

周志林,唐 君,曹清河,等. 淀粉专用型甘薯品质形成规律及其与主要农艺性状的相关性[J].江苏农业学报,2020,36(2):277-283.  
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2020.02.004

# 淀粉专用型甘薯品质形成规律及其与主要农艺性状的相关性

周志林<sup>1,2</sup>, 唐 君<sup>1</sup>, 曹清河<sup>1</sup>, 赵冬兰<sup>1</sup>, 张 安<sup>1</sup>

(1.江苏徐州甘薯研究中心,江苏徐淮地区徐州农业科学研究所,农业部甘薯生物学与遗传改良重点实验室,江苏 徐州 221131; 2.江苏师范大学生命科学学院,江苏 徐州 221116)

**摘要:** 以4个中、高淀粉含量甘薯品种为试验材料,于2013、2014年连续2年对其产量、品质进行调查及统计分析,研究不同发育阶段淀粉积累规律及其与主要农艺性状的相关性。结果表明:块根迅速膨大期,干物质及淀粉积累总体呈上升趋势,基本在110 d时达到最大值。相关性分析结果显示,甘薯块根淀粉积累与甘薯块根干物率、薯干粗淀粉含量呈极显著正相关关系( $r$ 分别为0.97和0.91, $P<0.01$ ),与甘薯块根鲜产量、薯干产量、结薯数呈显著正相关关系( $r$ 分别为0.61、0.75、0.71, $P<0.05$ ),与薯干粗蛋白含量、茎蔓鲜质量、薯干还原糖含量呈显著负相关关系( $r$ 分别为-0.83、-0.72、-0.06, $P<0.05$ ),与分枝数、薯干可溶性糖含量相关性不大。通过主成分分析提取出2个主成分,累计方差贡献率达94.62%,其中贡献最大的是薯干粗淀粉含量和甘薯块根干物率,基本反映了甘薯淀粉合成相关经济及品质性状的全部信息。

**关键词:** 甘薯; 淀粉; 品质; 农艺性状

**中图分类号:** S531.024

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-4440(2020)02-0277-07

## Formation laws of quality characters in starch sweetpotato cultivars and its correlation with main agronomic characters

ZHOU Zhi-lin<sup>1,2</sup>, TANG Jun<sup>1</sup>, CAO Qing-he<sup>1</sup>, ZHAO Dong-lan<sup>1</sup>, ZHANG An<sup>1</sup>

(1. Jiangsu Xuzhou Sweetpotato Research Center, Xuzhou Institute of Agricultural Sciences of the Xuhuai District of Jiangsu Province, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Sweetpotato, Ministry of Agriculture, Xuzhou 221131, China; 2. School of Life Sciences, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China)

**Abstract:** In this study, four sweet potato varieties with medium and high starch content were used as test materials. In 2013 and 2014, the yield and quality of sweet potato were investigated and statistically analyzed to study the starch accumulation law and its correlation with major agronomic traits at different development stages. The results showed that the accumulation of dry matter and starch in sweetpotato storage roots during rapid expanding period was on the rise, and reached the maximum at 110 d. The results of correlation analysis showed that the accumulation of starch in sweetpotato storage roots was very significantly correlated with dry matter content in storage roots and crude starch content in dry storage roots ( $r =$

**收稿日期:** 2019-09-08

**基金项目:** 国家重点研发计划项目(2018YFD1000705); 现代农业产业技术体系专项资金项目(CARS-10-B1-2019); 农业部物种资源保护项目(19190157); 天山创新团队计划项目(201705273)

**作者简介:** 周志林(1979-),男,山西孝义人,硕士,副研究员,主要研究方向为甘薯种质资源鉴定及创新利用。(E-mail) zhouzhilinting@163.com

$r = 0.97$  and  $r = 0.91$ , respectively,  $P < 0.01$ ), significantly correlated with sweetpotato fresh yield, dry yield and the number of storage roots ( $r = 0.61$ ,  $r = 0.75$ ,  $r = 0.71$ , respectively,  $P < 0.05$ ), and significantly negatively correlated with stem fresh weight, crude protein content and reducing sugar content in dry storage roots ( $r = -0.72$ ,  $r = -0.83$ ,  $r = -0.06$ , respectively,  $P < 0.05$ ). It had little correlation with branch number and soluble sugar content

in dry storage roots. Two principal components were extracted by principal component analysis, and the cumulative variance contribution rate reached 94.62%. The crude starch content in dry sweetpotato storage roots and dry matter content had great contribution to starch accumulation, which basically reflected all the information about economic and quality characters related to the synthesis of starch.

