

柑橘果实采后风味劣变机理的研究进展

陈婷¹, 王日葵^{1, 2}, 陆智明¹

(1. 西南大学, 重庆 400715; 2. 中国农科院柑橘研究所, 重庆 400712)

摘要: 柑橘果实风味物质的主要组成成分包括糖、酸及芳香物质等。贮藏过程中, 柑橘果实的风味会发生一系列变化, 从异味物质的生成、酶系统、呼吸代谢、膜质过氧化等方面, 综合概述了柑橘果实在贮藏过程中发生风味劣变的机理及其研究进展, 同时论述了果实采后风味劣变的控制措施。

关键词: 柑橘; 风味物质; 异味物质; 风味劣变; 控制技术

中图分类号: TS201.2 **文献标志码:** A **doi:** 10.3969/jissn.1671-9646(X).2010.02.017

The Review of Flavor Deterioration Mechanism of Citrus during Postharvest Period

Chen Ting¹, Wang Rikui^{1, 2}, Lu Zhiming¹

(1. Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Citrus Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Chongqing 400712, China)

Abstract: Flavor substances of citrus include sugar, acid and aromatic substance mainly, and the citrus flavor will have a series of changes during storage. The deterioration mechanism during storage were reviewed in this paper in some aspects, such as distasteful substance generated, enzyme system, respiratory metabolism, lipid peroxidation and so on. In addition, the control measures were discussed.

Key words: citrus; flavor substance; distasteful substance; bad taste change; control technique

柑橘果实色香味美、营养丰富, 具有较高的风味品质, 但随着贮藏时间的延长, 果实衰败, 风味变淡, 异味产生, 风味品质降低, 甚至失去食用价值。本文概述柑橘果实贮藏期间的风味品质及劣变机理的相关研究进展。

1 影响柑橘果实风味的主要物质

柑橘果实的风味主要由糖、酸、糖酸比、芳香物质等因素综合决定。

1.1 糖

大多数柑橘类果实成熟时的总糖含量为 2.2~12.0 g/100 mL, 且蔗糖为果实糖分的重要构成种类。但不同柑橘种类与品种果实的糖积累类型有所差异, 脐橙^[1]、温州蜜柑^[2]以积累蔗糖为主, 而甜莱蒙柑橘类果实以积累己糖为主^[3], 马叙葡萄柚^[4]中的蔗糖与己糖含量相当。

1.2 酸

大多数柑橘成熟果实的有机酸含量为 0.1~4.0 g/100 mL, 且有研究表明, 柠檬酸是柑橘果

实中特有的酸, 其含量占柑橘果实有机酸含量的 63.7%~96.7%。锦橙在接近采收时, 其果实中的柠檬酸含量为 2.30 g/100 mL, 新会柑果实中柠檬酸占有有机酸总量的 89.06%, 罗岗橙果实中柠檬酸占有有机酸总量的 78.81%; 果实中其他有机酸成分含量甚少^[5]。

1.3 柑橘果实中的芳香物质

橘皮中的精油和柑橘汁中的芳香组分, 已被发现的至少有几十种到上百种^[6, 7], 其中绝大部分是萜烯类化合物, 然而对香气贡献最大的是含量不多的烯萜类氧化衍生物, 如醇类、醛类、酯类和酮类等^[8], 这一点已在对锦橙、哈姆林甜橙、宫川蜜柑、大叶尾张蜜柑、酸橙果肉香气研究中得到论证^[9]。

不同柑橘种类果实中所含芳香物质的种类及其含量配比有所差别, 特别是一些典型成分的差异能产生不同的香味。有研究发现, d- 柠檬烯、 β - 月桂烯、芳樟醇、丁酸乙酯、辛醛、癸醛、 α - 蒎烯和柠檬醛构成甜橙的主要芳香物质^[10]; 橘类的典型芳香成分是甲基-N- 氨基苯甲酸甲酯^[11]; 安岳柠檬果实的典型芳香成分是柠檬醛^[12]。

