

不同品种马铃薯的两种不同鲜切产品的加工适宜性比较

郑丽静, 赵立群, 王帅, 李勋, 杨林, 赵菲, 刘松, 韦强, 魏金康*
(北京市农业技术推广站, 北京 100029)

摘要: 为了明确两种鲜切马铃薯产品的适宜加工品种。该研究以荷兰 15 号、希森 6 号、合作 88、实验一号、尤金 885、V7 六个品种马铃薯为对象, 加工千丝马铃薯丝、鲜切马铃薯片, 测定出汁率、干物质含量、总酚含量、多酚氧化酶 (Polyphenol Oxidase, PPO) 活性等指标, 进行感官评价。对指标数据进行显著性比较和相关性分析。结果表明: V7、尤金 885、合作 88 的出汁率 (10.21、10.29、10.34 mg·cm⁻²) 均显著低于其它三个品种 (12.35~14.66 mg·cm⁻²) ($P<0.05$); V7、尤金 885、实验一号的干物质 (17.77%、18.24%、17.33%)、淀粉 (13.34%、13.78%、12.98%)、总酚含量 (43.57、50.88、50.69 mg/100 g) 均显著低于其它三个品种 ($P<0.05$); V7、荷兰 15 号的 PPO 酶活性 (27.89、27.81 U·g⁻¹) 显著低于其它四个品种 (31.09~37.94 U·g⁻¹) ($P<0.05$)。在 2.0~4.0 ℃ 条件下, 由 V7、尤金 885 加工的鲜切马铃薯片的色泽下降程度及褐变指数均显著低于其它四个品种 ($P<0.05$); 由上述六个品种加工的千丝马铃薯丝的保鲜期分别为 1、2、2、6、18、24 d, 加工的鲜切马铃薯片的保鲜期分别为 2、1、1、5、21、29 d。结论: 千丝马铃薯丝加工的适宜品种为 V7、尤金 885、实验一号, 鲜切马铃薯片加工的适宜品种为 V7、尤金 885, 该结果丰富了鲜切马铃薯加工专用品种, 为生产上通过品种原料的选择, 缓解鲜切马铃薯加工销售中品质下降提供参考。

关键词: 千丝马铃薯丝; 鲜切马铃薯片; 加工; 品种; 适宜性比较
文章编号: 1673-9078(2026)6-338-349 **DOI:** 10.13982/j.mfst.1673-9078.2026.6.0705

Comparison of the Processing Suitability of Two Different Fresh-cut Products of Different Potato Varieties

ZHENG Lijing, ZHAO Liqun, WANG Shuai, LI Xun, YANG Lin, ZHAO Fei,
LIU Song, WEI Qiang, WEI Jinkang*
(Beijing Agricultural Technology Extension Station, Beijing 100029, China)

Abstract: To identify suitable potato varieties for two fresh-cut potato products, the study investigated six potato varieties: Holland 15, Xisen 6, Cooperation 88, Experimental No. 1, Youjin 885, and V7, which were processed into shredded potato strips and fresh-cut potato slices. The juice yield rate, dry matter content, total phenolic content, polyphenol oxidase (PPO) activity, sensory quality, color, and browning index, were determined, and sensory evaluation was conducted. The results indicated that the juice yield rate of V7 (10.21 mg·cm⁻²), Youjin 885 (10.29 mg·cm⁻²), and Cooperation 88 (10.34 mg·cm⁻²) was significantly lower than that of

引文格式:
郑丽静,赵立群,王帅,等.不同品种马铃薯的两种不同鲜切产品的加工适宜性比较[J].现代食品科技,2026,42(6):338-349.
ZHENG Lijing, ZHAO Liqun, WANG Shuai, et al. Comparison of the processing suitability of two different fresh-cut products of different potato varieties [J]. Modern Food Science and Technology, 2026, 42(6): 338-349.

收稿日期: 2025-05-21; 修回日期: 2025-09-24; 接受日期: 2025-09-26
基金项目: 现代农业产业技术体系北京市设施蔬菜创新团队科技项目 (BAIC01-2023); 北京市农业农村局蔬菜作物生产监测及高产高效创建 (2024); 北京市农业农村局蔬菜作物种植结构调整及高产高效创建 (2025)
作者简介: 郑丽静 (1987-), 女, 硕士, 副高级农艺师, 研究方向: 农产品贮藏与加工, E-mail: ljz20171018@yeah.net
通讯作者: 魏金康 (1981-), 男, 正高级农艺师, 研究方向: 农业技术推广, E-mail: flyinggod99@aliyun.com

the other three varieties ($12.35\sim14.66\text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$; $P<0.05$). The dry matter, starch, and total phenolic content of V7 (17.77%, 13.34%, 43.57 mg/100 g), Youjin 885 (18.24%, 13.78%, 50.88 mg/100 g), and Experimental No.1 (17.33%, 12.98%, 50.69 mg/100 g) were significantly lower than the respective values of the other three varieties ($P<0.05$). The PPO activity of V7 ($27.89\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$) and Holland 15 ($27.81\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$) was significantly lower than that of the other four varieties ($31.09\sim37.94\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$) ($P<0.05$). At $2.0\sim4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, the color degradation and browning index of fresh-cut V7 and Youjin 885 slices were significantly lower than those of the other four varieties ($P<0.05$). The fresh life of shredded potato strips processed from the six varieties was 1, 2, 2, 6, 18, 24 days, respectively, whereas the shelf life of fresh-cut potato slices was 2, 1, 1, 5, 21, 29 days, respectively. Thus, V7, Youjin 885, and Experimental No. 1 were suitable for shredded potato strip processing, whereas V7 and Youjin 885 were suitable for fresh-cut potato slice processing. The results will help in the selection of specialized varieties for fresh-cut potato processing and offer valuable insights for producers to address quality deterioration during processing and marketing through strategic raw material selection.

Key words: fresh-cut shredded potato filaments; fresh-cut potato slices; varieties; process; suitability comparison

马铃薯, 富含淀粉、蛋白质、膳食纤维以及氨基酸等, 粮菜兼用, 被广泛用于食品加工领域^[1]。鲜切马铃薯是指马铃薯采后经清洗、去皮、切分、护色、去除表面水、包装等处理, 可改变物理形状但仍保持新鲜状态, 采用冷链进行贮运的定型包装的蔬菜产品, 因其新鲜、健康、方便、卫生等特点, 备受消费者喜爱, 市场前景广阔^[2]。但其在去皮、切分过程中, 极易发生酶促褐变, 影响商品性、产品流通与货架期, 增加生产成本, 降低经济效益^[3]。目前, 关于控制鲜切马铃薯褐变的报道很多, 包括低温、超高压、短波紫外线、气调保鲜等物理方法^[4-10], 采用氯化钙、D-异抗坏血酸钠、氯化钠等化学保鲜剂^[11,12], 生姜汁、沙棘汁、茶多酚、壳聚糖、乳酸链球菌素等天然提取物或微生物次生代谢产物^[13-15]。实际生产中多将上述手段结合使用。除上述鲜切加工护色技术, 还可通过品种选择, 选择适宜鲜切加工(如硬度适中、易清洗、不易褐变等)的马铃薯专用品种^[16]。目前, 关于不同品种马铃薯鲜切加工适宜性比较的研究不多。赵文婷等^[17]考察了四个品种马铃薯的 Vc、淀粉、蛋白质、干物质、总可溶性糖、PPO 酶活性、总酚含量等营养、理化指标以及马铃薯横切后室温 10 h 内的褐变情况, 明确黄金薯不易褐变, 为最适鲜切加工品种。唐月明等^[18]研究分析了四川省川中丘陵区冬作马铃薯十个主栽品种加工的鲜切马铃薯片在常温贮藏 5 d 的总体感官质量、切面色差、褐变度和 PPO 酶活性, 明确了中薯 2 号和川芋 10 号不易褐变, 适宜马铃薯鲜切片加工。曹裕等^[19]研究了品种和切割方式(采用锋利刀具、水中切割)对鲜切马铃薯褐变指标的影响, 发现荷兰 7 号、中薯 5 号、克新 13 号三个品种褐变缓慢, 在无任何处理的情况下切片后的 4 d 仍具有较好的颜色和感官品质。但上述研究仍存在问题。一是涉及的鲜切加工产品较为单一, 仅去皮、切片或仅清洗、横

切, 缺少如千丝马铃薯丝这种长丝鲜切产品等的研究; 二是与实际生产结合不够紧密, 比如通过横切后常温下短时间(10 h)内切面的褐变情况观察, 利用数理方法计算评价营养品质等指标, 判断马铃薯鲜切加工的适宜性, 缺少实地加工品的贮存观察以及低温下的品质变化观察; 或侧重常温下鲜切马铃薯片褐变指标的考察, 缺少销售端关注的商品品质如感官品质变化等或虽有所涉及但不够全面。当前, 实际生产中鲜切马铃薯产品的贮运销均为低温冷链, 且不同销售渠道对其商品品质要求不一, 因上述研究中涉及有关内容不够全面, 导致研究结果供实际加工生产的参考值有所下降。本研究基于上述结果, 结合京郊鲜切加工主体实际生产现状与需求, 率先比较分析了荷兰 15 号、希森 6 号、实验一号、V7、合作 88、尤金 885 等六个品种马铃薯的出汁率、干物质、淀粉、还原糖、PPO 酶活性、总酚含量等理化品质以及加工的千丝马铃薯丝和鲜切马铃薯片在 $2.0\sim4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下长期贮藏期间的感官品质、色泽、褐变情况、硬度等商品品质变化, 进一步明确适宜千丝马铃薯丝和鲜切马铃薯片加工的品种, 以期生产中鲜切马铃薯加工专用品种的开发, 以及通过品种原料的选择解决鲜切马铃薯贮运销过程中品质下降的问题提供有效参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

