

# 质地多方面分析三个桃品种果实采后质地的变化

李永红, 张立莎, 常瑞丰, 王召元, 陈湖, 刘国俭

(河北省农林科学院 昌黎果树研究所, 河北 昌黎 066600)

**摘要:**以鲜食桃品种“脆保”、“艳保”和“大久保”为试材,采用质构仪质地多方面分析测试法(TPA),研究3个品种果实采后不同贮藏时间的质地变化。结果表明:在室温和低温2种贮藏温度下,3个品种桃果实的硬度随着贮藏时间的延长逐渐下降,而粘附性、弹性、咀嚼性都随贮藏时间延长呈现先上升后下降的趋势,表现为“脆保”>“艳保”>“大久保”;内聚性变化相对比较平缓。相关性分析表明,桃果实咀嚼性与粘附性呈极显著正相关,二者与果实硬度间亦表现为极显著正相关( $P<0.01$ )。弹性与硬度和咀嚼性之间均呈相反的线性相关关系,果肉内聚性值与其它参数值相关性较差。硬度、粘附性、弹性和咀嚼性可用于评价采后桃果实质地的变化,内聚性则反映了果实质地的细微变化。

**关键词:**桃;质地多方面分析(TPA);质地;质构仪

**中图分类号:**S 662.109<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)04-0133-05

质构仪质地多方面分析(texture profile analysis, TPA)是近几年发展起来的一种新型测试方法,主要通过模拟人口腔的咀嚼运动,利用力学测试方法来模拟食物的质地感官,对于评价参数的设定更为客观,可全面反映食品的硬度、粘附性、弹性、内聚性、咀嚼性等,减小通过人口腔的主观评价带来的差异。在国外,TPA测试被广泛应用于食品品质的评价<sup>[1-6]</sup>。在国内,TPA测试还处在起步阶段,在面食方面应用相对较多,在水果上有少量研究<sup>[7-10]</sup>。

“大久保”桃<sup>[11]</sup>是我国北方地区桃主栽品种之一,“脆保”<sup>[12]</sup>、“艳保”桃<sup>[13]</sup>是该课题组利用自然实生选种的方法选育出的新品种。该试验以“脆保”、“艳保”和“大久保”桃果实为试材,使用TPA测试法,在果实采收后,对3个鲜食桃品种质地参数进行测定,并进行相关性分析,揭示桃果实采后质地的变化规律,通过分析探索与果实

质地变化高度相关的质构参数,以期为研究不同品种桃果实的质地变化机理奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

“脆保”、“艳保”与“大久保”桃于2014年采自河北省昌黎县孔庄试验示范基地,果实成熟期采收,选择果实大小一致、着色均匀且没有病、虫、伤害的果实。

### 1.2 试验方法

将3个桃品种的果实分别置于(20±1)℃室温和0℃冷库贮藏。室温下,分别在贮藏0、24、48、72、96、120、144、168 h取样;低温下每3 d取样1次,共7次。每次随机取10个果实用于质地参数的测定。

### 1.3 项目测定

采用CT3-4500质构分析仪(Texture Profile Analysis, CID, USA),参考高海生等<sup>[14]</sup>的测定方法并加以改进。去掉桃果实缝合线两侧果皮,选用TA-39型号探头,采用TPA模式,设定触发点7 g,目标形变量7 mm,测试速度10 mm/s,得出测定参数。每个果测3次,每次随机选取10个果实用于测定,共重复30次。选取硬度、内聚性、弹性、粘附性、咀嚼性等作为质地评价参数,这些参数可直接由质构仪计算机软件计算得出。