收稿日期: 2009-10-10

作者简介: 陈婷 (1985-), 女, 福建人, 在读硕士, 研究方向: 果品采后生理生化。

王日葵, 副研究员, 硕士, 研究方向: 果蔬采后机理及技术。E-mail: ewrk@163.com。

陆智明, 副教授, 硕士, 研究方向: 果树栽培技术及园艺产品采后生理与商品化处理。E-mail: xnlzm001@126.com。

2 柑橘类果实风味劣变机理的探讨

2.1 果实风味物质含量的变化

2.1.1 甜酸风味失调

贮藏期间,果实中的糖类物质是影响风味品质的重要因子,同时也是采后果实呼吸代谢的重要底物之一,因此采后果实中的糖含量是果品衰老劣变过程中一个重要的感观评价指标。

王日葵等人^[13]指出,锦橙、脐橙、椪柑3个品种的果实在成熟衰老过程中,糖、有机酸及VC含量逐渐降低。但也有研究表明^[14],柑橘果实贮藏初期,果汁中的糖分暂时有所提高,其后不断降低。

在贮藏过程中,柑橘果实中的酸含量会发生一系列变化。有研究发现^[15, 16],贮藏期间柑橘果实的可滴定酸含量呈持续下降趋势。但柳建良等人^[17]研究发现,常温贮藏过程中,贡柑果实的可滴定酸含量呈单峰变化。贮藏末期,其风味寡淡,这是因为随着贮藏时间的延长,果实中的糖酸比下降而使其风味变淡。

夏抗生等人认为,柑橘果实贮藏期间,风味变淡并不是单纯由糖和酸含量降低引起的,而是由于贮藏期间酸含量减少,相对比例远大于糖,酸度缺乏,当人在食用时就不足以刺激唾液分泌,从而产生干燥的口感^[18]。

2.1.2 异味物质的生成

随着贮藏期的延长,风味劣变不仅体现在甜酸味寡淡,还表现有异味产生。有学者指出^[19, 20],随着贮藏期的延长,柑橘果实中乙醇乙醛等异味物质的产生、积累,严重影响果实风味。

庞学群等人^[21]研究表明,柑橘果实衰老进程的加快会使其乙醇乙醛大量积累,异味加重。

贮藏过程中,柑橘果实苦味的产生及加重也是异味的表现之一。柠檬苦素类物质是柑橘产生苦味的主要原因之一。柑橘中柚皮苷含量的高低和变化也能影响果汁的色泽、口味和稳定性等。有研究发现,柚果汁囊中的柚皮苷含量与鲜质量比与鲜食柚的苦味程度呈正相关^[22]。目前,对贮藏过程的柑橘鲜果果肉中苦味物质的含量变化及其代谢的探讨较少,还需要进一步深入研究。

2.1.3 芳香物质的变化

果蔬贮藏前期,果实香气物质会有所增加,但随着贮藏时间的延长,果实衰老劣变,新鲜怡人的香气往往会变淡或消失,甚至会产生令人不愉快的异味。目前,已有学者对猕猴桃^[23]、木瓜^[24]等一些果品在贮藏期间的芳香物质变化做了研究,但对柑橘鲜果在贮藏过程中果肉芳香物质变化的研究甚少。

2.2 呼吸代谢对风味劣变的影响

柑橘为非跃变型果实,其成熟与衰老时的呼吸作用一直缓慢减弱,不出现呼吸高峰,通常不发生强烈

的物质分解作用,没有明显的后熟。但夏抗生和陈曼云等人^[18]的研究表明,瓯柑、温州蜜柑和椪柑的新摘果的呼吸强度较高,贮藏前期呼吸强度明显降低,果实完熟时的呼吸强度降至新摘果的1/3~1/2,而到贮藏后期呼吸强度逐渐增强,加速了糖和固形物的消耗,使果实风味变淡,促进后期的枯水过程。因此,呼吸强度与柑橘果实风味劣变的关系不容忽视,即随着贮藏期间果实呼吸作用的持续进行,糖酸等风味物质的含量发生变化,果实风味寡淡,品质变劣。

2.3 酶系统对风味劣变的影响

在果品采后成熟衰老过程中,自由基、活性氧增多,会毒害其细胞,加快果品风味劣变。抗氧化性酶是植物体内防御系统的重要保护酶,有利于提高其抗氧化性,从而延缓衰老^[25, 26],因此可将果实成熟衰老过程中SOD, CAT, POD的活性变化视为果实成熟衰老的参数指标,也可将其视为果实品质劣变的重要影响因子。有学者对涪溪蜜柚研究发现, SOD, POD, 及CAT的活性是影响涪溪蜜柚粒化的重要内在因子,从而影响蜜柚的食用品质^[27]。

