

# 不同生态环境对甘薯品质性状的影响

孙凯<sup>1</sup>, 后猛<sup>2</sup>, 王凤<sup>1</sup>, 张海<sup>1</sup>, 刘峰<sup>1\*</sup>

(1. 吉林省农业科学院, 长春 130033; 2. 江苏徐州甘薯研究中心, 江苏 徐州 221131)

**摘要:**本研究以吉林省寒地生态区和徐州生态区为试验地点, 探讨寒地生态区环境效应对甘薯品质的影响以及跨较大纬度的多点试验地间的环境效应差别, 研究不同生态环境下甘薯主要品质性状的变化规律。结果表明: 甘薯干物质含量的大小受环境效应影响较大; 而淀粉、还原糖、蛋白质、可溶性糖和胡萝卜素主要受品种×环境互作效应影响, 纬度跨度大会显著影响紫薯的花青素含量。

**关键词:**甘薯; 生态环境; 品质性状

中图分类号: S531

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)05-0021-04

## Effects of Different Ecological Environment on Quality Characters of Sweet Potato

SUN Kai<sup>1</sup>, HOU Meng<sup>2</sup>, WANG Feng<sup>1</sup>, ZHANG Hai<sup>1</sup>, LIU Feng<sup>1\*</sup>

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 2. Xuzhou Sweet potato Research Center of Jiangsu Province, Xuzhou 221131, China)

**Abstract:** In this study, cold ecological region of Jilin Province and Xuzhou ecological region were used as experimental sites to explore the impact of environmental effects on sweet potato quality in cold ecological region and the differences of environmental effects among multiple sites across a large latitude, and to study the variation law of main quality traits of sweet potato under different ecological environments. The results showed that the dry matter content of sweet potato was greatly affected by environmental effects, while starch, reducing sugar, protein, soluble sugar and carotene were mainly affected by the interaction between varieties and environment, and the anthocyanin content of purple sweet potato was significantly affected by latitude span.

**Key words:** Sweet potato; Ecological environment; Quality characters

甘薯 [*Ipomoea batatas*(L.) Lam.] 是旋花科一年生或多年生草质蔓性藤本植物, 是世界上重要的粮食、饲料及能源作物<sup>[1-2]</sup>。中国是世界上最大的甘薯生产国, 甘薯用途广泛, 可作为加工业的原料, 还具有保健功能, 富含人体所需的重要营养物质<sup>[3-4]</sup>。随着人民的生活水平的提高, 开始注意食物的保健功效, 崇尚绿色食品, 甘薯正可以满足这种要求。甘薯主要的育种目标随之改变, 由单纯的追求高产转变为产量与品质并重<sup>[5]</sup>。

甘薯对环境有较强的适应性, 抗逆性表现优良。但不同产地土壤条件和气候条件等生态因子

对甘薯品质性状的影响存在差异<sup>[6-9]</sup>。已有研究环境效应对甘薯产量性状或品质性状的影响<sup>[10-13]</sup>, 但少见针对生态环境跨纬度较大的试验点、关于寒地生态区试验点的报道。本研究以吉林省寒地生态区和徐州生态区为试验地点, 探讨寒地生态区环境效应对甘薯品质的影响、跨较大纬度的多点试验地间环境效应差别, 研究不同生态环境下甘薯主要品质性状的变化规律, 以期为优质甘薯品种的选育及跨区域引种提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料及试验区

试验材料: 徐紫薯 8 号、烟薯 25、吉徐 3 号、普薯 32、济薯 26。

试验区: 寒地生态区范家屯试验点、白城试验点、农安试验点以及徐州甘薯研究中心试验点, 土壤类型分别为: 黑土、沙壤土、沙壤土、壤土; 各

收稿日期: 2019-05-18

基金项目: 吉林省农业科技创新工程创新团队项目 (CXGC2017TD008)

