

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2008)05-0274-04

# 马铃薯高代系炸片色泽分析与加工品质评价

欧庸彬, 姚春光, 柳寒, 任俊岭, 何钦, 宋波涛\*

(国家蔬菜改良中心华中分中心 园艺植物生物学教育部重点实验室 湖北省马铃薯工程技术研究中心 华中农业大学, 湖北 武汉 430070)

**摘要:** 试验以241个高代系为材料, 在块茎4℃贮藏40d后, 对还原糖含量和炸片色泽进行了分析。结果表明, 加工品种Atlantic薯片色泽指数(CCI)为4.33, 在所测定的杂交后代中, 04HE30-17等11个品系的CCI低于Atlantic。亲本组成分析表明, 51-5、393160-4和395049.62为亲本的组合中, 后代中出现油炸色泽较好品系的机率较高。

**关键词:** 马铃薯; 色泽指数; 油炸加工; 评价

马铃薯是我国重要的粮菜兼用型作物, 广泛的食品和工业加工用途使其成为产业链最长的大宗农作物之一, 在农业产业结构调整 and 解决“三农”问题中具有重要的战略地位<sup>[1,2]</sup>。

油炸制品加工是马铃薯加工的主要类型, 要求马铃薯品种具有较高的干物质(>20%)和低还原糖含量(<0.4%), 且在原料低温贮藏中还原糖累积速度慢(抗低温糖化)<sup>[3]</sup>。因为还原糖含量过高, 在加工时产生Millard反应(在油炸时还原糖与游离氨基酸产生反应), 使产品颜色不匀, 有的甚至糊化, 严重的影响产品品质。而在马铃薯油炸加工业中, 为延长加工时间和减少原料损失, 通常将原料进行低温贮藏。但低温条件加速了淀粉向还原糖(葡萄糖和果糖)转化, 即低温糖化(cold-sweetening), 这是大多数品种不适合加工的主要原因<sup>[4]</sup>。

本文拟通过对241个高代品系及其部分亲本4℃贮藏40d后, 块茎还原糖含量与油炸薯片色泽之间关系的分析, 为油炸加工性状的评价提供依据, 并根据其亲本与后代油炸品质的分析, 为品质育种的杂交组合配制提供参考。

收稿日期: 2008-01-16

基金项目: 国家支撑计划(2006BAD01A06)和华中农业大学大学生创新基金。

作者简介: 欧庸彬(1984-), 男, 华中农业大学生命科学技术学院2007级硕士研究生。

\* 通讯作者: Email: chrshm@webmail.hzau.edu.cn

## 1 材料与方法

### 1.1 植物材料

供试材料包括13个栽培品种和241份高代育种品系, 以Atlantic, Norchip为对照。

### 1.2 块茎贮藏处理

所有栽培品种及高代品系均田间种植, 块茎收获后挑选直径4cm以上、无病虫害和机械损伤的块茎, 通风晾干5d后, 于4℃、相对湿度80%全黑暗贮藏40d。每个薯块取一半用于油炸试验评定CCI, 另一半用于测定还原糖含量, 每品种(系)3个重复。

### 1.3 油炸时间确定

用清水洗净块茎样品, 去皮, 用NEMCON公司生产的55200AN型切片机沿纵轴将块茎切成厚度约为1mm的薄片, 用清水漂洗, 随机挑选数片, 沥干表面水分, 在Frymaster H14型自动控温油炸锅中恒温170℃油炸20min。油炸用油为金龙鱼大豆油。每1min取出一个薯片, 与美国休闲食品协会炸片色泽评分标准进行色泽比较, 评定CCI<sup>[5]</sup>。

### 1.4 薯片色泽级数评定

随机挑选约10个块茎切片, 恒温170℃油炸4min。色泽指数(CCI)=[ $\sum$ (级数×该级薯片数)]/总薯片数<sup>[6]</sup>。色泽级数越低, 加工品质越好。

### 1.5 还原糖含量测定

还原糖含量的测定采用3,5-二硝基水杨酸

法<sup>[4]</sup>: 取块茎匀浆, 称 10 g 组织装入 50 mL·L<sup>-1</sup> 离心管, 用 30 mL 50%(v/v) 乙醇 65℃ 抽提两次, 合并上清液, 定容到 60 mL。取 200 μL 上清液到 2 mL 离心管, 加入 200 μL 二硝基水杨酸试剂(6.3 g 3, 5-二硝基水杨酸; 262 mL 2 mol·L<sup>-1</sup> 氢氧化钠; 185 g 酒石酸钾钠; 5 g 结晶酚; 5 g 亚硫酸钠, 定容到 1 000 mL), 沸水浴中反应 5 min, 立即放入冰水混合浴终止反应。定容到 2 mL, 取 100 μL 点入 96 孔板, 采用 Bio-tek Elx 800 全自动酶标仪测定 540 nm 处的吸光值。

