

短期冷热处理对紫云红芯红薯贮藏商品性的影响

叶开梅 牛力立 唐兴发 朱江 樊祖立 李怀情 谭体琼

(安顺市农业科学院,贵州安顺 561000)

摘要:甘薯对贮藏温度十分敏感,为探究短期冷热处理对红薯贮藏期间商品性变化的影响,以紫云红芯红薯为试验材料,经过4d的28℃短期热处理和4℃冷处理后放入温度12℃、空气相对湿度80%~85%的新型贮藏窖里恒温恒湿贮藏105d,定期监测甘薯在贮藏过程中的总质量损失率、干率、硬度、烂薯率、发芽率等。结果表明:经过短时间的热处理可降低紫云红芯红薯贮藏期间烂薯率,有利于减少贮藏后期水分及干物质损失,但不能解决紫云红芯红薯在贮藏过程中发芽的问题。因此,虽然短期热处理在紫云红芯红薯的贮藏保鲜上有一定的潜在应用价值,但还需要与其他处理方法相结合来降低发芽率。

关键词:短期冷处理;短期热处理;紫云红芯红薯;商品性

Effect of Short-term Cold and Hot Treatment on the Storage Commodity of Ziyun Red-core Sweet Potato

YE Kai-mei, NIU Li-li, TANG Xing-fa, ZHU Jiang, FAN Zu-li, LI Huai-qing, TAN Ti-qiong

(Anshun Academy of Agricultural Sciences, Guizhou Anshun 561000)

紫云红芯红薯是贵州省安顺市紫云县“一县一业”的主导产业,但随着生产面积的增大,用种需求量急剧增加,要保证来年红芯红薯用种量,采后的贮藏保鲜技术就成为了亟待解决的重大问题;且随着产业发展的壮大,保证新鲜、优质不仅是追求实用品质的当下市场对鲜食红芯红薯的基本要求,更是生产优质红芯红薯产品的关键因素,对产业发展以及产品升级具有重要的意义。

要保证甘薯的品质,除了品种特性外,合理贮藏是关键。甘薯对贮藏温度十分敏感,贮藏温度过高容易导致失水萎蔫、呼吸旺盛、营养损耗严重,易霉变软腐;贮藏温度过低又会引发生理冷害、淀粉变性、食用品质丧失。热处理是通过使用适当的温度对果蔬进行处理,杀死或抑制果蔬自身带有的病原菌,从而延长果蔬的保鲜期,达到贮藏保鲜的目的,是一种非化学保鲜技术^[1-2],目前已用在多种园艺产

品的贮藏中^[3-5]。有相关研究报道指出适当温度和时间的热水处理在甘薯的贮藏保鲜上有潜在的应用价值^[6];闫凯亚等^[7]对鲜切甘薯进行间歇热处理和连续热处理,结果表明间歇热处理对鲜切甘薯的保鲜效果优于连续热处理。冷处理是一种通过调节温度来控制冷害的物理保鲜措施,对果蔬进行不致发生冷害和冻害的低温短时处理,以减轻或避免果蔬冷害的发生,从而达到贮藏保鲜的目的^[8-10]。陈佳华等^[11]、林婕等^[8]指出在适当低温条件下处理甘薯,可以有效地抑制甘薯冷害的发生和发展。针对热处理和冷处理两种方法对甘薯贮藏商品性影响的综合研究鲜有报道。本试验以紫云红芯红薯为试验材料,在贮藏前经过4d 28℃短期热处理和4℃冷处理,处理后放入温度12℃、空气相对湿度80%~85%的新型贮藏窖里恒温恒湿度贮藏105d,定期监测甘薯在贮藏过程中的总质量损失率、干率、硬度、烂薯率等,旨在探究经过短期冷热处理对贮藏期间商品性变化的影响,以期筛选出适宜紫云红芯红薯长期贮藏的最佳方法。

基金项目:贵州省科技计划项目(黔科合支撑[2019]2321号)

通信作者:牛力立

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验在贵州省安顺市农业科学院进行,试验材料为新鲜收获的紫云红芯红薯。