作者简介: 孙凯 (1986-), 男, 助理研究员, 硕士, 从事甘薯遗传育种研究。

通讯作者: 刘峰, 男, 研究员, E-mail: tyslf@126.com

试验点土壤肥力中等;播种时间分别为:5月25日、5月23日、5月23日、5月24日;收获时间分别为:9月18日、9月21日、9月19日、10月31日。

底肥施入:尿素(以N计)150 kg/hm<sup>2</sup>,磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)75 kg/hm<sup>2</sup>,钾肥(K<sub>2</sub>O)112.5 kg/hm<sup>2</sup>。

### 1.2 试验设计

采用随机区组排列,3个重复,每个处理5行区,每行栽插20株,株距25 cm,垄宽65 cm。各试验点以当地最适播期种植,除气候、土壤等生态因子不同外,其他根据一般高产管理措施进行。

### 1.3 测试指标及方法

测试时期:成熟期采收,贮藏30天开始测试。

测试指标:干率、淀粉含量、可溶性糖含量、蛋白质含量、花青素含量、胡萝卜素含量。

测试方法:采用常规烘干法,根据吕长文等的方法计算每个品种(系)的干率;花青素、胡萝卜素、粗淀粉、粗蛋白、还原糖及可溶性糖含量参照张治安等的方法<sup>[14-15]</sup>。

试验数据采用Excel 2013和DPS 14.5软件进行处理和统计分析<sup>[16]</sup>。环境与品种及其互作方差分析采用随机模型。

## 2 结果与分析

### 2.1 各试验点和各品种间甘薯干物质含量(烘干率)的差异性分析

4个试验点甘薯烘干率的大小排序为:农安县>范家屯>徐州>白城(表1)。其中农安县试验点与其他试验点均达到显著水平,与徐州、白城试验点差异极显著;徐州试验点甘薯烘干率高于白城试验点,但差异不显著。5个品种间甘薯烘干率的大小为:徐紫薯8号>普薯32>吉徐薯3号>济薯26>烟薯25;徐紫薯8号与普薯32的烘干率差异不显著;其他3个品种的烘干率差异极显著。

表1 各试验点和各品种间甘薯干物质含量(烘干率)多重比较 %

试验点	均值与显著性	品种	均值与显著性
徐州	27.63±1.99cB	徐紫薯8号	31.76±2.88aA
白城	27.25±2.77cB	烟薯25	26.63±2.82dD
范家屯	30.98±2.71bA	吉徐薯3号	29.51±3.09bB
农安县	31.64±2.25aA	济薯26	27.89±1.57cC
		普薯32	31.06±1.77aA

注:小写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ ),大写字母不同表示差异极显著( $P < 0.01$ ),下同

### 2.2 各试验点和各品种间甘薯粗淀粉含量的差异性分析

由表2可知,范家屯试验点甘薯淀粉含量最高;白城试验点最低,与其他3个试验点极显著。5个试验品种淀粉含量的顺序为:吉徐薯3号>普薯32>济薯26>烟薯25>徐紫薯8号;吉徐薯3号淀粉含量最高,与其他供试品种极显著;济薯26与烟薯25淀粉含量差异不显著;徐紫薯8号淀粉含量最低,与其他品种差异极显著。

表2 各试验点和各品种间甘薯粗淀粉含量多重比较 % (DW)

试验点	均值与显著性	品种	均值与显著性
徐州	55.85±2.55aA	徐紫薯8号	51.53±1.51dD
白城	55.17±2.81bB	烟薯25	56.02±2.40cC
范家屯	55.86±4.47aA	吉徐薯3号	57.64±2.92aA
农安县	55.60±2.93aA	济薯26	56.09±2.91cC
		普薯32	56.80±2.30bB

### 2.3 各试验点和各品种间甘薯粗蛋白含量的差异性分析

由表3可知,4个试验点甘薯粗蛋白含量的顺序为:农安县>范家屯>徐州>白城,与烘干率的顺序一致,并且各试验点间差异极显著。吉徐薯3号的粗蛋白含量最高,且与其他品种差异极显著;烟薯25的粗蛋白含量最低。

