

王 明,高 鹰,杨红丽,等. 3 个品种榲桲低温贮藏过程中营养品质的变化[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):312-315.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.102

3 个品种榲桲低温贮藏过程中营养品质的变化

王 明¹,高 鹰²,杨红丽¹,范新宇³,钟 静³

(1. 新疆林业科学院科技推广处,新疆乌鲁木齐 830000;2. 新疆乌鲁木齐市福利院,新疆乌鲁木齐 830000;
3. 新疆农业大学食品科学与药学院,新疆乌鲁木齐 830000)

摘要:研究梗瘤型、绿型、苹果型 3 种榲桲在低温贮藏过程中营养品质的变化情况。将梗瘤型、绿型、苹果型 3 种榲桲贮藏于(0±2)℃低温条件下,每隔 7d 测定 3 种榲桲的可溶性固形物、总酸、总糖、总酚、维生素 C、总黄酮、可溶性蛋白质、果胶含量的变化。试验结果表明:开始时苹果型榲桲中总糖、维生素 C 等营养最为丰富,其次为梗瘤型榲桲;低温贮藏过程中,苹果型榲桲营养流失最严重,其次为绿型榲桲,流失最少的是梗瘤型榲桲。3 种榲桲均为呼吸跃变型果实,在低温贮藏过程中营养品质变化不同。

关键词:榲桲;低温贮藏;营养品质;变化

中图分类号: TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)09-0312-04

榲桲别称蛮檀、楔楂、比也(新疆维吾尔语)、木梨(河南省),是蔷薇科(Rosaceae)榲桲属(*Cydonia*)的唯一果树,是古老珍稀的果树之一^[1]。新疆榲桲主要在中国新疆地区分布较多,一般产自库车、喀什、轮台、沙车等地;在国外榲桲分布于美国、阿根廷、葡萄牙、瑞士、德国、印度、伊朗、土耳其、日本等地,且产量较大。榲桲通常是从种子、根蘖繁育而来,花期长达 5 个月,果期长达 10 个月,其成熟的果实个大、品质好,有浓郁香味,无毒。榲桲的栽培历史悠久,已形成许多变种,主要变种有苹果型榲桲、梨型榲桲、梗瘤型榲桲棒、塔型榲桲、大叶榲桲、斑叶榲桲等。榲桲在新疆地区种植较为广泛,是维吾尔族人们非常喜爱的一种植物,维吾尔族人称榲桲为“比也”,除可食用外,榲桲主要用作抓饭的辅助食材、熬制果酱等^[2]。目前国内外对榲桲的研究较少,主要集中在品种资源调查、果树栽培及繁育等方面,也有关于榲桲的利用及药物价值的报道。可见虽然榲桲的营养十分丰富,开发前景广阔,但目前为止对于榲桲的研究开发仍处于起步阶段,许多方面的研究基本处于空白阶段,比如对于榲桲多糖的研究几乎未见报道^[3]。研究榲桲的营养品质迫在眉睫,本试验研究刚采摘下的梗瘤型、绿型、苹果型这 3 种榲桲在(0±2)℃低温下储藏过程中的营养品质的变化,为这 3 种榲桲低温贮藏过程中营养品质的变化提供科学的数据,以期为进一步研究新疆榲桲的营养品质打下基础,对增加新疆果农的收入具有一定意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

收稿日期:2015-03-08

基金项目:新疆维吾尔自治区公益性科研院所基本科研业务经费(编号:201434)。

作者简介:王 明(1979—),男,甘肃张掖人,硕士,工程师,研究方向为果树栽培与管理。E-mail:1471627839@qq.com。

通信作者:杨红丽,硕士,工程师,研究方向为果树栽培与生理。E-mail:809795382@qq.com。

试验用榲桲为 2013 年 10 月初从新疆阿克苏地区采摘的 3 种成熟榲桲,其中梗瘤型榲桲果实扁圆,个头较大,果皮黄色或黄绿色,果面有 10 条左右纵沟,果肉黄色,味道甜中带酸,水分较多,种子为黑褐色,香味较为浓郁;绿型榲桲果实为短圆锥形,个头较小,梗部有绿色瘤状突起,果肉为米黄色,味酸甜,水分较少,种子为黄褐色,籽粒较多,香味一般浓郁;苹果型榲桲果实呈扁圆或圆形,个头中等,果肉为黄白色,果心大且间距大,肉质粗而淡,含水量较少,种子为黑褐色。本试验共取得 3 种榲桲各 3 袋,基本无损伤,运回后即放入纸箱中于冷库中低温贮藏,整个试验在新疆农业大学食品科学学院果蔬采后生理及贮运实验室完成。