**Key words:** sweetpotato; starch; quality; agronomic traits

甘薯 [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] 是世界上重要的粮食、饲料、工业原料作物, 在中国年种植面积约  $3.37 \times 10^6 \text{ hm}^2$ , 占世界种植面积的 26.8%<sup>[1]</sup>。目前, 中国甘薯品种中, 鲜食类用途约占 50%, 淀粉加工用途占 45% 左右, 饲料用等占 5% 左右; 品种数量多, 但突破性品种少; 兼用型品种多, 专用型品种少; 专用型品种还不能满足专业化用途需要, 特别是适宜淀粉深加工的高产高干物质率品种比较欠缺<sup>[2]</sup>。优质高产淀粉专用型品种选育已成为甘薯新品种选育的一个重要方向<sup>[3]</sup>。

甘薯淀粉含量等主要品质形成规律的探明对于品种优质高效栽培、专用型新品种的选育等具有重要意义。研究发现, 甘薯块根淀粉含量在生长过程中表现为不断增加的总趋势, 尤其在栽插后 50~85 d 和 108~136 d 变化程度最大<sup>[4]</sup>。施钾可提高块根干物质积累量和淀粉产量, 影响直链淀粉和支链淀粉的含量<sup>[5]</sup>; 分期施氮有助于光合作用的增强和块根产量的增加<sup>[6]</sup>; 而增施氮肥会减少干物质在块根中分配率, 降低块根淀粉的积累速率, 显著降低块根产量<sup>[7]</sup>, 高氮条件下外施多效唑有助于块根淀粉积累及产量的提高。不同基因型与环境互作条件下, 不同基因型甘薯间产量水平、干物质率、淀粉含量及可溶性糖含量达差异极显著水平<sup>[8]</sup>; 蛋白质含量表现为随纬度升高而增大的趋势, 淀粉和可溶性糖含量的变幅相对较小, 在不同年份品质性状的变异中, 淀粉含量变异最小<sup>[9]</sup>; 不同生态条件下, 甘薯块根干物质率的变异系数最小, 单株鲜薯质量与蛋白质含量呈显著负相关<sup>[10]</sup>。对于中高干物质含量品种, 淀粉在生育中后期积累较快, 干物质含量及淀粉含量的差异主要取决于品种的遗传特性<sup>[11-12]</sup>。前人关于基因型与环境互作对产量的影响研究比较多<sup>[13-14]</sup>, 但对于北方薯区, 不同发育阶段淀粉积累规律及与主要农艺及品质性状相关性还缺乏深入的研究。本研究于 2013、2014 年, 以 4 个高干物质率甘薯品种为试验材料, 连续 2 年对其产量、品质进行调查分析, 探讨不同发育阶段淀粉积累规律, 及其与主要农艺、品质性状的相关性, 结合主成分

分析, 评价淀粉积累规律, 为淀粉专用型甘薯新品种的评价及选育提供理论和技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

选用的 4 个块根干物质率较高的甘薯品种, 均为生产上主推淀粉型及淀粉食用兼用型品种(表 1), 所有品种均保存于国家种质徐州甘薯试管苗库。

### 1.2 试验设计

试验在江苏徐淮地区徐州农业科学研究所试验田进行。于 2013、2014 连续 2 年, 分别于 6 月 15 日、6 月 17 日选择生长健壮、无病虫害健康薯苗, 按照 5 垄小区栽插, 每个小区 100 株, 每垄 20 株, 垄距为 0.80 m, 株距为 0.33 m, 设 3 次重复。田间管理同大田生产, 8~9 月份加强斜纹夜蛾监控及防治工作。于栽插后 80 d、90 d、100 d、110 d、120 d, 进行挖根取样调查, 每重复 5 株, 重复 3 次。田间调查项目主要包括: 分枝数、结薯数、茎蔓鲜质量、薯块鲜产; 室内测定及分析项目主要包括: 薯块干物质率、薯干产量、薯干粗淀粉含量、薯干还原糖含量、薯干可溶性糖含量、薯干粗蛋白含量。