超氧化物歧化酶(SOD)是活性氧清除反应过程中第1个发挥作用的抗氧化酶^[28]。植物衰老生理的大量研究表明,在衰老期间, SOD为了猝灭自由基而自身会被逐渐消耗,表现为活性下降,但有些果实在后熟衰老时的SOD活性有上升的现象^[29]。

黄昀、王三根等人^[30]认为,活性氧代谢与果实品质的变化有密切关系,贮藏后期伴随着SOD酶活性的下降,柑橘果实中糖酸风味物质的含量也不断降低,风味变淡。

郑国华等人^[31]研究了柚果实采后的保护酶活性变化后发现,柚果实贮藏末期的清除活性氧能力下降,果实加速衰老,风味变劣。

过氧化物酶与新鲜产品的风味、品质,以及植物抗性、果实成熟衰老等生理代谢都有密切关系^[32, 33]。有学者认为POD与衰老的密切关系源于POD和乙烯的相互作用^[34],即POD促进乙烯产生,而乙烯积累又反过来刺激POD活性^[35],从而调节果实的呼吸和成熟。

黄向红等人研究发现^[36],常温贮藏下的瓯柑果实中的POD活性呈单峰曲线变化。但叶茂宗等人研究认为^[37],常温贮藏过程中,红橘果实中的POD活性随时间延长逐渐下降。

过氧化氢是细胞凋亡的关键因子,而CAT是植物体内过氧化氢的重要清除剂,因此高活性的CAT对延缓衰老有重要作用^[38]。过氧化氢酶与衰老的细胞活性有关,也与某些贮藏病害防御有一定的关系^[39],采后柑橘果实中的CAT是防御果皮凹点病变的主要抗氧化酶。

目前,对柑橘果实贮藏期间抗氧化酶活性与风味

变化的关系探讨尚少,还需要进一步研究。

2.4 膜质过氧化对果实风味劣变的影响

衰老过程即活性氧失调与累积的过程,在这一过程中产生的有害物质会进一步破坏膜的结构,发生膜质过氧化,使膜透性增大。

张秋明等人^[40]认为,膜质过氧化作用与果实衰老密切相关,这也可能是温州蜜柑发生浮皮的原因之一。膜质过氧化作用不仅对果实的质地产生影响,促进柑橘果实浮皮的发生,还严重影响柑橘果实中的风味品质:糖酸等风味物质作为代谢底物被消耗,异味物质大量积累。

3 技术控制路线

3.1 采收期

采收期影响着果实的耐贮性,采收过早,果实未形成品种固有的风味和品质,贮藏期间易失水,甚至会增加某些生理病害的发生率;采收过晚,贮藏期间果实衰老快,会缩短贮藏期。因此,选择适宜的采收期对果实贮藏效果有一定影响。用于贮藏的柑橘应在果面大部分转黄,尚有小部分绿色时采收为宜。

3.2 贮藏期

柑橘果实中,柠檬耐贮性最好,其次是甜橙类,再次为柑类,耐贮性最差的是橘类,贮藏过程中极易发生枯水现象。随着贮藏期的延长,果实在贮藏后期会发生不可逆转的风味寡淡,异味产生,芳香减弱,品质劣变。因此在采取风味劣变的控制措施时,有必要结合不同柑橘果实品种的耐贮性,确定适宜的贮藏期。

3.3 保鲜处理

3.3.1 预冷

柑橘果实的预冷在通风、干燥、凉爽,以及不受阳光直射的条件下即可进行。预冷处理的时间因柑橘种类的不同而有所差异,一般来说,甜橙类预贮2~3 d、柚类和宽皮柑橘类预贮3~5 d为宜,而以预贮温度7℃,相对湿度75%为宜。当用手轻捏果实,感觉有弹性或者果实失质量率为1%~2%时,即可结束预贮。已有研究表明,经过预贮的柑橘果实,褐斑率及后期的枯水率大大降低,因此,对贮藏期间易发生病变的柑橘果实,预贮尤为重要。