参试马铃薯品种六个, 分别为荷兰 15 号、希森 6 号、实验一号、V7、合作 88、尤金 885, 前四个品种购自山东基地, 后两个品种分别购自云南、东北基地; 葡萄糖标准品, 购自 Sigma-Aldrich 公司; 淀粉检测试剂盒: 购自爱尔兰 Megazyme 公司; PPO 酶活性检测试

剂盒、福林酚试剂、二硝基水杨酸（DNS）、碳酸钠：购自索莱宝公司。

1.2 主要仪器和设备

TW-600 型球茎类切菜机，燕诚神州食品机械（北京）有限公司；IVE 千丝土豆丝机，深圳市艾迪森贸易有限公司；TCYQ 恒温水浴摇床，太仓市实验设备厂；UV2800S 紫外可见分光光度计，上海舜宇恒平科学仪器有限公司；BPG-9240A 精密鼓风干燥箱，上海一恒科学仪器有限公司；KQ-500DE 数控超声波清洗器，昆山市超声仪器有限公司；ME204E 电子天平，梅特勒-托利（METTLER TOLEDO）测量技术有限公司；AR2202CN 奥豪斯电子秤，奥豪斯仪器（上海）有限公司产品；NS810 分光测色仪，深圳三恩时科技有限公司产品；GY-3 指针式果实硬度计，上海禾仕仪器；保鲜库，天津捷盛东辉保鲜科技有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 样品处理方法

马铃薯采后 72 h 内冷链运输至 2.0~4.0 ℃保鲜库，次日，选择新鲜完好、大小均匀、无病虫害、无机械伤等的马铃薯分别进行旋转式切丝（丝长 60~100 cm）和切片（厚度 5 mm）处理，采用清水冲洗 1 min，然后用质量浓度为 5 g·L⁻¹ 的茶多酚溶液浸泡 3 min，沥除表面水分，采用 PET 包装盒密封包装，存至 2.0~4.0 ℃保鲜库。具体操作流程为：新鲜马铃薯去皮→清水冲洗→切丝或切片→清水冲洗→茶多酚溶液浸泡→沥水→密封包装→2.0~4.0 ℃保鲜库贮存。

表 1 千丝马铃薯丝的感官评分标准

Table 1 The sensory evaluation criteria of shredded potato	
分值/分	打分标准
90~100	新鲜、良好，有光泽、无褐变，质地硬挺、脆性好，具有马铃薯特有的清香气味；
80~89	新鲜、较好，局部轻微点状变粉、或变灰，质地硬挺、脆性较高，马铃薯特有的清香气味变淡；
70~79	尚好，褐变或灰变颜色加重，面积扩大，质地较为硬挺、脆性中等，马铃薯特有的清香气味消失，失去商品性；
60~69	出现萎蔫、皱缩，褐变或灰变较严重，面积进一步扩大，硬度和脆性下降，无异味；
<60	失水皱缩严重，褐变、黑变严重，质地软化、脆性差，有异味，不可食用。

1.3.2 感官评价

由三名专业人员根据鲜切马铃薯的外观、色泽、质地、气味等进行感官评分。评分标准参考京郊鲜切马铃薯销售要求制定。其中，千丝马铃薯丝采用百分

制评分，以 84.00 分作为消费临界点，低于该分值，则表示失去商品性，评分标准见表 1；鲜切马铃薯片采用 9 分制评分，以 5.50 分作为消费临界点，低于该分值，则表示失去商品性，评分标准见表 2。

表 2 鲜切马铃薯片的感官评分标准

Table 2 The sensory evaluation criteria of fresh-cut potato slices	
分值/分	打分标准
7~9	新鲜、色泽鲜亮、无褐变，质地硬挺，脆性好，具有马铃薯特有的清香气味，
5~7	较新鲜、色泽稍暗，局部轻微变色或呈粉褐色或灰色斑点，硬度和脆性稍有下降，马铃薯特有的清香气味变淡；
3~5	色泽变暗，褐变稍重、由局部扩展至 25%~50%、呈褐色或黑灰色，质地脆性变差，马铃薯特有的清香气味消失，但无异味，可食用；
1~3	色泽暗淡，褐变严重，呈深褐色或深黑灰色，质地软化，脆性消失，甚至有汁液渗出，出现典型的发酵酸味，不可食用。

1.3.3 失重率的测定

千丝马铃薯丝和鲜切马铃薯片的失重率均按公式（1）进行计算，分别重复三次，取平均值。

$$\rho = \frac{m}{m_1} \times 100\%$$
 (1)

式中：

- ρ ——鲜切马铃薯产品的失重率，%；
- m ——鲜切马铃薯产品的初始质量，g；
- m_1 ——鲜切马铃薯产品贮存期的质量，g。

1.3.4 褐变指数的计算

根据鲜切马铃薯的褐变程度，将鲜切马铃薯片的褐变分成 5 级：0 级，无褐变；1 级，出现变色斑点，轻微变色；2 级，颜色变粉或灰，面积 20%~35%；3 级，颜色变为红褐色或黑灰色，面积 35%~50%；4 级，颜色变为黑色或黑褐色面积 > 50%。当全体呈 1 级褐变或 50% 以上的个体呈 2 级褐变，即褐变指数 > 25% 时，则不再被消费者所接受。褐变指数按公式（2）进行计算，三次重复，取平均值。

$$I = \frac{\sum p_n \times n}{p_m \times n_0} \times 100\%$$
 (2)

式中：

- I ——褐变指数（BI），%；
- p_n ——各级级别数；
- n ——该级马铃薯片数，片；
- p_m ——最高级级别数；
- n_0 ——鲜切马铃薯片总数，片。

1.3.5 L*、a*、b*值的测定

每个品种鲜切马铃薯片设三组平行，每组平行分别随机选取六片，进行中心点和边缘 L*、a*、b* 值的

测定,取平均值,每隔2 d测一次。

1.3.6 硬度的测定

为了便于测量,本实验以鲜切马铃薯片(厚度1 cm)的硬度代表不同品种马铃薯的硬度。不同品种马铃薯切片后混匀,随机分成三组,每组随机选取六片,测定马铃薯片中心点的硬度,取平均值,每隔7 d测一次。

1.3.7 出汁率的测定

参考曹裕等^[19]的方法并加以改进,每个品种随机选取6个马铃薯块茎分成三组进行切片,每组随机选取三片,用吸水滤纸将表面汁液吸干,记录吸取前后的质量和鲜切马铃薯片的面积。按公式(3)进行计算,取平均值。

$$q = \frac{m_2 \times m_0}{A} \times 10^3 \quad (3)$$

式中:

q ——马铃薯的出汁率, $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2}$;

m_0 ——吸水滤纸的初始质量, g;

m_2 ——吸水滤纸吸取汁液后的质量, g;

A ——鲜切马铃薯片的面积, cm^2 。

1.3.8 干物质含量的测定

采用烘干法直接测定。称2~3 g样品在105 ℃下恒重4 h,移至干燥器中冷却后,称重,计算干物质含量。每个品种重复三次,取平均值。

1.3.9 淀粉含量的测定

采用试剂盒法检测,每个品种三次重复,取平均值。

1.3.10 还原糖含量的测定

采用DNS法进行测定^[20]。每个品种三次重复,取平均值。

1.3.11 总酚含量的测定

总酚含量测定采用福林酚法。准确称取0.5 g样品,按料液比1:20 (m/V)加入10 mL $\varphi=70\%$ 的乙醇,超声波条件(50 ℃, 59 kHz)下浸提30 min,离心(7 000 g, 20 ℃)10 min,收集上清液,残渣按照上述方法重复提取1次,合并提取液,用蒸馏水定容至25 mL,制得总酚提取液。取0.5 mL提取液,加入1 mL 10% (V/V)福林酚试剂,加入2 mL 10% (m/V)碳酸钠溶液,加蒸馏水定容至5 mL,30 ℃下避光反应30 min后,在736 nm处测定吸光值。分别用浓度为0、0.02、0.04、0.06、0.08、0.10 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的绿原酸溶液做标准曲线测定。每个品种三次重复,取平均值。