1.2 试验方法

于冷库中的 3 种果实中各取出 8~10 个后,不经任何处理,即在当天测定各项指标,平均每隔 7 d 取 1 次样品,共取 6 次,每次取样单个指标重复 3 次,试验共历时 6 周。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 可溶性固形物含量的测定 测定可溶性固形物含量根据曹建康等的方法^[4]改进而成,具体方法为:取 5.0 g 果实样品(可食部分或果肉部分)放入研钵中磨碎后,经过离心(4 000 r/min,10 min)或过滤后取汁液测定。

1.3.2 总酸含量、总酚相对含量、可溶性蛋白质含量的测定 测定方法均根据曹建康等的方法^[4]改进而成,均测定鲜质量含量,分别在 760、280、595 nm 波长下测定配比溶液的吸光度。

1.3.3 总糖含量的测定 根据李凤玉报道的铁氰化钾测总糖法^[5]改进而成。

1.3.4 维生素 C 含量的测定 3 种榲桲中维生素 C 含量的测定参照 GB/T 6195-1986《水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二氯酚靛滴定法)》和曹建康等的 2,6-二氯酚靛滴定法方法^[4]综合改进而成。

1.3.5 总黄酮含量的测定 根据古力伯斯坦·艾达尔等研究方法^[6]改进而成。

1.3.6 果胶含量的测定 根据 NY/T 2016—2011《水果及其制品中果胶含量的测定 分光光度法》的方法改进而成。

1.4 数据统计与分析

使用 Excel 软件对测试数据进行统计分析与制图。

2 结果与分析

2.1 3 种温棒在低温贮藏中可溶性固形物含量的变化

如图 1 所示,低温贮藏 3 种温棒的可溶性固形物含量的变化不明显,变化幅度很小,基本在 12.50% ~ 17.80% 范围内。在初始时绿型温棒可溶性固形物含量最高,为 17.80%,苹果型、梗瘤型温棒的可溶性固形物含量相近。贮藏 7 ~ 21 d 内,3 种温棒中的可溶性固形物含量皆略有增长。贮藏 35 d 时,绿型温棒中可溶性固形物含量仍最高,含量为 16.80%,苹果型、梗瘤型温棒中的含量依然相互接近,其中梗瘤型为 13.50%、苹果型为 12.50%。整体看出,在初始阶段,3 种温棒中的可溶性固形物含量均略有下降;在整个贮藏过程中,绿型温棒中的可溶性固形物含量相对较高。

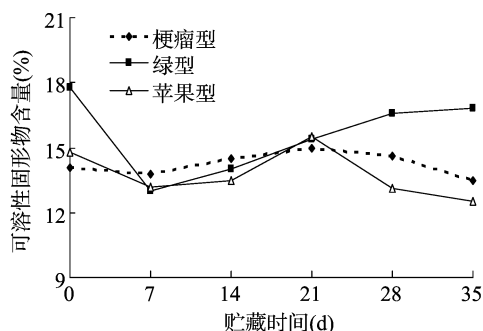


图1 低温贮藏中 3 种温棒可溶性固形物含量的变化

2.2 3 种温棒在低温贮藏中总酸含量的变化

如图 2 所示,低温贮藏下 3 种温棒中总酸含量变化呈较不规则趋势。在起始时,苹果型温棒的总酸含量最高,绿型、梗瘤型温棒含量相近。从变化趋势看,绿型温棒呈先上升后下降的趋势,贮藏 7 d 时,其总酸含量达到最高值,随后一直下降,直至贮藏 35 d;苹果型温棒则呈先下降再上升后下降的趋势,在贮藏 28 d 时总酸含量达到最高值;梗瘤型温棒则呈波动形变化趋势,在贮藏 14 d 时总酸含量达到最高值;在贮藏 35 d 时,梗瘤型、苹果型温棒中的总酸含量接近一致,约为 4.63%,绿型温棒含量较低,为 3.16%。

