

‘河套’蜜瓜果实品质与采后生理的关系

刘莹, 刘艳, 包敖民, 李阳, 成宇

(内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要:以成熟的‘河套’蜜瓜果实为试材,在自然贮藏条件下,观测果实采后外部形态、营养品质及与果实成熟衰老相关指标变化。结果表明:贮藏 2 d 时,‘河套’蜜瓜果实特有的颜色、风味、质地逐渐形成,并持续至贮藏第 6 天;之后,随着贮藏时间的延长,果实外观品质显著下降,表现为果面粗糙,香气变淡,质地变软,同时伴有病斑出现,直至贮藏第 12 天时果肉溃败腐烂。贮藏期间,可溶性固形物、可溶性蛋白质、有机酸含量均呈现先升高后降低的变化趋势;总糖含量较高并呈下降趋势。贮藏期间,果肉硬度呈下降趋势;相对电导率及丙二醛含量呈上升趋势;乙烯表现为单峰变化趋势,在贮藏第 10 天达到峰值后迅速下降。因此,进行采后生理调控对保持优良果实品质具有重要意义。

关键词:‘河套’蜜瓜;采后;贮藏品质;衰老

中图分类号:S 652.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)20-0001-05

发展高品质绿色甜瓜,走产业化道路,是我国甜瓜今后发展的主流趋势。随着现代消费者主流观念的改变,“品质-营养-健康”逐渐成为人们对品质的衡量标准。然而,在果实采后贮藏过程中,甜瓜果实极易软化变质,其贮藏品质严重限制了甜瓜产业的商品化发展。因此,提高果实贮藏品质及商品率是带动这一产业迅速发展的决定性因素。长期以来,科研工作者们主要在甜瓜的栽培技术^[1-2]及品种选育^[3]等方面进行了大量研究,但在提高果实品质方面的研究还有待深入。果实品质主要包括外观品质和内在品质,外观品质由果实色泽、大小、果形指数、果面光滑度等共同决定;果实内在品质包括质地及风味物质,如糖、酸、单宁、醛、酯等芳香类物质。另外,从消费的角度来说,果实的品质主要通过感官要素和营养要素来衡量。其中,感官要素直接影响果品的市场品质和商品价值。营养要素包括糖、淀粉、可溶性蛋白质、纤维、果胶、可溶性固形物、维生素 C、有机酸等,为人体健康提供能量来源。在柑橘^[4-5]、新疆甜瓜^[6]、西瓜^[7]等的研究表明,不同品种果实中所具有的风味物质迥异。因此,果实品质的形成可能是多因素共同作用的结果。然而,果实采后贮藏过程中果实品质的形成机理及随着果实成熟衰老进程,其营养物质的动态变化趋

势,还有待于进一步的研究。

‘河套’蜜瓜(*Cucumis melo* L. ‘Hetao’)属厚皮甜瓜,俗称华莱士瓜,是内蒙古‘河套’地区优良地方品种。近年来对‘河套’蜜瓜果实贮运和保鲜的研究多集中在对保鲜剂的筛选^[8-9]方面,至今关于‘河套’蜜瓜果实采后贮藏过程中果实品质形成机制的调控还鲜有报道,因此,该研究以达到采收成熟的‘河套’蜜瓜果实为试材,在自然贮藏条件下观测其外部形态、营养物质及与成熟衰老相关指标变化规律,以期了解‘河套’蜜瓜果实品质构成,为确定果实最佳食用期提供重要生理学资料,同时也为阐明果实品质形成与调控机制提供理论依据,以促进甜瓜产业的可持续发展。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试用‘河套’蜜瓜果实采自内蒙古自治区巴彦淖尔市农业科学院‘河套’蜜瓜示范田。田间随机选取达到商品瓜成熟度(授精后 36 d 左右),无病虫害和机械损伤的果实采收,立即运回实验室,置于室内阴暗通风处,昼夜温度(25±2)℃/(18±2)℃,相对湿度(70±10)%条件下贮藏备用。

1.2 试验方法

将果实随机分组,每组 10 颗瓜,于采收第 2 天开始取样(记作贮藏 0 d),0~7 d 每天取样 1 次,之后每 2 d 取样 1 次,直至果实完全腐烂溃败。随机选取一组果实,首先进行外部形态观测记载,之后分别将果实纵切,用打孔器沿果实纵径中间部位由外向内打孔,切取肉柱中间部位,液氮速冻,−40℃贮存,用于相关生理指标测定。

第一作者简介:刘莹(1986-),女,硕士研究生,研究方向为果实发育生物学。E-mail:511754222@qq.com.