3.3.2 植物生长调节剂保鲜

将植物生长调节剂用于果品贮藏中,可以起到护色、降耗及增强贮性等作用,调节果实采后的生命活动,保鲜效果明显。在柑橘的采后保鲜处理中,植物生长调节剂通常为生长素,其质量浓度为100~250 mg/L,使用赤霉素处理柑橘果实,能减少果实贮藏期间枯蒂和降低枯水率,其质量浓度应为50~100 mg/L为宜,浓度过高易造成果实内总糖等风味物质含量下降,浓度过低则效果不明显。

3.3.3 单果包装

单果包装能有效降低柑橘果实在贮藏期间的失质量率,减少腐烂率,延缓果实劣变,得到良好的保鲜效果。单果包装的保鲜作用已在甜橙^[41]、椪柑、温州蜜柑^[42]上得到验证,但单果包装的保鲜效果并不能无限期持续,应考虑不同品种的适宜贮藏期。

3.4 贮藏条件

3.4.1 温度调控

温度对采后果实的影响主要表现在对呼吸作用的影响上,适当低温有利于延缓果实衰老。柑橘果实适宜的贮藏温度随不同的柑橘品种而不同,如短期贮藏时,甜橙以3~5℃为宜,温州蜜柑和椪柑以5~8℃为宜。有研究发现^[43],红肉脐橙在低温(4~6℃)下贮藏时,其可溶性固形物、可滴定酸、总糖、VC等营养成分的下降速度比常温时慢。柑橘不宜在0℃以下低温贮藏,冷藏中要注意保持稳定的低温和防止冷害。因此,贮藏温度应结合柑橘品种等因素而加以选择。

3.4.2 气体成分调控

在适宜的温度和湿度条件下,结合气体成分的调节,可以有效抑制果实的呼吸强度、延缓衰老。柑橘果实对CO₂比较敏感,因此在低氧和低CO₂的环境中贮藏较好,如橙类果实贮藏的适宜气体成分为O₂质量分数10%,CO₂质量分数5%。

Dubodel等人^[44]发现,对温州蜜柑贮藏(O₂ 3%~6%,CO₂ 1%,N₂ 93%~96%) 60 d后,果实中的糖、酸、VC含量下降缓慢。

Cuquerella等人^[45]研究发现,晚熟脐橙气调贮藏(O₂ 5%,无CO₂,氮气95%) 180 d后的损耗率明显降低,延缓了果实衰老;在CO₂ 3%~4%,O₂ 4.8%~7.0%的条件下,气调贮藏伏令夏橙和华盛顿脐橙,果实品质劣变得到有效延缓^[46]。

3.4.3 湿度调控

湿度过低会使采后果品果皮萎蔫,导致O₂供应不足而产生无氧代谢,促使果实走向衰老变质,缩短贮藏寿命。适宜的湿度有利于果实的贮藏。一般认为,橙类贮藏的空气相对湿度可保持在90%~95%,橘类以80%~85%为宜。因此,湿度的确定也应根据果实品种,考虑相应的调控。

3.5 商品化处理

果品采后的商品化处理包括清洗、打蜡、烘干、分级、包装等技术环节。通过商品化处理,可最大限度地保持果品的营养成分和新鲜程度,并能延缓其新陈代谢过程,延长其贮藏寿命。下面仅概述对果品采后生理有重要影响的打蜡环节。

果实打蜡后,不仅能改善其光洁度、防止果实萎蔫,还能抑制果实的气体交换,降低其呼吸速率,减少水分蒸发,防止微生物大量生长繁殖,对保持果实风味具有一定的作用,大大降低果实褐斑病发病率和

腐烂率。有研究^[47, 48]发现,柑橘果实打蜡后的贮藏期间内失质量率、呼吸强度、腐烂率均降低,减缓了有机酸与VC含量的下降速率。被膜处理能对果品贮藏起一定的有利效应,但由于柑橘果实对CO₂的敏感性高,随着贮藏时间的延长,果实容易因大量积累乙醇而变味^[49],因此被膜柑橘的贮藏时间不宜过长。不同的涂膜剂对延缓果实衰老的作用各有差异,应综合考虑果实品种、成熟度等因素后,对涂膜剂进行适当的选择。