### 1.4 数据分析

采用Excel 2003和SPSS 20.0作图进行数据分析,用Duncan's新复极差法对差异显著性进行多重比较。

**第一作者简介:**李永红(1983-),女,硕士,助理研究员,研究方向为果树育种与栽培生理。E-mail:liyonghongpeng@126.com.

**责任作者:**刘国俭(1969-),男,硕士,研究员,研究方向为果树育种。E-mail:liugj1969@sohu.com.

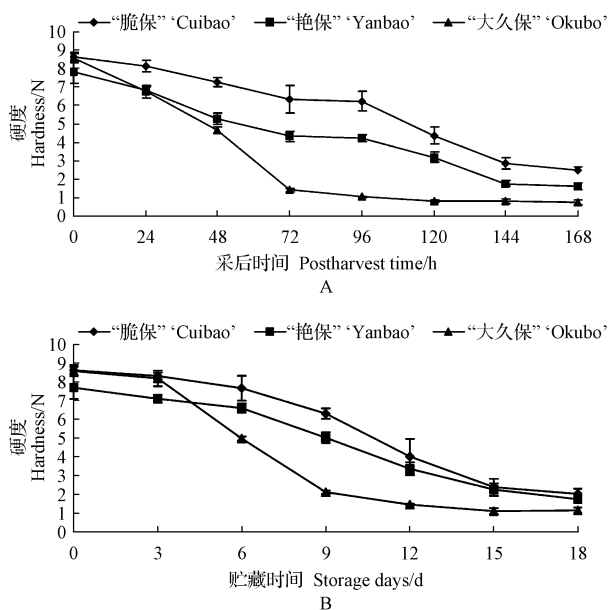
**基金项目:**河北省省级预算资助项目(2014055002);国家现代桃产业技术体系资助项目(CARS-31-Z-03);河北省农林科学院昌黎果树研究所青年科技基金资助项目(cgs-07)。

**收稿日期:**2015-09-24

## 2 结果与分析

### 2.1 桃贮藏期间果实硬度变化

果肉在外力的作用下,发生变形所需要的力被称为硬度,硬度高的果实耐贮运性强。由图 1 可以看出,无论室温贮藏(图 1-A)还是低温贮藏(图 1-B),3 个桃品种的果实硬度均随贮藏时间的延长而降低,冷藏条件下能延缓这种趋势。在室温贮藏 72 h 后及低温贮藏 9 d 后,“大久保”桃的硬度出现大的降幅,降幅显著高于其它 2 个品种,贮运性能极大降低,货架期短。因此,“大久保”桃采后应及时冷藏处理。3 个桃品种果实的耐贮运性能表现为“脆保”>“艳保”>“大久保”。



注:A.室温,B.低温。下同。

Note: A. room temperature, B. low temperature. The same below.

图 1 桃果实贮藏期间硬度的变化

Fig. 1 Change of hardness during peach fruit storage

### 2.2 桃贮藏期间果实内聚性变化

内聚性能反映细胞间结合力的大小,它是评价咀嚼果肉时使果实保持完整的性质。由图 2 可知,无论室温贮藏(图 2-A)还是低温贮藏(图 2-B),3 个桃品种的内聚性随贮藏时间延长均呈现波浪式起伏,整体呈现下降趋势,但趋势较为平缓。低温贮藏条件下第 6 天开始,“大久保”桃内聚性随贮藏时间的变化幅度大于其余二者,常温贮藏条件下 48 h 后,三者变化趋势较一致。