1.3.12 PPO酶活性的测定

采用试剂盒法检测,每个品种三次重复,取平均值。

1.4 数据处理与分析

采用Microsoft Excel 2019进行数据整理,SPSS 20.0进行数据显著性和相关性分析, $P < 0.05$ 表示差异显著,反之差异不显著。

2 结果与讨论

2.1 不同品种鲜切马铃薯产品的感官品质变化

感官品质直接影响着鲜切马铃薯的保鲜期和消费者的购买意愿。由表3、4可知,不同品种鲜切马铃薯的感官品质随着贮存时间的延长呈下降趋势,且品种间差异较为显著。同期,千丝马铃薯丝感官品质优劣表现:V7 > 尤金885 > 实验一号 > 合作88 > 希森6号 > 荷兰15号。保鲜期分别为24、18、6、2、2、1 d以上。其中,V7在处理前后9 d内,各平行感官品质稳定良好,新鲜度高,无褐变,有马铃薯特有气味,质地脆性良好,感官平均得分 > 98.80分;第24天,接近消费临界点;到第27天,失去商品性。整体看,V7不同平行间品质表现无差异,仅从第27天开始,有一平行出现异味,直接失去商品性,但外观几乎无褐变。尤金885表现仅次于V7,贮存期内各平行间感官品质稳定无显著差异。处理后前9 d,感官得分 > 95.00分,存至第18天,感官得分逐步接近消费临界点。荷兰15号感官品质表现最差,在处理第2天,光泽度有所下降,且各平行出现不同程度(10%、20%、50%)的局部褐变,呈浅灰或浅红色点状或线状或面状分布,失去商品性。希森6号、合作88均在处理后第3天失去商品性,其中,希森6号各平行出现不同程度(30%~60%部位)呈浅灰色,光泽度明显下降,马铃薯特有气味基本消失,但无异味;合作88各平行分别出现5%、10%、20%的褐变,颜色为浅灰红色或灰色,呈点状或线状或面状分布。实验一号各平行间有所差异,一个平行在贮存第6天接近消费临界点,呈现暗灰色;其它两平行表现良好,到第14天失去商品性。

同期,鲜切马铃薯片感官品质优劣表现为:V7 > 尤金885 > 实验一号 > 荷兰15号 > 希森6号 > 合作88。保鲜期分别为29、21、5、2、1、1 d。其中,荷兰15号在处理第2天,部分切片中心部位变灰,并逐步向边缘呈放射状变色,且有白色汁液渗出,与灰变部位叠,直接影响外观品质;同理,希森6号在处理第2天,中心及边缘出现5%~60%不同程度的褐

变,呈灰色,且伴随有白色汁液渗出,但无异味,感官得分 5.00 分,失去商品性;合作 88 处理次日,便出现不同程度边缘性的环形氧化,呈灰黑色,中心部位无变色,后期逐步由边缘向中心呈环形扩散,白色汁液渗出现象不明显,至第 2 天失去商品性。品种 V7 处理后的前 21 d,基本无褐变,硬度及脆性良好,无白色汁液渗出,感官得分 > 7.0 分;贮存至第 29 天,马铃薯片正反面有零星小灰点,侧面灰色由点状呈线、面状分布,感官得分 5.57 分,接近消费临界点。尤金 885 处理后的前 6 d,马铃薯片新鲜度较好,硬度脆性良好,部分切片局部呈轻微浅灰色,有白色汁液渗出,感官得分 > 7.33 分;存至第 21 天,达消费临界点。实验一号处理后的第 2 天,部分切片局部呈浅灰色,并伴有白色汁液渗出,感官得分为 6.67 分;存至第 6 天,达消费临界点。综上,适用于千丝马铃薯丝加工的品种为 V7、尤金 885、实验一号;适用于鲜切马铃薯片加工的品种为 V7、尤金 885。

2.2 不同品种鲜切马铃薯产品的失重率变化

失重率可间接反映鲜切马铃薯的新鲜度与光泽度,关系其商品性^[21]。失重率越大,表明水分与营养物质等消耗的越多,产品新鲜度与光泽度下降越快,商品性下降越快。由表 5、6 可知,两种鲜切马铃薯产品的失重率均随贮存时间的延长逐步增大,前期变化较小,后期变化较大。贮存期间,千丝马铃薯丝以荷兰 15 号的失重率最大,以尤金 885 (贮存前 9 d)、V7 (贮存后期)失重率最小;鲜切马铃薯片贮存前 18 d 以 V7 的失重率最大,后期以合作 88 的失重率最大,整个贮存期以尤金 885 的失重率最小。整体上看,不同品种的鲜切马铃薯的失重率在贮存前期基本无显著差异,贮存后期个别品种间存在显著差异 ($P < 0.05$)。因此,从失重率角度,适宜千丝马铃薯丝加工的品种为尤金 885、V7,适宜鲜切马铃薯片加工的品种为尤金 885、希森 6 号、荷兰 15 号。

2.3 不同品种鲜切马铃薯的褐变指数变化

褐变是影响鲜切马铃薯商品性的关键因素,褐变指数的高低直接反映了褐变程度的高低。由图 1 可知,贮存期间,不同品种鲜切马铃薯片的褐变存在一定差异。其中,褐变指数最低的品种为 V7,其次是尤金 885,贮存前 18 d,两者间差异不显著,21 d 开始两者

差异显著 ($P < 0.05$);再者为实验一号,贮存 15 d 开始,实验一号的褐变指数均高于荷兰 15 号,但两者差异不显著。褐变指数最高的品种为合作 88,其次是希森 6 号,两者差异不显著。V7 贮存 15 d 内,褐变指数低于 14.00%,第 30 天,褐变指数增至 27.08%,超出消费者可接受度;尤金 885 在贮存至 18 d 时褐变指数为 23.67%,21 d 时褐变指数 34.67%,不再为消费者所接受;实验一号贮存 3 d 时褐变指数 16.83%,第 6 天增至 23.67%。荷兰 15 号、希森 6 号、合作 88 贮存 1 d,褐变指数分别为 33.44%、43.89%、46.33%,均超出消费者可接受度。因此,由褐变指数来看,适宜鲜切加工的马铃薯品种优选 V7,其次为尤金 885,短期内可选择实验一号。该研究结果与赵文婷等^[18]的研究结果存在不一致,其研究得出 V7 较荷兰 15 号更易褐变,分析原因可能与品种产地、成熟度、加工检测方法等不一致有关。

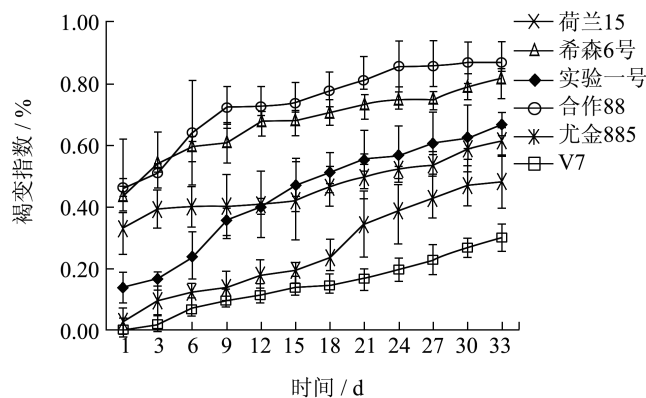


图 1 不同品种鲜切马铃薯的褐变指数变化

Fig.1 Browning index changes of fresh-cut potato of different varieties

2.4 不同品种鲜切马铃薯的色泽变化

色泽是影响鲜切马铃薯感官品质的直观因素, L^* 值代表切面的亮度,是酶促褐变或色素聚集导致切面变暗的一个指标参数,其大小与切面褐变程度成反比^[22,23]。 a^* 值代表绿(—)红(+)轴的色度,其大小与切面褐变程度成正比。不同品种马铃薯的颜色差异较大,直接使用 L^* 、 a^* 、 b^* 值不能反映真实的颜色变化^[24,25]。本实验参考曹裕等^[19]的分析方法,采用 L^* 相对于初始值的变化百分比以及 a^* 值相对于初始值变化的比值来表示不同品种鲜切马铃薯片的色泽变化。结果如图 2~5 所示。