责任作者:刘艳(1971-),女,博士,副教授,现主要从事果树生理与生物技术等研究工作。E-mail:zgnly@163.com.

基金项目:内蒙古自然科学基金资助项目(200711020314; 2014MS0337);国家自然科学基金资助项目(31260403)。

收稿日期:2014-05-27

1.3 项目测定

参照《中国西瓜甜瓜》中关于甜瓜果实外部形态和品质描述进行观测,记录‘河套’蜜瓜果实贮藏期间果实的果皮底色、果肉颜色、果面特征以及果肉质地、甜度和香气的变化规律。果实可溶性固形物含量测定参照张正科^[10]的方法。利用 WYTO-80%型折光式手持测糖仪测定。果实硬度参照骆蒙等^[11]的方法测定。果实可滴定酸含量参照高俊凤^[12]采用酸碱滴定方法测定。可溶性总糖含量参照张友杰^[13]的方法并加以改进测定。可溶性蛋白质含量参照高俊凤^[12]考马斯亮蓝(G-250)染色法测定。维生素 C 含量参照高俊凤^[12]钼蓝比色法测定。果实电导率参照吴明江等^[14]的方法测定。丙二醛(MDA)含量参照高俊凤^[12]的方法测定。乙烯含量参照李合生^[15]的气相色谱法测定。分析条件:温度 22℃,湿度 23%,气压 89 kPa,进样量为 100 μ L,与标准乙烯峰保留值相同的峰为样品的乙烯峰,根据此峰面积计算样品的乙烯含量。

表 1

‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间外部形态变化规律

Table 1 The changes of external morphology and quality during storage period of *Cucumis melo* L. ‘Hetao’

储藏天数 Storage days/d	果皮底色 Bottom color of peel	果肉颜色 Color of pulp	果面特性 Character of fruit surface	质地 Texture	风味 Flavour 甜度 Sweetness	香气 Aroma
0	黄绿	绿白	光滑、绿斑	酥脆	微甜	淡香
1	黄绿	白	光滑、绿斑	微软	甜	浓香
2	黄	白	光滑、绿斑	较软	甜	浓香
3	橙黄	白	光滑、绿斑、有裂纹	较软	较甜	清香
4	橙黄	白	光滑、绿斑、有裂纹	软	较甜	清香
5	金黄	乳白	粗糙、褐斑、有裂纹	软	较甜	清香
6	金黄	乳白	粗糙、褐斑、有裂纹	软	较甜	淡香
8	橙红	乳白	有裂纹	软	微甜	异香
10	橙红	黄白	有裂纹	软	微甜	无
12	红褐	黄白	粗糙、褐斑、有裂纹	软	微甜	无

2.2 ‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间营养成分变化

2.2.1 可溶性固形物含量变化 由图 1-A 可以看出,‘河套’蜜瓜果实在整个贮藏期间,可溶性固形物含量呈先升高后下降变化趋势,刚采收的果实可溶性固形物含量为 9.73%,贮藏初期(第 0~5 天)呈现小幅波动性增加,贮藏第 6 天时,果肉可溶性固形物含量达到最大值为 13.66%,较贮藏初期增加了 40.39%;贮藏后期(第 8~12 天),可溶性固形物含量迅速下降,至贮藏结束达到最小值 9.02%。

2.2.2 可溶性蛋白质含量变化 图 1-B 表明,贮藏期间可溶性蛋白质呈波动性变化,表明蛋白质的降解与合成是同时存在的。贮藏初期(第 0~1 天),果肉组织中可溶性蛋白质含量无明显变化,均值为 55.87 mg/gFW,贮藏第 2~6 天期间可溶性蛋白质含量剧烈波动于 44.68~69.55 mg/gFW,贮藏第 8 天时果肉组织中可溶性蛋白质含量迅速下降,较贮藏初期下降了 39.81%,并维持相当水平直至贮藏结束。