### 2.3 桃贮藏期间果实弹性变化

弹性是指果实受压,在去掉压力时恢复原状的能力。由图 3 可知,在常温和冷藏贮藏过程中,3 个品种桃果实的弹性值均呈现先上升后下降的趋势。

常温下(图 3-A)24 h 后,“脆保”、“艳保”桃果实的弹性值上升趋势明显,48 h 时“脆保”、“艳保”桃果实弹性

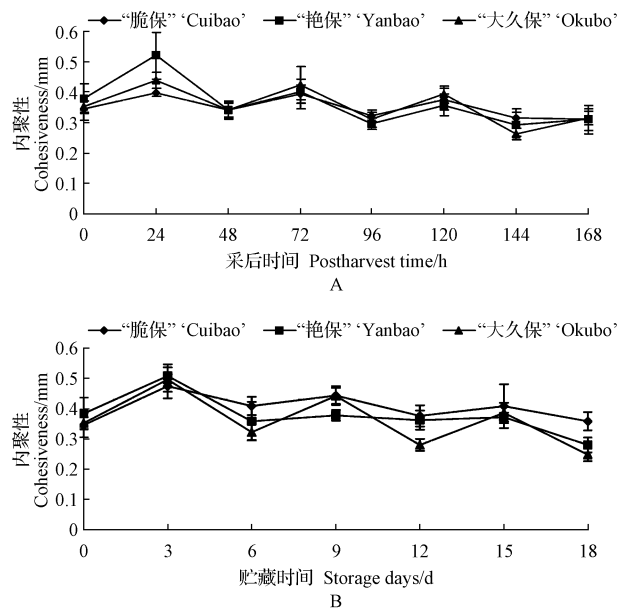


图 2 桃果实贮藏期间内聚性变化

Fig. 2 Change of cohesiveness during peach fruit storage

出现最高值,随后变化趋势较为平缓,“大久保”桃果实在贮藏 48 h 后弹性值上升趋势明显,贮藏 96 h 时出现弹性最高值,最高值出现时间较晚。

冷藏条件下(图 3-B),“大久保”桃果实的弹性最高值出现时间较早,在贮藏第 9 天出现,“脆保”、“艳保”桃果实的弹性最高值出现在冷藏后第 12 天,且从贮藏第 6 天开始,二者的变化趋势趋于一致,弹性值接近。可见,冷藏处理能明显延缓桃果实弹性最高值的出现时

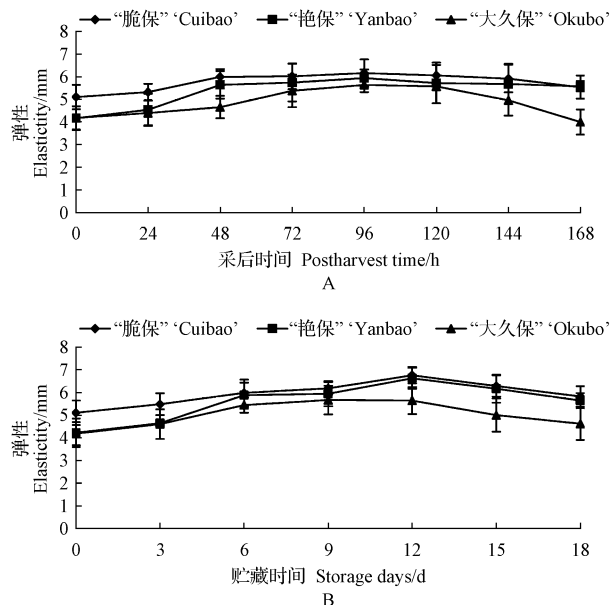


图 3 桃果实贮藏期间弹性变化

Fig. 3 Change of elasticity during peach fruit storage

间,延长贮运时间。无论常温贮藏还是冷藏,3个品种桃的弹性值均表现为“脆保”>“艳保”>“大久保”。这是由桃品种特性决定的。

#### 2.4 桃贮藏期间果实粘附性的变化

粘附性是评价咀嚼果肉时口腔克服果肉表面吸引力所需的能量。从图4可以看出,刚采摘时,3个品种桃果实的粘附性表现为“脆保”>“艳保”>“大久保”,且无论常温贮藏还是冷藏条件下,随着贮藏时间的延长,始终保持着这种规律,这与品种特性有关。在2种贮藏条件下,粘附性均呈先上升后下降的趋势。常温贮藏24 h左右,3个品种桃果实粘附性出现最大值,后逐渐下降;贮藏48 h时,“大久保”桃果实粘附性下降显著。刚采摘时“脆保”与“艳保”果实的粘附性初始值较为接近,但显著高于“大久保”。在冷藏条件下第6天“脆保”与“艳保”果实的粘附性差异化开始出现,二者在第9天时粘附性达到最大值,第12天时粘附性下降显著;“大久保”桃果实粘附性最大值出现在第3天,较“脆保”、“艳保”提早6 d。