表 3 贮藏期间不同品种千丝马铃薯丝感官评分结果

Table 3 Sensory score of different varieties of shredded potato during storage												
品种	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 6 天	第 9 天	第 12 天	第 15 天	第 18 天	第 21 天	第 24 天	第 27 天	第 30 天
荷兰 15 号	85.33 ± 0.58 ^c	79.67 ± 1.15 ^c	76.33 ± 2.31 ^c	72.67 ± 3.79 ^c	66.67 ± 2.89 ^c	63.67 ± 4.73 ^c	69.00 ± 1.00 ^c	68.00 ± 2.52 ^c	66.67 ± 2.89 ^d	65.00 ± 3.61 ^d	63.00 ± 1.00 ^d	63.00 ± 1.00 ^c
希森 6 号	84.67 ± 1.53 ^c	84.00 ± 1.73 ^b	82.67 ± 2.52 ^b	80 ± 1.15 ^b	78.0 ± 1.73 ^b	77.67 ± 2.31 ^b	76.67 ± 1.53 ^b	76.00 ± 2.65 ^b	75.67 ± 2.31 ^{bc}	73.67 ± 3.21 ^{bc}	73.00 ± 2.65 ^{bc}	70.67 ± 2.89 ^b
实验一号	92.67 ± 2.52 ^b	87.67 ± 2.52 ^b	86.00 ± 2.65 ^b	84.67 ± 4.51 ^b	81.33 ± 5.69 ^b	80.67 ± 9.71 ^b	79.33 ± 5.51 ^b	79.33 ± 5.51 ^b	77.33 ± 6.43 ^b	75.67 ± 6.08 ^{bc}	74.33 ± 5.03 ^{bc}	72.00 ± 5.29 ^{ab}
合作 88	91.67 ± 7.37 ^b	84.33 ± 1.15 ^b	82.33 ± 3.46 ^b	81.0 ± 2.52 ^b	76.67 ± 2.89 ^b	73.67 ± 3.21 ^b	74.67 ± 4.51 ^b	73.33 ± 2.08 ^c	71.0 ± 1.73 ^{cd}	70.33 ± 2.08 ^{cd}	69.33 ± 1.15 ^c	69.00 ± 5.13 ^b
尤金 885	100 ± 0.00 ^a	99.33 ± 0.58 ^a	99.67 ± 0.58 ^a	98.67 ± 2.31 ^a	95.0 ± 5.20 ^a	94.67 ± 2.08 ^a	89.00 ± 1.73 ^a	85.67 ± 3.61 ^a	80.33 ± 3.21 ^b	79.00 ± 3.61 ^b	77.00 ± 3.06 ^{bc}	75.00 ± 4.58 ^{ab}
V7	100 ± 0.00 ^a	100.0 ± 0.58 ^a	100 ± 0.00 ^a	99.33 ± 1.15 ^a	98.33 ± 1.15 ^a	95.67 ± 1.53 ^a	90.67 ± 2.08 ^a	88.00 ± 0.00 ^a	87.00 ± 1.73 ^a	85.00 ± 0.00 ^a	81.67 ± 4.16 ^a	77.33 ± 4.51 ^a

注：同列右肩不同的小写字母表示具有显著差异 ($P < 0.05$)。表 4~6 同。

表 4 贮藏期间不同品种鲜切马铃薯片的感官评分结果

Table 4 Sensory score of different varieties of fresh-cut potato slice during storage												
品种	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 6 天	第 9 天	第 12 天	第 15 天	第 18 天	第 21 天	第 24 天	第 27 天	第 29 天
荷兰 15 号	6.67 ± 0.58 ^{cd}	5.83 ± 0.29 ^c	5.00 ± 0.50 ^{bc}	4.67 ± 0.58 ^d	4.50 ± 0.50 ^d	4.17 ± 0.58 ^c	4.00 ± 0.50 ^{bc}	3.83 ± 0.29 ^c	3.67 ± 0.58 ^c	3.33 ± 0.58 ^b	3.33 ± 0.58 ^b	3.00 ± 0.00 ^{bc}
希森 6 号	6.33 ± 0.60 ^{cd}	5.50 ± 0.00 ^{cd}	3.67 ± 0.58 ^c	3.00 ± 0.00 ^e	3.00 ± 0.00 ^e	3.00 ± 0.00 ^d	3.00 ± 0.00 ^{cd}	3.00 ± 0.00 ^d	3.00 ± 0.00 ^{cd}	3.00 ± 0.00 ^b	3.00 ± 0.00 ^{bc}	2.33 ± 1.15 ^c
实验一号	7.33 ± 0.58 ^{bc}	6.67 ± 0.58 ^b	6.17 ± 0.76 ^b	5.50 ± 0.76 ^c	5.17 ± 0.29 ^c	4.50 ± 0.58 ^c	4.33 ± 0.58 ^b	3.67 ± 0.58 ^c	3.33 ± 0.58 ^c	3.00 ± 0.58 ^b	2.33 ± 1.53 ^{bc}	2.00 ± 1.53 ^c
合作 88	6.00 ± 0.58 ^d	4.83 ± 0.29 ^d	4.33 ± 0.58 ^c	3.00 ± 1.41 ^e	3.00 ± 0.00 ^e	2.33 ± 0.58 ^d	2.33 ± 0.58 ^d	2.33 ± 0.58 ^c	2.00 ± 1.00 ^d	1.67 ± 0.58 ^c	1.67 ± 0.58 ^c	1.67 ± 0.58 ^c
尤金 885	8.33 ± 1.03 ^{ab}	7.33 ± 0.52 ^b	7.67 ± 1.03 ^a	7.33 ± 0.52 ^b	6.83 ± 0.26 ^b	6.50 ± 0.00 ^b	6.50 ± 0.26 ^a	6.00 ± 0.00 ^b	5.50 ± 0.45 ^b	4.33 ± 1.03 ^b	3.67 ± 0.52 ^b	4.00 ± 0.89 ^b
V7	9.00 ± 0.00 ^a	9.00 ± 0.00 ^a	8.33 ± 0.58 ^a	8.17 ± 0.29 ^a	7.67 ± 0.29 ^a	7.33 ± 0.29 ^a	7.17 ± 0.29 ^a	7.00 ± 0.00 ^a	7.00 ± 0.00 ^a	6.87 ± 0.12 ^a	6.17 ± 0.30 ^a	5.57 ± 0.29 ^a

表 5 贮存期间不同品种千丝马铃薯丝的失重率情况

Table 5 Weight loss rate of different varieties of shredded potato during storage											
品种	第 1 天	第 3 天	第 6 天	第 9 天	第 12 天	第 15 天	第 18 天	第 21 天	第 24 天	第 27 天	第 30 天
荷兰 15 号	0.00 ± 0.01 ^a	0.05 ± 0.02 ^a	0.11 ± 0.01 ^a	0.14 ± 0.01 ^a	0.19 ± 0.02 ^a	0.22 ± 0.02 ^a	0.33 ± 0.02 ^a	0.39 ± 0.02 ^a	0.45 ± 0.02 ^a	0.55 ± 0.01 ^a	0.67 ± 0.04 ^a
希森 6 号	0.00 ± 0.00 ^a	0.05 ± 0.01 ^a	0.09 ± 0.02 ^{ab}	0.11 ± 0.03 ^{ab}	0.13 ± 0.03 ^b	0.16 ± 0.02 ^b	0.24 ± 0.03 ^b	0.29 ± 0.03 ^b	0.35 ± 0.04 ^b	0.42 ± 0.03 ^b	0.52 ± 0.03 ^{bc}
实验一号	0.00 ± 0.00 ^a	0.02 ± 0.01 ^b	0.08 ± 0.02 ^{ab}	0.12 ± 0.04 ^{ab}	0.17 ± 0.03 ^{ab}	0.20 ± 0.02 ^{ab}	0.28 ± 0.05 ^{ab}	0.33 ± 0.04 ^b	0.39 ± 0.02 ^{ab}	0.46 ± 0.02 ^b	0.57 ± 0.03 ^b
合作 88	0.00 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.02 ^b	0.08 ± 0.02 ^{ab}	0.11 ± 0.02 ^{ab}	0.14 ± 0.03 ^{ab}	0.17 ± 0.04 ^{ab}	0.24 ± 0.05 ^b	0.30 ± 0.05 ^b	0.36 ± 0.05 ^b	0.44 ± 0.06 ^b	0.51 ± 0.07 ^{bc}
尤金 885	0.00 ± 0.00 ^a	0.03 ± 0.01 ^b	0.08 ± 0.02 ^b	0.09 ± 0.02 ^b	0.14 ± 0.01 ^b	0.16 ± 0.02 ^b	0.24 ± 0.04 ^b	0.28 ± 0.02 ^b	0.34 ± 0.05 ^b	0.42 ± 0.03 ^b	0.49 ± 0.04 ^{bc}
V7	0.00 ± 0.00 ^a	0.02 ± 0.02 ^b	0.10 ± 0.00 ^{ab}	0.11 ± 0.01 ^{ab}	0.14 ± 0.03 ^{ab}	0.15 ± 0.04 ^b	0.22 ± 0.03 ^b	0.29 ± 0.03 ^b	0.33 ± 0.02 ^b	0.41 ± 0.02 ^b	0.44 ± 0.04 ^c

表 6 贮存期间不同品种鲜切马铃薯片的失重率情况

Table 6 Weight loss rate of different varieties of fresh-cut potato slice during storage