2.2.3 有机酸含量变化 酸味作为果实的主要风味之一,是由果实中所含的各种有机酸组成,主要是苹果酸、柠

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 ‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间外部形态变化规律

在自然贮藏条件下,贮藏期间‘河套’蜜瓜果实外观形态和风味品质的变化如表 1 所示,刚采摘的果实果皮呈黄绿色,果面光滑有绿条纹斑,果肉呈绿白色,质地脆硬,微甜,具淡香味;贮藏第 2 天后,果皮颜色逐渐褪绿变黄,果肉也褪绿呈白色,质地较软,香气浓郁,果实特有的颜色、风味、质地逐渐形成;贮藏第 3~6 天期间,果皮由黄色逐渐变为橙黄色,果肉呈白色,果面局部开始出现少许裂纹,部分果实开始出现褐斑,质地变软,但果肉口感甜,并伴有特有香味,符合‘河套’蜜瓜果实食用品质要求;贮藏后期(第 8~12 天),果皮颜色逐渐加深呈红褐色,果肉颜色变为黄白色,果面粗糙有褐斑并伴有灰色或黑色的霉斑,香气消失,质地绵软,果肉开始溃败腐烂。

檬酸、酒石酸等。贮藏过程中,由于细胞的呼吸作用有机酸被消耗,使果实酸味逐渐变淡。如图 1-C 所示,‘河套’蜜瓜果实果肉组织中酒石酸含量略高于柠檬酸、苹果酸含量,且在整个果实贮藏期间,3 种有机酸含量均呈现先高后低的变化趋势。在第 3 天时,3 种有机酸含量均达到最大值,第 6 天时呈缓慢下降趋势直至贮藏结束。

2.2.4 维生素 C 含量变化 维生素 C 作为果品中主要的维生素种类之一,主要参与机体中的氧化代谢过程,如图 1-D 所示,在贮藏初期(第 0~2 天),果肉组织中维生素 C 含量基本维持在 11.52 mg/100gFW 水平,随着采后果实贮藏时间的延长,维生素 C 含量呈现上升的趋势,至贮藏结束为 26.61 mg/100gFW,较贮藏初期上升了 130.99%。

2.2.5 可溶性总糖含量变化 ‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间可溶性总糖含量变化如图 1-E 所示,贮藏初期(第 0~1 天)果肉组织中可溶性总糖含量较高均值为 464.41 mg/gFW,随后可溶性糖含量呈缓慢波动下降的趋势,至贮藏结束其含量仅为 199.97 mg/gFW,较贮藏初期下降了 56.94%。