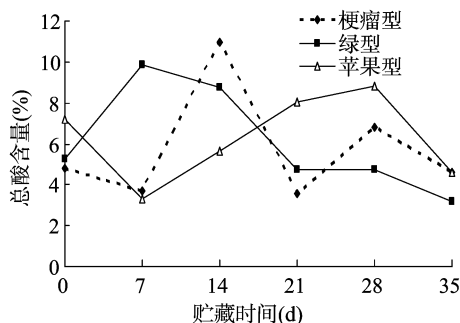


图2 低温贮藏中 3 种温棒中总酸含量的变化

2.3 3 种温棒在低温贮藏中总糖含量的变化

由图 3 低温贮藏下 3 种温棒的总糖含量变化可见,3 种温棒中总糖含量均呈缓慢上升趋势,变化曲线很相似。初始时,3 种温棒总糖含量也较为接近。在贮藏 35 d 时,3 种温棒均有较为明显的变化,其中苹果型温棒的总糖含量最高,为 10.04%;

其次为梗瘤型温棒,含量为 9.21%;绿型温棒最低,含量为 8.25%。低温贮藏的 35 d 内,3 种温棒的总糖含量始终以苹果型温棒较多,其次为梗瘤型温棒,较低的为绿型温棒。

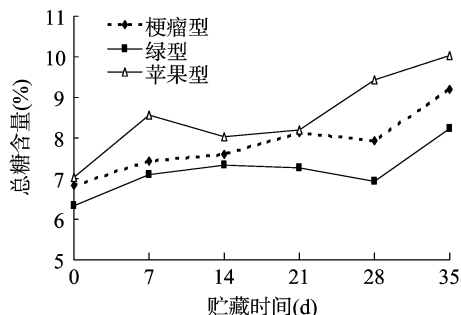


图3 低温贮藏中 3 种温棒中总糖含量的变化

2.4 3 种温棒在低温贮藏中总酚相对含量的变化

从图 4 可看出,在低温贮藏下绿型温棒中总酚相对含量在初始时较苹果型、梗瘤型温棒高;绿型、苹果型温棒中总酚相对含量变化趋势较为相似,基本上呈先上升后下降的趋势。贮藏 28 d 时,绿型、苹果型温棒总酚相对含量达到峰值;梗瘤型温棒中的总酚相对含量呈波动上升趋势,直至贮藏 35 d 时平稳,此时梗瘤型温棒总酚相对鲜质量含量为 1.11 $D_{280\text{ nm}}/\text{g}$ 。初始时,绿型温棒中的总酚相对含量最高,梗瘤型、苹果型温棒中的含量接近;贮藏 35 d,绿型温棒中的总酚相对含量回落,3 种温棒中的总酚相对含量十分接近,其中绿型温棒中总酚相对含量为 1.13 $D_{280\text{ nm}}/\text{g}$,苹果型温棒总酚相对含量为 1.073 $D_{280\text{ nm}}/\text{g}$ 。

