

马铃薯块茎还原糖含量与钾代谢关系的研究

刘 锋¹, 张晓艳^{1*}, 刘延忠¹, 蒙美莲²

(1. 山东省农业科学院科技信息工程技术研究中心, 山东 济南 250100; 2. 内蒙古农业大学, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘 要: 通过田间试验和室内分析测定, 对马铃薯块茎低还原糖形成的生理基础与钾代谢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; 叶片、茎秆和块茎中含 K 量随生育进程呈降低的变化趋势; 克新 1 号茎秆含钾量与其块茎还原糖含量、夏坡蒂块茎中含钾量与还原糖含量相关性均达到了极显著水平。因此, 可以把克新 1 号茎秆中的含钾量和夏坡蒂块茎中的含钾量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。

关键词: 马铃薯块茎; 还原糖; 钾代谢

马铃薯是粮菜兼用作物, 马铃薯块茎是物质贮藏器官, 也是经济产品器官, 块茎内各种物质成分含量高低, 不仅影响其营养价值, 而且还影响食味、加工工艺和品质。随着经济的发展, 人民生活水平的提高, 生活节奏的加快, 方便、高营养的快餐食品愈来愈受到人们的欢迎。其中马铃薯炸片和炸条已成为热销食品, 人们的消费量不断增加^[1-3]。研究发现, 马铃薯块茎还原糖含量与炸片、炸条以及全粉加工品质等有密切的关系, 是决定马铃薯加工品质的重要因素, 一般要求加工原料还原糖含量低于 0.25%, 因为还原糖与氮化合物的 - 氨基酸进行美拉德反应, 致使薯片薯条表面颜色加深为不受消费者欢迎的棕褐色^[4-9]。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。

马铃薯是高产喜钾作物, 如肥料充足、养分配比合理时, 不仅植株可达最大生物产量, 块茎产量也相应达到最高, 同时可以提高马铃薯加工品质^[10-14]。本文对马铃薯块茎还原糖形成与各器官含钾量的关系进行了探讨, 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, 为加工原料薯的栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地

试验于 2003 ~2004 年在内蒙古农业大学教学农场进行。供试土壤耕层 0 ~20 cm, 有机质含量 2.38%, 全氮量 0.131%, 碱解氮 105 mg·kg⁻¹, 速效磷 42 mg·kg⁻¹, 速效钾 151 mg·kg⁻¹, pH=7.6。

1.2 试验材料

试验以克新 1 号和夏坡蒂原种为材料。试验用 N 肥为尿素(含 N 46%), P 肥为过磷酸钙(含 P₂O₅ 15%), K 肥为 KCl(含 K₂O 60%)。

1.3 试验设计与方法

试验采用 L₁₈(2¹×3³) 混合正交试验设计法^[15-16], 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。每个小区占地 28.84 m²(5.15 m×5.6 m)。各小区等行距种植, 行距 70 cm, 株距 27 cm, 密度为每公顷 5.25 万株。磷、钾和种氮肥在播种时一次性按行施入播种沟内, 追肥氮在块茎形成期施用, 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, 处理因素和水平见表 1。

收稿日期: 2007-04-10

基金项目: 内蒙古自治区自然科学基金(20001303)资助。

作者简介: 刘锋(1975-), 男, 副研究员, 主要从事作物生理学方面的研究。

*通讯作者: E-mail: zxyf5367@163.com

表 1 试验因素水平构成 (g·hm⁻²)

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	75	210	120	45
3		150	360	210	90

1.4 取样及测定方法

全生育期内共取样 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, 并分器官称量鲜重, 然后在 105 度杀青 30 min, 在 75 度温度下烘干至恒重备用, 测定还原糖、K 含量。

K 含量的测定: 采用火焰光度法^[17]。

还原糖含量测定: 采用砷钼酸比色法^[17]。

2 结果与分析

2.1 生育期内马铃薯块茎还原糖含量的变化

由图 1 可看出, 马铃薯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。夏坡蒂块茎还原糖含量始终低于克新 1 号, 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。

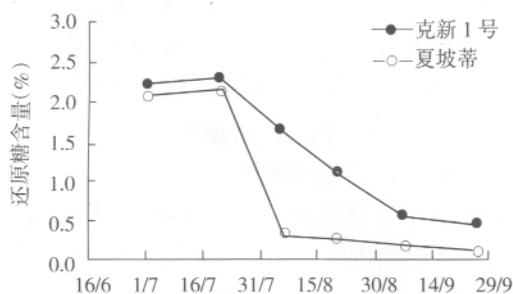


图 1 生育期内马铃薯各器官还原糖含量的变化

2.2 块茎还原糖含量与各器官含 K 量的关系

2.2.1 块茎还原糖含量与叶片含 K 量的关系

由图 2 可以看出, 生育期内两品种叶片含钾量变化趋势一致, 均随生育进程呈现逐渐减少的变化, 钾在植物体内极易移动, 一般缺钾症状表现在老叶。块茎增长始期之前, 克新 1 号叶片含钾量低于夏坡蒂, 此后则高于夏坡蒂。块茎增长期间, 叶片钾含量基本不变, 淀粉积累始期以后, 叶片钾含量逐渐减少。克新 1 号和夏坡蒂两品种各时期叶片含钾量分别与其块茎还原糖含量呈正相关关系, 相关系数分别为 0.8032 和 0.7212。说明叶片中钾含量的减少, 有利于块茎还原糖含量的降低。