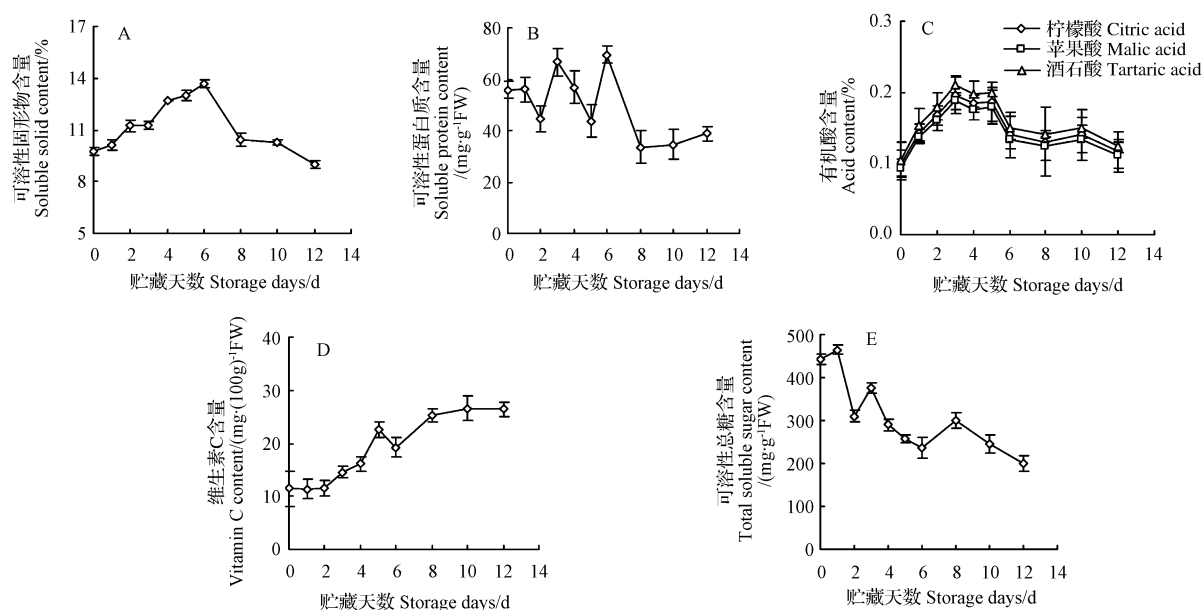


图1 ‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间营养成分含量变化

Fig.1 The changes of nutritional content during storage period of *Cucumis melo* L. ‘Hetao’

2.3 ‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间糖酸比变化

糖酸比是反映果实风味品质的主要指标,果实的糖酸含量比例适合,则口感较好。其中,可溶性总糖含量的高低直接影响果实的风味、口感和营养水平。由图2可知,蜜瓜果实的糖酸比浮动于2.0~3.0,刚采摘的‘河套’蜜瓜果实的糖酸比为2.7,贮藏前期(第0~5天),糖酸比呈现小幅波动性变化,贮藏第6天时糖酸比开始呈下降的趋势,至贮藏结束达到最小值2.08。

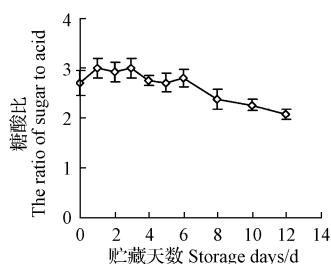


图2 ‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间糖酸比变化

Fig.2 The changes of the ratio of sugar to acid during storage period of *Cucumis melo* L. ‘Hetao’

2.4 ‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间硬度、电导率、丙二醛(MDA)、乙烯变化

2.4.1 硬度 试验分别测定了果实边缘果肉和中心果肉的硬度。如图3-A所示,在整个贮藏期间,‘河套’蜜瓜果实边缘果肉硬度始终高于中心果肉硬度,且随着贮藏时间的延长,无论是边缘果肉还是中心果肉其硬度均呈持续下降趋势,但不同贮藏阶段,二者硬度的下降幅度有所不同。贮藏初期,果实边缘果肉硬度显著高于中心果肉硬度,分别为12.6、5.8 kg/cm²。贮藏第0~3天

时,边缘果肉硬度迅速下降,至贮藏第4天,硬度降为6.4 kg/cm²,下降了49.2%,之后在贮藏5~9 d时下降幅度趋缓,但仍显著高于中心果肉。至贮藏第8天后,边缘果肉硬度降至最低值并一直保持较低水平直至贮藏结束,中心果肉则在贮藏期间呈持续稳定小幅下降趋势,仅在贮藏末期(第10天)才迅速下降,至贮藏结束时硬度降低至0 kg/cm²。

2.4.2 相对电导率变化 如图3-B所示,果实的相对电导率一直呈持续上升的趋势,在不同的贮藏阶段上升幅度有所不同。贮藏初期,果实相对电导率为20%,贮藏第3天时果实的相对电导率急速上升,第4~6天缓慢增加至64%,贮藏7~12 d时趋于平缓,贮藏结束时相对电导率达到最大值即75%。

2.4.3 丙二醛(MDA)含量变化 植物体的衰老与活性氧积累诱发的膜脂过氧化物有密切关系,MDA是膜脂过氧化的终产物,MDA含量变化直接反映了膜系统的受损程度。如图3-C所示,MDA含量呈上升趋势。在贮藏初期(0~4 d)MDA含量较低,仅为2.83~4.28 mmol/gFW。从贮藏第5天开始MDA含量由3.40 mmol/gFW迅速增加至第10天的12.12 mmol/gFW,较第5天提高了256.47%。