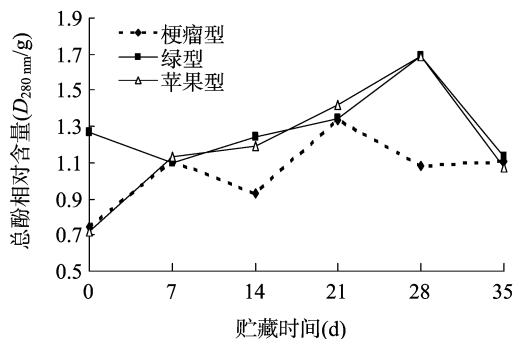


图4 低温贮藏中 3 种温棒总酚相对含量的变化

2.5 3 种温棒在低温贮藏中维生素 C 含量的变化

由图 5 的 3 种低温贮藏温棒中维生素 C 含量的变化可知,在初始时,维生素 C 含量最高的是苹果型温棒,其次是梗瘤型温棒,含量最低的是绿型温棒。3 种温棒在低温贮藏 35 d 内维生素 C 含量变化趋势基本一致;贮藏 7 d 时,苹果型、绿型温棒中维生素 C 含量达到最高值;贮藏 14 d 时,梗瘤型温棒维生素 C 含量达到最高值;贮藏 35 d 时,3 种温棒中的维生素 C 含量很接近且降至最低值,绿型温棒中维生素 C 的鲜质量含量为 2.42 mg/g ,苹果型温棒为 2.15 mg/g ,梗瘤型温棒为 2.38 mg/g 。

2.6 3 种温棒在低温贮藏中总黄酮含量的变化

由图 6 低温贮藏下 3 种温棒中总黄酮含量随时间的变化趋势可知,在起始时,苹果型温棒中的总黄酮含量较高,其次是绿型温棒,含量较低的是梗瘤型温棒。绿型、苹果型、梗瘤型 3 种温棒的变化趋势比较相似,基本呈先上升后下降趋势,

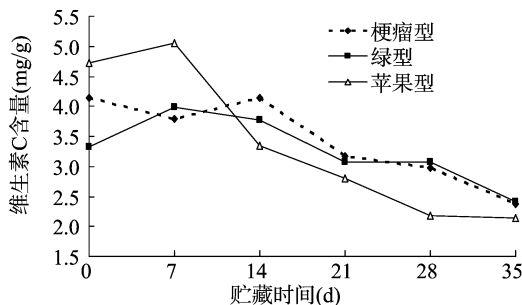


图5 低温贮藏中 3 种温柑中维生素C含量的变化

绿型温柑在贮藏 7 d 时略微下降。苹果型、梗瘤型温柑的总黄酮含量在贮藏 21 d 时达到最高值,而绿型温柑的总黄酮含量则在贮藏 28 d 时达到最高值。贮藏 35 d 时,苹果型、绿型温柑中总黄酮含量较为接近,但仍以苹果型较高,绿型其次,梗瘤型温柑中总黄酮含量最低,但略高于初始时总黄酮含量。贮藏结束时,绿型、苹果型、梗瘤型温柑中总黄酮含量分别为 1.424%、1.561%、0.713%。

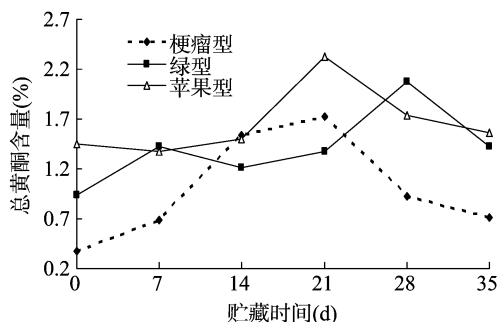


图6 低温贮藏中 3 种温柑中的总黄酮含量的变化

2.7 3 种温柑在低温贮藏中可溶性蛋白质含量的变化

由图 7 低温贮藏下 3 种温柑中可溶性蛋白质含量(以鲜质量计)的变化可知,3 种温柑中可溶性蛋白质含量的变化幅度较大,在初始时,苹果型温柑中的可溶性蛋白质含量最高,其次为绿型温柑,最低的是梗瘤型温柑;贮藏 0~14 d 内,3 种温柑中的可溶性蛋白质含量变化也不相同,苹果型、绿型温柑呈先下降后上升的趋势,而梗瘤型温柑表现为上升;在贮藏 14 d 时,3 种温柑中的可溶性蛋白质含量达到最高或较高值,之后均呈较明显的先下降后上升趋势;在贮藏 35 d 时,苹果型温柑中的可溶性蛋白质含量相对最高,为 0.009 37 mg/g,梗瘤型、绿型温柑中的含量较为接近。