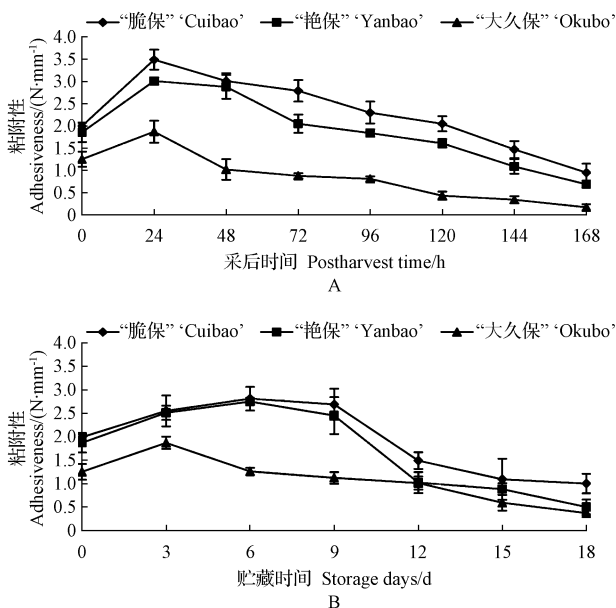


图4 桃果实贮藏期间粘附性的变化

Fig. 4 Change of adhesiveness during peach fruit storage

果实粘附性与果实硬度间存在极显著正相关关系。刚采摘、成熟度为八九成的桃,果实硬度较高,果肉粘附性较大,随着果实逐渐软化,粘附性呈现先升高后降低最后趋于平缓的趋势。比较2种贮藏条件下粘附性最大值出现时间,不难发现,果实冷藏较常温贮藏条件下,“脆保”、“艳保”桃果实的粘附性最大值可延迟8 d出现,而“大久保”桃只能延迟2 d。

#### 2.5 桃贮藏期间果实咀嚼性的变化

咀嚼性是评价果实对咀嚼的持续抵抗能力。由

图5可知,无论常温贮藏还是低温贮藏,3个桃品种果实的咀嚼性均表现为先上升后下降的趋势。常温条件下,三者最大值出现在24 h时,然后开始下降,直至平缓。“脆保”、“艳保”桃果实在常温贮藏24~72 h降幅分别为14.17%、38.54%,而“大久保”桃果实在此阶段内直线下降,降幅为75.59%。低温条件下,咀嚼性最大值出现在冷藏第3天,3 d后咀嚼性值开始逐渐下降,直至趋于平缓,“脆保”、“艳保”桃果实在贮藏3~9 d降幅分别为20.3%、36.45%,而“大久保”桃果实在此阶段降幅为71.58%。可见,尽管三者的咀嚼性初始值较为接近,但随着贮藏时间的延长,“大久保”桃果实的咀嚼性下降速度显著高于“艳保”、“脆保”。

