

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2010)04-0193-03

遗传育种

抗机械损伤褐变马铃薯品种(系)的筛选

李山云¹, 隋启君¹, 白建明¹, 杨琼芬¹, 李文鹏^{2*}

(1. 云南省农业科学院经济作物研究所, 云南 昆明 650205; 2. 云南大学省生物资源保护与利用重点实验室, 云南 昆明 650091)

摘 要: 采用分光光度法研究了 21 个马铃薯新品种(系)在机械损伤条件下的褐变。筛选试验表明, 4℃褐变 24 h 后, 品种(系)云薯 301、S03-259、S04-801 和 JS05-53-275 的褐变度变化值为 0.004~0.081, 而且初始褐变度都很小, 因此这 4 个品种(系)可作为抗机械损伤褐变品种(系)加以研究和开发利用。

关键词: 马铃薯; 褐变; 品种; 机械损伤

Screening of Potato(*Solanum tuberosum* L.) Cultivars (Lines) for Browning Tolerance Responding to Mechanical Stress

LI Shanyun¹, SUI Qijun¹, BAI Jianming¹, YANG Qiongfeng¹, LI Wenpeng²

(1. Industrial Crop Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205, China;

2. Laboratory for Conservation and Utilization of Bio-resources, Yunnan University, Kunming, Yunnan 650091, China)

Abstract: Screening of 21 potato cultivars(lines) for browning tolerance responding to mechanical stress was investigated by the spectrophotometric method. It was found that the variation of browning degree among four potato lines (Yunshu 301, S03-259, S04-801 and JS05-53-275) were between 0.004 and 0.081 at 4℃ for 24h, and their initial browning degree was very small, so the four potato lines could be used as browning tolerance candidates for research and utilization.

Key Words: potato (*Solanum tuberosum* L); browning; cultivar; mechanical stress

马铃薯是一种粮菜兼用型作物, 全球播种面积仅次于小麦、水稻和玉米^[1], 马铃薯的营养较丰富, 富含淀粉、维生素、蛋白质、无机盐等营养物质, 其中维生素 C 的含量远高于小麦和玉米等禾谷类作物, 与西红柿相当^[2-3]。

马铃薯褐变包括两类, 非酶褐变和酶促褐变。非酶褐变是指不需要经过酶的催化而产生的一类褐变, 如美拉德反应、抗坏血酸氧化、脱镁叶绿素褐变等。酶促褐变是指马铃薯在受到机械损伤或处于异常环境(受冻、受热)下, 在多酚氧化酶(PPO)作用下将酚类物质氧化形成醌, 醌的多聚化以及它与其他物质的结合产生黑色或褐色的色素沉淀, 从而导致马铃薯的营养丢失^[4-5]。目前关于

抑制鲜切马铃薯褐变的报道较多, 但研究主要集中在褐变抑制剂的筛选和马铃薯多酚氧化酶特性研究方面^[6-9], 而从选育抗褐变马铃薯品种的角度来探讨鲜切马铃薯抗褐变问题的文章还未见报道。

本文旨在通过对 21 个马铃薯新品种(系)进行评价, 获得货架期明显延长的抗褐变新品种, 以期鲜切马铃薯加工提供技术保障, 避免由理化方法导致的马铃薯营养破坏及食品安全问题, 对马铃薯加工品种的选择具有重要的理论和实践意义。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

供试的 21 个材料由云南省农科院马铃薯研究中

收稿日期: 2010-05-30

基金项目: 科技部成果转化项目(2009GB2F300342); 国家自然科学基金项目(30860153); 国家马铃薯产业技术体系岗位专家(gwzj-4)。

作者简介: 李山云(1980-), 男, 硕士, 助理研究员, 研究方向为马铃薯贮藏加工研究。

* 通信作者: 李文鹏, 助理研究员, 研究方向为生物技术及分子系统学研究, E-mail: wpli@ynu.edu.cn。

心提供。选用新鲜、大小均匀、无病虫害、个体完整无损伤、表皮无霉变的马铃薯。

WB-2010A 水浴锅(天津奥特赛斯仪器有限公司)，751 GW-分光光度计(惠普上海分析仪器有限公司)，AR 2140 分析天平(Ohaus corporation)，TGL-16 G 高速离心机(上海安亭科学仪器厂)，高速组织捣碎机(江苏江阴科研器械厂)。

