

中图分类号: S532; 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2007)01-0015-04

# 不同生态环境下马铃薯还原糖含量分析

张凤军<sup>1</sup>, 张永成<sup>2</sup>, 田 丰<sup>1</sup>

(1. 青海大学, 青海 西宁 810016; 2. 青海省农林科学院, 青海 西宁 810016)

**摘要:** 对马铃薯参试品种在西北地区不同生态条件下的还原糖含量变化进行方差分析和稳定性分析, 结果表明, 试点间、品种间以及试点和品种的互作间都存在着极显著差异, 6个品种平均还原糖含量为0.625%, 鄂95P3-3最低, 为0.458%, 陇薯3号最高, 为0.832%; 7个地点平均还原糖含量为0.625%, 宁夏固原最低, 为0.433%, 青海海南最高, 为0.913%。鄂95P3-3和青97-1-38这两个品种的回归系数均 $<1$ , 是稳定性较好的品种。

**关键词:** 马铃薯; 还原糖含量; 生态环境; 方差分析; 稳定性分析

随着西方快餐和休闲食品的悄然兴起, 油炸薯条、油炸薯片正被中国人所接受, 市场越来越好, 马铃薯油炸食品加工业(主要是炸薯条、薯片)也应迅速发展。这使得中国对马铃薯油炸食品加工的原料薯的需求量日趋增加<sup>[1-2]</sup>。油炸食品加工的马铃薯品种要求块茎还原糖含量低于0.4%。如果还原糖含量太高, 在加工炸薯条、薯片时, 还原糖在高油温下与-氨基酸产生Maillard反应, 容易使产品色泽变黑, 味变苦<sup>[1-3]</sup>。

作为加工原料的块茎还原糖含量的高低受许多因素的影响, 如品种、气候条件和成熟度等都会不同程度地影响还原糖含量<sup>[4]</sup>。本文拟对不同生态区马铃薯还原糖含量进行分析, 以确定不同品种的适应栽培区域, 从而为良种区域化、合理引种提供准确可靠的科学依据, 并为马铃薯加工利用提供有价值的参考。

## 1 材料与试验方法

### 1.1 参试材料

参试品种选用2005年国家马铃薯区域试验西北组试验品种, 分别为青97-1-38、90-2-10、L9810-18、鄂95P3-3、中薯36和陇薯3号。

### 1.2 试验方法

试验为两因素随机区组设计, 因素分别为品种

和地点。品种为6个, 地点为7个, 分别设在青海省的西宁、海南州, 甘肃省的定西、天水, 宁夏的固原、西吉、隆德7个试验点; 试验设重复3次, 小区面积21 m<sup>2</sup>, 5行区行距为0.7 m, 株距0.3 m, 行长6 m, 每小区播种100株, 同一试验方案在7个不同生态条件下同步进行。试验所用分析材料均为各试验点田间统一收获的块茎。除西宁外, 其他各点的试验材料均由各地在收获后及时寄到青海省农林科学院窖内贮藏, 窖温保持在4~10℃, 等材料全部到齐后, 在一周内测定完成。还原糖测定方法采用3,5-二硝基水杨酸DNS比色法<sup>[5,6]</sup>。数据处理采用DP\$ (Data Processing System) 数据处理系统, 平均数的多重比较采用新复极差法SSR<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 还原糖含量测定结果方差分析

对各参试品种在不同地区的还原糖含量进行测定, 其结果平均值列于表1。

由表1可以看出: 还原糖含量在0.4%~0.6%之间的品种有青97-1-38、90-2-10、鄂95P3-3和中薯36, 还原糖含量在0.7%~0.8%之间的有陇薯3号和L9810-18。经对各试点的还原糖含量进行统计, 还原糖含量最低的试点为宁夏固原, 其次是宁夏西吉, 还原糖含量在0.8%~0.9%之间的有甘肃天水、宁夏隆德、青海西宁和甘肃定西, 青海海南试点的还原糖含量最高, 为0.913%。对表1的原始资料进行方差分析<sup>[8]</sup>结果列于表2。

收稿日期: 2006-10-20

基金项目: 青海省“十一五”重大科技攻关项目(2006-N-129)