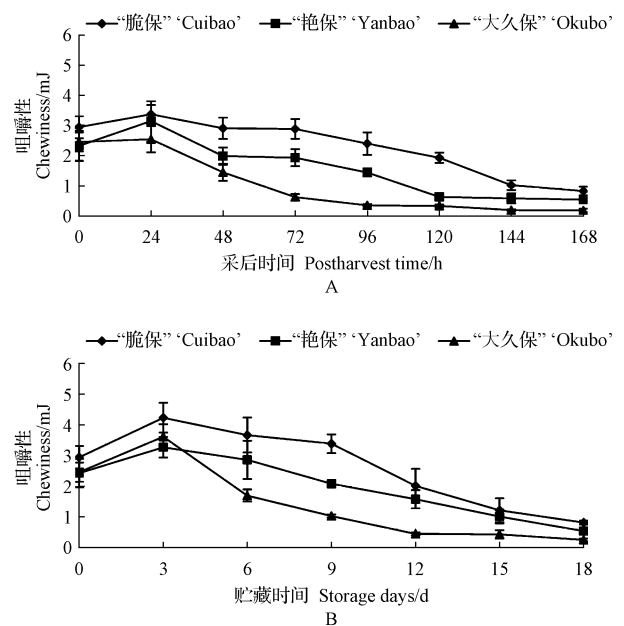


图5 桃果实贮藏期间咀嚼性的变化

Fig. 5 Change of chewiness during peach fruit storage

#### 2.6 “脆保”、“艳保”和“大久保”桃贮藏期间参数间的相关性

由表1可以看出,在2种贮藏条件下,3个品种桃果实的硬度与咀嚼性间均呈现极显著正相关( $r=0.925\sim0.981$ );粘附性与咀嚼性间均呈现极显著正相关( $r=0.902\sim0.956$ );粘附性和硬度间存在显著正相关( $r=0.780\sim0.856$ );果实弹性与硬度和咀嚼性之间均呈现负相关关系。

#### 3 讨论

随着贮藏时间的延长桃果实逐渐变软且丰富多汁,果肉硬度逐渐降低。TPA测试法能够从不同方面客观的反映桃果实的这种变化特性,从而避免不同人的感官评价进行描述、打分与分级的主观差异性。该研究应用TPA测试法,对2种贮藏条件下,具有亲缘关系的3个桃品种果实贮藏期间质地变化进行了分析,结果表明,

表 1 3 个品种桃果实质地多面分析(TPA)参数间的相关性分析

Table 1 Correlations analysis of textural parameters of peach fruits

处理 Processing	品种 Cultivar	质构参数 TPA parameters	硬度 Hardness	内聚性 Cohesiveness	弹性 Elasticity	粘附性 Adhesiveness
室温 Room temperature	“艳保”‘Yanbao’	内聚性 Cohesiveness	0.660			
		弹性 Elasticity	-0.773 *	-0.650		
		粘附性 Adhesiveness	0.787 *	0.819 *	-0.462	
		咀嚼性 Chewiness	0.925 **	0.794 *	-0.698	0.920 **
	“脆保”‘Cuibao’	内聚性 Cohesiveness	0.489			
		弹性 Elasticity	-0.374	-0.079		
		粘附性 Adhesiveness	0.780 *	0.730 *	0.028	
		咀嚼性 Chewiness	0.962 **	0.667	-0.210	0.902 **
	“久保”‘Okubo’	内聚性 Cohesiveness	0.366			
		弹性 Elasticity	-0.573	0.074		
		粘附性 Adhesiveness	0.822 *	0.639	-0.227	
		咀嚼性 Chewiness	0.981 **	0.497	-0.523	0.903 **
低温 Low temperature	“艳保”‘Yanbao’	内聚性 Cohesiveness	0.633			
		弹性 Elasticity	-0.698	-0.461		
		粘附性 Adhesiveness	0.851 *	0.612	-0.358	
		咀嚼性 Chewiness	0.934 **	0.776 *	-0.510	0.919 **
	“脆保”‘Cuibao’	内聚性 Cohesiveness	0.336			
		弹性 Elasticity	-0.602	0.070		
		粘附性 Adhesiveness	0.856 *	0.611	-0.265	
		咀嚼性 Chewiness	0.924 **	0.641	-0.367	0.956 **
	“久保”‘Okubo’	内聚性 Cohesiveness	0.451			
		弹性 Elasticity	-0.588	-0.060		
		粘附性 Adhesiveness	0.802 *	0.681	-0.072	
		咀嚼性 Chewiness	0.947 **	0.654	-0.469	0.905 **

注: \*  $P < 0.05$  表示显著水平, \*\*  $P < 0.01$  表示极显著水平。

Note: \* showed significant difference at 0.05 level, \*\* showed significant difference at 0.01 level.