## 2 结果与分析

### 2.1 油炸时间确定

Atlantic 和 Norchip 随油炸时间增加, 色泽由白色变为黄色, 但油炸 3 min 后色泽变化很小, 即

使油炸 20 min 也没有显著的色泽变化。E3 和 Mira 油炸过程中的色泽变化趋势与 Atlantic 基本一致, 但在油炸 3 min 后薯片完全褐化, 4 min 之后色泽仍在缓慢变深, 但变化缓慢。试验表明, 170℃ 油炸 3~4 min, 薯片中的水分已被油脂取代, 质地变脆, 色泽基本定型。因此, 本研究在评定薯片色泽级数时将油炸时间设定为 4 min。

### 2.2 还原糖含量与炸片色泽对比分析

前期对 15 个品种(系)块茎还原糖和炸片色泽平行分析显示, 经 4℃ 贮藏 40d, 对照品种 Atlantic 的还原糖含量和 CCI 均最低, 分别为 0.094% 和 4.33, Norchip 次之, 分别为 0.140% 和 4.79。其它 13 个品种(系)与对照相比, 只有 395049.62 的还原糖含量和 CCI 与对照没有显著差异, 分别为 0.199% 和 5.67, 其余材料还原糖含量和 CCI 均显著高于对照(图 1)。

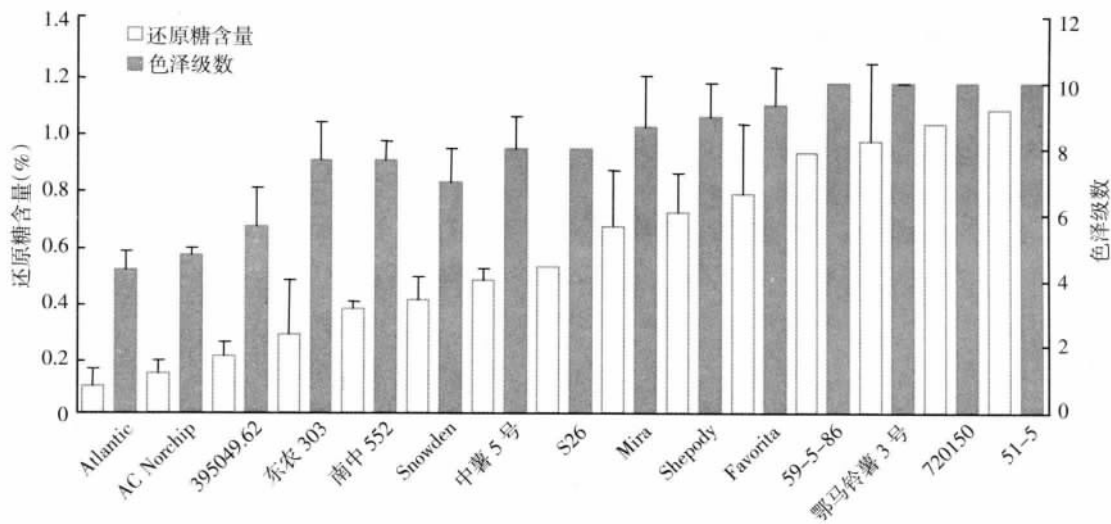


图 1 部分品种(系)块茎还原糖含量和油炸薯片色泽级数

试验通过 91 个育种系的还原糖含量和炸片色泽相关分析, 结果显示二者呈极显著直线相关( $y=4.7139x+4.9182$ ,  $R^2=0.8216$ )。从散点相对于趋势线的分布来看, 当还原糖含量在 0.3% 以下时, 散点分布基本在趋势线以下, 但当还原糖含量超过 0.4% 以后, 随着还原糖含量升高, 散点分布则趋于弥散, 由此说明, 在还原糖含量超过这一值后, 其细微变化均可对炸片色泽产生较大影响。同时, 从图中还可以看出, 对炸片色泽的影响除还原糖含量外, 可能还存在其它因素(图 2)。