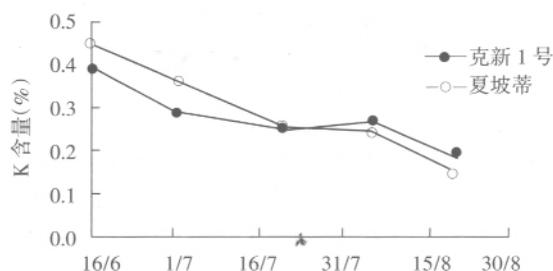


图 2 生育期内马铃薯叶片 K 含量的变化

2.2.2 块茎还原糖含量与茎秆含 K 量的关系

由图 3 可以看出, 在整个生育期内两品种茎秆含钾量的变化与叶片含钾量的变化趋势一致, 也是随生育进程的推移呈现逐渐减少的趋势。克新 1 号茎秆含钾量高于夏坡蒂, 两者与其块茎还原糖含量的相关系数分别为 0.9313 和 0.7311, 克新 1 号茎秆中含钾量与其块茎还原糖含量的相关性大于夏坡蒂, 达到极显著水平。可以把克新 1 号茎秆中的含钾量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。综合图 2、3 可以看出, 茎秆中钾含量高于叶片。

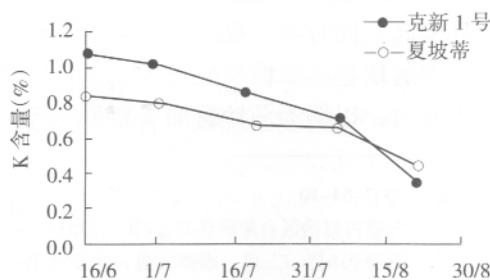


图 3 生育期内马铃薯茎秆 K 含量的变化

2.2.3 块茎中还原糖含量与含 K 量的关系

由图 4 可以看出, 克新 1 号各时期块茎含钾量低于夏坡蒂。克新 1 号块茎含钾量在块茎增长始期和淀粉积累期形成两个低谷; 夏坡蒂在淀粉积累期之前, 呈逐渐下降的变化, 此后又略有升高。两者块茎含钾量与其还原糖含量的相关分析表明, 均呈正相关关系, 相关系数分别为 0.5166 和 0.9830, 夏坡蒂块茎中含钾量与还原糖含量的相关性达到了极显著水平。也可以把夏坡蒂块茎中的含钾量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。

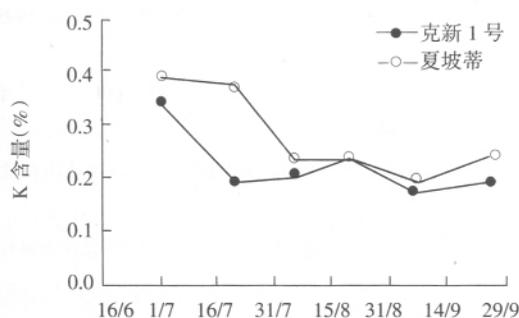


图 4 生育期内马铃薯块茎中 K 含量的变化

2.3 肥料运筹对马铃薯块茎含钾量影响的极差分析

由表 2 可以看出, 在块茎增长长期之前, 种 P 和追 N 对块茎含钾量的影响较大, 随其用量的增加呈单峰曲线变化, 在淀粉积累始期, 各肥料处理对块茎含钾量的影响差异不明显。在淀粉积累期和成熟收获期, 种 P 和种 K 对块茎含钾量的影响较大, 且随着用量的增加而升高。为了提高加工品质, 生产上应该采用适宜的 P、K 用量。

3 结 论

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, 夏坡蒂块茎还原糖含量始终低于克新 1 号。

全生育期克新 1 号和夏坡蒂叶片和茎秆含钾量均随生育进程的推进逐渐降低, 块茎含钾量因品种不同而略有区别。夏坡蒂块茎含钾量在淀粉积累期之前, 呈逐渐下降的变化, 此后又略有升高; 克新 1 号则在块茎增长始期和淀粉积累期形成两个低谷。各器官含钾量与块茎还原糖的含量均呈正相关

关系, 克新 1 号茎秆与其块茎还原糖含量、夏坡蒂块茎中含钾量与还原糖含量相关性均达到了极显著水平。因此, 可以分别把克新 1 号茎秆中的含钾量和夏坡蒂块茎中的含钾量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。

各时期肥料处理对块茎含钾量的影响呈不规律变化, 在淀粉积累期和成熟收获期, 种 P 和种 K 对块茎含钾量的影响较大, 且随着用量的增加而升高。因块茎还原糖含量与含钾量正相关, 考虑到减少还原糖含量的话, 就要减少种 P 和种 K 的施用量。生产上在合理施用 N 肥的基础上, 应重视 P、K 肥的施用量, 以获得符合加工用的马铃薯原料块茎。

