

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2006)01-019-05

马铃薯不同品系贮藏期品质分析

田 丰¹, 张永成², 师 理², 孙海林², 阮建平², 纳添仓²

(1. 青海大学农牧学院, 青海 西宁 810003; 2. 青海省农林科学院作物所, 青海 西宁 810016)

摘 要: 马铃薯秋天入窖后, 测定不同品系的还原糖含量、可溶性糖含量、淀粉含量, 其结果为: 还原糖含量入窖后到次年 3 月份逐渐升高, 之后又快速下降, 6-21 还原糖含量最低, 小白花还原糖含量最高; 可溶性糖含量较稳定, 只是不同品系表现趋势不同, 6-21 可溶性糖含量最低, 1-38 可溶性糖含量最高; 淀粉含量也较稳定, 6 个品系总趋势为逐渐下降; 1-38 淀粉含量最高; 大多数马铃薯品系的还原糖与可溶性糖呈正相关, 可溶性糖与淀粉、还原糖与淀粉呈负相关。

关键词: 马铃薯; 新品系; 还原糖; 可溶性糖; 淀粉

马铃薯是粮、菜、饲兼用的高产作物, 是世界公认的营养丰富、美味可口的食品, 素有“地下苹果”、“第二面包”之称^[1]。近年来, 随着人们对马铃薯营养价值的逐步认识, 城乡消费需求呈上升趋势。随着农业结构调整的深入, 马铃薯加工产品逐渐向多样化发展^[2]。20 世纪 90 年代以来, 人们对马铃薯品质的要求越来越高, 由单纯追求高产向追求营养品质、食味品质、加工品质、外观品质俱佳和高产的方向转变^[3]。马铃薯品质的优劣, 与贮藏条件、品种特性有很大的关系。目前, 青海省主要以地窖来贮藏马铃薯, 贮藏条件较差, 贮藏期马铃薯品质易变劣。马铃薯块茎中的还原糖含量直接影响炸片、炸条成品的品质和颜色。适合炸片、炸条的品种要求淀粉含量高、还原糖含量低, 且贮藏期变化幅度小^[4]。淀粉直接影响马铃薯的品质, 这些成分既决定于品种的遗传特性, 同时与贮藏条件有密切的关系^[5]。本试验通过对不同贮藏期 6 个品系的还原糖、可溶性糖及淀粉进行测定分析, 为选育出品质优良的耐贮藏的新品种提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验材料为青海省农林科学院提供的高代品

收稿日期: 2005-08-10

作者简介: 田丰(1963-), 男, 教授, 主要从事马铃薯育种研究与教学工作。

系 6-21、1-38、8-14、2-57, 对照为小白花, 高原 4 号。

1.2 试验方法

测试样品按 6 个品系单因素随机区组设计, 重复 3 次, 2003 年 9 月 16 日在农林科学院试验田收获。选出无斑痕、无虫害、无机械损伤的试样入窖, 分别于 10 月 16 日、12 月 16 日、次年 2 月 16 日、3 月 16 日、4 月 16 日从窖中取出后分 3 d 测定马铃薯的还原糖、可溶性糖及淀粉含量。还原糖含量测定用斐林试剂法^[6], 可溶性糖含量、淀粉含量的测定用苯酚法^[7]。平均数的多重比较采用 SSR 法。

2 结果与分析

贮藏条件与马铃薯品质指标有密切的关系, 经测定贮藏期窖温的变化见表 1。

表 1 贮藏期自然窖温变化

测定时间	2003 年		2004 年		
	10 月 16	12 月 16	2 月 16	3 月 16	4 月 16
窖温 ()	9.1	1.9	1.2	1.8	7.9

2.1 贮藏期 6 个品系还原糖含量的变化

2.1.1 贮藏期 6 个品系还原糖含量的变化趋势

6 个品系还原糖含量的变化趋势见图 1。由图 1 可以看出, 测定的 6 个品系从 2003 年 10 月 16 日开始还原糖含量缓慢升高, 2004 年 2 月 16 日开