品种	第 1 天	第 3 天	第 6 天	第 9 天	第 12 天	第 15 天	第 18 天	第 21 天	第 24 天	第 27 天
荷兰 15 号	0.00 ± 0.00 ^a	0.03 ± 0.01 ^a	0.10 ± 0.04 ^a	0.11 ± 0.03 ^a	0.14 ± 0.02 ^{ab}	0.16 ± 0.02 ^{ab}	0.19 ± 0.02 ^a	0.23 ± 0.01 ^{ab}	0.28 ± 0.01 ^{cd}	0.33 ± 0.01 ^c
希森 6 号	0.00 ± 0.00 ^a	0.02 ± 0.00 ^a	0.06 ± 0.01 ^{ab}	0.08 ± 0.01 ^{ab}	0.11 ± 0.00 ^{ab}	0.12 ± 0.01 ^{bc}	0.20 ± 0.00 ^a	0.23 ± 0.02 ^{ab}	0.28 ± 0.02 ^{bcd}	0.32 ± 0.01 ^c
实验一号	0.00 ± 0.00 ^a	0.03 ± 0.02 ^a	0.07 ± 0.02 ^{ab}	0.09 ± 0.03 ^{ab}	0.13 ± 0.03 ^{ab}	0.15 ± 0.04 ^{abc}	0.22 ± 0.05 ^a	0.26 ± 0.07 ^{ab}	0.34 ± 0.03 ^b	0.43 ± 0.07 ^b
合作 88	0.00 ± 0.00 ^a	0.03 ± 0.01 ^a	0.07 ± 0.01 ^{ab}	0.07 ± 0.02 ^b	0.11 ± 0.01 ^{ab}	0.13 ± 0.03 ^{abc}	0.20 ± 0.02 ^a	0.30 ± 0.02 ^a	0.41 ± 0.03 ^a	0.52 ± 0.02 ^a
尤金 885	0.00 ± 0.00 ^a	0.03 ± 0.02 ^a	0.05 ± 0.01 ^b	0.06 ± 0.00 ^b	0.10 ± 0.03 ^b	0.11 ± 0.03 ^c	0.18 ± 0.04 ^a	0.22 ± 0.04 ^b	0.26 ± 0.06 ^d	0.31 ± 0.05 ^c
V7	0.01 ± 0.00 ^a	0.04 ± 0.02 ^a	0.09 ± 0.01 ^{ab}	0.11 ± 0.01 ^a	0.15 ± 0.01 ^a	0.17 ± 0.00 ^a	0.24 ± 0.02 ^a	0.29 ± 0.04 ^{ab}	0.34 ± 0.04 ^{bc}	0.48 ± 0.12 ^b

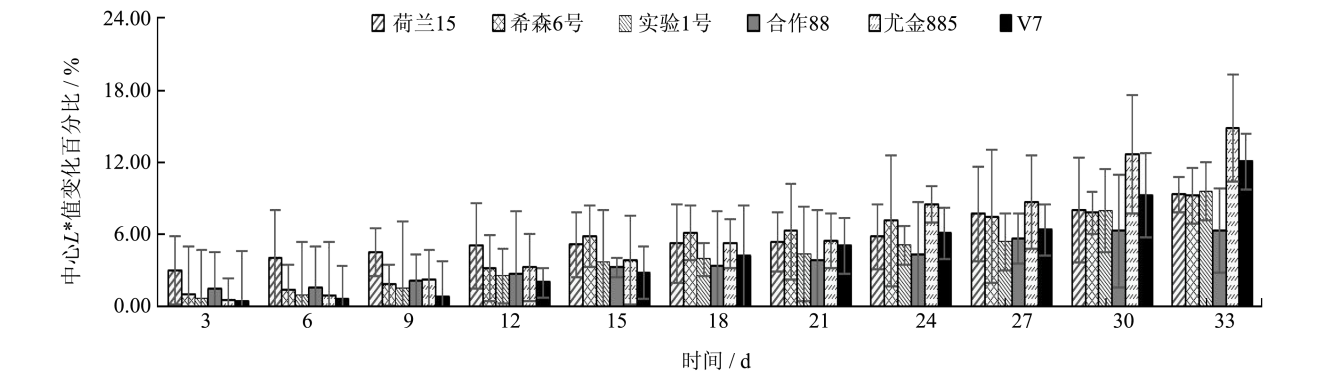


图 2 不同品种鲜切马铃薯中心 L^* 值的变化百分比

Fig.2 Percentage change of L^* value in the center of fresh-cut potatoes of different varieties

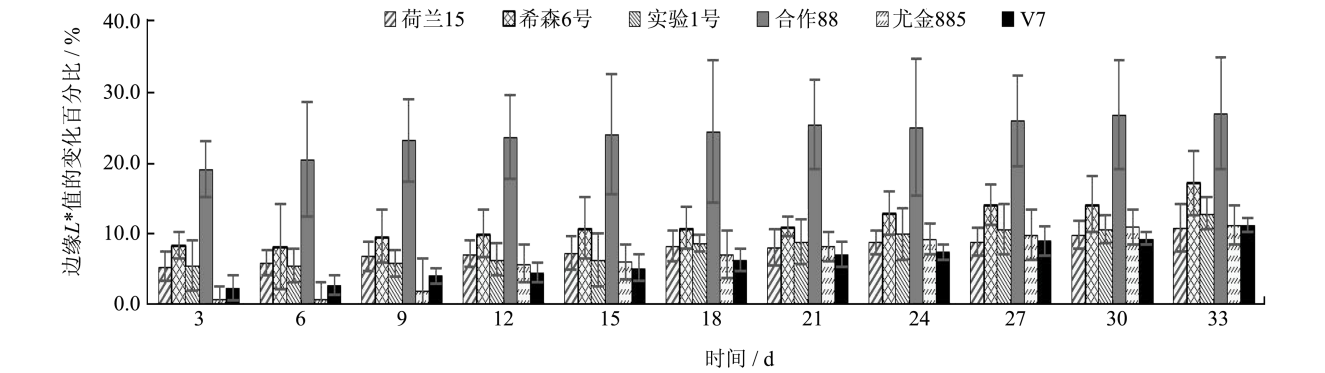


图 3 不同品种鲜切马铃薯边缘 L^* 值的变化百分比

Fig.3 Percentage change of L^* value in the edge of fresh-cut potatoes of different varieties

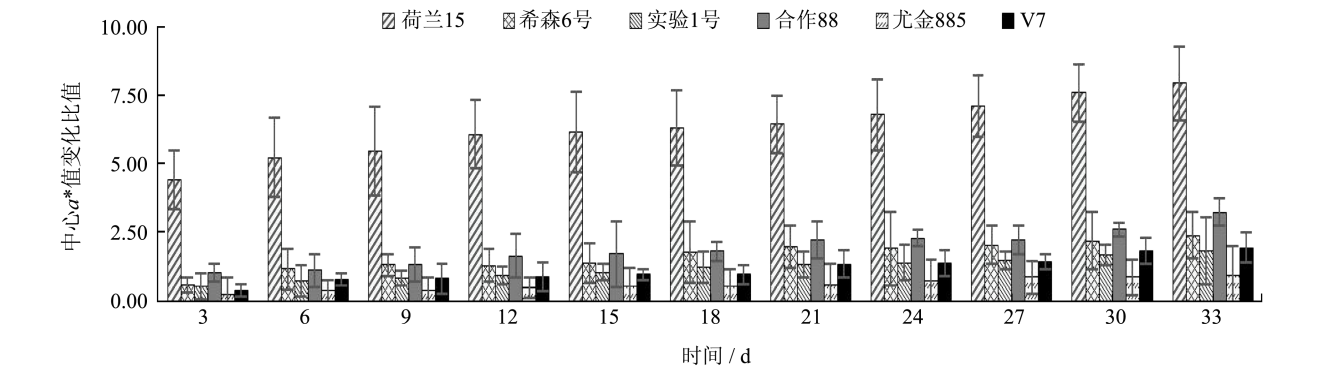
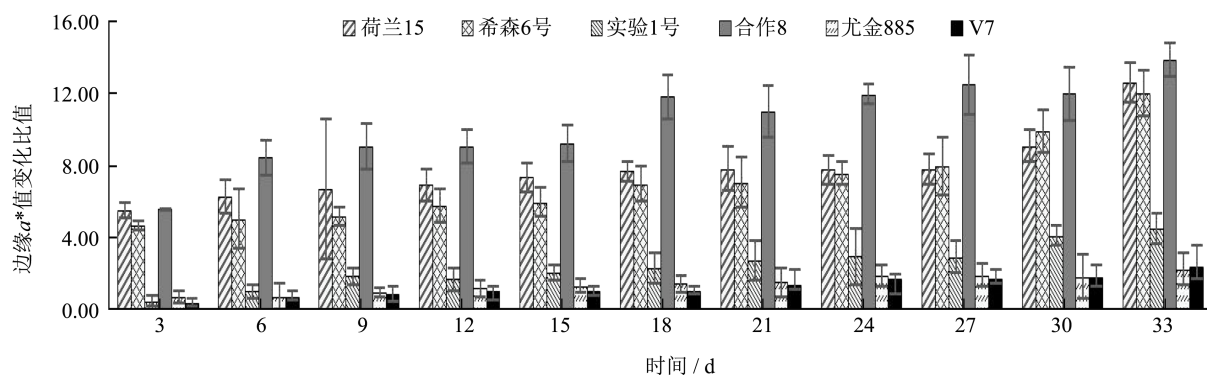


图 4 不同品种鲜切马铃薯中心 a^* 值变化比值

Fig.4 Ratio change of a^* value in the center of fresh-cut potatoes of different varieties

图5 不同品种鲜切马铃薯边缘 a^* 值变化比值Fig.5 Ratio of a^* value in the edge of fresh-cut potatoes of different varieties