表3 各试验点和各品种间甘薯粗蛋白含量多重比较 % (DW)

试验点	均值与显著性	品种	均值与显著性
徐州	7.97±0.6cC	徐紫薯8号	8.36±1.91dC
白城	7.46±1.94dD	烟薯25	7.12±1.70eD
范家屯	9.01±1.57bB	吉徐薯3号	10.40±2.68aA
农安县	10.73±2.55aA	济薯26	8.59±2.13cC
		普薯32	9.51±0.61bB

### 2.4 各试验点和各品种间甘薯还原糖含量的差异性分析

4个试验点的甘薯还原糖含量为:农安县>白城>徐州>范家屯,但各试验点间差异不显著(表4)。徐紫薯8号的还原糖含量最高,但与普薯32、吉徐薯3号、烟薯25差异不显著;济薯26还原糖含量最低,且与其他品种差异显著。

### 2.5 各试验点和各品种间甘薯可溶性糖含量的差异性分析

4个试验点可溶性糖含量为:白城>范家屯>徐州>农安县,并且各试验点间差异极显著。烟薯25可溶性糖含量最高,且与其他品种差异极显著;济薯26与普薯32差异不显著;徐紫薯8号的可溶性糖含量最低,与其他品种极显著(表5)。

表4 各试验点和各品种间甘薯还原糖

含量多重比较			
试验点	均值与显著性	品种	均值与显著性
徐州	4.92±1.62aA	徐紫薯8号	5.76±0.44aA
白城	5.33±1.41aA	烟薯25	5.11±1.45aA
范家屯	4.84±1.09aA	吉徐薯3号	5.21±1.46aA
农安县	5.38±1.16aA	济薯26	4.06±0.84bB
		普薯32	5.45±1.58aA

表5 各试验点和各品种间甘薯可溶性糖

含量多重比较			
试验点	均值与显著性	品种	均值与显著性
徐州	12.46±2.00cC	徐紫薯8号	9.91±0.74dD
白城	14.49±3.31aA	烟薯25	16.10±2.76aA
范家屯	13.91±2.45bB	吉徐薯3号	12.53±1.41cC
农安县	12.01±1.48dD	济薯26	13.72±0.87bB
		普薯32	13.82±1.40bB

## 2.6 各试验点和各品种间甘薯胡萝卜素含量的差异性分析

由表6可以看出,4个试验点的甘薯胡萝卜素含量大小顺序为:白城>农安县>范家屯>徐州,试验点间差异显著。4个甘薯品种的胡萝卜素含量为:普薯32>烟薯25>济薯26>吉徐薯3号,品种间差异极显著。

表6 各试验点和各品种间甘薯胡萝卜素含量

多重比较			
试验点	均值与显著性	品种	均值与显著性
徐州	2.79±2.92dD	烟薯25	3.05±1.16bB
白城	3.73±4.03aA	吉徐薯3号	0.17±0.05dD
范家屯	2.94±3.82cC	济薯26	0.85±0.70cC
农安县	3.54±3.80bB	普薯32	8.92±0.92aA

## 2.7 紫色甘薯花青素含量的差异性分析

由图1可知,徐州试验点甘薯花青素含量最高,与吉林省3个试验点差异极显著;吉林省内3

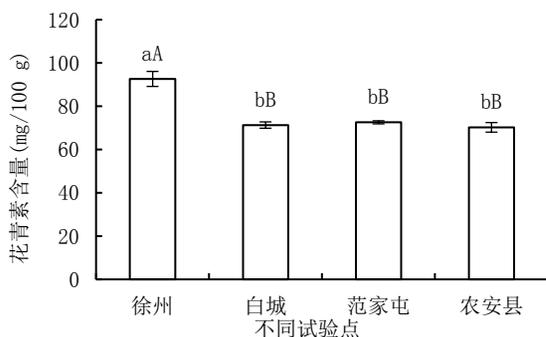


图1 各试验点间徐紫薯8号花青素含量多重比较 (mg/100 g)