4 讨论与展望

柑橘是我国栽培广、产量大的果品之一,延缓其贮藏期间风味劣变,减少贮藏损失具有重大意义。而延缓风味劣变的首要前提,就是弄清柑橘果实风味劣变的机理。已有学者对柑橘贮藏过程中的生理生化变化进行了一定的研究,但需注意的是,在果实的成熟衰老过程中,果实内含物含量变化、芳香物质变化、呼吸强度变化和抗氧化酶活性变化等的过程是彼此联系的,仅从单方面论述还不足以阐释果实贮藏期间风味劣变的机理。目前对于柑橘果实风味的劣变机理尚无统一论,对此还需要进一步探讨。

参考文献:

- [1] 王利芬,夏仁学,周开兵. 纽荷尔脐橙果肉糖积累和蔗糖代谢相关酶活性的变化[J]. 果树学报, 2004, 21 (3): 220-223.
- [2] 陈俊伟,张上隆,谢鸣,等. 柑橘完熟采收增糖效应及其机理[J]. 果树学报, 2003, 20 (4): 247-250.
- [3] 刘永忠,李道高. 柑橘果实糖积累与蔗糖代谢酶活性的研究[J]. 园艺学报, 2003, 30 (4): 457-459.
- [4] Lowell C A, Tomlison P T, Koch K E. Sucrose - metabolizing enzymes in transport tissues and adjacent sink structures in developing citrus fruit [J]. Plant Physiol, 1989, 90: 1 394-1 402.
- [5] 白卫东,钱敏,蔡培钿,等. 新会柑果汁成分的分析[J]. 农产品加工·学刊, 2008, 154 (11): 23-26.
- [6] Hiroaki Takeuchi, Yoshihito Ubukata, Masayoshi Hanafusa, et al. Volatile Constituents of Calamondin Peel and Juice (Citrus madurensis Lou) Cultivated in the Philippines [J]. J Essent Oil Res, 2005, 17: 23-26.
- [7] Selli S, Cabaroğlu T, Canbas A. Volatile flavour component of orange juice obtained from the cv Kozan of Turkey [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2004, 17: 789-796.
- [8] 李庆,蒲彪,刘远鹏. 柑橘果实芳香物质研究进展[J]. 食品工业科技, 2007, 28 (3): 210-212.
- [9] 周海燕. 柑橘果汁特征香气组成及其在贮藏中的变化[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [10] 杨菜冬,张晓鸣. 不同品种甜橙芳香物质的 SPME 分析[J]. 食品研究与开发, 2006, 27 (11): 162-166.
- [11] A Verzera, L Mondello, A Trozzi, et al. On the genuineness of citrus essential oils. Part III. Chemical characterization of essential oil of three cultivars of Citrus Clementine Hort [J]. Flav Fragr J, 1997 (12): 163-172.
- [12] 吴厚玖,焦必林,孙志高,等. 安岳柠檬果实和香精油的理化性状评价[J]. 中国南方果树, 1998, 27 (1): 13-14.
- [13] 王日葵,邵蒲芬,汪晓红,等. 柑橘果实采后某些生理变化与多胺的关系[J]. 中国南方果树, 2000, 29 (1): 3-6.
- [14] 李云康. 柑橘特征糖酸组成及其与果汁褐变关系研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [15] 朱锡龙,叶伟其,钟汉春,等. 丽槿2号、无核槿柑果实贮藏试验[J]. 福建果树, 2007, 1 (140): 28-29.
- [16] 林晓姿,蔡子坚,李维新,等. 卡拉卡拉红肉脐橙的耐贮性研究[J]. 福建农业科技, 2006 (1): 72-73.
- [17] 柳建良,陆益明,张晚风,等. 不同贮藏温度对贡柑采后生理和贮藏品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (6): 2 035-2 036, 2 084.
- [18] 夏抗生,陈曼云,叶茂宗. 瓯柑和温州蜜柑、槿柑贮藏期间呼吸强度及理化性质的比较[J]. 温州师范学院学报(自然科学版), 1994 (3): 86-91.
- [19] 张百超,谭堂生. 柑橘果实贮藏生理模式的研究[J]. 西南农业大学学报, 1991, 13 (4): 438-441.
- [20] Ron Porat, Batia Weiss, Lea Cohen, et al. Effects of polyethylene wax content and composition on taste, quality, and emission of off-flavor volatiles in 'Mor' mandarins [J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 38 (3): 262-268.
- [21] 庞学群,陈燕妮,黄雪梅,等. 冷害导致砂糖橘果实品质劣变[J]. 园艺学报, 2008, 35 (4): 509-514.
- [22] 杨爽,边清泉,王劲,等. 柚果中柚皮苷含量与果实苦味相关性研究[J]. 四川大学学报, 2007, 44 (3): 1 138-1 140.
- [23] Pfannhauser W. Sensorische und instrumentelle analytische Untersuchungen des Kiwi-Aromas [J]. Zeitschrift fuer Lebensmittel Untersuchung und Forschung, 1988, 187 (3): 224-228.
- [24] 赵峰,周广芳,沈广宁,等. 存放时间对光皮木瓜芳香物质的影响[J]. 植物生理科学, 2007, 23 (3): 328-331.
- [25] Lacan D, Baccou J C. High levels of antioxidant enzymes correlate with delayed senescence in non-netted muskmelon fruits [J]. Planta, 1998, 204: 377-82.
- [26] Bailly C, Benamer A, Corbineau F, et al. Changes in the malondialdehyde content and in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds as related to deterioration during accelerated aging [J]. Physiologia Plantarum, 1996, 97: 104-10.
- [27] 曹明华,李发林. 琯溪蜜柚汁胞粒化研究概况[J]. 福建热作科技, 2000, 29 (1): 28-29.
- [28] Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance [J]. Trends Plant Sci., 2002, 7: 405-410.
- [29] 吕均良,陈昆松,张上隆. 猕猴桃果实后熟过程中乙烯生成和超氧化物歧化酶及过氧化物酶的活性变化[J]. 浙江农业大学学报, 1993, 19 (1): 135-138.
- [30] 黄昀,王三根,谢金峰,等. 不同丘陵地柑橘采后生理变化与活性氧代谢的关系研究[J]. 中国生态农业学报, (下转第64页)