由图2~5可知,贮存期内不同品种鲜切马铃薯的 L^* 值整体呈下降趋势, a^* 值呈上升趋势,表明随着贮存时间延长,均出现了不同程度的褐变。六个品种的中心 L^* 值、 a^* 值变化均低于边缘 L^* 值、 a^* 值(仅实验一号的中心 L^* 值稍高于边缘 L^* 值),表明不同品种鲜切马铃薯发生褐变的部位边缘高于中心部位,其中以合作88表现尤为明显(边缘 L^* 值在第3天下降比值高达19.24%)。无论是中心 L^* 值、 a^* 值还是边缘 L^* 值、 a^* 值,六个品种中均以荷兰15号、希森6号、合作88三个品种变化较快且较为明显,以试验一号、尤金885、V7三个品种变化较慢且程度低。该结果与荷兰15号、希森6号、合作88三个品种外观品质变化显著以及褐变指数均较高的结果相符合。表明这三个品种鲜切马铃薯片外观色泽下降以及褐变程度均高于其它三个品种。V7贮存至第30天中心 L^* 值、边缘 L^* 值下降百分比分别为9.28%、9.39%,均低于10.00%;中心 a^* 值升高比值第18天达0.98,第33天为1.96,边缘 a^* 值第30天升高比值为1.80,第33天为2.40。尤金885贮存至第27天中心 L^* 值、边缘 L^* 值下降百分比分别为8.73%、9.90%,第30天均高于10.00%;中心 a^* 值升高比值第33天达0.94,低于1.00,边缘 a^* 值升高比值第30天达1.90,第33天为2.30。实验一号贮存至33d中心 L^* 值下降百分比为9.63%,中心 a^* 值升高比值第12天为0.95,至第33天升至1.95;但边缘 L^* 值在第3天下降百分比为5.45%,较尤金885(0.88%)和V7(2.36%)两个品种变化明显,至第24天下降10.00%;边缘 a^* 值升高比值第12天为1.70,至第15天升至2.10。综上,荷兰15号、希森6号、合作88切片后,色泽变化快且程度高,严重影响鲜切马铃薯的外观品质及商品性;色泽变化慢且程度低的为V7与尤金885,两者间差异不显著,可优先用于两种鲜切产品的加工;其次是实验一号,但其加工成鲜切马铃薯片的货架期短于V7和尤金885。

2.5 不同品种鲜切马铃薯硬度的变化

硬度是马铃薯鲜脆度的直接反映^[26],是影响鲜切马铃薯品质的重要指标,亦可直接反映鲜切马铃薯切割成型的难易。硬度越大,马铃薯切割越易成型。由图6可知,不同品种鲜切马铃薯片的硬度随贮存时间的延长逐步下降,且不同品种硬度的下降幅度存在较大差异,前期降幅较小,后期降幅增大。贮存第7天,各品种硬度较第0天下降1.90%~23.12%之间,一周内平均降幅12.09%,其中降幅最小的是合作88(降低0.2 kg·cm⁻²),其次是V7(降低0.4 kg·cm⁻²),尤金885次之;第14、21、28、33天,硬度降幅较小的品种分别为尤金885(降幅18.09%)、实验一号(降幅34.68%)、V7(降幅38.64%)、合作88(降幅47.15%)。贮存期间,以品种V7的硬度最大,且与其它品种间的差异性因贮存期的不同而不同。第0天,硬度由高到低依次为V7>希森6号>合作88>实验一号>荷兰15号>尤金885,以尤金885的硬度最小(为9.4 kg·cm⁻²),且与其它处理间存在显著性差异($P<0.05$),其次是荷兰15号(为11.3 kg·cm⁻²),仅与硬度最大者V7(12.8 kg·cm⁻²)和最小者尤金885存在显著差异($P<0.05$),其余三个品种间无显著差异。第7、14、28、33天均以荷兰15号的硬度最低,其次为实验一号,再者为尤金885,三者间均无显著性差异。其中,第7天硬度最大的V7与其它各品种间均存在显著性差异($P<0.05$),其次合作88,亦与其它各品种间均存在显著性差异($P<0.05$),但其它四个品种间无显著差异。第21天,硬度最小的为尤金885,与其它品种间均存在显著差异,但其它品种间均无显著差异。第28天,硬度最大的为V7,希森6号次之,再者为实验一号,三者间无显著差异,但均与其它品种间存在显著差异($P<0.05$)。第33天,各品种间的差异显著性同第28天。综上,从硬度上看,适用于进行鲜切加工的品种为V7、希森6号、合作88。

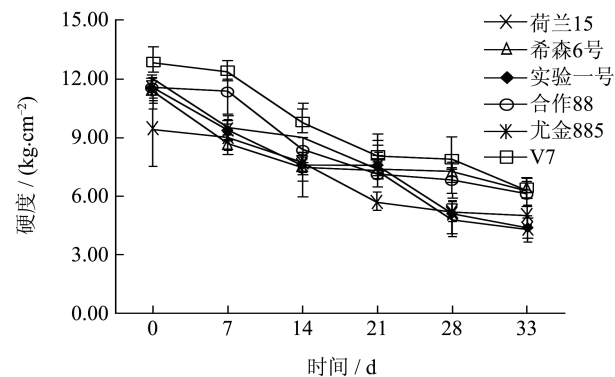


图 6 不同品种鲜切马铃薯的硬度变化

Fig.6 Hardness changes of different varieties of fresh-cut potato

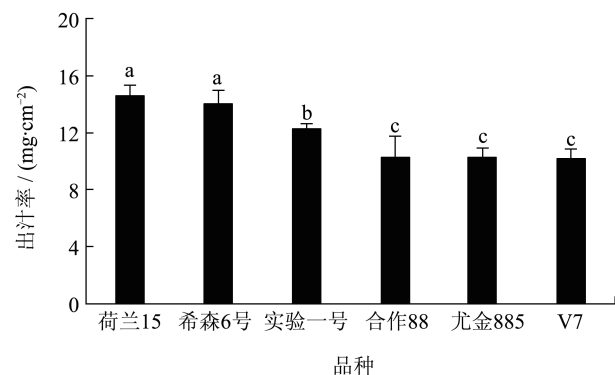


图 7 不同品种马铃薯切面的出汁率

Fig.7 The juice leakage of different varieties of potato cut

注：图中不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

2.6 不同品种马铃薯的出汁率

加工时汁液不易外流是对鲜切蔬菜加工原料的要求之一^[16]。出汁率越低，越有利于鲜切加工过程中的清洗，且能减少微生物的繁殖与积累，利于鲜切马铃薯品质的保持。由图 7 可知，六个品种马铃薯的出汁率由高到低为：荷兰 15 号>希森 6 号>实验一号>合作 88>尤金 885>V7。其中，荷兰 15 号的出汁率最高（为 14.66 mg·cm⁻²），其次是希森 6 号（为 14.05 mg·cm⁻²），两者间无显著性差异；合作 88、尤金 885 和 V7 的出汁率均低于 10.35 mg·cm⁻²，三者之间无显著性差异；但前两者与后三者间均分别存在显著性差异（*P*<0.05）。实验一号的出汁率为 12.35 mg·cm⁻²，与其他品种间存在显著性差异（*P*<0.05）。从出汁率来看，合作 88、尤金 885、V7 这三个品种更适于鲜切马铃薯的加工。

2.7 不同品种马铃薯的干物质、淀粉、还原糖含量检测结果

干物质、淀粉、还原糖含量是影响马铃薯加工过程中色泽、质地、风味等变化的重要因素^[27]，也是评价马铃薯营养品质的重要指标。如表 7 所示，干物质、

淀粉、还原糖含量均以合作 88 最高，且与其它五个品种马铃薯间存在显著性差异（*P*<0.05）。荷兰 15 号的干物质和还原糖含量次高，与其它品种间存在显著差异（*P*<0.05）；希森 6 号的淀粉含量次高，与其它品种（荷兰 15 号除外）间存在显著差异（*P*<0.05）。三种物质含量最低品种均为实验一号，其次是 V7，再者为尤金 885，三者的干物质含量间无显著差异，还原糖、淀粉含量均存在显著性差异（*P*<0.05）。结合不同品种干丝马铃薯丝和鲜切马铃薯片的感官品质变化，得出淀粉、干物质、还原糖含量越低的马铃薯品种，鲜切加工后发生褐变的程度越低。吴继红等^[16]指出，马铃薯淀粉含量≥14%、还原糖含量≤0.4%的品种，加工成片、丝产品时不易褐变，鲜切蔬菜加工宜选择干物质含量较高的原料品种。本研究与合作 88、希森 6 号、荷兰 15 号进行鲜切加工后褐变程度相对其它三个品种较高，三者还原糖含量分别为 0.40%、0.36%、0.42%，淀粉含量均高于 14%。这与吴继红等^[16]的结论并不完全一致。有待于进一步试验验证。综上，实验一号、V7、尤金 885 较其它品种更适宜鲜切加工。

表 7 不同品种马铃薯淀粉、干物质、还原糖的含量（%）

Table 7 Contents of starch, dry matter and reducing sugar in different varieties of potato (%)