无论冷藏还是室温贮藏,同一品种各参数的变化规律相同,且在贮藏后期,2 种贮藏条件下的各参数值较为接近。可见,与室温贮藏相比较,冷藏条件只能延缓果实质地变化出现的时间,并不能改变果实自身性状,果实质地是由其品种遗传特性决定的。低温贮藏能够延缓果实软化,延长货架期,但最根本的还是品种特性。

无论是低温还是常温条件下,3 个品种桃硬度和粘附性与咀嚼性都呈现极显著正相关关系。同时,粘附性和硬度表现为显著正相关,其它参数的相关性不显著。此外,3 个品种桃弹性与硬度和咀嚼性之间均呈现相反的线性相关关系。在贮藏一定时间后,2 种贮藏方式下,3 个品种桃的品质都逐渐下降。下降速度表现为“大久保”>“艳保”>“脆保”。TPA 测试能够很好反映不同品种桃果肉质地之间的差异,能有效地反映每个品种桃在不同贮藏条件的质地变化,以及果实质地形成的复杂性,具有客观、准确、灵敏的特点,但是它是否可以作为一种简便有效评价桃果实质地变化的标准,尚有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] SULLIVAN P, O'FLAHERTY J, BRUNTON N, et al. Fundamental rheological and textural properties of doughs and breads produced from milled pearled barley flour[J]. European Food Research and Technology, 2010, 231: 441-453.
- [2] LUCEY J A, JOHNSON M E, HORNE D S. Perspectives on the basis

of therheology and texture properties of cheese[J]. Journal of Dairy Science, 2003, 86(9): 2725-2743.

- [3] ZDUNEK A, BEDNARCZYK J. Effect of mannitol treatment on ultrasound emission during texture profile analysis of potato and apple tissue[J]. Journal of Texture Studies, 2006, 37(3): 339-359.

[4] GOLIAS J, BEJCEK L, GRATZ P, et al. Mechanical resonance method for evaluation of peach fruit firmness[J]. Hortscience, 2003, 30(1): 1-6.

- [5] MEULLENET J F, LYON B G, CARPENTER J A, et al. Relationship between sensory and instrumental texture profile attributes[J]. Journal of Sensory Studies, 1998, 13(5): 77-93.

[6] LEE S Y, LUNA G I, CHANG S, et al. Relating descriptive analysis and instrumental texture data of processed diced tomatoes [J]. Food Quality and Preference, 1999(10): 447-455.

- [7] 任朝晖, 张昆明, 李志文, 等. 质地多面分析(TPA)法评价葡萄贮藏期间果肉质地参数的研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(7): 375-378.

[8] 励建荣. 杨梅保鲜及深加工关键技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2001.

- [9] 潘秀娟, 屠康. 质构仪质地多面分析(TPA)方法对苹果采后质地变化的检测[J]. 农业工程学报, 2005, 21(3): 166-170.

[10] 蔡冲, 龚明金, 李鲜, 等. 枇杷果实采后质地的变化与调控[J]. 园艺学报, 2006, 33(4): 731-736.

- [11] 马之胜, 贾云云, 王越辉, 等. 大久保桃在我国桃育种中的应用研究进展[J]. 河北农业科学, 2006, 4(12): 103-105.

[12] 常瑞丰, 王召元, 张立莎, 等. 中熟桃新品种‘脆保’[J]. 园艺学报, 2012, 39(7): 1403-1404.

- [13] 王召元, 常瑞丰, 张立莎, 等. 中熟桃新品种‘艳保’[J]. 园艺学报, 2012, 39(8): 1607-1608.

[14] 高海生, 贾艳茹, 魏建梅, 等. 用物性分析仪检测鸭梨和京白梨果实采后质地的变化[J]. 园艺学报, 2012, 39(7): 1359-1364.