始迅速升高, 3月16日达到最大, 之后4月16日一直下降, 这是因为入冬后温度逐渐降低, 还原糖含量迅速升高, 2004年2月16日到2004年3

月16日窖内温度最低, 还原糖含量最高; 2004年4月16日还原糖含量低, 一个原因是温度升高, 另一个原因是出芽消耗一部分还原糖^[8]。

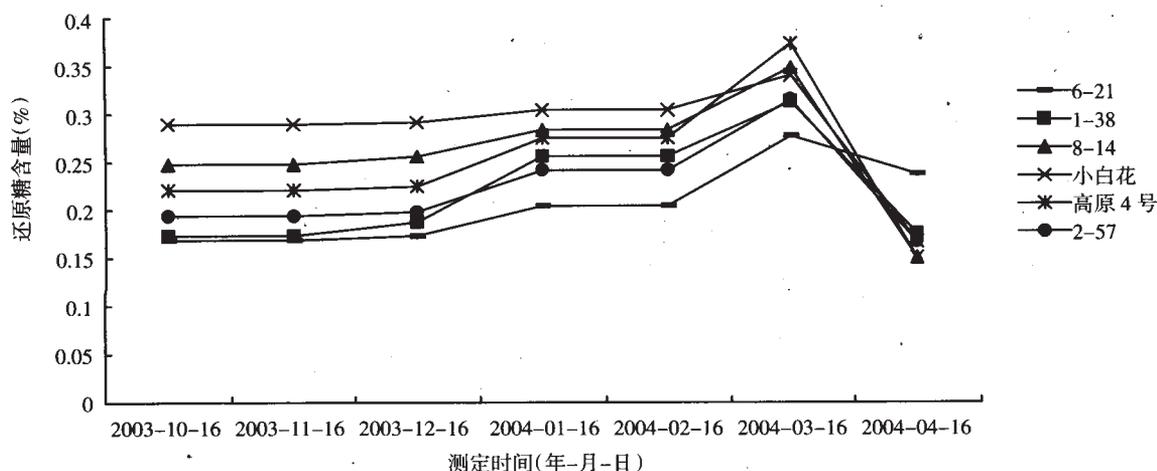


图1 不同品系、不同时间还原糖含量

2.1.2 2003年10月16日6个品系还原糖含量的差异

对10月16日的刚入窖时马铃薯各品系还原糖含量进行方差分析得: 品系间的 $F=67.549 > F_{0.01}=3.85$, 说明品系间的 F 值达到 0.01 的极显著标准, 对品系进一步进行多重比较见表 2。

表2 2003年10月16日不同品系还原糖含量的差异

品系	还原糖含量 (%)	差异显著性	
		0.05	0.01
小白花	0.289	a	A
8-14	0.248	b	B
高原4号	0.221	c	C
2-57	0.193	d	D
1-38	0.172	e	D
6-21	0.168	e	D

由表2可以看出: 小白花还原糖最高, 与其它各品系有极显著差异, 8-14和高原4号也与2-57、6-21、1-38还原糖含量极显著差异, 说明: 刚入窖时, 对照的还原糖含量高, 品系2-57、1-38、6-21还原糖含量极显著地低于对照。由于还原糖含量低、马铃薯的加工品质好, 所以从还原糖含量的角度来考虑, 应选留品系6-21和1-38

为好。

2.1.3 2004年4月16日6个品系还原糖含量的差异

对2004年4月16日出窖时马铃薯各品系还原糖含量进行方差分析得: 品系间的 $F=2.4162 < F_{0.05}=3.33$, 品系间的 F 值没有达到 0.05 的显著标准, 说明2004年4月16日的还原糖含量6个品系间无显著差异。此时, 各品系已经出芽, 块茎内还原糖被吸收利用。

2.2 贮藏期6个品系可溶性糖含量的变化

2.2.1 贮藏期6个品系可溶性糖含量的变化趋势

各品系窖藏不同时期可溶性糖含量见图2。由图2可以看出: 6个品系块茎贮藏期间可溶性糖含量的变化不大, 但不同的品系呈现不同的变化趋势。1-38可溶性糖含量最高, 随时间变化最小, 2-57从2003年10月17日至2004年3月17日一直下降, 之后又缓慢回升, 小白花一直随时间升高, 但升幅很小, 其他3个品系略有起伏。