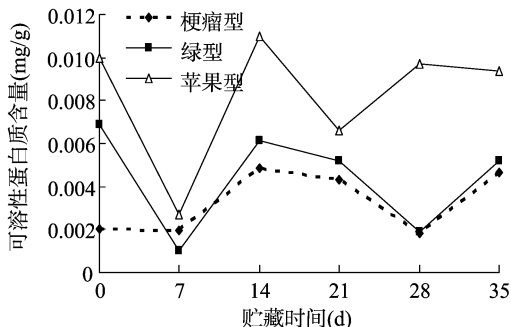


图7 低温贮藏中 3 种温柑中可溶性蛋白质含量的变化

2.8 3 种温柑在低温贮藏中果胶含量的变化

由图 8 低温贮藏下 3 种温柑中果胶含量的变化趋势可

知,在初始时,3 种温柑的果胶含量相差较大,苹果型温柑含量最高,其次为绿型温柑,含量最少的为梗瘤型温柑。在 35 d 的贮藏过程中,3 种温柑果胶含量变化趋势基本一致,基本呈下降趋势;苹果型、绿型温柑在贮藏 21 d 后的果胶含量均大幅下降,梗瘤型温柑在贮藏 28 d 后下降幅度较大;在贮藏 35 d 时,3 种温柑中果胶含量相互接近,但仍以苹果型温柑含量最高,其次为绿型温柑,最低的为梗瘤型温柑,绿型、苹果型、梗瘤型温柑中果胶含量分别为 1.078、1.410、0.938 g/kg。

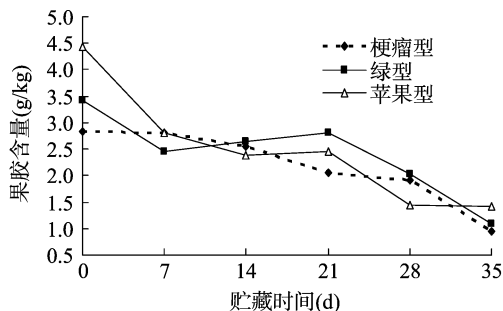


图8 低温贮藏中 3 种温柑中果胶含量的变化

3 讨论与结论

总酚为果蔬中一类常见的酚类物质,与果蔬抗氧化、衰老作用有密切的关系^[7],凌关庭甚至称之为“第七类型营养素”^[8]。在国际上,Velioglu 等对 28 种果蔬和谷物等植物产品测定后,也认为总抗氧化活性与总酚含量呈显著相关^[9]。但是 Bocco 等对柑橘皮和种子提取物中的酚含量和抗氧化活性测定后认为,这二者间无明显的相关关系^[10]。造成这种现象的主要原因可能是由于不同果蔬中具有抗氧化活性的有效酚的种类、含量不同,以及在某些果蔬中总抗氧化能力是由酚类以外的其他抗氧化成分决定的,同时这也说明酚类在果蔬中的分布是不平衡的^[11]。本试验中,在低温贮藏下苹果型、绿型温柑在贮藏 0~28 d 可以保持较正常的生命活动,其总酚含量呈缓慢上升趋势;贮藏 28 d 后,2 种类型的温柑开始呈现衰老症状。由试验数据看出,伴随着温柑的衰老,温柑中总酚含量开始下降,该结果与 Velioglu 等的结论^[9]相似,说明温柑中的总酚可能决定着温柑的抗氧化、控制衰老的作用。类黄酮物质广泛存在于植物界中,在植物的叶子、果实中少量以游离形式存在,大部分与糖结合成苷类以糖配基的形式存在。研究证明,黄酮类化合物是一类安全可靠、成本低、来源广、具强抗氧化活性的抗氧化剂,是一种具有广阔开发前景的新型饲料添加剂,将逐步取代人工合成的抗氧化剂^[12]。本试验中不同品种的温柑,总黄酮含量差别较大,在贮藏过程中含量变化较大,而且 3 种温柑总黄酮含量均在一段时间内有上升趋势,可能与果实的次生代谢有关^[13],具体原因有待进一步研究。温柑的抗衰老作用由类黄酮物质和总酚共同作用,试验中可以看出,在贮藏 0~28 d 内,3 种温柑(除梗瘤型)中总酚含量和总黄酮含量皆呈上升趋势,延缓了温柑的衰老;贮藏 28 d 后温柑中总酚、总黄酮含量皆呈下降趋势,导致温柑开始出现衰老。