品种	干物质含量	还原糖含量	淀粉含量
荷兰 15 号	24.84±0.72 ^b	0.40±0.00 ^b	17.65±0.12 ^b
希森 6 号	23.14±0.44 ^c	0.36±0.01 ^c	17.80±0.08 ^b
实验一号	17.33±0.89 ^d	0.26±0.00 ^f	12.98±0.06 ^c
合作 88	26.82±0.87 ^a	0.42±0.00 ^a	20.61±0.10 ^a
尤金 885	18.24±0.24 ^d	0.29±0.00 ^d	13.78±0.09 ^c
V7	17.77±0.70 ^d	0.28±0.00 ^e	13.34±0.07 ^d

2.8 不同品种马铃薯的总酚含量、PPO 酶活性检测结果

鲜切马铃薯的褐变主要为酶促褐变^[28]。总酚含量和 PPO 酶活性是控制鲜切马铃薯褐变和外观品质下降的关键因素^[27]。A Toma's-Barbera'n 等^[29]研究表明，酚类化合物及其相关酶是影响果蔬品质的决定因素。Mayer^[30]研究指出植物组织中酚类化合物的浓度直接影响 PPO 酶的催化效率，当酚类底物（如儿茶酚、绿原酸等）含量较高时，PPO 酶活性增强，导致醌类物质生成量增加，进而加剧酶促褐变。由图 8、9 可知，六个品种马铃薯的总酚含量，由低到高依次为 V7<实验一号<尤金 885<希森 6 号<荷兰 15 号<合作 88，其中，仅实验一号与尤金 885 品种间无显著差异，但分

别与其它四个品种以及其它四个品种间均差异显著 ($P<0.05$)；PPO 酶活性由低到高依次为荷兰 15 号 $< V7 < 合作 88 < 尤金 885 < 实验一号 < 希森 6$ 号，其中，希森 6 号与其它五个品种间均存在显著差异 ($P<0.05$)、尤金 885 与实验一号、合作 88 间无显著差异，荷兰 15 号与 V7 间无显著差异、但与其它品种差异显著 ($P<0.05$)。该结果与赵文婷^[7]等关于 V7、荷兰 15 号的研究结果存在不同之处，其中总酚含量比较结果相似，但 PPO 酶活性前者得出 V7 ($640.72\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$) 显著高于荷兰 15 号 ($285.18\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$)，这可能与品种产地、成熟度以及指标检测方法等均有关，有待进一步研究比较。

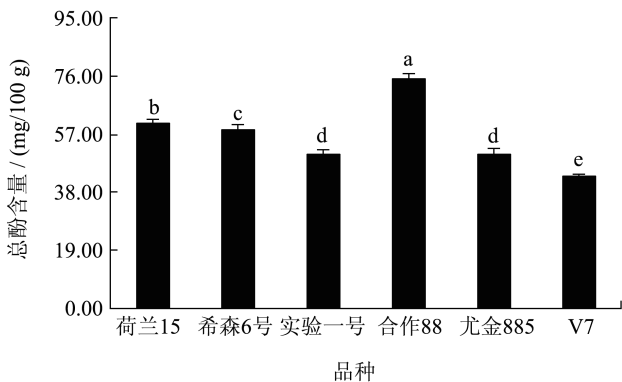


图 8 不同品种马铃薯的总酚含量

Fig.8 Total phenol content of different potato varieties

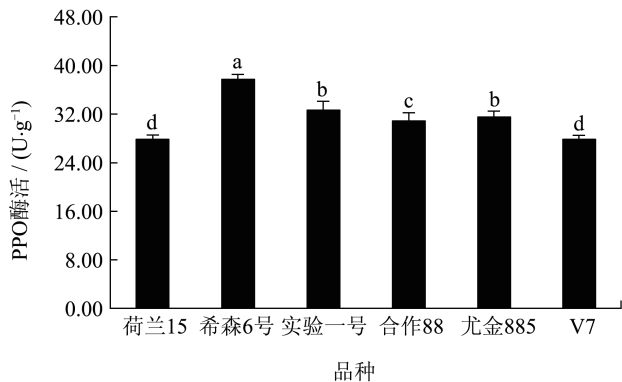


图 9 不同品种马铃薯的 PPO 酶活性

Fig.9 PPO activity of different potato varieties

结合两种鲜切马铃薯产品的感官品质、褐变指数

变化，可知总酚含量比较高的合作 88、荷兰 15 号、希森 6 号加工的鲜切马铃薯丝、片的感官品质下降程度和褐变程度显著高于 V7、尤金 885、实验一号三个品种 ($P<0.05$)。其中，希森 6 号的 PPO 酶活性最高，且总酚含量也较高，因此，加工的鲜切马铃薯丝、片在贮存过程中，感官品质劣变速度和褐变指数升高较快。实验一号虽然 PPO 酶活性较高，但总酚含量低，表明该品种中能够被 PPO 酶催化的底物较少，因此，加工的马铃薯丝、片的褐变程度较低，感官品质表现较好。同理，尤金 885 加工的马铃薯丝、片的感官品质良好。合作 88 虽然 PPO 酶活性较低，但总酚含量很高，结合贮存期间马铃薯丝、片的氧化变黑速度，表明该品种含有的酚类物质更易被 PPO 催化，因此加剧氧化变黑现象。V7 的 PPO 酶活性、总酚含量均较低，结合贮存期马铃薯丝、片的感官品质表现良好、不易褐变等，表明 V7 适宜鲜切加工。荷兰 15 号的 PPO 酶活性在六个品种中最低，但总酚含量仅次于合作 88，结合鲜切马铃薯丝、片在贮存过程中的感官品质变化，表明该品种为易褐变品种。因此，从总酚含量与 PPO 酶活性来看，适用于鲜切马铃薯加工的最佳品种为 V7，其次是尤金 885，再者为实验一号。

2.9 不同品种马铃薯理化指标与鲜切马铃薯感官得分、褐变指数之间的相关性

对不同品种马铃薯的理化指标与鲜切马铃薯贮藏期间的感官得分与褐变指数进行相关性分析，结果如表 8~10 所示。其中，贮藏期间出汁率、干物质、还原糖含量与千丝马铃薯丝的感官得分在第 1、18、21 天时，呈显著负相关 ($P<0.05$)；还原糖、淀粉、总酚含量与鲜切马铃薯片呈显著负相关 ($P<0.05$)；干物质、还原糖、淀粉、总酚含量与鲜切马铃薯片褐变指数呈显著负相关 ($P<0.05$)。由此，合作 88、荷兰 15 号、希森 6 号鲜切后易褐变、感官下降快，与其总酚、干物质、还原糖、淀粉含量高有一定的关系。反之，V7、尤金 885、实验一号上述理化物质含量较低，则鲜切加工后不易褐变，适宜用于鲜切加工。

表 8 不同品种马铃薯理化指标与千丝马铃薯丝感官得分之间的相关性

Table 8 The correlation between the physicochemical indexes of different potato varieties and the sensory scores of shredded potato											
感官得分	第 1 天	第 3 天	第 6 天	第 9 天	第 12 天	第 15 天	第 18 天	第 21 天	第 24 天	第 27 天	第 29 天
出汁率	-0.886*	-0.757	-0.789	-0.763	-0.725	-0.73	-0.703	-0.611	-0.661	-0.655	-0.724
干物质含量	-0.686	-0.759	-0.755	-0.76	-0.789	-0.793	-0.833*	-0.815*	-0.802	-0.789	-0.767
还原糖含量	-0.66	-0.728	-0.729	-0.741	-0.773	-0.771	-0.821*	-0.808	-0.797	-0.793	-0.772
淀粉含量	-0.64	-0.7	-0.69	-0.687	-0.71	-0.725	-0.76	-0.741	-0.724	-0.695	-0.666
总酚含量	-0.385	-0.174	-0.17	-0.107	-0.019	-0.1	-0.046	-0.019	-0.029	-0.083	-0.082
PPO 酶活性	-0.556	-0.704	-0.682	-0.7	-0.717	-0.737	-0.765	-0.796	-0.765	-0.727	-0.673

注：表中数据后 * 表示在 0.05 水平上显著相关，** 表示在 0.01 水平上显著相关。下同。

表 9 不同品种马铃薯理化指标与鲜切马铃薯片感官得分之间的相关性

感官得分	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 6 天	第 9 天	第 12 天	第 15 天	第 18 天	第 21 天	第 24 天	第 27 天	第 29 天
出汁率	-0.53	-0.457	-0.621	-0.51	-0.511	-0.45	-0.469	-0.472	-0.421	-0.339	-0.252	-0.394
干物质含量	-0.733*	-0.558*	-0.812*	-0.819*	-0.812*	-0.804	-0.8	-0.733	-0.709	-0.665	-0.531	-0.558
还原糖含量	-0.798	-0.789	-0.766	-0.765	-0.757	-0.745	-0.741	-0.669	-0.646	-0.61	-0.47	-0.487
淀粉含量	-0.854*	-0.843*	-0.827*	-0.849*	-0.841*	-0.834*	-0.825*	-0.756	-0.733	-0.688	-0.561	-0.854*
总酚含量	-0.879*	-0.903*	-0.792	-0.844*	-0.842*	-0.870*	-0.862*	-0.828*	-0.837*	-0.836*	-0.755	-0.735
PPO 酶活性	-0.416	-0.423	-0.525	-0.521	-0.528	-0.474	-0.455	-0.473	-0.461	-0.439	-0.448	-0.517