1.2 试验方法

根据文献[6]修改。马铃薯去皮用打孔器取样，切碎，称取样品 10 g，按 1:5 (m/m) 加去离子水，高速组织捣碎机匀浆 10 min，置于 30℃ 水浴中 20 min，取部分均浆 12 000 r·min⁻¹ 离心 5 min，取上清液测定 420 nm 下吸光值。剩余均浆于 4℃ 放置 24 h 后，12 000 r·min⁻¹ 离心 5 min，取上清液测定 420 nm 下吸光值。每处理重复 3 次，分别平行取样，结果以平均值计算，即为褐变度(BD)。最后用数码相机拍照。

2 结果与分析

2.1 主要农艺性状

对参试材料的主要农艺性状进行评价(表 1)，由于本文选取参试马铃薯的块茎进行试验，因此仅对马铃薯的薯肉特征进行分析。由表 1 可见，在 21 个参试材料中，白肉的有 6 个，黄肉的 7 个，浅黄肉的 5 个，白肉带紫圈的 1 个，白肉带紫色花纹的 1 个，黄肉带紫色花纹的 1 个。

2.2 不同马铃薯品种(系)的褐变度

由表 2 可见，在 21 个参试品种(系)中，不同马铃薯的抗褐变能力存在很大差异，30℃ 褐变 20 min 的条件下，褐变度变化幅度为 0.114~0.741；4℃ 褐变 24 h 的条件下，褐变度变化幅度为 0.159~1.102。说明马铃薯的褐变程度随时间而加深。分析表中三列数据发现，初始褐变值、终测褐变值和变化值都不能反映品种的抗褐变能力，必须将三个值进行综

表 1 不同马铃薯品种(系)的主要农艺性状

Table 1 Main agronomic traits of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars (lines).

品种(系) Cultivar (line)	茎色 Stem color	花色 Flower color	薯形 Tuber shape	皮色 Skin color	肉色 Flesh color	芽眼深度 Eye depth
S03-259	绿	红	椭	白	白	浅带红色
S03-3349	紫	白	扁椭	白	白	浅
S04-5156	绿	白	椭圆	白	白	浅
S04-5861	绿	白	扁圆	白	白	浅
S04-2336	紫绿	紫	椭圆	黄	白	浅
云薯 301	浅紫	浅紫	圆	白	白	浅
S03-2685	绿	浅紫	扁圆	紫	白带浅紫圈	深
S03-3414	紫	白	椭圆	黑	白带紫花纹	浅
合作 88	浅褐带绿	粉红	椭圆	红	黄	浅
S04-1012	绿	白	椭圆	黄	黄	浅
S04-109	绿	白	椭	黄	黄	浅
S04-1263	微紫	蓝紫	长椭圆	黄	黄	浅带紫色
S04-4036	紫绿	白	圆	黄	黄	浅
S04-801	绿	白	圆	浅黄	黄	浅
云薯 101	绿	白	圆	黄	黄	浅
S05-1375	紫	紫	长椭圆	黄	黄带紫色花纹	浅带紫色
JS05-53-275	绿	白紫	椭	浅黄	浅黄	浅带红色
S03-905	绿带紫	紫	圆	浅黄	浅黄	浅
S04-5682	紫绿	浅紫红	扁圆	极浅紫	浅黄	浅带紫色
S04-921	绿	白	圆	浅黄	浅黄	浅
米 拉	绿	白	圆	浅黄	浅黄	中等

表 2 不同马铃薯品种(系)的褐变度
Table 2 Browning index of potato cultivars

编号 Number	品种(系) Cultivar (line)	褐变度 Browning degree		
		30℃/20 min	4℃/24 h	变化 Difference
23	S03-259	0.202	0.206	0.004
10	S04-801	0.213	0.221	0.008
21	云薯 301	0.135	0.159	0.024
33	S04-5861	0.324	0.385	0.061
13	JS05-53-275	0.207	0.288	0.081
11	S04-3414	0.463	0.547	0.084
19	S03-2685	0.235	0.327	0.092
28	S03-3349	0.219	0.346	0.127
16	S04-921	0.410	0.538	0.128
9	S04-1012	0.259	0.393	0.134
8	S03-905	0.236	0.378	0.142
30	S04-5156	0.114	0.268	0.154
20	S04-109	0.156	0.316	0.160
24	米 拉	0.380	0.540	0.160
4	S04-5682	0.162	0.360	0.198
17	云薯-101	0.317	0.524	0.207
32	合作 88	0.288	0.535	0.247
29	S04-2336	0.241	0.505	0.264
15	S04-4036	0.547	0.870	0.323
26	S05-1375	0.741	1.102	0.361
5	S05-1263	0.312	0.682	0.370

注：褐变度是 3 次重复的平均值。
Note: The browning degree is an average over three replicates.