1.2 试验方法 设置两种不同温度处理条件:A1:冷处理(4℃)、A2:热处理(28℃),以不处理材料为对照(CK:常规贮藏)。从收获的红薯中挑选薯皮无破损、薯形完整、薯块色泽和硬度正常、无软腐霉烂和虫害的薯块,分别称量出50~100g(B1)、200~500g(B2)两个等级的薯块,允许误差为±10%,挑选后分别装入周转箱内,25kg/箱,设置2个重复,一共12箱。将用于冷热处理的两个等级红薯分别放入4℃冷库和28℃恒温培养箱中贮藏4d,之后取出放入新型贮藏窖中进行常规贮藏;新型贮藏窖温度设置12℃、空气相对湿度为80%~85%,贮藏期为105d,贮藏当天记为0d,此后每15d取样分析1次。

1.3 测定指标与方法 烂薯率(%) = 烂薯甘薯质量 / 贮藏甘薯质量 × 100。硬度(kg)用GY-4数显水果硬度计直接测量。甘薯总质量损失率(%) = (贮藏前甘薯质量 - 贮藏后甘薯质量) / 贮藏前甘薯质量 × 100。干率为干重占鲜重百分比,每处理取3个大小一致的鲜薯块,切成厚薄均匀的薄片(2~3mm)于105℃的烘箱中杀青30min,之后于80℃烘至恒重,测定干物质。干率(%) = 干重 / 鲜重 × 100。发芽率(%) = (发芽个数 / 总甘薯个数) × 100。发芽指数 = $\sum kx/N^{[6]}$,k为甘薯发芽级数,没有发芽为0级,1个芽为1级,2个芽为2级,以此类推,x为该级数甘薯个数,N为甘薯总个数。

1.4 数据统计与分析 将原始数据录入Excel 2010表格进行初步整理,然后采用DPS v7.05等软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 短期冷热处理对紫云红芯红薯总质量损失率的影响 甘薯总质量损失率是衡量甘薯呼吸底物消耗量和水分蒸发量的重要指标^[12]。如图1所示,所有处理的总质量损失率均随着贮藏时间的增加呈上升趋势,到贮藏105d时达到最大值。经过短期热处理和常规贮藏下的紫云红芯红薯总质量损失率变幅分别从15d的6.20%(A2B1)、4.00%(CKB2)增加至105d的12.40%(A2B1)、12.27%(CKB1),同期不同处理间损失率之间变化幅度小;经过短期冷处理后的紫云红芯红薯总质量损失率从15d的8.00%

(A1B1)到105d的28.25%(A1B1),变化幅度较大,是短期热处理和常规贮藏下的3.27、2.45倍。说明紫云红芯红薯在贮藏前期经过短时间的低温处理,后期温度升高后加快了紫云红芯红薯体内水分的损失,不利于长时间的贮藏。

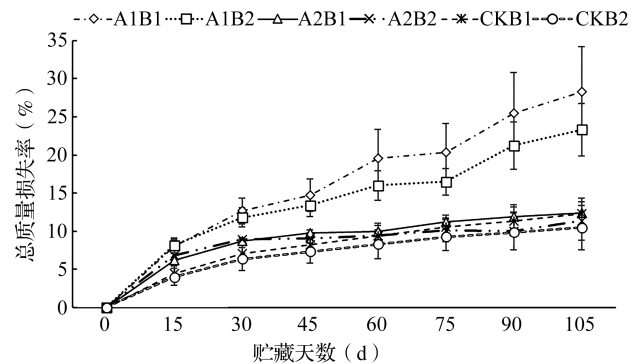


图1 短期冷热处理对紫云红芯红薯总质量损失率的影响

干率代表了甘薯储藏营养物质的总量,是甘薯的重要指标。由图2可知,各处理的薯块干率在贮藏前45d大体呈逐渐增加的趋势,贮藏45d后呈缓慢降低的趋势。其中,经过短期热处理的紫云红芯红薯干率变化最明显,在贮藏天数45d时,大小薯干率平均值为35.77%,较常规贮藏、冷处理的紫云红芯红薯分别高7.16%、11.17%,说明贮藏前期经过短期热处理在一定程度上有利于减少贮藏后期紫云红芯红薯水分及干物质损失。结合图1和图2结果可知,不同处理下紫云红芯红薯干率的变化规律与总质量损失率的变化基本相似。