总酸含量是衡量果蔬是否成熟和衰败的重要标准^[14]。本试验中,3 种温柑总酸含量虽然变化幅度差别较大,但起始

和贮藏快结束时总酸含量相互接近,说明 3 种温棣总酸含量相互接近。有 2 种温棣总酸含量在贮藏 21 ~ 28 d 呈上升趋势,说明此时温棣呼吸旺盛,降解糖分。贮藏快结束时 3 种温棣总酸含量皆呈下降趋势,说明果蔬在贮藏最后几天呼吸减慢,糖分降解速度减慢。总糖含量在果蔬贮藏中是极为重要的一项指标,代表着果蔬质量的好坏。本试验中,3 种温棣的总糖含量相互接近,苹果型最高,低温贮藏下,糖分都有少量的增加,说明在温棣不断消耗糖分过程中,仍然不断产生糖,也许与温棣的完熟有关,尚需进一步探讨。可溶性固形物是冷害和冻害条件下细胞内的保护物质,其含量与多数植物的抗寒性呈正相关^[15]。由试验数据可得,在低温贮藏的 35 d 内,3 种温棣中的可溶性固形物含量皆略微下降,可能是呼吸消耗了部分有机物质,也有可能是试验过程中温度、光照度的影响。可溶性固形物、酸类物质、总糖共同构成了温棣中的主要能量营养来源,在整个贮藏过程中,总糖含量、总酸含量都有上升,但是可溶性固形物含量出现下降,说明在贮藏过程中可能一部分有机酸被转化了,而又生成一部分无机酸。

可溶性蛋白质与植物抗冷性有关。在低温条件下,蛋白质含量发生变化^[16]。武兰芳对玉米进行试验得出,随着低温处理时间的延长,玉米幼苗叶片各细胞器的可溶性蛋白质含量逐渐减少,同时低温还激活了蛋白酶的水解活性,加快可溶性蛋白质的分解^[17]。本试验中,0 ~ 7 d 低温保藏的 3 种温棣可溶性蛋白质含量均下降,与武兰芳的研究结果^[17]符合。贮藏 7 d 后,3 种温棣的含量开始出现较大幅度的上升和下降,可能与冷库温度的变化以及实验室温度有关,从而影响到温棣的可溶性蛋白质含量,具体原因尚需进一步的探究。可溶性蛋白质、可溶性固形物都与抗寒性有关,可以看出随着可溶性固形物含量的降低,温棣的抗寒性下降,可能导致温棣的可溶性蛋白质含量的不稳定变化。

本试验表明,在低温贮藏下,3 种温棣中的维生素 C 含量不尽相同,但变化趋势相似,在贮藏 7 d 时,苹果型、绿型温棣中维生素 C 含量达到最高值;贮藏 14 d 时,梗瘤型温棣维生素 C 含量达到最高值,说明在前 14 d 内,温棣的新鲜程度未下降,可能是与其成熟度有关^[17]。因此,在短时间内不用担心温棣中维生素 C 的大量流失而造成的营养缺失。果胶是植物中的一种酸性多糖物质,主要存在于植物的细胞壁和细胞内层,为细胞内支撑物质。本试验表明在不同种类温棣之间,果胶含量表现差异。在低温贮藏下,3 种温棣的果胶含量降低幅度相差不大,可能与在贮藏 21 ~ 28 d 内果胶酶活性升高有关,导致果胶在此期间大幅下降。从果胶含量、维生素 C 含量看出,苹果型温棣果胶含量、维生素 C 含量降低程度最大。初始时苹果型温棣中的果胶含量、维生素 C 含量均最高,说明苹果型温棣较其他 2 种温棣营养价值更高,但最不耐储藏。相反,梗瘤型温棣最耐储,绿型温棣营养价值最低。

