

广东储良龙眼果实的成熟特性研究

李建光¹, 潘学文¹, 李 荣¹, 吴振先², 曾 婷², 韩冬梅¹

(1 广东省农业科学院 果树研究所, 广东 广州 510640;

2 广东省果蔬保鲜重点实验室, 华南农业大学 园艺学院, 广东 广州 510642)

摘要:以“储良”龙眼 *Dimocarpus longana* Lour. cv. Chuliang 为试材, 研究了果实成熟期间内外性状品质指标的变化规律. 结果表明: 随着果实成熟度的增加, 质量(m)、大小和可食率呈逐渐增加趋势; 营养品质可溶性固形物(TSS)、蔗糖、全糖和 Vc 含量随果实成熟表现出上升趋势, 过熟后稍下降; 还原糖含量和可滴定酸(TA)含量变化不大; 相对指标果形指数、 $m_{\text{皮}}/m_{\text{果}}$ 、 $m_{\text{核}}/m_{\text{果}}$ 表现为下降趋势, 而 $m_{\text{皮}}/m_{\text{核}}$ 表现为上升趋势; 内果皮褐变指数在果实完熟以后明显上升. 比熟度、TSS 含量与果实的质量、大小、品质指标表现出了显著或极显著的相关性, 以比熟度结合果实外观变化特征可以较为准确地判断果实的成熟度.

关键词: 龙眼; 成熟特性; 成熟度; 品质

中图分类号: S667.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2008)01-0014-05

Studies on the Characteristics of ‘Chuliang’ Longan Fruits During Maturing in Guangdong

LI Jian-guang¹, PAN Xue-wen¹, LI Rong¹, WU Zhen-xian², ZENG Ting², HAN Dong-mei¹

(1 Institute of Fruit Tree Research, Guangdong Academy of Agricultural Science, Guangzhou 510640, China;

2 Guangdong Key Lab for Postharvest Science of Fruit and Vegetable, College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The regulation of quality and apparent characteristics of ‘Chuliang’ longan fruits during the period of maturing were studied. The results showed that the mass(m), size, edible ratio steadily increased; the quality indexes including the total soluble sugar (TSS), sucrose, total sugar, and Vc content increased along with the maturing and declined a little at the last stage, while reductant sugar and total titratable acid (TA) content changed indistinct; The relative indexes including shape index, $m_{\text{pericarp}}/m_{\text{fruit}}$ and $m_{\text{stone}}/m_{\text{fruit}}$ ratio declined, while $m_{\text{pericarp}}/m_{\text{stone}}$ increased; the endocarp browned obviously after over ripening. The correlations between TSS or relative maturity and the mass, size or quality indexes were significant at the 0.01 or 0.05 level. The fruit maturity can be judged more exactly by combining the relative maturity with the days after anthesis and the apparent characteristics during fruit maturing.

Key words: Longan; maturing characteristics; maturity; quality

龙眼 *Dimocarpus longana* 是我国南方特色珍贵水果之一, 储良龙眼果实较大, 果形美观、肉厚、乳白色、易离核、肉质爽脆化渣, 味清甜, 风味品质上乘. 是广东、广西、海南栽培最多的品种之一^[1], 深受国内消费者喜爱, 也是我国主要的龙眼出口品种. 广东

储良龙眼成熟期为7月下旬至8月中旬, 适逢酷暑, 成熟比石硖稍晚、采收期短、过熟后出现“退糖”现象是其重要成熟特征, 果实“退糖”后含糖量下降, 风味变淡, 食用品质降低, 在生产上常常因为错过最佳采收期而导致果实品质变差, 带来不必要的经济损失.

