

马铃薯块茎还原糖含量与各器官含磷量的关系

张晓艳^{1,2}, 蒙美莲^{2*}, 门福义²

(1. 山东农业大学农学院, 泰安 271018; 2. 内蒙古农业大学农学院, 呼和浩特 010018)

摘要: 以克新1号和夏坡蒂原种为材料, 通过田间试验和室内分析测定, 对生育期间马铃薯块茎还原糖含量的变化与各器官含磷量的关系进行了初步研究。结果表明: 马铃薯块茎中还原糖含量随生育进程逐渐减少; 品种之间各器官含P量与块茎还原糖含量呈显著负相关; 增施磷肥可显著提高各器官含磷量, 从而有利于块茎还原糖含量的降低。

关键词: 马铃薯; 块茎; 还原糖; 磷

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 1672-3635 (2003) 05-273-04

1 引言

马铃薯块茎内各种物质成分含量高低, 不仅影响其营养价值, 而且也影响食味、加工工艺和加工产品品质^[1,2,3]。马铃薯块茎中还原糖含量与炸片炸条加工品质有密切的关系, 是决定马铃薯炸片和炸条加工品质的重要因素, 因为在油炸过程中还原糖与氮化合物的 α -氨基酸进行所谓的美拉德反应(Maillard Reaction), 致使薯片薯条表面颜色加深为不受消费者欢迎的棕褐色^[1]。因此, 深入探讨马铃薯低还原糖形成的生理基础, 对加工品种的选育和加工原料的栽培无疑具有重要的理论和实践意义。本文对马铃薯块茎还原糖形成与各器官含磷量的关系进行了初步探讨, 以期对马铃薯加工品种的选育和加工原料的品质预测提供生理指标; 为马铃薯加工原料的栽培, 提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 试验地

试验在内蒙古农业大学教学农场进行。供试土壤耕层0~20cm, 有机质含量2.38%, 全氮量

0.131%, 碱解氮105 mg/L, 速效磷42 mg/L, 速效钾151 mg/L, pH=7.6。

2.2 试验材料

试验以克新1号和夏坡蒂(Shepody)原种为材料。试验用N肥为尿素(含N46%), P肥为过磷酸钙(含P₂O₅15%), K肥为KCl(含K₂O60%)。

2.3 试验设计与方法

2.3.1 田间设置

表1 试验因素水平构成表(单位: kg/667m²)

水平	品种	种N (纯N)	种P (纯P ₂ O ₅)	种K (纯K ₂ O)	追N (纯N)
1	克新1号	0	0	0	0
2	夏坡蒂	5	14	8	3
3		10	24	14	6

试验采用L₁₈(2¹×3⁷)混合正交试验设计^[4]。试验设品种、种N、种P、种K和追N五个因素, 其中品种设置两个水平, 其他四个因素设三个水平, 组成五因素二、三水平混合正交试验, 共18个处理, 每个处理重复两次, 共36个小区。每小区占地28.84m²(5.15×5.6m), 共用地0.1038hm²。各小区采用等行距种植, 行距70cm, 株距27cm, 每小区166株, 密度为5.25万株/hm²。磷、钾和种氮肥在播种时一次性按行称量施入播种沟内, 追肥氮在块茎形成期追施,

收稿日期: 2003-06-12

本项目由内蒙古自治区自然科学基金资助(K12579)

作者简介: 张晓艳(1975-), 女, 硕士毕业于内蒙古农业大学, 现为山东农业大学在读博士生。

* 通讯作者

同时进行高培土, 田间布置采用随机区组设计, 共 4 个区组, 每个区组 9 个小区, 区组内各小区随机排列, 处理因素和水平如表 1。

2.3.2 取样及测定方法

全生育期共取样 7 次, 即 6 月 16 日 (苗期)、7 月 1 日 (块茎形成期)、7 月 20 日 (块茎增长始期)、8 月 5 日 (块茎增长期)、8 月 20 日 (淀粉积累始期)、9 月 5 日 (淀粉积累期)、9 月 26 日 (成熟收获期)。每次每小区取样 5 株, 带回室内洗净晾干, 分器官称量鲜重, 并分别取各器官鲜样 100 g, 风干后于 80 °C 温度下烘干至恒重测定干重, 然后装袋用于还原糖、P 等的测定。