### 1.3 试验方法

1.3.1 主要生物学特性调查及测定 分枝数、结薯数、茎蔓鲜质量、薯块鲜质量及薯块干物质率的调查和测定参照甘薯种质资源描述规范和数据标准进行<sup>[15]</sup>。

1.3.2 主要品质特性的测定 块根干基粗淀粉、还原糖、可溶性糖及粗蛋白含量的测定采用近红外光谱数学模型分析<sup>[16-17]</sup>。

1.3.3 薯干产量及薯块淀粉含量的测定 薯干产量 = 薯块鲜质量 × 薯块干物质率, 薯块淀粉含量 = 薯块鲜质量 × 薯块干物质率 × 干基粗淀粉含量。

### 1.4 数据统计分析

试验原始数据的整理及初步分析采用 Microsoft Excel 97-2003 软件进行, 用 DPS15.10 软件进行相关性分析及主成分分析。

表1 试验甘薯品种

Table 1 The information of the tested sweetpotato varieties

品种名称	亲本组合	来源
徐薯 18	新大紫×52-45	江苏徐淮地区徐州农业科学研究所
徐薯 22	豫薯 7 号×苏薯 7 号	江苏徐淮地区徐州农业科学研究所
商薯 19	SL-01×豫薯 7 号	商丘市农林科学院
徐薯 32	红东×徐 55-2	江苏徐淮地区徐州农业科学研究所

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生长阶段甘薯块根干物率和淀粉含量变化

在甘薯块根快速膨大期,4个品种的块根干物质及淀粉积累呈现不同的变化趋势(图1、图2)。在80~120 d,甘薯块根干物质积累总体呈上升趋势;尤其在80~110 d,4个品种的干物质积累呈上升趋势,基本在110 d达到最大值,相对于80 d时的干物率,徐薯18、徐薯22、徐薯32、商薯19干物质积累分别增加了3.72%、2.98%、2.31%、2.20%;因此,在80~110 d,徐薯18的块根干物质积累最多。而在110 d时,徐薯32的块根干物质含量最高,其次为商薯19;110 d后,各品种干物质积累较少,甚至徐薯18的块根干物率出现了下降。

在整个块根膨大期,随着块根干物质积累及干物质含量的增加,除徐薯32和徐薯22在90 d时有一些波动,不同品种甘薯块根的淀粉含量总体呈增加趋势。徐薯18、徐薯22、商薯19、徐薯32淀粉含量的变化范围为14.58%~17.28%、16.03%~17.99%、18.11%~19.64%、17.68%~19.43%,其中商薯19淀粉积累比较平稳,变化范围小。各品种基本在110 d时淀粉积累量达到最大。

### 2.2 不同生长阶段甘薯块根主要品质特性的变化

对4个甘薯品种不同生长阶段块根干基主要营养成分进行测定分析,结果(图3~图6)表明,不同品种块根粗淀粉含量、可溶性糖含量、粗蛋白含量在80~120 d这个生长阶段处于上下波动变化中。徐薯18、徐薯22、商薯19、徐薯32的块根粗淀粉含量变化范围分别为60.47%~62.18%、60.72%~63.52%、63.63%~65.63%、61.70%~64.50%,商薯19和徐薯32的块根具有较高的粗淀粉含量。块根干基含量较高的成分是粗蛋白,不同品种不同时期粗蛋白含量变化范围为6.63%~8.33%,徐薯22和

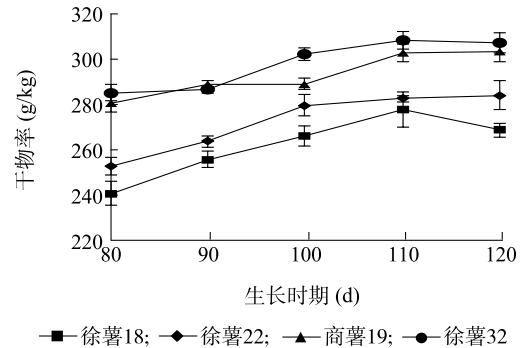


图1 不同生长阶段甘薯块根干物率变化

Fig.1 Changes of dry matter content in the sweetpotato tuberous root during different growth stages