个试验点的甘薯花青素含量差异不显著。

## 2.8 甘薯品质性状的基因型(品种)、环境及其互作的效应分析

在不同生态试验点(3个吉林省试验点、1个徐州试验点)的甘薯品质性状,品种与环境互作的差异均达到了极显著水平(表7)。由F值大小得出,烘干率表现为环境效应大于品种效应和品种×环境互作效应;而其他品质性状品种×环境互作效应均大于品种效应和环境效应。说明甘薯干物质含量大小受环境效应影响较大;而淀粉、还原糖、蛋白质、可溶性糖和胡萝卜素主要受品种×环境互作效应影响。

表7 不同甘薯品种在不同生态环境下主要品质性状方差分析(F值)

品质性状	品种	环境	品种×环境
烘干率	7.711**	10.679**	9.1563**
淀粉含量	2.536	0.059	140.197**
还原糖含量	1.072	0.251	6.947**
蛋白质含量	2.020	3.444	167.475**
可溶性糖含量	9.413**	3.179	122.912**
胡萝卜素含量	78.607**	1.018	276.039**

## 3 结论与讨论

甘薯的品质性状不仅受基因型等遗传因素影响,不同的土壤类型、气候等环境因素也会影响品质性状。环境因素对不同甘薯品种品质性状的影响不同。烘干率或干物质含量是评价甘薯品质的重要指标<sup>[17]</sup>。本试验中,农安县试验点烘干率表现最好;徐紫薯8号和普薯32在各试验点中表现较好。各试验点的淀粉含量差异不明显,说明甘薯淀粉含量受环境因素影响较小。吉徐薯3号表现最好,且与其他品种差异极显著。

蛋白质是甘薯主要的营养物质,富含多重氨基酸,具有增强免疫力、抗癌等功效<sup>[18]</sup>。本试验中,4个试验点甘薯粗蛋白含量的顺序为:农安县>范家屯>徐州>白城,与烘干率的顺序一致,并且各试验点间差异显著。说明甘薯蛋白质含量受环境影响较大。与前人研究结果一致<sup>[19]</sup>。吉徐薯3号在表现最好,与淀粉含量结果一致,说明在蛋白质和淀粉含量上,吉徐薯3号在不同试验点表现出一定的适应能力。

糖分含量是评价甘薯食味的重要指标<sup>[20]</sup>。在4个试验点中,甘薯的还原糖含量在农安县表现最好,但各试验点间差异不显著,徐紫薯8号的还原糖含量最高,但与普薯32、吉徐薯3号、烟薯25

差异不显著,说明糖分含量受环境因素影响较小。4个试验点可溶性糖含量为:白城>范家屯>徐州>农安县,并且各试点间差异极显著,烟薯25可溶性糖含量最高,且与其他品种差异极显著,徐紫薯8号的可溶性糖含量最低;说明环境和品种因素均对可溶性糖的含量产生较大影响。

胡萝卜素含量是甘薯育种的重要指标,4个试验点甘薯胡萝卜素含量大小顺序为:白城>农安县>范家屯>徐州,并且试验点间差异极显著。4个甘薯品种的胡萝卜素含量为:普薯32>烟薯25>济薯26>吉徐薯3号,且品种间差异极显著。说明环境和品种因素均对胡萝卜素的含量产生较大影响。花青素含量是评价紫色甘薯的重要指标,徐州试验点甘薯花青素含量最高,并且与其他3个试验点差异极显著;吉林省内3个试验点的甘薯花青素含量差异不显著,说明在纬度跨度大是会影响甘薯的花青素含量,而小纬度的变化对其影响较小,北方紫薯引种时应引起注意。

纬度跨度大会显著影响紫薯的花青素含量,由于徐州试验点生育期长于北方地区,也说明花青素含量与生育期长短相关。虽然北方地区生育期相对短,但一些品质性状的数值维持在较高水平,说明北方地区日夜温差较大对提高甘薯品质有一定的促进作用。