作者简介: 张凤军(1977-), 男, 硕士研究生, 研究方向为马铃薯遗传育种。

\* 通讯作者: E-mail: yongchengzhangzy@tom.com

表1 参试品种在不同地区的还原糖含量

(%)

试验点	品 种						平 均
	青 97- 1- 38	陇薯 3 号	90- 2- 10	鄂 95P3- 3	中薯 36	L9810- 18	
青海西宁	0.633	0.826	0.477	0.477	0.650	0.847	0.652 cC
青海海南	0.745	1.176	1.096	0.783	0.579	1.098	0.913 aA
宁夏西吉	0.430	0.527	0.284	0.396	0.391	0.706	0.456 fE
宁夏隆德	0.577	0.966	0.391	0.375	0.475	0.613	0.566 dD
宁夏固原	0.372	0.559	0.270	0.153	0.592	0.650	0.433 gF
甘肃定西	0.877	1.090	0.752	0.590	0.592	1.101	0.834 bB
甘肃天水	0.474	0.679	0.591	0.431	0.398	0.561	0.522 eD
平 均	0.587	0.832	0.552	0.458	0.525	0.797	
	bB	aA	bB	cC	cC	aA	

注: 表中数据为三次重复的平均值; 不同小写字母表示 5%水平上差异显著, 大写字母表示 1%水平上差异显著。

表2 参试品种在 7 个试点方差分析结果

变异来源	自由度	平方和	均 方	F 值	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
区组间	2	0.029973	0.014986	4.05394 <sup>*</sup>	3.11	4.88
试 点	6	4.177450	0.696242	188.3394 <sup>**</sup>	2.21	3.04
品 种	5	2.708665	0.541733	146.5435 <sup>**</sup>	2.33	3.26
试点×品种	30	1.115335	0.037178	10.0569 <sup>**</sup>	1.60	1.94
误 差	82	0.303133	0.003697			
总变异	125	8.334600				

由表 2 的方差分析结果可知, 试点间还原糖差异极显著, 是由于各试点所处的地理位置、海拔高度、环境和生态条件不同所致, 故对马铃薯还原糖含量及其它性状影响较大; 品种间差异极显著, 其主要原因是各品种来自于不同的育种单位, 这些品种的遗传基础不同, 各个性状的表现亦有所不同, 还原糖含量的差异较大也是各品种本质区别的显著特征之一; 试点与品种的交互间存在极显著差异, 说明品种对地区有一定的适应性。进一步对试点间、品种间、试点间与品种间交互间还原糖的含量进行多重比较分析。

### 2.1.1 地点间差异比较

由表 3 可以看出, 7 个试点的还原糖含量顺序为: 宁夏固原<宁夏西吉<甘肃天水<宁夏隆德<青海西宁<甘肃定西<青海海南。变化范围为: 0.375%~0.913%。各试点间具体差异比较为: 除宁夏隆德和甘肃天水这两个试点差异显著外, 其它各试点间差异均达到极显著水平。

### 2.1.2 品种间差异比较

由表 4 可以看出, 参试品种还原糖含量由低到高为: 鄂 95P3- 3<中薯 36<90- 2- 10<青 97- 1- 38<

L9810- 18<陇薯 3 号。变化范围为: 0.458%~0.832%。各品种间具体差异比较为: 鄂 95P3- 3 还原糖含量最低, 其次是中薯 36, 这两个品种间无显著差异, 但与 90- 2- 10、青 97- 1- 38、L9810- 18、陇薯 3 号都达到极显著差异。90- 2- 10 和青 97- 1- 38 之间无显著差异, 但与 L9810- 18、陇薯 3 号、鄂 95P3- 3 和中薯 36 都达到极显著差异。L9810- 18 和陇薯 3 号这两个品种之间无显著差异, 但与鄂 95P3- 3、中薯 36、90- 2- 10 和青 97- 1- 38 都达到极显著差异。

### 2.1.3 品种和试点交互作用比较

由表 3 可以看出: 陇薯 3 号和 L9810- 18 这两个品种在各试点的还原糖含量均>0.4%, 不适合食品加工的要求, 故对这两个品种不作分析。90- 2- 10 在宁夏固原、宁夏西吉和宁夏隆德的还原糖含量<0.4%, 宁夏固原和宁夏西吉两个试点之间无显著差异, 与宁夏隆德差异显著; 鄂 95P3- 3 在宁夏固原、宁夏隆德和宁夏西吉的还原糖含量<0.4%, 宁夏西吉和宁夏隆德之间无显著差异, 与宁夏固原有极显著差异; 中薯 36 在宁夏固原、宁夏西吉和