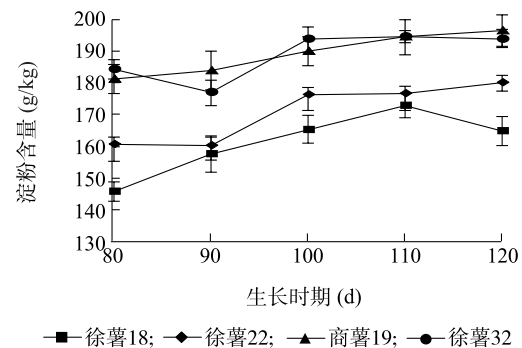


图2 不同生长阶段甘薯块根淀粉含量变化

Fig.2 Changes of starch content in the sweetpotato tuberous root during different growth stages

徐薯18具有较高的粗蛋白含量,不同时期平均值分别为7.99%和7.65%。而徐薯32具有最高的可溶性糖含量(6.26%),其次徐薯18为5.24%,商薯19和徐薯22为4.5%左右。但是,不同品种在整个生长阶段还原糖含量基本保持稳定增长,只有微小波动,在120 d时徐薯32和商薯19具有较高的还原糖含量,分别为4.58%和3.38%,而徐薯18和徐薯22的还原糖含量约为3.0%。

### 2.3 甘薯块根淀粉积累量与其主要农艺及品质性状的相关性

对每一个品种块根淀粉平均积累量与分枝数、茎蔓鲜质量等主要农艺性状和薯干粗淀粉含量、还原糖含量等品质性状的相关性分析结果(表2)表明,徐薯18块根淀粉积累量与块根干物率存在显著正相关关系( $r=0.99, P<0.05$ ),而与薯干粗淀粉含量、薯干产量、块根鲜产量等存在较大正相关关系,与薯干粗蛋白含量、茎蔓鲜质量存在较大负相关关

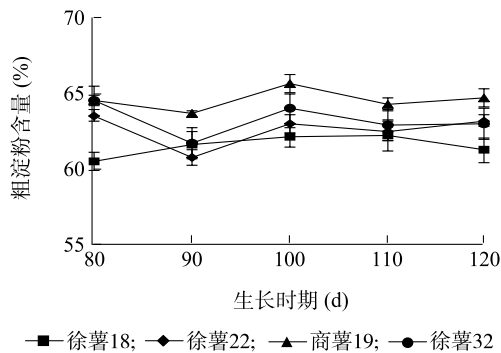


图3 不同生长阶段甘薯块根粗淀粉含量变化

Fig.3 Changes of crude starch content in the sweetpotato tuberous root during different growth stages

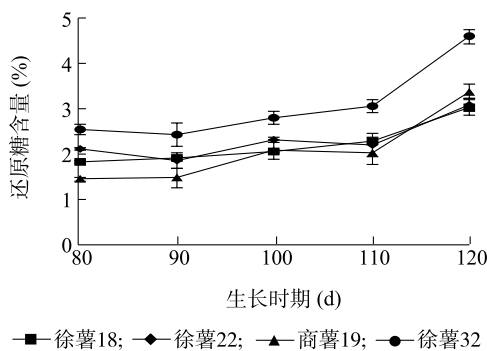


图4 不同生长阶段甘薯块根还原糖含量变化

Fig.4 Changes of reducing sugar content in the sweetpotato tuberous root during different growth stages

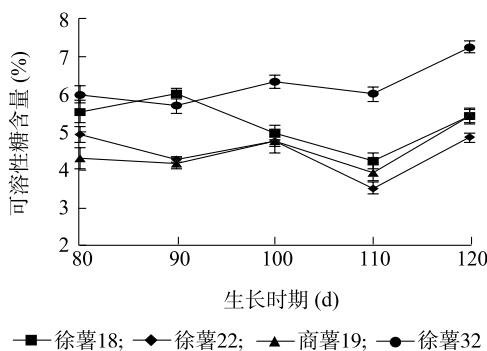


图5 不同生长阶段甘薯块根可溶性糖含量变化

Fig.5 Changes of soluble sugars content in the sweetpotato tuberous root during different growth stages