2.4.4 乙烯含量变化 乙烯是调节果实发育期间生长、发育和衰老的植物激素。如图3-D所示,贮藏初期(0~5 d),乙烯含量一直处于一个较低水平。贮藏第6天后,乙烯含量迅速增加,在贮藏第10天时达到峰值0.16 nmol/gFW,较贮藏初期乙烯含量增加了约11倍。至贮藏第12天时乙烯含量有所下降(0.06 nmol/gFW)。

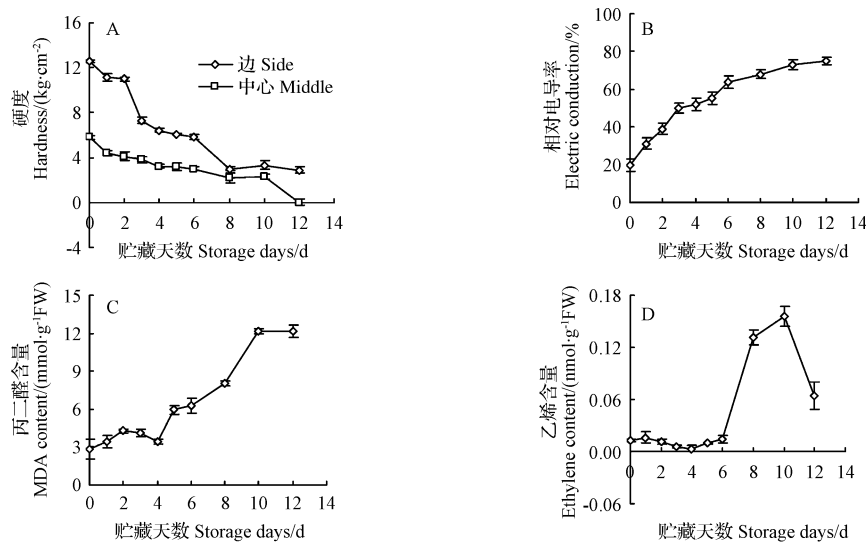


图3 ‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间硬度、电导率、丙二醛含量、乙烯含量变化

Fig. 3 The changes of hardness, electrical conductivity, MDA and ethylene content during storage period of *Cucumis melo* L. 'Hetao'

3 讨论

3.1 ‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间外部形态及营养物质变化规律

果实外观形态和营养物质是衡量果实品质的重要指标,直接影响果实的市场竞争力。但不同品种果实受生态因子和遗传因子的影响,以及代谢调控机制的不同,使得果实外观品质变化和营养成分种类和含量也不尽相同,并形成一系列动态变化过程^[16-17]。研究表明,果实风味的形成主要由果实的糖、有机酸、糖酸比及芳香类物质等因素共同决定。在苹果、菠萝、香蕉等^[18]的研究显示,酯类物质构成其特有的风味。据报道,决定桃果实风味的物质主要是酯类物质^[19],但不同品种的桃果实芳香物质的种类及含量也存在显著差异^[20]。该试验观察到,在‘河套’蜜瓜果实贮藏第3天时,其外部形态发生明显的变化,主要表现在果皮逐渐转化为黄色,果面粗糙并伴有裂纹,气味清香,口感较甜,食用品质佳。在贮藏后期,果面出现斑点、褐斑、皱缩,部分下陷处长有白色、黑色或灰色霉菌,直至腐烂。这与么克宁等^[21]的甜椒外部形态变化相一致。在贮藏前期(4~6 d),可溶性固形物含量有所升高,以补充呼吸作用消耗的能量,但是随着果实呼吸作用不断增强,尤其在贮藏后期由淀粉转化形成的糖远不足以补充呼吸消耗的能量,可溶性固形物含量也随之降低。另外,VC含量呈持续上升的趋势,说明在‘河套’蜜瓜果实采后贮藏过程中VC含量能够满足消费者对鲜食品质的要求。