收稿日期: 2007-01-19

作者简介: 李建光(1969—), 男, 副研究员; 通讯作者: 韩冬梅(1972—), 女, 副研究员, 硕士, E-mail: handm2004@163.com

基金项目: 广东省自然科学基金(05006240); 广东省科技计划项目(2005B20901023, 2004B20401002)

林河通等^[2]研究了福建油潭本龙眼不同采收期的理化特性,认为在其成熟期间果实外观内质均发生了变化,直接影响果实的食用品质。在苹果、梨、柿、甜樱桃、番荔枝等^[3-7]水果上的研究表明,正确确定成熟度,适期采收是提高果实产量和品质的一项重要措施。龙眼品种不同,成熟特性会有所差异。本研究对储良龙眼成熟期内外品质作了详细观察研究,探讨其成熟特性及变化规律,为生产上如何确定龙眼的最佳采收期提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与取样

试验于广东省农业科学院果树研究所龙眼品种园进行,以广东主栽龙眼品种储良为试材,于2005、2006年重复2次完成,经过分析比较,2年的研究结果规律基本一致。本文采用的是2005年的数据。为避免树势、花期等因素带来的个体差异对试验结果的影响,本试验于花期选择1株树势中等的成年结果母树,树龄约24年,冠幅4~5m,记录谢花期,2005、2006年完全成熟时间分别为花后115d和花后130d。待果实生长近7成熟左右,每隔5~7d定期采收,并进行各项理化指标测定。

1.2 性状指标测定

随机取20个单果,称取全果、果皮和果核质量(m),计算 $m_{\text{单果}}/m_{\text{果}}/m_{\text{核}}/m_{\text{皮}}/m_{\text{核}}/m_{\text{皮}}/m_{\text{果}}$ 和可食率,重复3次。随机取果10个,以游标卡尺测量果实的纵横径、果实赤道面的皮厚与肉厚,横径又分别取长横径和短横径。 $m_{\text{肉}} = m_{\text{单果}} - m_{\text{皮}} - m_{\text{核}}$,可食率 = $m_{\text{肉}}/m_{\text{单果}} \times 100\%$,果形指数 = 纵径/长横径。内果皮褐变分级参照韩冬梅等^[8]的方法,褐变指数 = $\Sigma(\text{褐变级数} \times \text{该级果数})/\text{总果数}$,每重复取果20个,重复3次。

1.3 果肉营养指标测定

取50个果肉榨取果汁用于营养指标测定,可溶性固形物(TSS)含量用手持式折光测糖仪测定,可滴定酸(TA)含量用酸碱法测定,Vc含量用2,6-二氯酚法测定,糖含量用裴林氏法测定,全糖含量 = 蔗糖含量 + 还原糖含量。比成熟度 = 采收时TSS质量分数/最高TSS质量分数 $\times 10$ 。

1.4 统计分析

采用SPSS 11.5 for windows 进行相关统计运算。

2 结果与分析

2.1 外观品质变化

2.1.1 表观性状变化 储良龙眼果实在成熟至过熟过程中,内外表观性状均发生了规律性变化。果形

由正常近圆球形逐渐变得不规则;外果皮披果粉逐渐增多,色泽逐渐变暗,果皮变化由粗糙—光滑—粗糙;完全成熟至过熟期间内果皮少量褐变,有少量“钉”状突起物;果肉增厚,由爽脆、多汁、化渣变得起砂,逐渐纤维化,由不离核变得易离核至极易离核;种子逐渐收缩,种蒂逐渐突起,趋向纤维化,其附近果肉明显纤维化。

2.1.2 果实质量变化 从图1可以看出,在果实整个成熟期间, $m_{\text{单果}}$ 、 $m_{\text{皮}}$ 、 $m_{\text{核}}$ 和 $m_{\text{肉}}$ 均随着果实成熟呈上升趋势,这与东壁龙眼果实的成熟规律相似^[9],说明果实在成熟期间保持生长趋势。值得注意的是花后93~107d时 $m_{\text{单果}}$ 迅速增加,增加了75.7%,与花后107d时可食率迅速上升相一致(增加了35.8%)。说明充分成熟后果实有利于果实内含物的积累和产量的增加。