合分析后才能正确评价品种的抗褐变能力，如白皮白肉材料 S04-5861 的初始褐变值很高，变化值却很低，从变化值看这个材料应是抗褐变的，但是从初值看，这个材料褐变程度却较高，这说明有一些材料在遇到机械损伤时褐变速度很快。另外，有一些材料初始值低，但终值很高，说明这类品种是缓慢褐变的。因此要综合三者来评价品种(系)的抗褐变性。只有初值、终值 and 变化值都低的材料才是抗机械损伤褐变的优良品种(系)。

试验材料中有 3 个彩色品种(系)，但是从测试数据来看没有规律可言，原因可能与取样(色素在薯块的分布)、色素的光吸收和氧化等有关系，因此，此方法不适宜作彩色马铃薯抗机械损伤褐变的评价。

2.3 测试液放置 24 h 的感官评价

结合图 1 和表 2 可以看出，4℃ 褐变 24 h 后，褐变度小于 0.3 时，马铃薯均浆的颜色为白色或乳白色至浅黄棕色，与刚切开的薯肉颜色相近；褐变度在 0.3~0.5 之间时，马铃薯均浆的颜色为棕色至浅

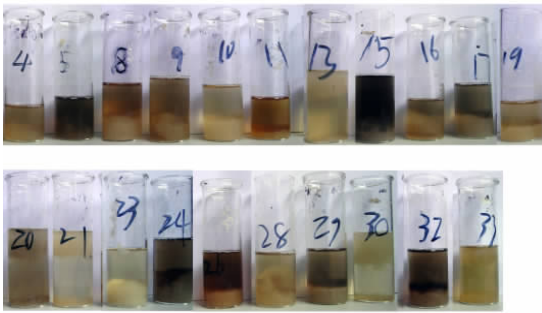


图 1 4℃褐变 24 h 照片
Figure 1 Browning color of the homogenized tuber tissue for 24 h at 4℃.

褐色；褐变度大于 0.5 时，马铃薯均浆的颜色为黑色。因此可以用肉眼观察法对马铃薯进行抗机械损伤褐变品种的粗筛。

2.4 综合评价

结合表 1、2 可以看出，测试液的初始褐变度与薯肉的颜色有相关性，相比较而言，白肉的材料初始褐变度都较低，其次是浅黄肉、深黄肉和彩色材料。

综合表 1、2 和图 1 分析评价，品系 S03-259、S04-801、云薯 301 和 JS05-53-275 褐变度为 0.135~0.288，而且褐变度变化值都很小，像这样的材料都是鲜切或榨汁加工的适宜材料。褐变度变化值在 0.1~0.2 之间的材料，适合于作为的抗褐变理化方法筛选的材料。而初值在 0.3 以上，终值在 0.5 以上的材料，褐变能力强，褐变速度快，适于作为马铃薯氧化酶和酚类物质研究的材料。

3 讨 论

筛选出了 4 个抗机械损失褐变的马铃薯新品系，即 S03-259、S04-801、云薯 301 和 JS05-53-275。

薯肉原本具有的颜色对 420 nm 下的光吸收值有影响，但并不影响该试验方法对于马铃薯抗机械损伤褐变的评价。对于彩色马铃薯，由于受到色素的影响，无法判断多酚氧化酶和酚类物质在此试验条件下的影响程度，因此该方法不适于作为彩色马铃薯抗机械损伤褐变的研究评价方法。

很多研究表明，马铃薯的酚类物质具有抗氧化活性^[10]，因此从相反的角度考虑，本试验方法也可以作为筛选功能马铃薯品种的辅助方法，即从最易褐变且褐变颜色深的品种中筛选多酚氧化酶活性高或酚类物质含量高的马铃薯品种。