P 含量的测定: 经浓 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮后, 采用钼蓝比色法测定。

还原糖含量测定: 采用砷钼酸比色法。

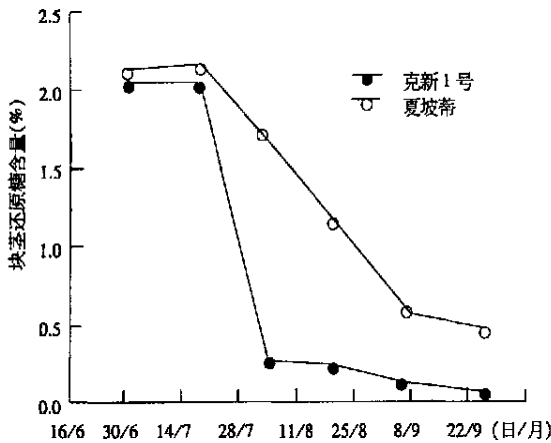


图 1 生育期间块茎还原糖含量的变化

由图 1 可看出, 块茎还原糖含量随生育进程的推移而逐渐降低, 至成熟收获时达最低, 这主要是由于还原糖转化成淀粉和块茎中干物质迅速增加的结果。两品种表现出相同的变化趋势, 但各时期两品种降低幅度不同。夏坡蒂品种在块茎迅速膨大开始之后, 还原糖含量迅速降低, 淀粉积累期到成熟收获期变化较小, 而克新 1 号在整个生育期中块茎还原糖含量是逐渐降低的。

3.2 块茎还原糖含量与各器官含 P 量的关系

3.2.1 块茎还原糖含量与叶片含 P 量的关系

由图 2 看出, 全生育期内两品种叶片含磷量的变化趋势一致, 均随生育进程呈现逐渐减少的变化

规律, 这是因为随生长发育的进行, 磷向块茎中转移的结果。夏坡蒂叶片中含 P 量始终高于克新 1 号。综合两品种各时期叶片含磷量与块茎还原糖含量的相关分析呈显著负相关关系, 相关系数为 -0.8912。因此叶片中的含 P 量可作为油炸食品加工原料品质预测和新品种选育的重要生理指标。

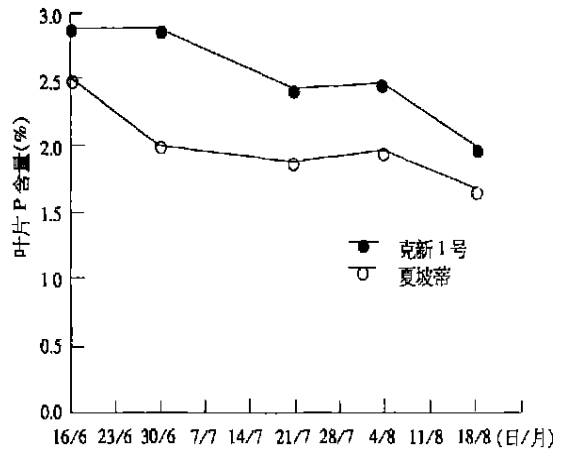


图 2 生育期间叶片含 P 量的变化

3.2.2 块茎还原糖含量与茎秆含 P 量的关系

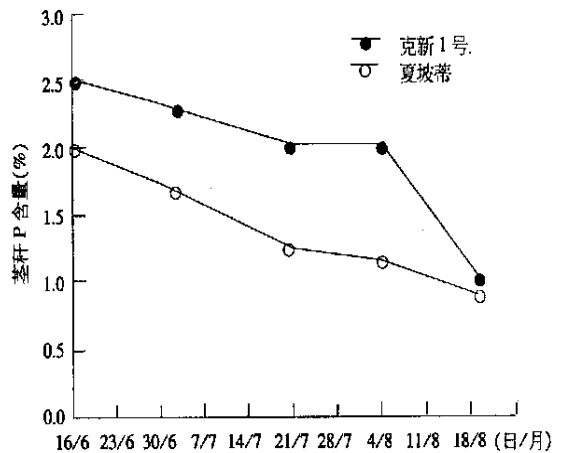


图 3 生育期间茎秆含 P 量的变化

由图 3 可看出, 在整个生育期内两品种茎秆含磷量的变化与叶片含 P 量的变化趋势一致。也是随生育进程的推移呈现逐渐减少的趋势, 这是由于随着生育的推进, 茎秆中 P 向块茎中逐渐转移的结果。夏坡蒂茎秆含量始终高于克新 1 号。综合两品种各时期茎秆含磷量与块茎还原糖含量的相关分析呈显著负相关关系, 相关系数为 -0.9211。因此茎秆中的 P 含量可作为油炸食品加工原料品质预测和新品种选育的重要生理指标。