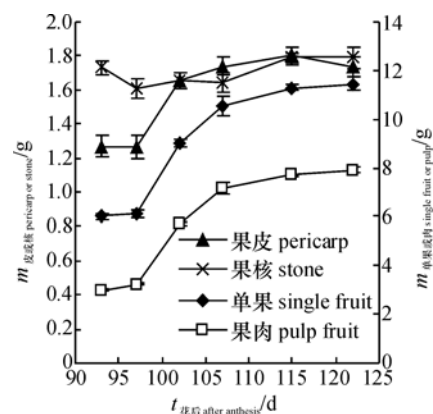


图1 成熟期间单果、果核、果肉和果皮质量的变化

Fig. 1 Mass changes in single fruit, stone, pulp fruit and pericarp of longan fruits during maturing

从图2、3可以看出,在果实成熟期间, $m_{\text{核}}/m_{\text{果}}$ 、 $m_{\text{皮}}/m_{\text{果}}$ 呈下降趋势, $m_{\text{皮}}/m_{\text{核}}$ 和可食率均表现为上升趋势,说明随着果实成熟,果皮、果核在整果质量中所占的比例下降,增长速率下降,此时果实质量的增长主要来自果肉。

2.1.3 果实大小与果形指数的变化 从图4、5可以看出,随着果实成熟,果实的纵径、长横径、短横径和果肉厚度都是呈明显的上升趋势,表明果实体积在整个成熟期间都在不断的生长。果皮的厚度变化以花后107d为转折点,之前由厚变薄,之后由薄变厚,花后107d时,果皮最薄,此时果肉TSS含量进入最高水平阶段,果实完全成熟。

从图6可以看出,在整个果实成熟期间,果形指数呈下降趋势,说明果实纵向生长速率低于横向生长,果实逐渐纵向变扁,与果实成熟后期横向不规则突起的现象相一致。值得注意的是,在花后102d时

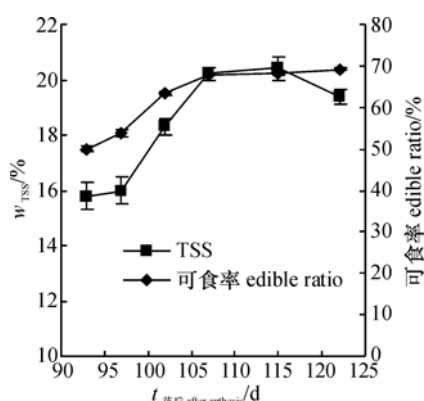


图2 成熟期间可食率和可溶性固形物(TSS)含量的变化
Fig. 2 Changes in edible ratio and total soluble sugar(TSS) content of longan fruits during maturing

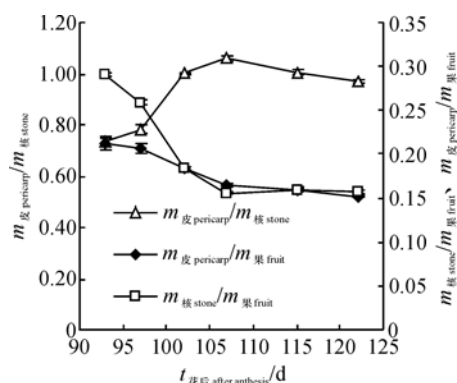


图3 成熟期间 $m_{\text{核}}/m_{\text{果}}$ 、 $m_{\text{皮}}/m_{\text{果}}$ 和 $m_{\text{皮}}/m_{\text{核}}$ 的变化
Fig. 3 Changes in $m_{\text{stone}}/m_{\text{fruit}}$, $m_{\text{pericarp}}/m_{\text{fruit}}$ and $m_{\text{pericarp}}/m_{\text{stone}}$ of longan fruits during maturing