# 新疆阿魏菇的干燥工艺优化及活性成分初步鉴定

王为兰<sup>1</sup>, 陈开旭<sup>1</sup>, 马纪<sup>1</sup>, 马正海<sup>1</sup>, 张富春<sup>1</sup>, 郑秀芬<sup>1,2,3</sup>

(1. 新疆生物资源基因工程重点实验室, 新疆大学 生命科学与技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830046; 2. 加拿大西安大略大学 病理科, 加拿大 伦敦 N6A 5A5; 3. 加拿大劳森健康研究所, 加拿大 伦敦 N6A 5A5)

**摘要:**以新疆阿魏菇子实体为试材, 采用热风干燥、真空冷冻干燥及自然干燥 3 种不同的干燥方式, 研究不同干燥方式对阿魏菇子实体切片性状的影响; 采用系统预试法, 研究不同溶剂对阿魏菇提取液活性成分的影响, 初步鉴定阿魏菇子实体含有的生物活性成分。结果表明: 真空冷冻干燥方式对阿魏菇子实体细胞组织结构几乎无损伤, 热风干燥对细胞组织损伤较大, 干燥工艺研究保证了后续试验样品的有效贮存; 初步确定了阿魏菇提取液含有蛋白质、多糖、萜类、生物碱、皂苷类等物质; 且不同提取液所含生物活性成分不同; 为阿魏菇生物活性组分的分离、提取提供了试验基础。

**关键词:**阿魏菇; 干燥; 工艺优化; 活性成分; 鉴定

**中图分类号:**S 646.1<sup>+</sup>4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)04-0137-06

阿魏菇(*Pleurotus ferulae*)属担子菌亚门层菌纲伞菌目侧耳科侧耳属, 又称阿魏侧耳或阿魏蘑菇, 是干旱草原上具有代表性的蕈菌, 寄生或腐生于阿魏的根茎

**第一作者简介:**王为兰(1987-), 女, 博士研究生, 研究方向为生物资源开发。E-mail: wwlbiology@163.com.

**基金项目:**新疆自治区动物学重点学科资助项目(2011001); 新疆大学天山学者特聘教授科研资助项目; 新疆生物资源基因工程重点实验室开放课题资助项目(XJDX0201-2014-08)。

**收稿日期:**2015-10-28

上。阿魏菇子实体单生或丛生, 菌肉多呈白色, 表面形态多为“马蹄”状, 肉质细腻、脆嫩可口; 富含蛋白质、多种氨基酸、粗纤维、维生素以及矿物质。研究报道阿魏菇具有调节机体生理平衡、增强机体免疫功能<sup>[1-3]</sup>、抗氧化<sup>[4-8]</sup>、抗辐射<sup>[9-10]</sup>、抗肿瘤<sup>[11-15]</sup>、降血脂<sup>[16-17]</sup>等功效, 为新疆特有的一种营养价值高、食药兼用的珍稀菌类, 具有极为广阔的药用及保健品开发价值。

由于新鲜阿魏菇的水分含量很高, 销售形式以鲜品居多, 保藏周期很短, 作为菜品不容易储存运输, 成为制

## Change of Texture Properties of Three Peach Varieties During Postharvest Storage by Texture Profile Analysis

LI Yonghong, ZHANG Lisha, CHANG Ruifeng, WANG Zhaoyuan, CHEN Hu, LIU Guojian  
(Changli Fruit Institute, Hebei Agricultural and Forestry Academy, Changli, Hebei 066600)

**Abstract:** Changes in texture properties of peach fruits (cultivars ‘Cuibao’, ‘Yanbao’ and ‘Okubo’) were studied by instrumental texture profile analysis (TPA) during postharvest storage. The results showed that fruit adhesiveness, elasticity and chewiness values of three varieties gradually increased before sharply declining under room temperature and low temperature conditions, while there was only an obvious decrease in hardness during storage period, as follows ‘Cuibao’ > ‘Yanbao’ > ‘Okubo’; cohesiveness among three peach genotypes changed gently during storage. Correlation analysis indicated significantly positive correlation among fruit hardness, adhesiveness and chewiness ( $P < 0.01$ ). Furthermore, opposite linear correlation were found among values of elasticity with hardness and chewiness. However, no obvious correlation among cohesiveness and other parameters were observed. The results indicated the hardness, adhesiveness, elasticity and chewiness could be used as the main indexes to evaluate fruit texture, while the parameters like cohesiveness would response to the subtle texture changes.

**Keywords:** peach; texture profile analysis (TPA); texture; texture analyzer