况差距较大,广东省的污染最严重,天津市的次之,哈尔滨市的较轻,可以说明南方地区肉鸡浓缩料中的霉菌带菌量高于北方地区。

3.1 污染原因分析

霉菌对饲料的污染途径主要有以下方面:①饲料原料本身传带^[5];②自然媒介的传播。霉菌孢子广泛存在于空气之中,植物从生长到收获、储藏,与各种自然物广泛接触,霉菌可随气流、雨水、尘埃,以及昆虫等有害动物这些媒介传播到玉米上来^[6];③储藏环境的感染。粮库、堆栈的内外环境,存在一个相对平衡的霉菌区系,常常造成谷物的感染^[7, 8]。

3.2 控制方法

在不同储藏条件下,饲料的霉菌总数增长速度不同^[9],要重视和加强粮食储藏科研,研究不同储藏条件和不同储藏措施对饲料中霉菌的影响;研究现有防霉剂的合理使用技术;不断探索与应用生物防霉新技术;还要建立科学合理的霉菌监测指标体系,建立 HACCP 体系,找到关键控制点,使饲料防霉科学化、系统化、规范化^[10]。

参考文献:

- [1] 李新社. 粮库中稻谷霉菌污染情况调查 [J]. 邵阳高等专科学校学报, 2000 (13): 2-3.
- [2] Mhitlow L W, Hagler W M. Mycotoxins in feeds [J]. Feed stuffs, 2003 (9): 17.
- [3] 蔡信之. 微生物学 [M]. 上海: 上海科技出版社, 1996: 66-69.
- [4] Battacone G, Nudda A, Cannas A. Excretion of aflatoxin M1 in milk of dairy ewes treated with different doses of aflatoxin B1 [J]. Journal of Dairy science, 2003 (86): 2 667-2 675.
- [5] 李云格. 猪饲料霉菌毒素的控制 [J]. 饲料研究, 2005 (4): 32-35.
- [6] Castells M, Marin S, Sanchis V, et al. Fate of mycotoxins in cereals during extrusion cooking: a review [J]. Food additive and contaminants, 2005 (22): 150-157.
- [7] 付达美, 王南志. 仓储粮食真菌与水分关系的调查分析 [J]. 现代预防医学, 1999 (20): 4.
- [8] 陆步诗. 仓储稻谷霉菌污染情况调查 [J]. 常德师范学院学报, 2000 (12): 2.
- [9] Jones F T. Control of toxic substances [J]. Feed stuffs, 2003 (9): 17.
- [10] Bakan B, Melcion D, Richard-Molard D, et al. Fungal growth and Fusarium mycotoxin content in isogenic traditional and genetically modified maize grown in France and Spain [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002 (50): 728-731.
- [11] 李新社. 粮库中稻谷霉菌污染情况调查 [J]. 邵阳高等专
- [12] 张秋明, 魏岳荣, 郑玉生. 柑橘果实浮皮发生机理及控制途径研究 [J]. 湖南农业大学学报 (自然科学版), 2001, 27 (1): 32-34.
- [13] 刘洪芳. 薄膜单果包装贮藏甜橙的几点经验 [J]. 中国南方果树, 1998, 27 (1): 22.
- [14] 王元裕, 周碧英, 高士贤. 宽皮柑橘聚乙烯薄膜单果包装常温贮藏的研究 [J]. 园艺学报, 1989, 16 (3): 185-190.
- [15] 林晓姿, 蔡子坚, 李维新, 等. 卡拉卡拉红肉脐橙的耐贮性研究 [J]. 福建农业科技, 2006 (1): 72-73.
- [16] Dubodel N P, Panyushkin Yu A, Buzchuladze A Sh, et al. Effect of CA on changes in the biochemical indices of Satsuma fruits during storage [J]. Subtropicheskie Kultury, 1983, 6: 60.
- [17] Cuquerella I, Carreres R, Reig Feliu A. Controlled atmosphere storage of Navelate Orange [J]. Anales del Instituto Nacional De Investigaciones Agrarias Tecnologia Agraria, 1979, 5: 245.
- [18] Zhamba A I. Orange storage in gaseous medium [J]. Sadovostvo Vinogradarstvo Moldavii, 1986, 8: 34.