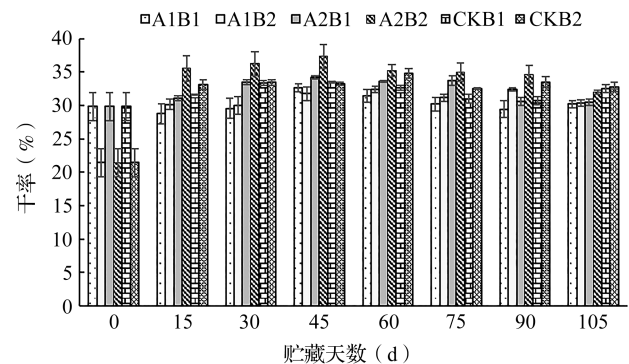


图2 短期冷热处理对紫云红芯红薯干率的影响

2.2 短期冷热处理对紫云红芯红薯烂薯率的影响

紫云红芯红薯在贮藏期间的烂薯率总体呈上升趋势(图3),不同处理后的紫云红芯红薯贮藏效果不同。经过短期热处理和常规贮藏下的紫云红芯红薯

均在贮藏 30d 后出现烂薯,贮藏 60d 后烂薯率趋于稳定,在贮藏 105d 时烂薯最多,但热处理下的紫云红芯红薯烂薯率均小于 2.00%,且最大值(1.64%)小于常规贮藏最大值(2.51%),说明经过短期热处理有延缓紫云红芯红薯发生烂薯的作用;贮藏前经过短期低温冷处理的紫云红芯红薯在贮藏 15d 后就开始烂薯,储藏期间烂薯率最高达到了 12.86%(A1B2 处理 60d),是热处理(A2B2)和常规贮藏处理(CKB2)的 13.54 倍和 15.13 倍,且发生烂薯时间早。说明紫云红芯红薯在贮藏前期不宜进行 4℃ 低温冷锻炼。

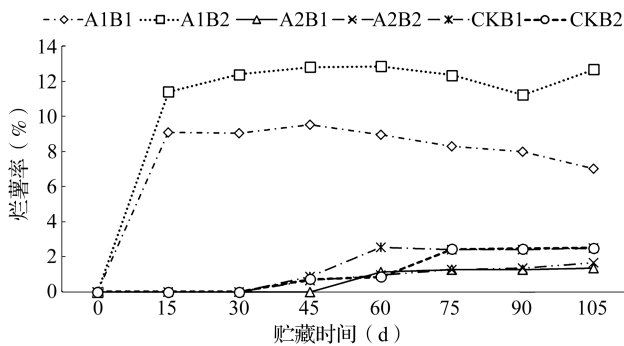


图3 短期冷热处理对紫云红芯红薯烂薯率的影响

2.3 短期冷热处理对紫云红芯红薯硬度的影响

硬度是反映甘薯质地及衡量贮藏效果的一个指标。由图 4 可知,紫云红芯红薯在贮藏期间硬度变化整体表现为:贮藏 0~15d 硬度均增加,15~60d 表现相对稳定,60~75d 硬度呈现急剧下降,75~90d 硬度增加,90~105d 硬度缓慢下降;且经过短期低温冷处理的紫云红芯红薯在贮藏期间硬度均小于经过热处理和常规贮藏的,但硬度变化趋势基本一致。这可能是由于经过低温冷处理的紫云红芯红薯发生了冷害,造成组织软化。