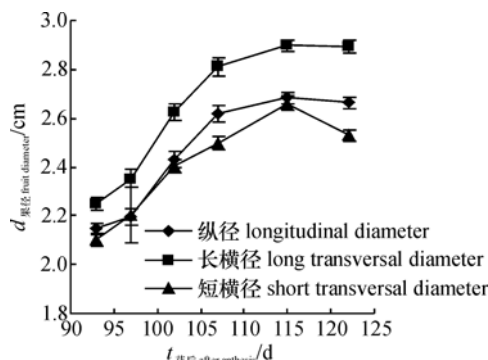


图4 成熟期间果实大小变化
Fig. 4 Changes in fruits size of longan fruit during maturing

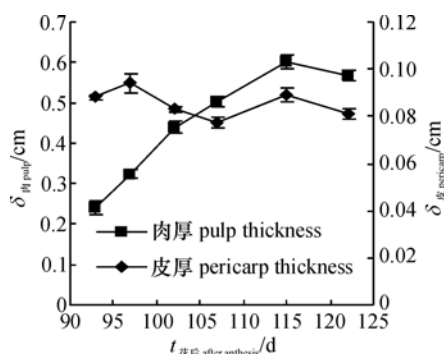


图5 成熟期间果皮和果肉厚度(δ)变化
Fig. 5 Changes in pericarp and pulp thickniss (δ) of longan fruits during maturing

果形指数达最低,之后略有所上升,2年的变化规律一致,此时果实的比熟度均为9成熟,说明果实的纵横向生长呈现交替变化。

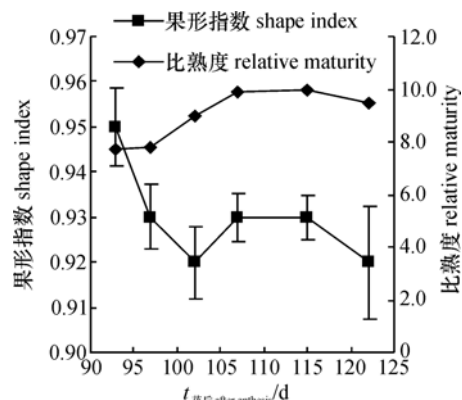


图6 成熟期间果形指数和比熟度的变化
Fig. 6 Changes in shape index and relative maturity of longan fruits during maturing

2.2 内果皮褐变指数的变化

从图7可以看出,果实成熟前期内果皮褐变不明显,褐变指数均为0,花后107 d开始出现褐变,10 d内褐变指数上升至0.13,褐变较轻.说明随着成熟期的延长,果实开始趋向衰老。

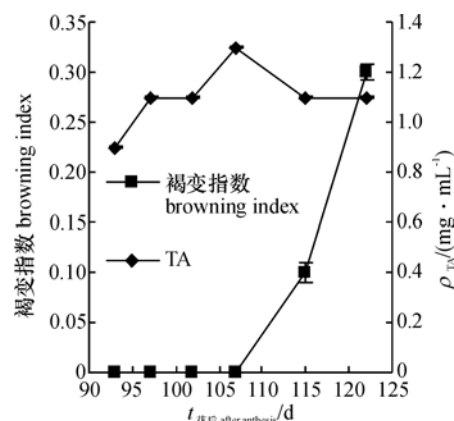


图7 成熟期间可滴定酸(TA)含量和内果皮褐变指数的变化
Fig. 7 Changes in the content of total titratable acid(TA) content and endocarp browning of longan fruit during maturing

2.3 营养品质的变化

图2、7、8显示,果实成熟期间TA、TSS、糖类和Vc含量均表现出一定的变化规律.图2中TSS含量变化规律表现为花后102 d明显上升,花后115 d上升至最高,相对稳定时间为花后107~122 d,大约15 d左右,期间变化无显著差异($P < 0.01$),但花后122 d后明显下降($P < 0.05$),此时果实开始轻度“退糖”.图7中TA含量在成熟前期表现为上升趋势,花后107 d时开始下降,前后差异不大.图8中

全糖和蔗糖的含量变化均表现为上升趋势,花后 122 d 略有所下降,而还原糖的含量基本上变化不大。研究结果表明在果实成熟前期糖分不断积累,完全成熟时达最高值,并且可以相对稳定 15 d 左右的时间,果实“退糖”现象不太明显。Vc 含量随成熟度的增加表现为持续上升趋势。