- [19] 王日葵, 邵蒲芬, 周炼, 等. 涂蜡对柑橘生理变化及商品性的影响 [J]. 保鲜与加工, 2005, 27 (1): 21-22.
- [20] 刘晓东, 沈兆敏, 李富和, 等. 温州蜜柑采收后商品化处理及处理后的贮藏效果 [J]. 中国柑橘, 1992, 21 (1): 25-26.
- [21] 戴蔡堂, 王华利, 万蜀渊. 柑橘被膜贮藏与乙醇积累的探讨 [J]. 湖北农学院学报, 1998, 18 (1): 187-188.
- [22] 张秋明, 魏岳荣, 郑玉生. 柑橘果实浮皮发生机理及控制途径研究 [J]. 湖南农业大学学报 (自然科学版), 2001, 27 (1): 32-34.
- [23] 刘洪芳. 薄膜单果包装贮藏甜橙的几点经验 [J]. 中国南方果树, 1998, 27 (1): 22.
- [24] 王元裕, 周碧英, 高士贤. 宽皮柑橘聚乙烯薄膜单果包装常温贮藏的研究 [J]. 园艺学报, 1989, 16 (3): 185-190.
- [25] 林晓姿, 蔡子坚, 李维新, 等. 卡拉卡拉红肉脐橙的耐贮性研究 [J]. 福建农业科技, 2006 (1): 72-73.
- [26] Dubodel N P, Panyushkin Yu A, Buzchuladze A Sh, et al. Effect of CA on changes in the biochemical indices of Satsuma fruits during storage [J]. Subtropicheskie Kultury, 1983, 6: 60.
- [27] Cuquerella I, Carreres R, Reig Feliu A. Controlled atmosphere storage of Navelate Orange [J]. Anales del Instituto Nacional De Investigaciones Agrarias Tecnologia Agraria, 1979, 5: 245.
- [28] Zhamba A I. Orange storage in gaseous medium [J]. Sadovostvo Vinogradarstvo Moldavii, 1986, 8: 34.
- [29] 王日葵, 邵蒲芬, 周炼, 等. 涂蜡对柑橘生理变化及商品性的影响 [J]. 保鲜与加工, 2005, 27 (1): 21-22.
- [30] 刘晓东, 沈兆敏, 李富和, 等. 温州蜜柑采收后商品化处理及处理后的贮藏效果 [J]. 中国柑橘, 1992, 21 (1): 25-26.
- [31] 戴蔡堂, 王华利, 万蜀渊. 柑橘被膜贮藏与乙醇积累的探讨 [J]. 湖北农学院学报, 1998, 18 (1): 187-188.
- [32] 郑国华, 潘东明. 柚果实采后含水量、保护酶活性与汁胞粒化的关系 [J]. 福建农业大学学报, 1999, 28 (4): 428-433.
- [33] 王仲田, 王兰竹, 高海峰, 等. 哈密瓜呼吸、乙烯释放、糖代谢和过氧化物酶与果实成熟的关系 [C]. 中国植物生理学会第三次全国会议论文摘要汇编. 中国植物生理学会秘书处编印, 1982: 51.
- [34] 刘存德, 张素梅, 李桐柱, 等. 番茄成熟时乙烯的产生、过氧化物酶活性及其同工酶的变化 [J]. 植物学报, 1979, 21: 163-170.
- [35] 吴明江, 于萍. 植物过氧化物酶的生理作用 [J]. 生物学杂志, 1994, 6 (2): 14-16.
- [36] 刘存德, 张素梅, 李桐柱, 等. 番茄成熟时乙烯的产生、过氧化物酶活性及其同工酶的变化 [J]. 植物学报, 1979, 21 (1): 163-169.
- [37] 黄向红, 赵敏, 徐文荣. 常温贮藏下瓯柑胞汁的 AAO、POD 和 PPO 活性变化 [J]. 四川果树, 1996 (1): 8-9.
- [38] 叶茂宗, 叶定池, 许秀珍, 等. 红橘果实采后贮藏期间的某些生理变化 [J]. 植物生理学通讯, 1997, 33 (1): 115-117.
- [39] Reill Y K, Han Y, Tohmei, et al. Isolation and characterization of a cassava catalase expressed during post-harvest physiological deterioration [J]. Biochim Biophys Acta, 2001, 1518 (3): 317-323.
- [40] Sala J M, Lafuente M T. Catalase enzyme activity is related to tolerance of mandarin fruits to chilling [J]. Postharvest Biol Technol, 2000, 20: 81-89.