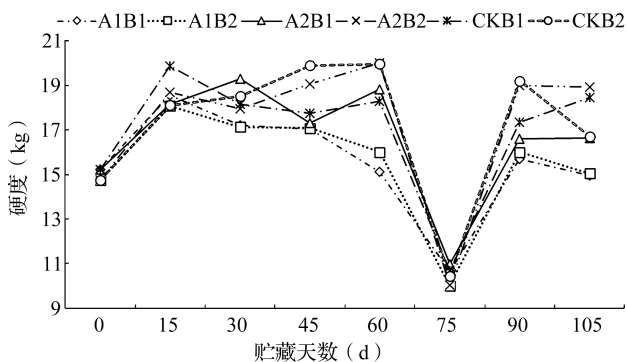


图4 短期冷热处理对紫云红芯红薯硬度的影响

2.4 短期冷热处理对紫云红芯红薯发芽情况的影响

各处理下紫云红芯红薯的发芽率如图 5 所示,发芽指数如表 1 所示。从图 5 可知,随着贮藏时间的延长,各处理发芽率呈指数上升趋势;所有的处理在贮藏 60d 前发芽率缓慢增加,在第 60 天后发芽率快速增加。其中,经过短期低温冷处理的紫云红芯红薯发芽率数据较常规贮藏稍低。在发芽指数上(表 1),所有处理发芽指数均随着贮藏时间的增加呈现增加趋势;贮藏至 105d 时,经过短期低温冷处理的紫云红芯红薯发芽指数平均值为 1.514,明显小于短期热处理(2.021)和常规贮藏(1.630)发芽指数平均值,说明经过短期低温冷处理能抑制贮藏期间紫云红芯红薯的发芽。从发芽时间来看,经过短期热处理的紫云红芯红薯出现发芽的时间最早,在贮藏 45d 时两个等级的薯块均开始发芽,说明紫云红芯红薯经过短期热处理能加快打破休眠,加快出芽和发芽。

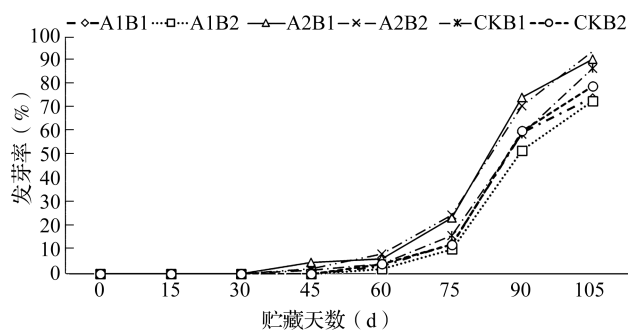


图5 短期冷热处理对紫云红芯红薯发芽率的影响

3 讨论与结论

在本研究中,经过短期低温冷处理后的紫云红芯红薯后期总质量损失率明显高于常规贮藏和热处理,原因可能是由于前期在低温条件下甘薯体内细胞活动减少,酶合成速度变慢,酶促反应失调,表现出呼吸作用降低,从而减少了甘薯内部水分的蒸发,所以前期紫云红芯红薯总质量损失率变化缓慢;后期温度恢复到常规贮藏温度,甘薯体内细胞逐渐活跃,酶合成速度加快,正向加快酶促反应,呼吸作用增强,加快了甘薯块根内部物质转化和水分的消耗,导致后期甘薯总质量损失率逐渐增加、干率变小。这与史光辉等^[13]、郭亮虎等^[14]的研究结果一致。说明紫云红芯红薯在贮藏前期经过短期低温冷处理,后期温度升高的过程中加快了甘薯体内水分

表1 短期冷热处理对紫云红芯红薯发芽指数的影响

处理	贮藏天数(d)							
	0	15	30	45	60	75	90	105
A1B1	0	0	0	0	0.048 ± 0.01	0.194 ± 0.41	1.032 ± 0.09	1.548 ± 0.09
A1B2	0	0	0	0	0.021 ± 0.02	0.146 ± 0.07	0.096 ± 0.16	1.479 ± 1.21
A2B1	0	0	0	0.079 ± 0.03	0.095 ± 0.02	0.429 ± 0.08	1.556 ± 1.17	1.937 ± 1.11
A2B2	0	0	0	0.021 ± 0	0.104 ± 0.02	0.438 ± 0.08	1.146 ± 0.12	2.104 ± 0.19
CKB1	0	0	0	0.029 ± 0	0.059 ± 0	0.250 ± 0.01	1.177 ± 0.02	1.677 ± 0.02
CKB2	0	0	0	0	0.042 ± 0.01	0.208 ± 0.03	1.208 ± 0.01	1.583 ± 0.07