表 2 肥料运筹对块茎含钾量影响的极差分析 (g·600 g⁻¹DW)

时间	因素	品种	种 N	种 P	种 K	追 N	
1/7		0.35	2.06	2.04	2.11	2.11	
		0.39	2.23	5.69	2.18	2.25	
			2.35	2.39	2.35	2.28	
	R	0.04	0.29	3.65	0.24	0.14	
		0.09	0.52	0.62	0.56	0.45	
		0.08	0.65	0.62	0.36	1.07	
20/7			0.50	0.45	0.74	0.62	
		R	0.01	0.15	0.17	0.38	0.62
			0.21	1.31	1.21	1.33	1.30
	0.24		1.33	1.35	1.35	1.40	
	5/8			1.40	1.43	1.35	1.33
			R	0.03	0.09	0.22	0.02
0.24				1.35	1.31	1.36	1.45
0.23		1.47		1.44	1.40	1.49	
20/8				1.42	1.49	1.49	1.30
			R	0.01	0.12	0.18	0.13
	0.18			1.16	1.07	1.07	1.16
	0.20	1.12		1.01	1.11	1.11	
	6/9			1.16	1.21	1.23	1.14
			R	0.03	0.04	0.19	0.17
1.80				1.21	1.21	1.21	1.28
2.08		1.35		1.29	1.36	1.36	
26/9				1.36	1.42	1.36	1.28
			R	0.29	0.15	0.21	0.15

[参 考 文 献]

- [1] 马莺. 马铃薯加工业的现状及发展前景[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(2): 123- 125.
- [2] 朱锡义, 杨文光. 开发 21 世纪健康食品——马铃薯[M]//陈伊里. 中国马铃薯学术研讨文集. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1996: 396- 399.
- [3] 金黎平, 屈冬玉, 纪颖彪. 马铃薯加工型品种的选育技术[M]//陈伊里. 中国马铃薯研究进展. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1999: 1- 6.
- [4] 纪颖彪, 屈冬玉, 金黎平, 等. 马铃薯块茎低温变甜的机理及其防止策略的研究进展[M]//陈伊里. 中国马铃薯研究进展. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1999: 51- 55.
- [5] 吕文河, 陈伊里, 李景华, 等. 马铃薯块茎中干物质与蛋白质、维生素C及还原糖的关系[J]. 马铃薯杂志, 1993, 7(4): 193- 196.
- [6] 谢开云, 屈冬玉, 金黎平, 等. 我国炸片用马铃薯原料薯生产中存在的问题与对策[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(6): 355- 357.
- [7] 陈芳, 胡小松. 马铃薯块茎“低温糖化”机理的研究及进展[J]. 马铃薯杂志, 1998, 12(1): 52- 54.
- [8] 盛万民. 中国马铃薯品质现状及改良对策[J]. 中国农学通报, 2006, 22(2): 166- 170.
- [9] 纳添仓, 季克震. 加工型马铃薯品种的性状要求及育种方法[J]. 青海农林科技, 2001(3): 18- 19.
- [10] 张朝春, 江荣风, 张福锁, 等. 氮磷钾肥对马铃薯营养状况及块茎产量的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(9): 279- 283.
- [11] 孔令郁, 彭启双, 熊艳, 等. 平衡施肥对马铃薯产量及品质的影响[J]. 土壤肥料, 2004(3): 17- 19.
- [12] Stan Ley R. The effect of potassium kinds and quantity to the quality of potato variety 's produces in French style. [J]. Potato Research, 1989, 32(4): 439- 446.
- [13] 李玉影. 两种不同钾肥在马铃薯上的应用效果的研究[J]. 马铃薯杂志, 1997, 11(4): 209- 212.
- [14] 李英男. 施肥对马铃薯加工品质的影响[J]. 马铃薯杂志, 1995, 14(3): 186- 187.
- [15] 中国现场统计研究会农业优化组. 农业正交设计[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1994.
- [16] 王宝山. 田间试验和统计方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1987: 91- 99.
- [17] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.

Relationships of the Reducing Sugar Content and Potassium Metabolism in Potato Tuber

Liu Feng¹, Zhang Xiaoyan¹, Liu Yanzhong¹, Meng Meilian²

(1. S&T Information Engineering Research Center, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan, Shandong 250100, China;

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

Abstract: By field experiment and lab analysis, the relation of the physiological bases of the reducing sugar forming in potato tuber and potassium metabolism was pilot studied. The reducing sugar content in tuber decreased gradually along with its growing and the content of potassium in leaf, stem and tuber also trended to decrease with their growing. There was a highly significant correlation between the potassium content in the stem and the reducing sugar content in the tuber of the cultivar Kexin 1, and also between the potassium content and the reducing sugar content in the tuber of Shepody. So the potassium content in the stem of Kexin 1 and that in the tuber of Shepody can be used as an important physiological indicator of quality predication and new variety selection for fried foods.

Key Words: potato tuber; reducing sugar; potassium metabolism