系。徐薯 22 和商薯 19 淀粉积累量与块根干物率均存在显著正相关关系 ( $r=0.99, P<0.05$ ), 而与薯干产量、块根鲜产量、薯干粗淀粉含量等存在较大正相关关系, 与薯干粗蛋白含量及分枝数存在较大负相

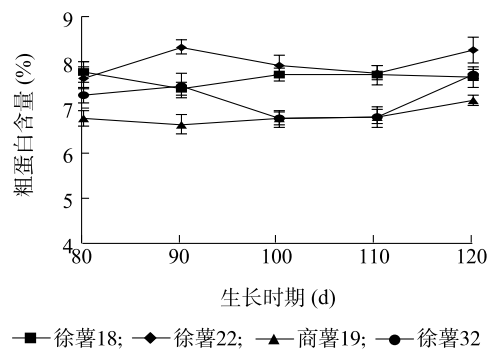


图6 不同生长阶段甘薯块根粗蛋白含量变化

Fig.6 Changes of crude protein content in the sweetpotato tuberous root during different growth stages

关关系。徐薯 32 淀粉积累量与薯干粗蛋白含量存在显著负相关 ( $r=-0.99, P<0.05$ ), 与薯干还原糖含量存在较大负相关关系, 与薯块干物率、薯干粗淀粉含量、薯干产量存在较大正相关关系。

#### 2.4 不同发育阶段甘薯块根淀粉积累量与其主要农艺及品质性状的相关性

不同甘薯品种在不同生长阶段块根淀粉积累量与分枝数、茎蔓鲜质量等主要农艺性状和薯干粗淀粉含量、还原糖含量等品质性状的相关性分析结果 (表 3) 表明, 80~90 d 甘薯块根淀粉积累量与块根鲜产量呈显著负相关关系 ( $r=-0.95, P<0.05$ ), 与块根干物率、薯干粗淀粉含量、薯干产量、薯干可溶性糖含量等呈正相关关系, 与茎蔓鲜质量、薯干粗蛋白含量呈负相关关系; 90~100 d 块根淀粉含量与块根鲜产量呈显著负相关关系 ( $r=-0.99, P<0.05$ ), 与块根干物率和薯干粗淀粉含量呈正相关关系, 与分枝数、薯干粗蛋白含量等呈负相关关系; 100~110 d 块根淀粉积累量与块根干物率、薯干粗淀粉含量呈极显著正相关关系 ( $r$  分别为 0.85 和 0.43,  $P<0.01$ ), 与薯干产量等呈正相关关系, 与分枝数和茎蔓鲜质量呈负相关关系; 110~120 d 块根淀粉积累量与块根鲜产量呈显著负相关关系 ( $r=-0.51, P<0.05$ ), 与薯干粗淀粉含量呈极显著正相关关系 ( $r=0.99, P<0.01$ ), 与块根干物率、薯干产量等呈正相关关系。

综合分析不同品种甘薯块根淀粉积累量与分枝数、茎蔓鲜质量等主要农艺性状和薯干粗淀粉含量、还原糖含量等品质性状的相关性, 结果表明, 甘薯块根淀粉积累与块根干物率、薯干粗淀粉含量呈极显

薯正相关关系( $r$  分别为 0.97 和 0.91,  $P<0.01$ ), 与块根鲜产量、薯干产量、结薯数呈显著正相关关系( $r$  分别为 0.61、0.75、0.71,  $P<0.05$ ), 与茎蔓鲜质量、薯干还原糖含量呈显著负相关关系( $r$  分别为-0.72 和-0.06,  $P<0.05$ ), 与分枝数、薯干可溶性糖含量相关性不大。

表 2 不同品种甘薯淀粉积累量与其主要农艺及品质性状的相关性

Table 2 Correlation analysis of starch accumulation and major agronomic and quality traits of different sweetpotatoes

品种	分枝数	茎蔓鲜质量	块根鲜产量	块根干物率	薯干产量	结薯数	薯干粗淀粉含量	薯干还原糖含量	薯干可溶性糖含量	薯干粗蛋白含量
徐薯 18	0.09	-0.75	0.31	0.99 *	0.46	0.19	0.99	0.15	-0.15	-0.90
徐薯 22	-0.47	0.04	0.93	0.99 *	0.95	0.56	0.99	-0.65	-0.28	-0.96
商薯 19	-0.71	-0.98	0.81	0.99 *	0.84	0.81	0.99	0.99	-0.83	-0.87
徐薯 32	-0.03	-0.04	0.67	0.99	0.77	0.62	0.99	-0.98	-0.12	-0.99 *

