)间差异最大 ,而蛋白质含量差异最小。研究结果显示(表 2) ,徐 071419 淀粉含量最高 ,徐 052701 淀粉含量最低;徐 052701 还原糖和可溶性糖含量均最高 ,徐 068344 还原糖含量最低 ,徐 071419 可溶性糖含量最低;徐 076008 蛋白质含量最高 ,徐 060314 蛋白质含量最低。

表 2 不同甘薯品种(系)主要品质性状的方差分析(平均值±标准误差)(干基)

Tab.2 Variance analysis of main quality traits in different sweetpotato varieties (mean±SE) (Dry basisr)

材料名称 Materials	类型 Type	淀粉含量 /% Starch content	还原性糖 含量 /% Reducing sugar content	可溶性糖 含量 /% Soluble sugar content	粗蛋白 含量 /% Protein content
徐 051901 Xu 051901	食用	47.24 ± 0.87bc	11.56 ± 1.60b	17.01 ± 1.02c	7.79 ± 0.61abc
徐 052701 Xu 052701	特用	38.95 ± 2.54d	18.33 ± 1.86a	26.11 ± 1.04a	5.40 ± 0.29c
徐 053302 Xu 053302	紫薯	49.68 ± 0.43b	9.14 ± 1.49bcd	14.43 ± 1.42cd	6.39 ± 1.11abc
徐 060314 Xu 060314	食用	44.51 ± 0.55c	17.09 ± 1.16a	22.49 ± 0.49b	5.23 ± 0.59c
徐 030304 Xu 030304	紫薯	53.50 ± 0.42a	9.66 ± 0.28bcd	11.71 ± 0.26de	5.59 ± 0.14c
徐 065922 Xu 065922	食用	44.66 ± 0.18c	10.63 ± 0.80bc	15.68 ± 1.14c	8.36 ± 0.86ab
徐 068344 Xu 068344	兼用	53.42 ± 1.09a	6.78 ± 0.72d	11.49 ± 1.04de	6.67 ± 0.61abc
徐 071419 Xu 071419	淀粉	56.17 ± 0.66a	7.28 ± 0.77cd	11.12 ± 1.06e	6.09 ± 0.78bc
徐 076008 Xu 076008	紫薯	44.33 ± 1.58c	7.90 ± 1.19bcd	15.84 ± 1.20c	8.99 ± 0.11a
徐薯 28 Xushu 28	兼用	49.23 ± 1.26b	9.98 ± 1.75bcd	14.14 ± 0.91cd	7.00 ± 2.07abc
$F$ 值 $F$ value		20.404	9.680	23.244	2.036
$p$ 值 $p$ value		0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.089 0

注:干基指 80℃ 烘干后甘薯样品。  
Note: Dry basisr means sweetpotato dried at 80℃.

2.3 甘薯块根产量性状与品质性状的相关性分析

将试验(1)中 10 个甘薯材料产量与品质性状平均值进行相关性分析 ,以进一步了解薯块产量和品质的相互关系。从相关系数(表 3)看 ,甘薯薯块干率与还原性糖和可溶性糖显著负相关 ,相关系数分别为 -0.655 9 和 -0.633 7 ,与淀粉含量正相关

程度也较高 ,但未达到显著水平(  $\alpha = 0.05$  时 , $r = 0.631 9$ );而蛋白质含量与单株结薯数、鲜薯产量、薯干产量和淀粉产量的相关程度也相对较高 ,相关系数在 0.50 左右 ,但均未达到显著水平;其余产量与品质性状间的相关性较低或很低。

表 3 甘薯薯块产量性状与品质性状的相关系数

Tab.3 Correlation coefficients among yield and quality traits of sweetpotato storage root

性状 Traits	淀粉含量 Starch content	还原性糖 含量 Reducing sugar content	可溶性糖 含量 Soluble sugar content	粗蛋白 含量 Protein content
单株结薯数 Number of storage root	-0.318 0	-0.222 2	0.047 4	0.577 5
鲜薯产量 Storage root fresh weight	-0.253 1	-0.179 1	-0.038 8	0.492 2
薯块干率 Dry matter content of root	0.586 2	-0.655 9*	-0.633 7*	0.038 1
薯干产量 Storage root dry weight	-0.012 3	-0.436 9	-0.279 4	0.510 4
淀粉产量 Storage root starch weight	0.090 8	-0.523 3	-0.366 9	0.491 0

注: \* . 值表明其显著性分别达到 95% 置信区间。  
Note: \* . Significant at 5% level.

### 3 讨论

甘薯是我国主要粮食作物之一,它不仅富含淀粉和其他碳水化合物,而且含有 $\beta$ -胡萝卜素、花青素、钙、铁等矿物质和多种维生素,尤其是维生素A和C,是一种营养丰富的保健食品<sup>[5]</sup>。甘薯抗干旱能力很强,与其他植物一起,可以起到防风固沙的作用,作为一种“沙漠植物”适合在沙漠边缘地区种植,为治理沙漠提供一种思路。干旱和半干旱地区虽然水资源匮乏,但这些地区病虫害相对较少,且土质较松软,有利于甘薯的膨大。在这些地区生长的甘薯,薯形较好,口感佳,商品性很高,且污染很少,是一种品质优良、绿色无公害食物。