2.2.2 2003年10月17日6个品系可溶性糖含量的变异

6个品系重复3次(18个样品)测定时, 每个样品再分为两份测定, 对测定结果进行方差分析, 得不同品系可溶性糖含量品系间 $F=2.0909 < F_{0.05}=2.60$, 未达到显著差异。

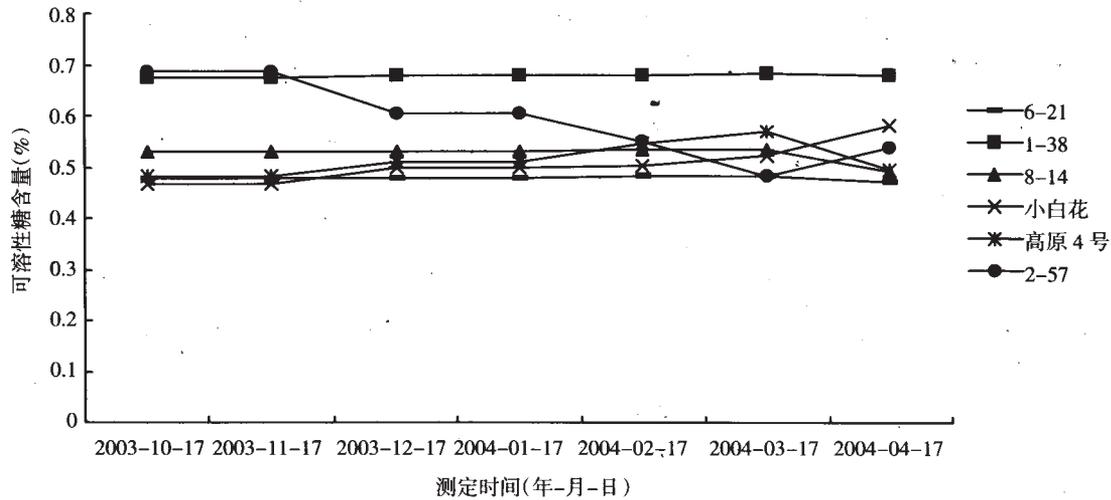


图2 不同品系、不同时间马铃薯可溶性糖含量

2.2.3 2004年4月17日6个品系可溶性糖含量的差异

对2004年4月17日6个品系的可溶性糖含量测定结果进行方差分析, 得品系间 $F = 15.0929 > F_{0.01} = 3.85$, 说明品系间可溶性糖含量达到极显著, 进一步对可溶性糖含量进行多重比较见表3。

表3 2004年4月17日品系可溶性糖含量差异性分析

品系	平均数 (%)	差异显著性	
		0.05	0.01
1-38	0.6967	a	A
小白花	0.5810	b	B
2-57	0.5355	bc	BC
高原4号	0.4961	cd	BC
8-14	0.4890	cd	C
6-21	0.4604	d	C

由表3可以看出, 1-38可溶性糖含量最高, 并与其它品系有极显著差异; 小白花次高, 并与高原4号、8-14、6-21有显著差异。说明: 马铃薯经过贮藏后可溶性糖含量变化较大。可溶性糖含量低, 品种耐贮藏, 从可溶性糖含量的角度来考虑, 应选留品系6-21。

2.3 贮藏期6个品系淀粉含量的变化

2.3.1 贮藏期6个品系淀粉含量的变化趋势

对不同时期、不同品系淀粉含量的测定结果见图3。

由图3可以看出: 6个品系块茎贮藏期间淀粉含量的变化趋势, 从2004年10月18日开始到2004年4月18日随时间的延长, 各品系含量逐渐下降, 并且下降速度随时间而加快。平均淀粉含量从高到低依次为1-38 > 2-57 > 6-21 > 8-14 > 高原4号 > 小白花。