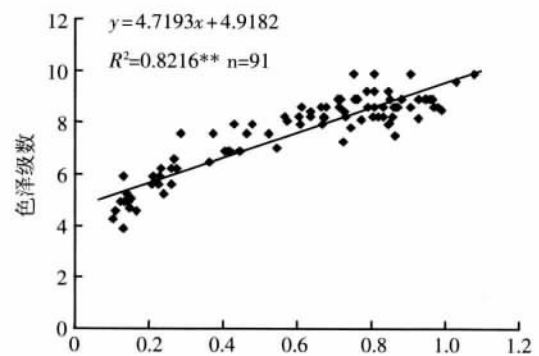
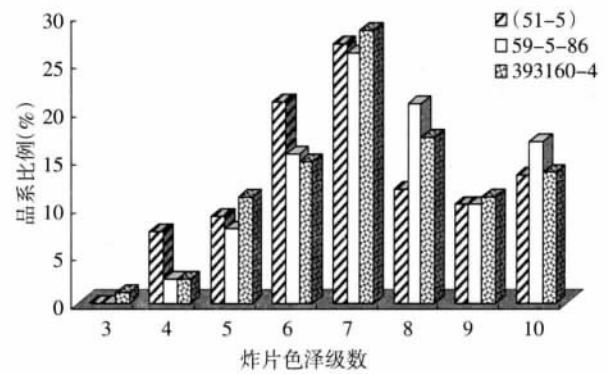
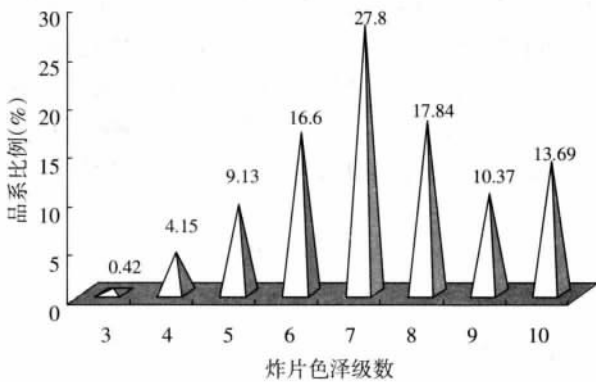


图 2 还原糖含量与油炸薯片色泽级数的关系

### 2.3 高代系油炸加工品质评价与筛选

对 241 份育种高代品系块茎在 4℃下贮藏 40 d 后, 直接进行油炸试验, 结果分析表明, 241 个高代品系的炸片色泽大多为 6~8 级(图 3 a), 5 级及其以下的品系只有 33 个系, 占 13.7%。进一步分析显示, 241 个家系分别来自 51 个母本与 10 个父本的组合, 而 33 个炸片色泽较好的家系, 除 2 个家系外, 其余家系均具有 51-5、59-5-86 和 393160-4 的血缘, 其中以 51-5 为父本的家系共 11 个, 占 33.3%, 以 59-5-86 为父本的家系

有 7 个, 占 21.2%, 以 393160-4 为父本的 9 个家系, 占 27.3%。对本研究中 51-5、59-5-86 和 393160-4 为父本的所有家系炸片色泽分布分析显示, 3 个父本的后代炸片色泽分布趋势基本一致, 但 51-5 的后代炸片色泽在 5 及其以下的机率比其它 2 个亲本要高, 且 8-10 级的比例亦显著低于其它 2 个亲本(图 3b)。母本分析显示, 33 个家系中, 以 395049.62 为母本的有 6 个家系, 以 395019.23、395024.36 和 S26 为母本的各 3 个家系。其余 18 个家系其母本各不相同。



a. 241 份高代系的炸片色泽的级数分布

b. 3 个父本后代家系的炸片色泽级数分布

图 3 测定品系炸片色泽级数分布

根据育种目标筛选的结果显示, 4℃下贮藏 40 d 时, 共有 11 个品系(04HE30-17、05HE75-10、04HE33-21、04HE19-84、04HE9-2、04HE9-3、04HE6-42、04HE60-7、04HE11-23、04HE2-27、05HE27-8)的 CCI 低于常用加工品种 Atlantic, 贮藏 100 d 后, 上述品系中仍有 04HE30-17, 04HE33-21, 04HE19-84, 04HE9-3, 04HE6-42, 04HE60-7, 04HE2-27 等 7 个品系的 CCI 低于 5.0, 其中 04HE30-17 在贮藏 190 d 后, 薯片色泽仍与鲜薯相当, 对其进行还原糖含量测定显示, 该品系在 4℃贮藏 100d 后还原糖含量仅为 0.033%±0.004%。