\* 表示在 0.05 水平显著相关。

表 3 不同发育阶段甘薯块根淀粉积累量与主要农艺及品质性状的相关性

Table 3 Correlation analysis of starch accumulation and major agronomic and quality traits in sweetpotato storage roots during different growth stages

生物学及品质性状	发育阶段			
	80~90 d	90~100 d	100~110 d	110~120 d
分枝数	-0.61	-0.91	-0.69	0.08
茎蔓鲜质量	-0.91	-0.87	-0.58	0.02
块根鲜产量	-0.95 *	-0.99 *	0.33	-0.51 *
块根干物率	0.92	0.88	0.85 **	0.99
薯干产量	0.71	0.57	0.68	0.64
结薯数	0.17	-0.67	-0.05	0.14
薯干粗淀粉含量	0.93	0.61	0.43 **	0.99 **
薯干还原糖含量	0.67	-0.03	0.28	0.44
薯干可溶性糖含量	0.77	0.47	0.07	0.71
薯干粗蛋白含量	-0.66	-0.94	0.53	0.61

\*、\*\* 分别表示在 0.05 和 0.01 水平显著相关。

2.5 影响甘薯淀粉积累各相关性状的成分分析

为了反映各相关重要性状指标对薯块淀粉合成的贡献率,对 4 个不同品种中与淀粉积累相关的农

艺及品质性状进行主成分分析。由表 4 可知,提取出的 2 个主成分的贡献率分别为 53.57% 和 41.05%,累积方差贡献率达 94.62%,反映了绝大部分原始数据的信息。第 1 主成分的方差贡献率为 53.57%,对应特征向量中,数量较大的性状为块根鲜产量、薯干产量、薯干粗淀粉含量,相关系数分别为 0.384、0.414、0.421,主要反映甘薯块根产量及淀粉品质;第 2 个主成分的方差贡献率为 41.05%,对应特征向量中,数量较大的性状为块根干物率、结薯数、分枝数、薯干还原糖含量、薯干可溶性糖含量,相关系数分别为 0.434、0.423、0.402、0.342、0.331,主要反映甘薯地上、地下部生物学性状及块根营养品质(表 5)。

表 4 甘薯淀粉积累相关因子的特征值和累积方差贡献率

Table 4 Eigenvalue and accumulative contribution rate of starch accumulation in sweetpotato

主成分	特征值	方差贡献率 (%)	累积方差贡献率 (%)
1	5.36	53.57	53.57
2	4.11	41.05	94.62

表 5 主成分在各相关性状指标上相关矩阵的特征向量

Table 5 The eigenvector of the correlation matrix of principal components on each character

主成分	性状指标									
	分枝数	茎蔓鲜质量	块根鲜产量	块根干物率	薯干产量	结薯数	薯干粗淀粉含量	薯干还原糖含量	薯干可溶性糖含量	薯干粗蛋白含量
1	-0.203	-0.219	0.384	0.199	0.414	0.178	0.421	-0.304	-0.313	-0.391
2	0.402	-0.425	-0.191	0.434	0.036	0.423	0.107	0.342	0.331	-0.122