的损失,不利于长时间的贮藏。

经过短期低温冷处理后的紫云红芯红薯出现烂薯时间早且烂薯率高,这与李惠等^[15]的研究结果基本一致,原因可能是由于前期受低温的影响,破坏了甘薯内部正常细胞结构,使其发生冷害,后期温度升高,造成组织软化,从而发生霉腐病的概率增大,硬度变小。经过短期热处理的紫云红芯红薯发芽时间最早,发芽率、发芽指数均较高,这与吴丹宁等^[6]、刘文静等^[16]的研究结果相似,其原因可能是短期的热处理能增加紫云红芯红薯表皮的通透性,激发了块根相关酶的活性,从而加快了出芽和发芽。

经过短时间的热处理紫云红芯红薯贮藏期间烂薯率降低 34.66%,平均硬度能保持在 16.96kg 左右,在一定程度上有利于减少贮藏后期水分及干物质损失,但贮藏前期经过短时热处理后,在贮藏过程中会出现早出芽和发芽,这不利于红薯的后期利用。因此,虽然短期热处理在贮藏保鲜上有一定的潜在应用价值,但不能解决紫云红芯红薯在贮藏过程中的发芽问题,所以还需要考虑与其他处理方法相结合来降低发芽率。

参考文献

- [1] 李香玉,张新华,李富军,姚永花. 采后热处理影响果蔬贮藏品质机理的研究进展. 北方园艺,2011(5): 204-208
- [2] 梁志宏,吕英忠. 采后热处理技术在果蔬保鲜中的应用. 农产品加工,2013(9): 38-39
- [3] 谷会,弓德强,朱世江,谢江辉,张鲁斌. 冷激处理对辣椒冷害及抗氧化防御体系的影响. 中国农业科学,2011,44(12): 2523-2530

- [4] 欧阳丽喆,申琳,陈海荣,范蓓,郑杨,孙建军,生吉萍. H₂O₂ 参与冷激处理对番茄果实抗冷性及抗氧化酶活性的影响. 食品科学,2007(7): 31-35
- [5] 邱佳容,王则金,张良清,林震山. 冷激处理对香蕉果实后熟及抗冷性的影响. 食品与机械,2015,31(4): 144-147
- [6] 吴丹宁,杨海洋,邓吉良,薛丙涛,刘永华,朱国鹏,祝志欣. 热水处理对甘薯贮藏品质和生理指标的影响. 食品科技,2018,43(12): 43-49
- [7] 闫凯亚,张洪翠,蔡佳昂,王静雯,张敏. 间歇热处理对鲜切甘薯贮藏品质的影响. 食品与发酵工业,2017,43(9): 226-231
- [8] 林婕,王则金,林震山,练彬斌,萧国庆,祁营利. 冷激处理对甘薯冷害及活性氧代谢的影响. 粮食与饲料工业,2016(9): 12-16
- [9] 解则义,李洪民,马代夫,陈天娇,韩永华,李宗芸. 低温胁迫影响甘薯贮藏的研究进展. 植物生理学报,2017,53(5): 758-767
- [10] 申燕飞,吴玲艳,郑剑英,杨虎清,陆国权. 甘薯贮藏冷害研究现状. 保鲜与加工,2017,17(6): 132-135
- [11] 陈佳华,李霞,郑剑英,陆国权,杨虎清. 低温下不同处理对甘薯生理指标和酚类代谢的影响. 食品科技,2018,43(10): 45-49
- [12] 王伟,黄开红,刘春泉,李鹏霞. 不同贮藏温度对甘薯商品性的影响. 江苏农业科学,2012,40(3): 233-235
- [13] 史光辉,胡志和,吴子健,孙振刚,武文起,冯永强,何瑞燕,柳澜昱,刘雪君. 贮藏温度对3种甘薯品质的影响. 核农学报,2015,29(3): 493-498
- [14] 郭亮虎,王镇,李楠,逯腊虎,高炜,郭雅娴,武宗信. 温度和湿度对紫甘薯贮藏品质的影响. 中国农业科技导报,2020,22(2): 107-114
- [15] 李惠,熊忠飞,徐梦君,冷俊才,郭艳利,杨晓羽,冷传祝,李喜宏. 龙薯九号甘薯冷害胁迫与适温贮藏品质调控. 食品科技,2018,43(12): 37-42
- [16] 刘文静,余华,黄薇,任丽花,潘葳. 不同温度对甘薯新品系福薯88贮藏生理营养性状的影响. 福建农业学报,2011,26(5): 711-717

(收稿日期: 2023-01-09)