在4个试验点中白城的淀粉含量最低,与其他试验点显著,但其他3个试验点间差异不显著,与前人一些结论不同,可能由于本试验于2018年进行,白城及农安县试验点当年降雨量低于平均年降雨量所致。因此,应在以后研究中加入年份因素的影响;在不同试验点的选择中应增加一些纬度跨度大的试验点;本试验中,甘薯的花青素含量受纬度跨度的影响,试验品种单一,应增加甘薯品种的试验论证,并拓宽甘薯的基因型,将不同肉色甘薯进行分类分析。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 刘庆昌.甘薯在我国粮食和能源安全中的重要作用[J].科技导报,2004(9):21-22.
- [ 2 ] 张德纯.甘薯[J].中国蔬菜,2015(4):73.
- [ 3 ] 马代夫,李强,曹清河,等.中国甘薯产业及产业技术的发展与展望[J].江苏农业学报,2012,28(5):969-973.
- [ 4 ] 崔坤,王晓梅,宋丽润,等.甘薯的实用价值及在我国发展前景分析[J].吉林农业科学,2007,32(3):63-65.
- [ 5 ] 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.
- [ 6 ] Çalıřkan M E, Söğüt T, Boydak E, et al. Growth, yield, and quality of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] cultivars in the southeastern Anatolian and east Mediterranean regions of turkey[J].Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 2007, 31: 213-227.
- [ 7 ] Abidin P E, van Eeuwijk F A, Stam P, et al. Adaptation and stability analysis of sweet potato varieties for low-input systems in Uganda[J]. Plant Breeding, 2005, 124(5): 491-497.
- [ 8 ] Caliskan M E, Erturk E, Sogut T, et al. Genotype×environment interaction and stability analysis of sweet potato (*Ipomoea batatas*) genotypes[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2007, 35(1): 87-99.
- [ 9 ] Kivuva B M, Githiri S M, Yengo G C, et al. Genotype×environment interaction for storage root yield in sweet potato under managed drought stress conditions[J].Journal of Agricultural Science, 2014, 6(10): 1-16.
- [ 10 ] 后猛,李强,辛国胜,等.甘薯块根产量性状生态变异及其与品质的相关性[J].中国生态农业学报,2013,21(9):1095-1099.
- [ 11 ] 唐忠厚,李强,李洪民,等.紫甘薯主要品质性状基因型与环境效应研究[J].中国粮油学报,2010,25(9):32-35.
- [ 12 ] Adebola P O, Abe S, Laurie S M, et al. Genotype × environment interaction and yield stability estimate of some sweet potato [*Ipomoea batatas*(L.)Lam] breeding lines in South Africa[J].Journal of Plant Breeding and Crop Science, 2013, 5(9): 182-186.
- [ 13 ] Niyireeba R T, Ebong C, Lukuyu B, et al. Effects of location, genotype and ratooning on chemical composition of sweetpotato [*Ipomoea batatas*(L.)Lam] vines and quality attributes of the roots [J].Agricultural Journal, 2013, 8(6): 315-321.
- [ 14 ] 吕长文,王季春,唐道彬,等.甘薯块根碳水化合物合成与积累动态特性研究[J].中国粮油学报,2011,26(2):23-27.
- [ 15 ] 张治安,张美善,蔚荣海.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科学技术出版社,2004:67-83.
- [ 16 ] 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,2002:551-603.
- [ 17 ] 井水华,段成鼎,范建芝,等.不同土壤类型对甘薯干物质积累的影响[J].山东农业科学,2010,42(7):65-67.
- [ 18 ] 宋永康,余华,姚清华,等.不同肉色甘薯蛋白质营养价值评估[J].福建农业学报,2009,24(6):504-507.
- [ 19 ] 谢一芝,邱瑞镰,林长平,等.环境条件对甘薯营养品质的影响[J].江苏农业科学,1991,19(6):22-23.
- [ 20 ] 闫会,李强,张允刚,等.不同土壤类型和生态环境对紫色甘薯块根品质特性的影响[J]江西农业学报,2016,28(12):8-12.

(责任编辑:王丝语)