### 3 讨论

#### 3.1 不同发育阶段甘薯块根淀粉积累的差异

在北方薯区,夏薯栽插后 80 d 左右到收获,是块根迅速膨大及淀粉积累的关键时期,这个时期形成的产量约占总产量的 50% 左右,是甘薯淀粉积累及块根产量形成的高峰<sup>[18]</sup>。淀粉型品种在块根膨大初期总淀粉含量迅速升高,在栽插 60 d 时达到最高值,之后出现下降和上升的波动变化,直至收获<sup>[19]</sup>。还有研究者发现 50~85 d 淀粉积累速率最快,其次是 108~136 d,但在前期淀粉含量没有明显差异,只是在生育后期才表现出显著差异<sup>[4]</sup>。而本试验结果表明,4 个品种在栽插后 80~120 d,块根淀粉的积累虽有一些波动,但总体呈增加趋势,基本在栽插后 110 d 块根淀粉含量及干物质含量达到最大,其中干物质含量较高的商薯 19、徐薯 32 在块根快速膨大期淀粉积累比较平稳,徐薯 22、徐薯 18 整体上呈快速增加趋势。因此综合鲜薯产量、甘薯块根干物率及薯干粗淀粉含量分析,我们认为高淀粉含量品种淀粉积累在整个块根膨大期可能呈稳定积累的趋势,而低淀粉含量品种的淀粉积累主要集中在块根迅速膨大期。在块根发育过程中,淀粉积累出现的波动一方面可能是因为块根膨大速度不同改变了淀粉含量,另一方面可能是除了淀粉外其他营养品质成分积累影响了淀粉的积累,至于不同品种的淀粉积累变化趋势可能是由其遗传特性决定的。

#### 3.2 块根淀粉含量变化与主要经济及品质性状的相关性

甘薯是一种块根类淀粉作物,提高块根淀粉率是甘薯育种的主要目标之一<sup>[20]</sup>。品种间淀粉率变异系数达 72.21%,差异显著<sup>[21]</sup>,为高淀粉甘薯育种提供了基础。研究发现,甘薯块根淀粉含量与干物质含量存在极显著正相关关系,与薯干可溶性糖含量呈极显著负相关关系<sup>[11]</sup>。干物率和淀粉率均与淀粉产量呈显著正相关关系<sup>[22]</sup>。本试验结果表明,甘薯块根淀粉积累量与薯块干物率、薯干粗淀粉含量呈极显著正相关关系,与薯块鲜产量、薯干产量、结薯数呈显著正相关关系,与茎蔓鲜质量、薯干还原糖含量呈显著负相关关系,与分枝数、薯干可溶性糖含量的相关性不大。甘薯块根品质分析结果表明,各品种基本在 100 d 时,淀粉含量达到最大值,尤其商薯 19 和徐薯 32 具有较高淀粉含量;而徐薯 22 和

徐薯 18 具有较高的粗蛋白含量,平均值分别为 7.99% 和 7.65%;徐薯 32 的可溶性糖含量最高(6.26%),其次为徐薯 18;各品种在生长期还原糖含量基本保持稳定增长,在收获时徐薯 32 和商薯 19 具有较高的还原糖含量。由本试验结果可知,淀粉含量较低的品种在淀粉合成的过程中,由于蛋白质等营养品质物质的合成占据了一定优势,导致淀粉积累量相对较少,因此建议在进行淀粉型品种选育时,在注重薯块干物质含量及淀粉含量的前提下,选择薯干粗蛋白含量较低的品种。

#### 3.3 影响淀粉积累相关性状指标的主成分

主成分分析法就是尽可能在少损失信息的情况下,通过少数几个因子高度概括大量数据的信息,既减少了变量的个数,又体现了变量间的内在联系<sup>[23]</sup>。主成分分析在品种评价<sup>[24]</sup>、果蔬品质评价<sup>[25-26]</sup>、加工品质评价<sup>[27]</sup>方面应用较多。本试验通过对 4 个品种与淀粉积累相关的经济及品质性状进行主成分分析,发现其信息主要集中在 2 个主成分,第 1 主成分的方差贡献率为 53.57%,其中贡献最大的是薯干粗淀粉含量,其次为薯干产量、块根鲜产量等;第 2 主成分的方差贡献率为 41.05%,其中贡献最大是块根干物率,其次为结薯数、分枝数等。累计方差贡献率达 94.62%,基本反映了甘薯淀粉合成相关经济及品质性状的全部信息,可为淀粉型品种鉴定评价提供借鉴,有助于淀粉型甘薯新品种的选育。

在北方薯区,不同品种在块根迅速膨大期,块根淀粉的积累整体呈增加趋势,淀粉含量高的品种呈现高积累率平稳增加趋势,而淀粉含量相对较低的品种呈快速增加趋势,但基本在栽插后 110 d 达到最大。甘薯块根淀粉积累量与块根干物率、薯干粗淀粉含量、块根鲜产量、薯干产量、结薯数呈极显著、显著正相关关系,与薯干粗蛋白含量等呈显著负相关关系。建议在鉴定评价淀粉型品种时,除了考虑块根高干物率、薯干粗淀粉含量等性状外,还应适当考虑薯干低粗蛋白含量这一性状。

#### 参考文献:

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crop statistics for 173 products [EB/OL]. (2019-01-18) [2020-01-14]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- [2] 易中懿,汪翔,徐雪高,等. 品种创新与甘薯产业发展[J]. 江苏农业学报, 2018, 34(6): 1401-1409.