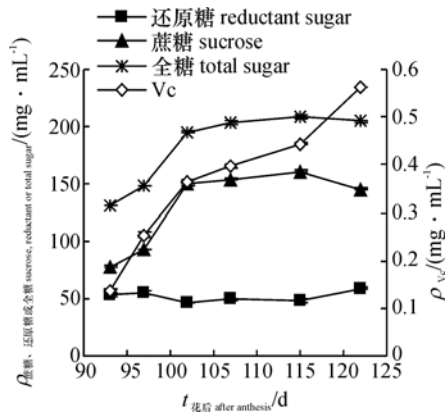


图 8 成熟期间糖和 Vc 含量的变化

Fig. 8 Changes in the sugar and Vc content of longan fruit during maturing

2.4 果实比熟度的变化

从图 6 可以看出,在果实的成熟期间,果实的比熟度从花后 102 d 开始明显上升,由 7.8 上升至花后 107 d 时的 9.9,此时果实进入完熟阶段,122 d 时比熟度还有 9.5,大约维持了 15 d 的时间($P < 0.01$)。以 TSS 含量达最高值时为 10 成熟,其他成熟阶段的 TSS 含量与最高 TSS 含量比值的 10 倍表示该阶段的成熟度,其变化规律与 TSS 含量的变化规律完全一致($P < 0.01$),比熟度达 10 即为果实完全成熟,此前小于 10 为次成熟,数值越低表示成熟度越低;此后小于 10 为过熟,数值越低表示过熟程度越高。

2.5 各成熟指标相关性分析

表 1 列出了各成熟特性指标之间的相关系数,可以看出:(1)质量指标 $m_{\text{单果}}$ 、 $m_{\text{肉}}$ 和 $m_{\text{皮}}$ 、可食率,大小指标果纵径、长横径、短横径、肉厚,同类或两类指标之间均表现为极显著($P < 0.01$)正相关性,而且都与品质指标 TSS、全糖、蔗糖含量及比熟度表现出极显著($P < 0.01$)正相关性。(2) $m_{\text{皮}}/m_{\text{果}}$ 、 $m_{\text{核}}/m_{\text{果}}$ 与果实质量、大小、品质指标(除 Vc)间呈极显著($P < 0.01$)或显著($P < 0.05$)负相关性,但两者之间却

表 1 储良龙眼果实成熟相关指标之间的相关系数¹⁾

Tab. 1 The correlations between the maturation indexes of longan fruits

指标 index	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	1															
B	0.975 **	1														
C	1.000 **	0.973 **	1													
D	0.898 *	0.958 **	0.900 *	1												
E	-0.990 **	-0.949 **	-0.989 **	-0.850 *	1											
F	-0.962 **	-0.980 **	-0.964 **	-0.972 **	0.939 * *	1										
G	0.984 **	0.976 **	0.987 **	0.944 **	-0.967 **	-0.992 **	1									
H	0.975 **	0.947 **	0.976 **	0.873 *	-0.963 **	-0.953 **	0.972 **	1								
I	0.996 **	0.970 **	0.997 **	0.905 *	-0.975 **	-0.963 **	0.986 **	0.981 **	1							
J	0.994 **	0.969 **	0.996 **	0.907 *	-0.979 **	-0.972 **	0.992 **	0.989 **	0.997 **	1						
K	0.964 **	0.960 **	0.963 **	0.897 *	-0.934 **	-0.952 **	0.961 **	0.990 **	0.974 **	0.978 **	1					
L	0.969 **	0.976 **	0.969 **	0.944 **	-0.924 **	-0.959 **	0.968 **	0.948 **	0.981 **	0.971 **	0.966 **	1				
M	0.931 **	0.980 **	0.930 **	0.983 **	-0.895 *	-0.987 **	0.963 **	0.929 **	0.934 **	0.941 **	0.949 **	0.953 **	1			
N	0.962 **	0.984 **	0.963 **	0.969 **	-0.938 **	-0.998 **	0.988 **	0.960 **	0.962 **	0.972 **	0.963 **	0.960 **	0.992 **	1		
O	0.930 **	0.870 *	0.935 **	0.797 *	-0.957 **	-0.914 *	0.940 **	0.942 **	0.921 **	0.942 **	0.888 *	0.839 *	0.849 *	0.908 *	1	
P	0.969 **	0.980 **	0.969 **	0.949 **	-0.924 **	-0.962 **	0.969 **	0.947 **	0.980 **	0.971 **	0.967 **	1.000 **	0.958 **	0.964 **	0.839 *	1