3.2.3 块茎还原糖含量与块茎含P量的关系

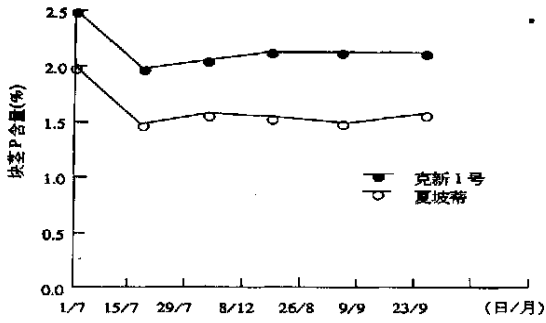


图4 生育期间块茎含P量的变化

由图4看出,在整个生育期间,两品种块茎含P量变化趋势一致,在7月1日至7月2日间缓慢下降,以后随着生育的进行,几乎无变化。这是因为块茎是磷素代谢的归宿场所^[5]。综合两品种各时

期块茎含磷量与其还原糖含量的相关分析呈显著负相关关系。这是因为磷积极参与碳水化合物代谢,促进糖向淀粉的转化。因此块茎中含P高的,其还原糖含量就低。

3.2.4 不同施肥处理对叶片、茎秆、块茎含P量的影响

由表2可看出,全生育期P肥对叶片含P量的影响较大。即随着种P用量的增加,叶片含P量呈增加的变化趋势。增加P肥用量,植株从土壤中吸收的P也多,叶片含P量上升。其次种N对苗期叶片含P量的影响亦较大,随种N用量的增加,叶片含P量基本上呈下降趋势,这是因为氮素会使植株体内磷素浓度降低,因而叶片中含P量会下降。方差分析表明,各时期各处理因素对叶片含磷量均有极显著的影响。

表2 不同施肥处理对叶片、茎秆、块茎含P量影响的极差分析(单位: g/600g (DW))

日期	因素	种N			种P			种K			追N		
		叶	茎	块茎	叶	茎	块茎	叶	茎	块茎	叶	茎	块茎
16/6	I	16.70	13.90	—	15.16	14.85	—	15.78	12.89	—	—	—	—
	II	15.70	13.17	—	16.48	13.43	—	16.00	13.93	—	—	—	—
	III	15.69	13.43	—	16.44	12.22	—	16.31	13.68	—	—	—	—
	R	1.01	0.73	—	1.32	2.62	—	0.53	1.04	—	—	—	—
1/7	I	15.11	12.67	20.40	13.95	12.99	21.10	14.53	12.67	21.10	13.85	12.74	13.10
	II	14.17	12.20	26.90	14.57	12.58	21.80	14.34	12.73	22.50	14.84	12.68	13.40
	III	14.33	12.91	23.90	15.08	12.21	23.50	14.73	12.38	22.80	14.91	12.36	13.20
	R	0.94	0.71	6.50	1.13	0.78	2.40	0.39	0.35	1.70	1.06	0.38	0.30
20/7	I	12.02	9.04	10.20	11.33	9.36	13.60	12.26	9.14	10.20	11.36	8.47	9.40
	II	11.64	8.19	12.50	11.50	8.97	12.40	11.34	8.91	10.70	12.02	9.05	10.20
	III	11.79	9.50	9.70	12.62	8.40	10.80	11.85	8.69	13.20	12.07	9.21	9.70
	R	0.38	1.31	3.80	1.29	0.96	2.80	0.92	0.45	2.00	0.71	0.74	0.80
5/8	I	12.30	7.65	14.30	11.76	8.31	10.20	12.10	8.70	10.00	11.91	7.78	10.20
	II	12.14	8.64	12.20	12.06	8.29	13.50	12.44	8.37	13.30	11.84	8.38	10.80
	III	11.86	8.80	13.10	12.48	8.49	13.60	11.76	8.02	14.50	12.55	8.93	10.70
	R	0.44	1.15	2.10	0.72	0.20	3.40	0.68	0.68	4.50	0.71	1.15	0.10
20/8	I	9.71	3.40	11.80	9.67	3.30	10.67	9.91	4.70	11.90	9.40	4.09	10.30
	II	9.25	4.58	10.70	9.30	4.37	11.12	9.71	4.36	11.64	9.85	5.48	11.30
	III	9.98	5.51	10.14	9.97	5.82	13.00	9.32	4.43	11.10	9.69	3.91	9.60
	R	0.73	2.11	1.10	0.67	2.52	2.33	0.59	0.34	0.80	0.44	1.58	1.70
5/9	I			12.09			10.25			12.80			12.11
	II			13.56			10.39			12.82			12.85
	III			13.58			10.06			13.61			14.19
	R			1.49			0.33			0.81			2.08
26/9	I			8.84			9.95			9.83			9.44
	II			10.73			10.04			10.42			10.48
	III			10.40			13.87			11.70			10.03
	R			1.89			3.29			1.87			1.04