本试验可得出以下结论:(1)低温贮藏下,3 个品种的温棣在贮藏 0 ~ 28 d 内,代谢缓慢,呼吸速率缓慢,在贮藏 28 d 时,呼吸速率突然升高,代谢加快,产生大量消耗物质,判断 3 种温棣都是呼吸跃变型果实,具有耐贮藏、含糖量高的特点。因此,要延长 3 种温棣的储藏期,就得推迟呼吸高峰。(2)低温贮藏起始阶段,苹果型温棣的 3 种营养品质皆高于梗瘤型温棣,梗瘤型温棣高于绿型温棣,可以得出,苹果型温棣是 3

种温棣中营养价值最高的,绿型温棣最低。贮藏结束时,苹果型温棣的营养流失最严重,总黄酮、总糖、果胶、维生素 C 含量等均呈较大幅度下滑;其次为绿型温棣,流失较少的是梗瘤型温棣,说明梗瘤型温棣最耐储,苹果型温棣最不耐储。因此,3 种温棣的储藏应根据各自的营养品质选择不同的储藏方法。(3)储藏过程中苹果型、绿型温棣维生素 C 含量均在贮藏 0 ~ 7 d 皆处于一个上升阶段,很有可能是因为冷库透气性差,导致这 2 种温棣产生了较多的无氧呼吸,从而导致维生素 C 含量的暂时上升。(4)贮藏过程中,3 种温棣中的总酚含量、总黄酮含量皆表现出先上升后下降的趋势。上升阶段,总酚、总黄酮皆增加了 3 种温棣的抗氧化性,延缓了温棣的衰老;下降阶段,抗氧化性减弱,3 种温棣便开始出现衰老症状。(5)可溶性固形物含量、可溶性蛋白质含量的下降降低了 3 种温棣的抗寒性,加快了温棣的营养流失,使温棣加快衰老,因此贮藏过程中应减少它们的流失。

参考文献:

- [1] 俞德俊. 中国植物志[M]. 北京:科技出版社,1986:344 - 345.
- [2] 王济宪. 新疆的稀有果类——温棣[J]. 特种经济动植物,2000 (5):30.
- [3] 马木提·库尔班. 新疆温棣中总生物碱的测定[J]. 食品科学, 2005,26(2):186 - 189.
- [4] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,2007.
- [5] 李凤玉. 用铁氰化钾法测定王浆中总糖的含量[J]. 养蜂科技, 2005,3(3):5 - 6.
- [6] 古力伯斯坦·艾达尔,沙拉买提·托乎提. 温棣籽与香梨籽中总黄酮含量的测定[J]. 新疆师范大学学报,2008,27(1):80 - 82.
- [7] 王志远,李清彪,杨翠娟,等. 八种水果中的多酚含量及其抗氧化性[J]. 天然产物研究与开发,2007,6(6):1040 - 1043,1023.
- [8] 凌家庭. 有“第七类营养素”之称的多酚类物质[J]. 中国食品添加剂,2000,1(1):28 - 37.
- [9] Velioglu Y S, Mazza G, Gao L, et al. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruit, vegetables, and grain products[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998,46(10):4113 - 4117.
- [10] Bocco A, Cuvclier M E, Richard H, et al. Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extract[J]. J Agric Food Chem, 1998,46(6):2123 - 2129.
- [11] 陈守江,姜松. 果蔬中的酚类化合物及其抗氧化作用[J]. 安徽技术师范学院学报,2003,17(2):144 - 148.
- [12] 徐宗云,将慧,吴静,等. 石榴皮和石榴渣总黄酮含量的测量[J]. 中国农学通报,2003,19(3):72 - 74.
- [13] 张玉,吴慧明,王伟,等. 不同品种柑橘果皮中类黄酮含量及其采后变化[J]. 食品科学,2010,31(6):202 - 204.
- [14] 罗云波. 果蔬采后生理与生物技术[M]. 北京:中国农业出版社,2010.
- [15] 张旭伟,徐明磊,李红艳,等. 番茄果实可溶性固形物的作用及研究概况[J]. 科技资讯,2011(15):160 - 161.
- [16] Levitt, J. Responses of plant to environmental stress[M]. New York:Academic Press,1980:497.
- [17] 武兰芳. 低温下玉米幼苗叶片某些细胞器可溶性蛋白质的变化[J]. 华北农学报,1990,5(2):38 - 43.