表 3 各参试品种在不同试点还原糖含量(%)及其差异显著性

品 种	青海西宁		青海海南		甘肃天水		甘肃定西		宁夏西吉		宁夏隆德		宁夏固原	
	均 值		均 值		均 值		均 值		均 值		均 值		均 值	
	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
青 97- 1- 38	0.633 c	BC	0.745 b	B	0.474 d	DE	0.877 a	A	0.430 d	E	0.577 c	CD	0.372 d	E
陇薯 3 号	0.826 c	C	1.176 a	A	0.679 d	D	1.090 a	AB	0.527 e	E	0.966 b	B	0.599 e	DE
90- 2- 10	0.477 d	CD	1.096 a	A	0.591 c	C	0.752 b	B	0.284 e	E	0.391 d	DE	0.270 e	E
鄂 95P3- 3	0.477 c	BC	0.783 a	A	0.431 c	C	0.590 b	B	0.396 c	C	0.375 c	C	0.153 d	D
中薯 36	0.650 a	A	0.579 a	AB	0.398 b	C	0.592 a	AB	0.391 b	C	0.475 b	BC	0.243 c	D
L9810- 18	0.847 b	B	1.098 a	A	0.561 d	D	1.101 a	A	0.706 c	C	0.613 cd	CD	0.650 cd	CD

注: 不同小写字母表示 5%水平上差异显著; 不同大写字母表示 1%水平上差异显著。

甘肃天水的还原糖含量 $<0.4\%$ , 宁夏西吉和甘肃天水之间无显著差异, 与宁夏固原有极显著差异; 青97- 1- 38仅在宁夏固原的还原糖含量 $<0.4\%$ , 并与其它 6 个试点之间达到显著或极显著差异。

## 2.2 参试品种还原糖含量稳定性分析

以表 1 各试验点所有供试品种的平均还原糖含量为环境指数  $x$ ), 每个供试品种在各个试验点上相应的还原糖含量为依变数  $y$ ) 分别求其回归系数、相关系数见表 4。

回归系数  $b$  说明了还原糖含量的稳定性。 $b=1$  说

表 4 参试品种还原糖含量与回归系数

品 种	均值 (%)	回归系数 $b$	相关系数 $r$
陇薯 3 号	0.832	1.279**	0.927**
90- 2- 10	0.552	1.457**	0.919**
鄂 95P3- 3	0.458	0.959**	0.914**
中薯 36	0.525	0.284	0.510
L9810- 18	0.797	1.113**	0.917**
青 97- 1- 38	0.587	0.906**	0.933**

注: \*\*表示差异极显著。

明稳定性中等,  $b<1$  说明稳定性较好,  $b>1$  说明不稳定。

由表 4 可以看出: 除中薯 36 外, 其它各品种的还原糖含量的相关系数  $r$  值均达到极显著水平, 说明各品种的还原糖含量与环境指数间存在真实的线性相关关系。陇薯 3 号、90- 2- 10 和 L9810- 18 这三个品种的回归系数均 $>1$ , 均为不稳定的品种, 属于对优良环境条件下特殊适应性的品种。特别是 90- 2- 10 在青海海南的还原糖含量高达 1.096%, 而在宁夏固原还原糖含量只有 0.270%。鄂 95P3- 3 和青 97- 1- 38 这两个品种的回归系数均 $<1$ , 说明这两个品种的稳定性好。

## 3 结 论

从试点看, 宁夏固原还原糖平均含量最低, 为 0.375%, 与其它各试点间都存在极显著差异; 青海海南还原糖平均含量最高, 为 0.913%, 并与其他各试点达到极显著差异。

从品种看, 鄂 95P3- 3 和中薯 36 这两个品种含糖量较低, 分别为 0.458%和0.475%, 这两个品种间

无显著差异, 但与其它品种间达到极显著差异; 90-2-10 和青 97-1-38, 还原糖含量分别为 0.552%、0.587%, 这两个品种之间无显著差异, 但与其它品种间达到极显著差异; L9810-18 和陇薯 3 号, 还原糖含量为 0.797%、0.832%, 这两个品种之间无显著差异, 但与其它品种间达到极显著差异。