果实中的甜味物质如糖和可滴定酸及二者的相对含量对果实品质的形成也起到了关键性的作用^[22]。该试验结果表明,苹果酸、柠檬酸和酒石酸3种有机酸含量呈现先上升后下降的趋势,可溶性总糖含量较高并呈

下降趋势,糖酸比在贮藏第6天时比值迅速下降,果实风味也随之劣变。因此,在‘河套’蜜瓜果实糖酸含量中,有机酸含量相对较低,糖类物质对果实风味起主导作用。综合分析认为,采后贮藏第3~6天时果实风味浓郁,鲜食品质最佳,优质率高,为‘河套’蜜瓜果实最佳食用期。

3.2 ‘河套’蜜瓜果实采后成熟衰老特性

果实的成熟衰老是一个复杂而有序的动态变化过程,而果肉组织软化是果实成熟衰老的重要特征之一。多数果实采收后在贮藏期间硬度均呈下降趋势,特别是呼吸跃变型果实,如荔枝^[23]、鳄梨^[24]、番木瓜^[25]等,伴随呼吸高峰的出现,果实开始迅速软化。果实软化一方面提高了果实的口感,同时也降低了果实的抗病性和耐贮运特性,缩短了果实的寿命,因而,适时采收以及采后贮藏期间保持适度果肉硬度是提高果实商品性和贮运特性的重要内容。

‘河套’蜜瓜属典型呼吸跃变型果实,试验中分别测定了‘河套’蜜瓜采后贮藏期间边缘果肉和中心果肉的硬度变化,结果显示,达到采摘成熟的果实,其中心果肉硬度远远低于边缘果肉硬度,且在整个贮藏期间,中心果肉硬度仅呈小幅缓慢下降趋势,而边缘果肉硬度表现为贮藏初期快速下降和后期缓慢下降直至平稳。显示成熟期间果实软化由中心果肉向边缘果肉逐级过渡,而中心果肉的低硬度和边缘果肉的高硬度正是采后果实高商品性和耐贮运性的重要保证。已知MDA作为膜脂过氧化作用的最终产物,具有极强的交联性,能与蛋白质发生分子内或分子间交联,破坏蛋白质结构和催化功能^[26],该试验显示,‘河套’蜜瓜果实贮藏后期MDA含量积累和组织电导率大幅升高均在一定程度上反映了膜损伤程度加大,最终引发了果实内部代谢紊乱,加剧

了‘河套’蜜瓜果实的衰老。

3.3 乙烯可能作为信号物质调控果实衰老相关生理反应

乙烯已被公认是果实成熟激素,在果实成熟衰老过程中起着重要的调节作用。该试验测定了‘河套’蜜瓜果实采后贮藏期间乙烯含量的动态变化规律,结果显示,在贮藏前期(第0~6天),果实中乙烯含量维持一个极低水平(约0.013 nmol/gFW),贮藏第6天后乙烯含量迅速升高,并在贮藏第10天达到峰值(0.156 nmol/gFW),同时伴随着乙烯含量的增加,果实无论营养品质还是感官品质均迅速下降,甚至出现腐烂变质,果实衰老加剧。认为贮藏后期乙烯含量的骤然累积可能是因为在细胞的自我调节作用下,激活了乙烯信号转导途径中的乙烯受体,使得乙烯合成基因大量表达,进而启动了植物的衰老腐烂。综合分析认为,抑制或延缓乙烯高峰出现是提高蜜瓜果实采后商品性的重要策略。有关乙烯对果实成熟衰老的调控机制还有待深入探讨。