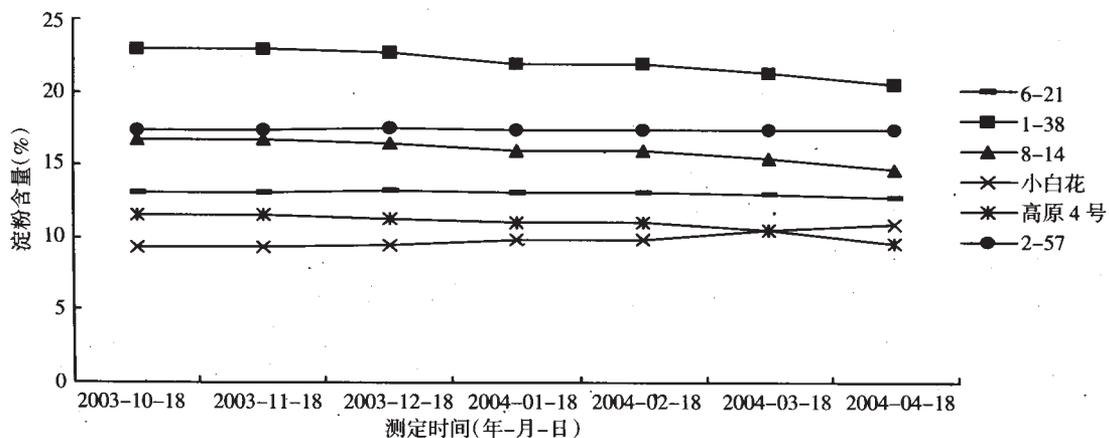


图3 不同品系、不同时间淀粉含量

2.3.2 2003 年 10 月 18 日 6 个品系淀粉含量的差异
对 2003 年 10 月 18 日不同品系淀粉含量的测定结果进行方差分析, 得 $F=99.4881 > F_{0.01}=3.85$, 说明品系间淀粉含量的 F 值达到 0.01 的极显著标准, 对品系进一步进行多重比较得表 4。

表 4 2003 年 10 月 18 日各品系淀粉含量差异性比较

品 系	平均数 (%)	差异显著性	
		0.05	0.01
1-38	22.9600	a	A
2-57	17.4083	b	B
8-14	16.6900	b	B
6-21	13.1400	c	C
高原 4 号	11.4800	d	CD
小白花	10.9000	d	D

由表 4 可以看出: 1-38 淀粉含量最高, 并且与其它品系有极显著差异, 2-57、8-14 淀粉含量次之, 两者间无显著差异, 而与两对照有极显著差异, 6-21 与两对照有显著差异。淀粉含量高、马铃薯品质好, 从淀粉含量的角度来考虑, 应选留品系 1-38。

2.3.3 2004 年 4 月 18 日 6 个品系淀粉含量的差异
对 2004 年 4 月 18 日不同品系淀粉含量的测定结果进行方差分析得 $F=180.2493 > F_{0.01}=3.85$, 说明

品系间的 F 值达到 0.01 的极显著标准, 对品系进一步进行多重比较得表 5。

表 5 2004 年 4 月 18 日各品系淀粉含量差异性比较

品 系	平均数 (%)	差异显著性	
		0.05	0.01
1-38	20.40833	a	A
2-57	17.32000	b	B
8-14	14.70000	c	C
6-21	12.74000	d	D
高原 4 号	9.61000	e	E
小白花	9.37000	e	E

由表 5 可以看出, 高原 4 号, 小白花的淀粉含量最低, 并与其它品系达到极显著差异, 6-21 淀粉含量次低, 并与 1-38、2-57、8-14 也达到极显著差异。从淀粉含量的角度来考虑, 应选留品系 1-38。

2.4 不同品系的马铃薯还原糖含量、可溶性糖含量、淀粉含量的相关性

对不同品系的马铃薯在 2003 年 10 月 16 日到 2004 年 4 月 18 日还原糖含量、可溶性糖含量与淀粉含量相关性比较, 见表 6。

表 6 不同品系的马铃薯还原糖含量、可溶性糖含量、淀粉含量相关性分析

品 系	6-21	1-38	8-14	小白花	高原 4 号	2-57
还原糖含量与可溶性糖含量	0.405	0.536 [*]	0.874 [*]	0.727 [*]	0.879 ^{**}	0.602 [*]
还原糖含量与淀粉含量	-0.880 [*]	-0.711 ^{**}	-0.718 ^{**}	-0.747 [*]	-0.730 ^{**}	-0.716 [*]
可溶性糖含量与淀粉含量	0.601 [*]	-0.673 ^{**}	0.756 ^{**}	-0.837 ^{**}	-0.121	-0.752 ^{**}