1) A: $m_{\text{单果}}$ single fruit, B: $m_{\text{皮pericarp}}$, C: $m_{\text{肉pulp}}$, D: $m_{\text{皮pericarp}}/m_{\text{核stone}}$, E: $m_{\text{皮pericarp}}/m_{\text{果fruit}}$, F: $m_{\text{核stone}}/m_{\text{果fruit}}$, G: 可食率 edible ratio, H: $\delta_{\text{肉pulp}}$, I: 纵径 longitudinal diameter, J: 长横径 long transversal diameter, K: 短横径 short transversal diameter, L: w_{TSS} , M: $\rho_{\text{蔗糖sucrose}}$, N: $\rho_{\text{全糖total sugar}}$, O: ρ_{Vc} , P: 比熟度 relative maturity; * 显著水平($P < 0.05$), ** 极显著水平($P < 0.01$)

表现为极显著($P < 0.01$)正相关性。(3) $m_{\text{皮}}/m_{\text{核}}$ 与果实质量、大小及品质指标(除 Vc)呈显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)正相关,但与 $m_{\text{皮}}/m_{\text{果}}$ 显著负相关($P < 0.05$),与 $m_{\text{核}}/m_{\text{果}}$ 极显著($P < 0.01$)

负相关。(4) 品质指标之间彼此表现为显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)正相关性。(5) 比熟度与 Vc 含量显著($P < 0.05$)正相关,与 $m_{\text{皮}}/m_{\text{果}}$ 、 $m_{\text{核}}/m_{\text{果}}$ 极显著($P < 0.01$)负相关,与果实的质量、大小、品质

变化均表现出了极显著($P < 0.01$)正相关性。(6)皮厚、果核质量、果形指数、褐变指数、TA、还原糖含量,彼此之间及与其他指标之间无显著相关性。因篇幅所限,未列出。可见,在储良龙眼果实成熟过程中,内外性状和品质变化之间均表现出了一定的相关性,尤其果实的比熟度、TSS含量与果实的质量、大小、品质指标表现出了显著的相关关系。

3 讨论

通过对储良龙眼果实成熟期间各指标的变化规律进行详细研究,我们认为无论是绝对指标如果实质量、大小和营养品质等,还是相对指标如果形指数、 $m_{\text{皮}}/m_{\text{核}}$ 、 $m_{\text{皮}}/m_{\text{果}}$ 、 $m_{\text{核}}/m_{\text{果}}$ 和比熟度,都随果实成熟表现出了一定的规律性和一定的相关性。在梨、番荔枝等水果上的研究也认为^[3-6],在成熟过程中,果实大小、颜色、硬度、TSS、TA、糖、Vc、淀粉等都发生了一系列变化,与果实的成熟进程相一致。说明果实随着成熟,内外品质均发生了相应变化,可以作为确定成熟度的重要参考。