(上接第 59 页)

2004, 12 (1): 63-65.

- [31] 郑国华, 潘东明. 柚果实采后含水量、保护酶活性与汁胞粒化的关系 [J]. 福建农业大学学报, 1999, 28 (4): 428-433.
- [32] 王仲田, 王兰竹, 高海峰, 等. 哈密瓜呼吸、乙烯释放、糖代谢和过氧化物酶与果实成熟的关系 [C]. 中国植物生理学会第三次全国会议论文摘要汇编. 中国植物生理学会秘书处编印, 1982: 51.
- [33] 刘存德, 张素梅, 李桐柱, 等. 番茄成熟时乙烯的产生、过氧化物酶活性及其同工酶的变化 [J]. 植物学报, 1979, 21: 163-170.
- [34] 吴明江, 于萍. 植物过氧化物酶的生理作用 [J]. 生物学杂志, 1994, 6 (2): 14-16.
- [35] 刘存德, 张素梅, 李桐柱, 等. 番茄成熟时乙烯的产生、过氧化物酶活性及其同工酶的变化 [J]. 植物学报, 1979, 21 (1): 163-169.
- [36] 黄向红, 赵敏, 徐文荣. 常温贮藏下瓯柑胞汁的 AAO、POD 和 PPO 活性变化 [J]. 四川果树, 1996 (1): 8-9.
- [37] 叶茂宗, 叶定池, 许秀珍, 等. 红橘果实采后贮藏期间的某些生理变化 [J]. 植物生理学通讯, 1997, 33 (1): 115-117.
- [38] Reill Y K, Han Y, Tohmei, et al. Isolation and characterization of a cassava catalase expressed during post-harvest physiological deterioration [J]. Biochim Biophys Acta, 2001, 1518 (3): 317-323.
- [39] Sala J M, Lafuente M T. Catalase enzyme activity is related to tolerance of mandarin fruits to chilling [J]. Postharvest Biol Technol, 2000, 20: 81-89.