### 3 讨论

近年来随着我国马铃薯种植区域的扩大, 栽培面积和产量均呈上升趋势, 而马铃薯加工业的相对滞后, 严重障碍了马铃薯产业的可持续发展, 而加工业发展的主要瓶颈因素是加工品种, 所以, 加工品种选育成为当前我国马铃薯育种的主要目标之一。目前, 针对油炸加工中克服块茎低温贮藏的糖

化, 是马铃薯加工品种选育的重要目标。尽管已有众多研究表明, 贮藏中的还原糖含量与油炸产品的色泽具有显著相关性, 但一般研究者为了保险起见, 总是同时测定 2 个指标, 而对于大量育种材料而言, 同时分析还原糖和油炸试验, 不仅使劳动强度增加, 同时对于育种早期的鉴定由于材料的限制亦较难操作。因此, 育种者往往在测定还原糖还是油炸试验二者间难以决策。本试验结果显示, 在还原糖相同的不同品系间, 炸片颜色仍然有一定差异(图 3), 表明除了还原糖作为影响炸片颜色的主导因子外, 可能还存在其它因子。因此, 在育种早期如果根据还原糖鉴定炸片色泽, 可能会存在一定偏差, 但如果根据油炸色泽进行选择, 则既可直观评价油炸品质, 同时用于测定的材料亦使用较少。

本研究材料均为经过抗性、块茎外观品质等综合评价选留的高代系, 因此, 不可能针对某一组合对炸片色泽进行系统的遗传分析, 但从 241 个系的鉴定结果仍然可以看出, 炸片色泽与亲本具有重要的关系。本研究显示, 在 96 个组合中, 仅有 9 个

组合筛选到低温贮藏后炸片品质优于对照品种的家系共 11 个, 在这 11 个系中有 5 个系的父本为 51-5, 3 个系的父本为 393160-4。值得注意的是, 2 个父本的炸片色泽分别为 10 和 8, 表明某些非加工品种(系)通过杂交重组后, 仍然具有筛选品质性状较好后代的可能, 对于我国品质种质资源较为贫乏而言, 通过对现有资源的筛选研究, 亦有可能获得一些用于品质育种的亲本材料。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 屈冬玉, 谢开云, 金黎平, 等. 中国马铃薯产业与现代农业 [J]. 农业技术与装备, 2007, 139: 4-7.
- [ 2 ] 何启明, 王晔立, 包忠. 甘肃定西市马铃薯产业发展评价及对策研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(6): 458-462.
- [ 3 ] 王春英, 陈伊里, 石瑛. 影响马铃薯油炸品质的研究进展[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(4), 232-236.
- [ 4 ] 成善汉, 苏振洪, 谢从华, 等. 淀粉-糖代谢中的酶活性的变化对马铃薯块茎还原糖积累和加工品质的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(12): 1 904-1 910.
- [ 5 ] 金黎平. 二倍体马铃薯加工品质及重要农艺性状的遗传分析 [C]. 北京: 中国农业科学院, 2006: 20-21.
- [ 6 ] 苏振洪. 马铃薯炸片品质与可溶性糖变化规律的研究[C]. 武汉: 华中农业大学, 2002: 13-14.

## Evaluation for Processing Quality of Potato Progenies

*Ou Yongbin, Yao Chunguang, Liu Han, Ren Junling, He Qin, Song Botao*

(National Center for Vegetable Improvement Central China; Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education; Potato Engineering and Technology Research Center of Hubei Province; Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China )

**Abstract:** Tubers of 241 advanced potato progenies were evaluated for the reducing sugar content and chip color index after 40 d storage. The chip color index (CCI) of Atlantic, which is a processing cultivar, was 4.33. Processing quality of 11 lines were better than Atlantic, especially for 04HE30-17. When used as parents, 51-5, 393160-4 and 395049.62, generated more clones of good processing quality.

**Key Words:** potato; chip color index; frying processing; evaluation

## 欢迎订阅 2009 年《中国马铃薯》杂志

《中国马铃薯》杂志是由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办的国内唯一的马铃薯专业科技期刊。它以繁荣我国马铃薯事业为办刊宗旨, 设有学术园地、研究简报、经验交流、综述、病害防治、产业开发、新品种介绍等栏目。

本刊国内外公开发行, 双月刊, 大 16 开本, 每期定价 8.00 元, 全年 48.00 元, 哈尔滨市邮局发行, 全国各地邮局订阅, 邮发代号: 14-167。读者也可直接汇款至编辑部订阅。本刊承揽广告业务, 欢迎各界广为利用。

通讯地址: 东北农业大学《中国马铃薯》编辑部

邮 编: 150030

电 话: 0451-55190003 55190739 ( Fax)

《中国马铃薯》编辑部