在储良龙眼成熟过程中,果实的大小和质量、品质指标之间大多表现出极显著正相关关系,变化趋势也表现为单一的上升趋势,说明储良龙眼内外成熟性状变化具备高度一致性。皮厚、果核质量、褐变指数,在花后107 d时均有一个转折点;TSS含量在107 d后进入最高水平阶段。果形指数变化在花后102 d时有一个最低值,此时果实的比熟度为9左右,表现为果实纵横径增长速率交替变化。表现为单一变化趋势的性状指标在果实成熟期间无转折变化特征,而且年度水平受果园管理水平影响较大,不能较准确判断果实的成熟度,但可以作为重要参考。表现为转折变化趋势的性状指标在果实的完熟期均表现出一定的特征性,如果皮最薄,TSS含量最高,内果皮褐变指数由0开始上升等。果皮厚度、TSS含量田间测量方便,可以直接用来判断果实的成熟期,但也同样存在年度值差异问题。相对指标果形指数、 $m_{\text{皮}}/m_{\text{核}}$ 、 $m_{\text{核}}/m_{\text{果}}$ 和 $m_{\text{皮}}/m_{\text{果}}$ 在果实成熟期间表现为单一变化趋势,除了 $m_{\text{皮}}/m_{\text{核}}$ 外,都与比熟度表现为显著的负相关性,而比熟度可以更为量化、直观地反映出果实成熟程度。

在生产上,人们常常借助TSS含量对成熟度作出较准确的判断,因为TSS含量变化与果实风味变化最为密切,与果肉中的全糖水平极显著正相关。本研究表明,成熟期间,TSS含量和比熟度变化具有明

显的阶段性,进入完熟期前增长迅速,之后相对稳定约15 d左右,此阶段大约为花后105~120 d。完熟期间,果肉明显增厚,果皮变薄然后逐渐增厚,果实呈现最佳风味。TSS含量变化能够较为准确地反映出成熟度与品质的关系,而且直观、易测,可以作为判断成熟度最主要的依据之一。由于TSS含量存在年度值差异,与之极显著正相关的比熟度则更能准确反映果实的成熟度。我们认为在众多的内外品质变化过程中,尽管存在高度的相关性,但由于参数值的获取难易程度以及对风味品质的决定作用不同,果实的大小、质量以及一些内部营养品质变化可以作为成熟度判断的重要参考,但不能作为主要判断依据,还需要结合花后天数和果实内外表现现象作出判断,根据采后不同用途决定合适的采收期。

另外,在研究中还发现,果实在进入完熟阶段前,质量、大小、内部营养成分的积累都表现出迅速上升现象,表明果实在完熟期前的产量和品质在迅速提高。过早采收不利于果实品质和产量的提高,建议鲜食、近销宜在果实充分成熟后采收。

参考文献:

- [1] 潘学文,唐小浪,李建光,等. 龙眼品种图谱[M]. 广州: 广东科技出版社,2006:2.
- [2] 林河通,陈绍军,席玟芳. 采收期对龙眼果实品质和耐贮性影响[J]. 农业工程学报,2003,19(6):179-185.
- [3] DRAKE S R, ELFVING D C. Indicators of maturity and storage quality of 'Lapins' sweet cherry[J]. Hort Technology, 2002, 12(4): 687-690.
- [4] 陈蔚辉. 采收期对番荔枝贮藏品质的影响[J]. 中国南方果树,1999,28(4):27.
- [5] DRAKE S R, KUPFERMAN E M. Maturity and storage quality of 'Jonagold' apples related to starch index[J]. Journal of American Pomological Society,2000,54(4):213-218.
- [6] 莫海珍,刘迎秋,张浩. 太行山水柿果实成熟过程中主要成分含量的动态变化[J]. 河南农业大学学报,2006,40(2):161-164.
- [7] 吕金海,周书伟. 确定金秋梨最佳采收期的生理指标和形态指标[J]. 怀化学院学报,2003,22(2):57-58.
- [8] 韩冬梅,吴振先,季作梁,等. SO_2 处理对龙眼果实氧化衰老的影响[J]. 果树科学,1999,16(1):24-29.
- [9] MENZEL C M, WAIT G K. Litchi and Longan Botany, Production and Uses[M]. Oxfordshire UK: CABI Publishing, 2005:139S.

【责任编辑 柴 焰】