由表 2 还可看出, 不同施肥处理对茎秆含磷量的影响表现为在块茎形成期以前以种 P 作用为大, 之后随生育的推进, 追 N 和种 N 的作用越来越大, 这是因为后期充足的 N 素, 有利于物质代谢的加强。种钾在全生育期对茎秆含磷量的影响均较小^[6]。从总体上看, 施肥对茎秆含 P 量的影响较小。方差分析也表明, 各时期各处理因素对茎秆含磷量的影响均未达到显著差异水平。

另由表 2 可以看出, 对块茎含磷量的影响基本上是以磷的影响最大, 随着施磷量的增加, 块茎含磷量呈上升趋势。这是因为施 P 多, 植株吸收的也多, 因而块茎含 P 量高。方差分析表明, 在整个生育期内, 不同施磷量对块茎含磷量的影响存在极显著差异。其次是氮肥, 钾肥的影响较小。

4 结论与讨论

a. 在整个生育期内, 两品种块茎还原糖含量不断下降, 到成熟收获时达到最低, 品种之间块茎还原糖含量存在着显著差异, 夏坡蒂品种块茎还原糖含量始终低于克新 1 号。

b. 全生育期克新 1 号和夏坡蒂两品种叶片、茎秆含 P 量均随生育的推进逐渐降低, 块茎含 P 量则表现为前期缓慢下降, 后期又略有升高。两品种各时期叶片、茎秆、块茎含磷量与块茎还原糖含

量的相关分析呈显著负相关关系, 因此可把茎、叶、块茎含 P 量作为油炸食品加工品种选育和加工原料品质预测的重要生理指标。

c. 随施 N 量的增加, 各器官含磷量下降, 使块茎还原糖含量升高。增施 P 肥则由于提高了各器官含磷量而降低了块茎还原糖含量。因此生产上在合理施用 N 肥的基础上, 应重视施用 P 肥, 以获得符合加工用的原料块茎。

参 考 文 献

[1] 谢开云, 屈冬玉, 金黎平等. 我国炸片用马铃薯原料生产中存在的问题与对策 [J]. 中国马铃薯, 2001, (6): 355—357.
 [2] 李英男摘译. 施肥对马铃薯加工品质的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1995, 49 (3): 186—187.
 [3] Cottrell E, Duffus C M, Paterson L Mackay, G R Allison, and Bain H. The effect of storage temperature on reducing sugar concentration and the activities of the amylolytic enzyme in tubers of the cultivated potato, *Solanum tuberosum* L. Potato Research, 1993, 36: 107—117.
 [4] 中国现场统计研究会农业优化组编. 农业正交设计 [M]. 冶金工业出版社. 1994.
 [5] 门福义, 刘梦芸编著. 马铃薯栽培生理 [M]. 中国农业出版社, 1995.
 [6] Stan Ley R. The effect of potassium kinds and quantity to the quality of potato variety's produces in French style. Potato Research, 1989, 32 (4): 439—446.

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE CONTENT OF REDUCING SUGAR IN TUBER AND THE CONTENT OF PHOSPHORUS IN DIFFERENT ORGANS

ZHANG Xiao-yan^{1,2}, MENG Mei-lian², MEN Fu-yi²

(1. Agronomy College, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;

2. Agronomy College, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China)

ABSTRACT: The purpose of this research was to study the relationship between the reducing sugar and phosphorus contents in potato using cvs Kexin 1 and Shepody as plant materials. The results showed that the reducing sugar content in potato tuber decreased as the growth and development of potato plants progressed; the content of phosphorus in different organs was negatively correlated to reducing sugar in the tuber. Applying phosphorus fertilizer increased the content of phosphorus in organs, therefore it could contribute to the decrease in the reducing sugar content.

KEY WORDS: potato; tuber; reducing sugar; phosphorus