从试点和品种的互作看, 陇薯 3 号和 L9810-18 这两个品种在各试点的还原糖含量均 > 0.4%, 不能满足食品加工的要求; 6 个品种在青海西宁、青海海南和甘肃定西三个试点的还原糖含量均 > 0.4%; 90-2-10 和鄂 95P3-3 在宁夏隆德、宁夏固原和宁夏西吉三个试点的含量均 < 0.4%, 并与其它各试点间达到显著或极显著差异; 中薯 36 在宁夏固原和宁夏西吉、甘肃天水三个试点的含量均 < 0.4%, 并与其它各试点间差异达到显著或极显著水平; 青 97-1-38 仅在宁夏固原的含量均 < 0.4%, 并与其它各试点间达到极显著水平差异。

从稳定性看, 鄂 95P3-3 和青 97-1-38 这两个品种的回归系数均 < 1, 是稳定性较好的品种。

#### 4 讨 论

马铃薯品种的还原糖含量特性, 是以主基因控制为主和微效多基因控制的遗传性状。其基因作用方式多以加性遗传效应为主, 这是品质性状遗传稳定性的一方面, 但是, 还受非加性遗传效应的影响, 因而遗传具有不稳定性, 且受到环境的影响波

动较大<sup>[1]</sup>。各参试品种是由不同的单位选育而成, 本身的遗传基础不同, 因此各品种间存在着一定的差异。而马铃薯块茎还原糖含量还与各地的气候条件<sup>[6]</sup>、土壤类型<sup>[9]</sup>等因素有关, 因此, 即使同一品种因各试点所处的环境、气候条件和土壤类型不同而有差异。所以在引种过程中尤其要重视环境和气候条件的影响, 在大面积引种前一定要进行小范围的试验, 才能保证减少盲目引种可能带来的风险。

#### [ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 孙慧生. 马铃薯育种学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 283, 296-300.  
 [ 2 ] 张永成, 阮建平. 马铃薯炸片品种筛选研究 [J]. 青海农林科技, 2005, 1: 53-55.  
 [ 3 ] Morrell S. Sugar metabolism in developing tubers of *Solanum tuberosum* [J]. *Phytochemistry*, 1986, 25: 1579-1585.  
 [ 4 ] 王彦平, 蒙美莲, 门福义. 马铃薯块茎低还原糖形成生理基础的研究 [J]. 内蒙古农业科技, 2005, ( 2 ): 10-12.  
 [ 5 ] 朱海霞, 石瑛, 张庆娜, 等. 3, 5-二硝基水杨酸 (DNS) 比色法测定马铃薯还原糖含量的研究 [J]. 中国马铃薯, 2005, 19 ( 5 ): 266-269.  
 [ 6 ] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 320-323, 92-93.  
 [ 7 ] 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.  
 [ 8 ] 盖均镒. 试验统计方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 118-120, 248-252.  
 [ 9 ] 黄鹏, 温随良, 晋小军. 甘肃主要土壤的理化性质对马铃薯品质的影响 [J]. 甘肃农业大学学报, 1996, 31 ( 3 ): 257-262.

## Analysis on Reducing Sugar Content of Potatoes in Different Ecological Environments

Zhang Fengjun<sup>1</sup>, Zhang Yongcheng<sup>2</sup>, Tian Feng<sup>1</sup>

( 1. Qinghai University, Xining, Qinghai 810016, China; 2. Qinghai Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Xining, Qinghai 810016, China )

Abstract: In this paper, the reducing sugar contents of potatoes grown in different ecological environments of the Northwestern China were studied through analysis of variance and stability analysis. There were highly significant difference among different environments, different varieties and their interaction effect. The mean of reducing sugar contents for 6 varieties was 0.625%. E 95P3-3 was the lowest, 0.458%. Longshu 3 was the highest, 0.832%. The mean of reducing sugar content in 7 environments was 0.625%. Guyuan, Ningxia had the lowest value, 0.433%. Hainan, Qinghai had the highest value, 0.913%. The regression coefficient of E 95P3-3 and Qing 97-1-38 was less than 1. Therefore, they were considered stable.

Key Words: potato; reducing sugar; ecological environment; analysis of variance; stability analysis