注: $r_{0.05, 13}=0.514$, $r_{0.01, 13}=0.641$

由表 6 可以看出: 就还原糖含量与可溶性糖含量相关系数 8-14、高原 4 号和小白花达到极显著水平, 1-38、2-57 达到显著水平, 6-21 不显著, 说明大多数品系的马铃薯还原糖含量与可溶性糖含量呈正相关; 6 个品系的马铃薯还原糖含量与淀粉含量均达到极显著负相关; 可溶性糖含量与淀粉含量

1-38、8-14、小白花和 2-57 达到极显著, 6-21 达到显著, 高原 4 号不显著。说明大多数品系的马铃薯可溶性糖含量与淀粉含量呈显著负相关。也就是说还原糖含量越高, 可溶性糖含量越高, 淀粉含量越低。从而可以看出: 还原糖含量与淀粉含量的变化, 遵循淀粉 还原糖 淀粉的可逆动态平衡。

3 结 论

在青藏高原地区马铃薯入窖后, 还原糖含量开始缓慢升高, 到 2 月份迅速升高, 3 月份达到最大, 之后一直下降, 这与张建旺等^[9]的试验结果基本一致, 品系 6-21 和 1-38 的还原糖含量最低。

马铃薯块茎贮藏期间可溶性糖含量的变化不大, 但不同的品系呈现不同的变化趋势。1-38 可溶性糖含量最高, 随时间变化最小, 2-57 从 2 月份入窖后至次年 3 月份一直下降, 之后又缓慢回升, 其他品系略有起伏; 品系 6-21 的可溶性糖含量最低。

随贮藏时间的延长, 淀粉含量逐渐下降, 并且下降速度逐渐加快。1-38 淀粉含量最高。

大多数马铃薯品系的还原糖与可溶性糖含量呈正相关, 可溶性糖与淀粉含量、还原糖与淀粉含量呈负相关。

[参 考 文 献]

- [1] 程天庆. 马铃薯栽培技术 [M]. 上海: 金盾出版社, 1996: 132-134.
- [2] 沈建福. 农产品原料学 [M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1998: 117-122.
- [3] 门福义, 刘梦云. 马铃薯栽培技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 86-99.
- [4] 郝文胜, 巩秀峰, 李文刚, 等. 几种油炸加工类型马铃薯品种贮藏期块茎还原糖含量的变化 [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: 71-76.
- [5] 张亚川, 郑冬梅, 贾艳宁. 贮藏温度对马铃薯的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1999(2): 20-23
- [6] 牛俊义. 作物栽培学研究方法 [M]. 兰州: 甘肃出版社, 1998: 170-172.
- [7] 邹琦. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 110-114.
- [8] 石瑛, 秦昕, 卢翠华, 等. 不同马铃薯品种贮藏期间还原糖及干物质的变化 [J]. 中国马铃薯, 2002(1): 16-18.
- [9] 张建旺, 贾国保, 胡毅光. 马铃薯贮藏还原糖含量与不同因素的相互关系的分析 [J]. 马铃薯杂志, 1989(3): 144-149.

Quality Analysis of Potato Tubers during the Period of Storage

Tian Feng¹, Zhang Yongcheng², Shi Li², Sun Hailin², Ruan Jianping², Na Tiancang²

(1. Agriculture and Animal Husbandry College, Qinghai University, Xining, Qinghai 810003, China;

2. Institute of Crop Sciences, Qinghai Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Xining, Qinghai 810016, China)

Abstract: The contents of reducing sugar, soluble sugar, and starch in potato tubers of six clones (cultivars) were measured during storage. The reducing sugar content, after storage, increased until the March next year, and then decreased sharply. The clone 6-21 had the lowest reducing sugar content, while Xiaobaihua the highest. The soluble sugar content was relatively stable during the process of storage, but different clones (cultivars) showed different trends. The clone 6-21 had the lowest soluble sugar, while 1-38 the highest. Also, the starch content was stable, but the six clones (cultivars) tested, in general, gradually decreased during the period of storage. The clone 1-38 had the highest starch content. The reducing sugar content was positively correlated with the soluble sugar, but negatively correlated with the starch. In most clones, the soluble sugar content was negatively correlated with the starch.

Key Words: *Solanum tuberosum* L.; new potato clone; reducing sugar; soluble sugar; starch