当学斌<sup>[6]</sup>在宁夏半干旱地区对地膜甘薯的产量相关性状进行过分析,这为甘薯在干旱、半干旱地区的适应性研究提供了实践基础。在达拉特旗地区,试验①中所选甘薯材料间的单株结薯数和薯块干率差异达到1%的显著水平,淀粉产量差异达到5%的显著水平;淀粉、还原糖及可溶性糖含量在品种(系)间存在极显著差异,蛋白质含量差异不显著。构成优良品种的条件是综合性的,除了产量以外,还要同时考虑品质等其他特点。由于产量与品质性状之间也存在着一定的相关性,选择某一目标性状时应该综合考虑,才能获得更为理想的结果。过去人们主要侧重于对甘薯产量及其相关性状的研究<sup>[6-13]</sup>,而对品质性状间相关性研究不多。Ma等<sup>[3]</sup>研究结论表明,薯干产量与胡萝卜素含量和蛋白质含量均呈负相关;鲜薯产量与胡萝卜素含量和蛋白质含量也均呈负相关,且接近显著水平。我们以前研究也报道,单株鲜薯重与淀粉含量呈极显著正相关,与蛋白质含量呈极显著负相关;薯块干率与淀粉含量呈极显著正相关,与胡萝卜素、还原性糖、可溶性糖以及蛋白质含量等均呈负相关<sup>[14]</sup>。本研究发现薯块干率与还原性糖和可溶性糖显著负相关,而与淀粉含量正相关程度也较高,但未达到显著水平,因而薯块干率大小可作为甘薯重要品质性状的选择依据。

通过2年的试验结果,我们总结出一些在干旱、半干旱地区种植甘薯的注意事项:①由于当地降雨较少,天气比较干旱,所以甘薯在栽插时要浇足水,保苗比较关键;②达拉特旗当地的土质比较松软且干旱,有些甘薯品种(系)容易产生较长的薯拐,给机械化收获造成困难,即使产量高也不利于大面积种植和推广,所以要选薯拐较短的品种;③作物在内蒙古达拉特旗等地区的生长期受限,加之今年甘薯栽插期较

晚,从种植到收获只有短短的100 d,甘薯的整个生长期较短,造成甘薯产量不是很高,干率较低,所以下一年将根据天气情况适时提早栽插,延长其生长期,增加鲜产和干率;④由于当地没有种植甘薯的传统,对甘薯的储存和育苗缺乏技术支撑,我们也在探索甘薯如何在当地储藏和安全过冬,为进一步在当地育苗、扩繁和大面积推广打下基础。

在试验①中,结合结薯习性、薯形、薯拐长度等地下部表现(结果未显示),筛选出徐薯28、徐076008、徐065922、徐060314和徐071419等5个高代材料;在试验②中,根据鲜薯产量、地下部表现及蒸煮食味等分析结果(结果未显示),筛选出徐083143、徐083013等11个中高代材料,与试验①选出的材料一起在达拉特旗当地保存。通过在内蒙古达拉特旗半干旱地区引种和试种,已取得了初步成功,但能否获得高产则是甘薯在该地区大面积推广的关键。下一步将根据天气情况适时提早栽插,延长甘薯整个生长期,以增加其鲜产和干产,为今后甘薯在干旱、半干旱地区的大面积示范、推广提供理论依据。

#### 参考文献:

- [1] Zang N, Zhai H, Gao S *et al.* Efficient production of transgenic plants using the *bar* gene for herbicide resistance in sweet potato [J]. *Sci Hort* 2009, 122: 649-653.
- [2] 陆国权, 黄华宏, 何腾弟. 甘薯维生素C和胡萝卜素含量的基因型、环境及基因型与环境互作效应的分析[J]. *中国农业科学* 2002, 35(5): 482-486.
- [3] Ma D F, Li Q, Li X Y, *et al.* Selection of parents for breeding edible varieties of sweetpotato with high carotene content [J]. *Agricultural Sciences in China* 2009, 8(10): 1166-1173.
- [4] 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: 43-80.
- [5] Woolfe J A. Sweet potato: an untapped food resource [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1992, 118-187.
- [6] 当学斌. 宁夏半干旱地区地膜甘薯产量相关性状的通径分析[J]. *干旱地区农业研究* 1998, 16(4): 57-60.
- [7] 戴起伟, 邱瑞谦, 徐品莲, 等. 甘薯若干数量性状遗传参数和高淀粉高产育种策略研讨[J]. *中国农业科学*, 1988, 21(4): 33-38.
- [8] 徐茜, 王良平, 张兴端, 等. 秋甘薯无性一代主要数量性状遗传相关及通径分析[J]. *国外农学—杂粮作物* 1996(6): 22-24.
- [9] 杨爱梅, 雷书声, 董国靖. 甘薯数量性状相关分析及遗传距离研究[J]. *华北农学报* 1997, 12(3): 77-82.
- [10] 余金龙. 甘薯块根产量及相关性状的典型相关分析[J]. *西南农业学报* 2001, 14(2): 107-110.
- [11] 周清元, 张建奎, 王季春, 等. 甘薯早代品系部分数量性状的遗传相关分析[J]. *西南农业大学学报* 2001, 23(3): 222-224.
- [12] 崔翠, 周清元, 蒲海斌, 等. 甘薯部分数量性状的遗传力及其相关分析[J]. *西南农业大学学报·自然科学版* 2004, 26(5): 560-562.
- [13] 董立峰, 王凤宝, 付金锋, 等. 甘薯主要数量性状对单株产量的通径分析[J]. *中国农学通报* 2005, 21(3): 311-315.
- [14] 后猛, 李强, 马代夫, 等. 甘薯主要经济性状的遗传倾向及其相关性分析[J]. *西北农业学报* 2011, 20(2): 99-103.