参考文献

- [1] 黄远,别之龙,孔秋生,等.嫁接对西瓜和甜瓜果实品质影响的研究进展[J].中国蔬菜,2012(4):10-18.
- [2] 张爱慧.氮钾营养对甜瓜生理效应及品质的影响[J].金陵科技学院学报,2004,20(3):55-58.
- [3] 颜国荣,王威,马艳明,等.甜瓜种质资源若干果实数量性状差异研究及分级探讨[J].新疆农业科学,2006,43(4):328-331.
- [4] 鲍江峰,夏仁学,彭抒昂.生态因子对柑橘果实品质的影响[J].应用生态学报,2004,15(8):1477-1480.
- [5] 文涛.脐橙果实发育中有机酸合成及其调控与果实品质关系的研究[D].雅安:四川农业大学,1999.
- [6] 张辉,耿守东,王静.热处理对采后甜瓜品质的影响[J].北方园艺,2008(2):20-22.
- [7] 张帆,宫国义,王倩,等.西瓜品质构成分析[J].果树学报,2006,23(2):266-269.
- [8] 温埃清,闫文艺.‘河套’蜜瓜常温保鲜试验初报[J].内蒙古农业科技,2003(2):16-20.
- [9] 王丽.臭氧处理对‘河套’蜜瓜采后生理及贮藏品质影响的研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2005.
- [10] 张正科.采前 BTH 处理对厚皮甜瓜的抗病性诱导[D].兰州:甘肃农业大学,2006.
- [11] 骆蒙,李天然,张治中,等.‘河套’蜜瓜(*Cucumis melo* cv Hetao)成熟期中某些生理生化过程的变化[J].内蒙古大学学报(自然科学版),1996,27(2):234-236.
- [12] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [13] 张友杰.萘酚分光光度法[J].分析化学,1981,5(3):167-171.
- [14] 吴明江,张忠恒,于萍.苹果软化过程中质壁互作的生理和结构研究[J].园艺学报,1995,22(2):181-182.
- [15] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000,7.
- [16] 阎振立,张全军,张顺妮,等.华冠苹果的芳香物质特征及其影响因素[J].果树学报,2006(4):5-10.
- [17] Yahiaem. Appleflavor[J]. Horticultural Reviews,1994,16:197-234.
- [18] 刘兴华,饶景萍.果品蔬菜贮运学[M].西安:陕西科学出版社,1998:208-213.
- [19] 李晓颖,谭洪花,房经贵,等.果树果实的风味物质及其研究[J].植物生理学报,2011,47(10):943-950.
- [20] Santford V,Overton J H,Manura J. Volatile organic composition in several cultivars of peaches[J]. Food Sci,1999,31:1-9.
- [21] 么克宁,于梁,周山涛.甜椒冷贮藏温度及冷害的研究[J].园艺学报,1986,13(2):119-124.
- [22] Malundo T M M,Shewfelt R L,Scott J W. Flavor quality of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by sugar and acid levels[J]. Postharvest Biol Tec,1995,6(1):103-110.
- [23] 刘亭,钱政江,杨恩,等.呼吸活性和能量代谢与荔枝果实品质劣变的关系[J].果树学报,2010,27(6):946-951.
- [24] 张正科.1-MCP与内源乙烯相互作用对番茄和鳄梨成熟生理的影响研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [25] 侯美玲.番木瓜采后生理及呼吸特性研究[D].广州:暨南大学,2011.
- [26] Wang Y, Meny Y L, Ishikawa H. Photosynthetic adaptation to salt stress in three-color leaves of a C4 plant *Amaranthus tricolor* [J]. Plant Cell Physiol,1999,40:668-674.

The Relationship Between Fruit Quality and Post-harvest Physiology in *Cucumis melo* L. ‘Hetao’ Fruit

LIU Ying, LIU Yan, BAO Ao-min, LI Yang, CHENG Yu

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019)

Abstract: With post-harvest *Cucumis melo* L. ‘Hetao’ as materials, the changes of external feature, nutritional quality and fruit ripening and senescence related index in post-harvest *Cucumis melo* L. ‘Hetao’ stored in natural conditions were studied. The results showed that in natural conditions, the colour, flavor and character built up after stored 2 days in post-harvest fruits. After 6 days, the exterior quality declined, showed rough, thin fragrance, softening and got rot at stored 12 days. Soluble solid, soluble protein and organic acid content showed a trend of decline and then rising. Total sugar content declined and kept higher level. The hardness of pulp declined while the relative electrical conductivity and MDA content increased; Ethylene appeared unimodal curve changes, and declined from 10 days. Therefore, post-harvest physiology regulation was of great significant to maintain good fruit quality.

Keywords: *Cucumis melo* L. ‘Hetao’; post-harvest; storage quality; senescence