机械损伤引起的褐变属于酶促褐变，酶促褐变

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2010)04-0196-03

不同处理方法对马铃薯茎尖成苗率的影响

于仙萍¹, 陈 炜², 卞春松², 金黎平^{2*}

(1. 宁夏泾源县农业技术推广服务中心, 宁夏 泾源 756400; 2. 中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘 要: 试验以带马铃薯病毒的 N88 为材料, 分别在 40℃/25℃(4 h/20 h) 的变温环境中, 培养 2、3、4 周处理后茎尖剥离; 以 N88 和 D575 试管苗为材料, 在加入 0, 20, 30 mg·L⁻¹ 病毒唑的培养基中处理 40 d 后茎尖剥离。茎尖培养基为 MS + 0.05 mg·L⁻¹ NAA + 0.1 mg·L⁻¹ 6-BA + 0.1 mg·L⁻¹ GA₃ + 4 g·L⁻¹ 琼脂粉 + 30 g·L⁻¹ 白砂糖的改良固体培养基, 30 d 后开始调查成苗率, 每隔 10 d 调查 1 次, 直到 60 d, 统计茎尖成苗率。结果表明: 2 周变温处理的茎尖成苗率和对照接近, 但脱毒率有所提高; 4 周变温处理剥离茎尖成苗率最低, 60 d 成苗率仅为 15%, 脱毒率为 100%; 病毒唑浓度对不同材料的茎尖成苗率影响不同, 其中 D575 经过 20 mg·L⁻¹ 病毒唑处理, 茎尖培养 60 d 后成苗率最高达到 83.3%, PVS 脱除率为 40%; 材料 N88 在加入 20 mg·L⁻¹ 和 30 mg·L⁻¹ 浓度病毒唑的培养基中培养 40 d 后茎尖剥离, 60 d 成苗率分别为 40.0% 和 41.7%, PVY、PLRV 的脱毒率为 100%。

关键词: 变温处理; 病毒唑处理; 茎尖剥离; 成苗率

Influence of Various Treatments on Plantlet Regeneration Percentage of Shoot Tip Culture

YU Xianping¹, CHEN Wei², BIAN Chunsong², JIN Liping²(1. Jingyuan Service Center for Popularizing Agricultural Technique, Jingyuan, Ningxia 756400, China;
2. The Institute of Vegetables and Flowers Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Plantlets in vitro of the potato clone N88 were treated with the alternating temperature 40℃/25℃ (4 h / 20 h) for 2, 3 and 4 weeks before shoot tips were excised. Plantlets in vitro of the potato clones N 88 and D 575 were cultured in

收稿日期: 2010-04-20

作者简介: 于仙萍(1971-), 女, 高级农艺师, 主要从事马铃薯微型种薯生产及栽培技术研究。

* 通信作者: 金黎平, 研究员, 从事马铃薯遗传育种研究, E-mail: jinlp@mail.caas.net.cn。

反应的发生需要满足 3 个条件: 酚类物质、多酚氧化酶和氧^[11-12]。在本文试验条件下, O₂ 对酶促褐变的影响是一致的, 由于不同品种马铃薯块茎的酚类物质含量和多酚氧化酶活性不同, 因此经高速组织捣碎机匀浆后, 褐变程度不同, 本文提到的方法可以作为鲜切型马铃薯和榨汁型马铃薯筛选的辅助方法。

[参 考 文 献]

- [1] 徐坤. 马铃薯食品资源的开发利用[J]. 西昌农业高等专科学校学报, 2002, 2(2): 47-51.
- [2] 陈芳, 赵景文, 胡小松. 我国马铃薯加工业的现状、问题及发展对策[J]. 中国农业科技导报, 2002, 4(2): 66-68.
- [3] 宋国安. 马铃薯的营养价值及开发利用前景[J]. 河北工业科技, 2004, 21(4): 55-58.
- [4] 胡小松, 李积宏, 刘文英. 马铃薯丝加工中的褐变因素及其控

制[J]. 食品科学, 1994, 17(5): 35-42.

- [5] 彭丽桃, 蒋跃明. 适度加工果蔬褐变控制研究进展[J]. 亚热带植物科学, 2003, 32(4): 72-76.
- [6] 李全宏, 赵雅松, 蔡同一, 等. 鲜切马铃薯褐变抑制效果研究[J]. 食品科学, 2005, 26(9): 92-92.
- [7] 杜传来, 郁志芳, 王佳红, 等. 可食性涂膜包装对鲜切马铃薯褐变抑制的研究[J]. 包装与食品机械, 2004, 22(6): 9-12.
- [8] 曾顺德, 张迎君, 漆巨容. 鲜切马铃薯丝褐变抑制剂筛选[J]. 食品工业科技, 2006, 27(2): 90-91.
- [9] 谢岩黎, 李富丽. 鲜切马铃薯褐变控制方法的研究[J]. 江苏调味副食品, 2008, 25(5): 13-15.
- [10] 吴文标, 盛德贤, 吕世安, 等. 马铃薯酚类化合物的研究[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(3): 158-161.
- [11] 王艳颖, 胡文忠, 庞坤, 等. 机械伤害引起果蔬褐变机理的研究进展[J]. 食品工业科技, 2007, 28(11): 230-233.
- [12] 张学杰, 屈冬玉, 金黎平. 马铃薯酶褐变机理及其控制途径[J]. 中国马铃薯, 2000, 14(3): 158-161.