表 10 不同品种马铃薯理化指标与鲜切马铃薯片褐变指数之间的相关性

褐变指数	第 1 天	第 3 天	第 6 天	第 9 天	第 12 天	第 15 天	第 18 天	第 21 天	第 24 天	第 27 天	第 30 天	第 33 天
出汁率	0.310	0.370	0.413	0.325	0.370	0.309	0.310	0.340	0.312	0.295	0.344	0.370
干物质含量	0.786*	0.857*	0.872*	0.827*	0.786	0.725	0.727	0.724	0.747	0.713	0.725	0.715
还原糖含量	0.868*	0.814*	0.825*	0.768	0.724	0.66	0.664	0.658	0.683	0.647	0.662	0.649
淀粉含量	0.924**	0.874*	0.912*	0.878*	0.842*	0.791	0.788	0.779	0.803	0.772	0.777	0.769
总酚含量	0.875*	0.844*	0.886*	0.895*	0.850*	0.842*	0.851*	0.848*	0.870*	0.855*	0.852*	0.832*
PPO 酶活性	0.403	0.494	0.486	0.479	0.558	0.616	0.606	0.571	0.555	0.568	0.579	0.597

3 结论

本文通过比较分析荷兰 15 号、希森 6 号、实验一号、合作 88、尤金 885、V7 等六个品种的马铃薯的出汁率、干物质、淀粉、还原糖、总酚含量、PPO 酶活性及其加工的千丝马铃薯丝、鲜切马铃薯片贮存期间的感官品质、褐变程度、色泽、失重率、硬度等的变化，明确了适宜加工千丝马铃薯丝和鲜切马铃薯片的最佳品种为 V7，其次是尤金 885，再者为实验一号。其中，V7、尤金 885、合作 88 的出汁率均显著低于其它三个品种 ($P<0.05$)，利于加工过程中的清洗；V7、尤金 885、实验一号的干物质、淀粉、还原糖及总酚含量均显著低于其它三个品种 ($P<0.05$)，不易褐变；V7、荷兰 15 号的 PPO 酶活性显著低于与其它四个品种 ($P<0.05$)。在 2.0~4.0℃ 条件下，由 V7、尤金 885 加工的鲜切马铃薯片的色泽下降程度及褐变指数（贮存 15 d 时，分别为 14.00%、19.67%；贮存 30 d 时，分别为 27.08%、47.17%）均显著低于其它四个品种 ($P<0.05$)；由荷兰 15 号、希森 6 号、合作 88、实验一号、尤金 885、V7 加工的千丝马铃薯丝的保鲜期分别为 1、2、2、12、18、24 d；加工的鲜切马铃薯片的保鲜期分别为 2、1、1、5、21、29 d；保鲜期内，鲜切马铃薯的色泽变化慢且程度低，出汁率低、利于清洗，硬度适中、利于切割成型，总酚含量与 PPO 酶活性不高、褐变指数低、不易褐变，符合鲜切马铃薯商品品质要求。实际生产中，可根据对鲜

切马铃薯产品保鲜期和商品性的要求，选择适宜的品种原料。本研究丰富了鲜切马铃薯的加工专用品种，为生产上通过品种选择从源头控制鲜切马铃薯品质的下降，延长产品货架期，提供了有效参考。

参考文献

[1] ANDRÉ D, JEAN-PIERRE G, ATHANASIOS P, et al. Global food security, contributions from Sustainable potato agri-food systems [J]. The Potato Crop, 2020, 21: 3-35

[2] 龙娅,胡文忠,萨仁高娃,等.鲜切果蔬精准保鲜包装技术的研究进展[J].食品与发酵工业,2019,45(12):249-256.

[3] 邓孟胜,谢灵鸿,温颖颖,等.油菜素唑对鲜切马铃薯酶促褐变的抑制作用[J].现代食品科技,2026,42(3):145-152.

[4] 杨昕臻,李梅,吴小华.鲜切马铃薯褐变控制技术研究进展[J].包装工程,2023,44(13):112-119.

[5] ZHAO S S, HAN X Y, LIU B, et al. Shelf-life prediction model of fresh-cut potato at dif-ferent storage temperatures [J]. Journal of Food Engi-neering, 2022, 317: 110867.

[6] KONSTANTINA T, DES W, ASHIK J, et al. High-pressure processing and ultrasonication of minimally processed potatoes: effect on the colour, microbial counts, and bioactive compounds [J]. Molecules, 2021, 26: 2614.

[7] PELAIĆ Z, ČOŠIĆ Z, REPAJIĆ M, et al. Effect of uv-c irradiation on the shelf life of fresh-cut potato and its sensory properties after cooking [J]. Food Technology and Biotechnology, 2022, 60(2): 166-177.

[8] SHEN X, ZHANG M, DEVAHASTIN S, et al. Effects of pressurized argon and nitrogen treatments in combination with modified atmosphere on quality characteristics of fresh-cut potatoes [J]. Postharvest Biology and Technology, 2019, 149: 159-165.

- [9] LIU X, WANG T, LU Y Z, et al. Effect of high oxygen pretreatment of whole tuber on an-ti-browning of fresh-cut potato slices during storage [J]. Food Chemistry, 2019, 301: 125287.
- [10] PELAIĆ Z, ČOŠIĆ Z, PEDISIĆ S, et al. Effect of uv-c irradiation, storage and subsequent cooking on chemical constituents of fresh-cut pota-toes [J]. Foods, 2021, 10(8): 1698.
- [11] 索慧敏.鲜切马铃薯保鲜技术研究及货架期预测模型的建立[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2021.
- [12] MA Y R, WANG H Y, YAN H, et al. Pre-cut nacl solution treatment effectively inhibited the browning of fresh-cut potato by influencing poly-phenol oxidase activity and several free amino acids contents [J]. Postharvest Biology and Technology, 2021, 178: 111543.
- [13] ZHANG Z M, PENG Y, MENG W B, et al. Browning inhibition of seabuckthorn leaf extract on fresh-cut potato sticks during cold storage [J]. Food Chemistry, 2022, 389: 133076.
- [14] 孟霏,任红霞,贾靖,等.不同处理对贮藏期鲜切马铃薯的护色作用[J].中国食品添加剂,2024,35(5):75-83.
- [15] SHEN X, ZHANG M, FAN K, et al. Effects of -polylysine/chitosan composite coating and pressu-rized argon in combination with map on quality and microorganisms of fresh-cut potatoes [J]. Food and Bioprocess Technology, 2020, 13: 145-158.
- [16] 吴继红,廖小军,高敏.鲜切蔬菜加工及流通[M].北京:中国农业科学技术出版社,2009.
- [17] 赵文婷,马越,王瑞琪,等.不同品种马铃薯的鲜切加工适宜性评价[J].食品科技,2021,46(12):55-62.
- [18] 唐月明,朱永清,沈学善,等.川中丘陵区冬作不同品种马铃薯鲜切加工适宜性评价[J].食品工业科技,2020,41(449):225-230.
- [19] 曹裕,张兵兵,牛玉洁,等.品种和切割方式对鲜切马铃薯品质的影响[J].食品与发酵科技,2013,50(2):43-47,56.
- [20] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [21] BRANKA L, ZDENKA P, KATA G, et al. Maintaining the quality and safety of fresh-cut potatoes (*Solanum tuberosum*): overview of recent findings and approaches [J]. Agronomy, 2023, 13, 2002.
- [22] 甘婉莹,邓孟胜,张杰,等. γ -氨基丁酸对鲜切马铃薯贮藏品质的影响[J].现代食品科技,2023,39(10):178-184.
- [23] 何萌,王丹,马越,等.不同清洗剂对鲜切马铃薯贮藏过程品质变化的影响[J].食品工业科技,2013,15:328-331.
- [24] DONG X, WROLSTAD R, SUGAR D. Extending shelf life of fresh-cut pears [J]. Journal of Food Science, 2000, 65(1):181-186.
- [25] ROSARIA C, ANA B C, MARIA L A, et al. Suitability of 4 potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) to be processed as fresh-cut product. early cultivars [J]. American Journal of Potato Research, 2011, 88(5): 403-412.
- [26] 胡丽莎,王艳颖,蒋元元,等.不同温度下真空包装对鲜切马铃薯贮藏品质的影响[J].现代园艺,2018,11:24-26.
- [27] 刘娟.马铃薯种质资源加工性状评价及品种筛选[D].兰州:甘肃农业大学,2018.
- [28] 杨昕臻,李梅,吴小华.鲜切马铃薯褐变控制技术研究进展[J].包装工程,2023,44(13):112-119.
- [29] OMÁS-BARBERÁN F A, ESPÍN J C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2001, 81: 853-876.
- [30] MAYER, A. M. Polyphenol oxidases in plants-recent progress [J]. Phytochemistry, 1986, 26(1): 11-20.