- [3] 贾赵东,马佩勇,边小峰,等. 高淀粉多抗甘薯新品种苏薯 29 的选育[J]. 南方农业学报, 2018, 49(5): 848-856.
- [4] 傅玉凡,梁媛媛,孙富年,等. 甘薯块根生长过程中淀粉含量的变化[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2008, 30(4): 56-61.
- [5] 柳洪鹃,姚海兰,史春余,等. 施钾时期对甘薯济徐 23 块根淀粉积累与品质的影响及酶学生理机制[J]. 中国农业科学, 2014, 47(1): 43-52.
- [6] DU X B, KONG L C, XI M, et al. Split application improving sweetpotato yield by enhancing photosynthetic and sink capacity under reduced nitrogen condition[J]. Field Crops Research, 2019, 238: 56-63.
- [7] 陈晓光,李洪民,张爱君,等. 不同氮水平下多效唑对食用型甘薯光合和淀粉积累的影响[J]. 作物学报, 2012, 38(9): 1728-1733.
- [8] 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.
- [9] 后 猛,李 强,唐忠厚,等. 不同生态环境对甘薯主要品质性状的影响[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(9): 1180-1184.
- [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] 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.
- [12] 郭小丁,谢一芝,贾赵东,等. 淀粉型甘薯品种鲜薯产量和淀粉收量比较[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(22): 106-108.
- [13] CALISKAN M E, ERTURK E, SOGUT T, et al. Genotype×environment interaction and stability analysis of sweetpotato (*Ipomoea batatas*) genotypes[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2007, 35(1): 87-99.
- [14] ANDRADE M I, NAICO A, RICARDO J, et al. Genotype×environment interaction and selection for drought adaptation in sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] in Mozambique[J]. Euphytica, 2016, 209(1): 261-280.
- [15] 张允刚,房伯平. 甘薯种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [16] 唐忠厚,李洪民,马代夫. 甘薯蛋白质含量近红外反射光谱分析模型应用研究[J]. 中国食品学报, 2008, 8(4): 169-173.
- [17] 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.
- [18] 盛家廉,袁宝忠. 甘薯栽培技术[M]. 北京: 农业出版社, 1980.
- [19] 史春余,王汝娟,梁太波,等. 食用型甘薯块根碳水化合物代谢特性及与品质的关系[J]. 中国农业科学, 2008, 41(11): 3878-3885.
- [20] 谢一芝,郭小丁,贾赵东,等. 中国淀粉型甘薯育种现状及展望[J]. 江苏农业学报, 2019, 35(5): 1240-1245.
- [21] 陆国权. 甘薯淀粉若干重要品质性状的基因型差异研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2000, 26(4): 379-383.
- [22] 汪宝卿,王鲁豫,解备涛,等. 北方区试中甘薯农艺和品质性状的相关性及主成分分析[J]. 中国农学通报, 2013, 29(21): 66-71.
- [23] 郝黎仁,樊 元,郝哲欧. SPSS 实用统计分析[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003.
- [24] 纪 龙,申红芳,徐春春,等. 基于非线性主成分分析的绿色超级稻品种综合评价[J]. 作物学报, 2019, 45(7): 982-992.
- [25] 张春岭,刘 慧,刘杰超,等. 基于主成分与聚类分析的中、早熟桃品种制汁品质评价[J]. 食品科学, 2019, 40(17): 1-17.
- [26] 吴松霞,郜海燕,韩延超,等. 基于主成分分析的不同品种茭白品质评价[J]. 中国食品学报, 2019, 19(7): 241-250.
- [27] 王 阳,贾晓辉,王文辉,等. 中国冻梨加工品质评价体系构建[J]. 中国农业科学, 2019, 52(12): 2151-2160.

(责任编辑:张震林)