

龙眼果皮微细结构的扫描电镜观察及其与果实耐贮性的关系

林河通^{1,2}, 陈绍军², 席珣芳¹, 郭素枝²

(1 浙江大学; 2 福建农林大学)

摘 要: 龙眼果实极不耐贮藏, 采后极易失水、褐变和腐烂。无包装的福眼龙眼在 (10 ± 1) 、50% RH 下贮藏 1d, 果实失重 5.84%, 果皮失水 13.59%, 果皮开始褐变; 贮藏 2d 时果实失重 10.37%, 果皮失水 26.40%, 大部分果皮发生褐变; 果皮褐变与果实失重、果皮失水都呈极显著正相关 ($P < 0.01$); 果实失水主要发生在果皮而不是果肉。0.015 mm 厚的聚乙烯薄膜袋密封包装可极显著 ($P < 0.01$) 地减少果实失重和果皮褐变。用扫描电镜观察龙眼果皮结构, 发现其果皮由外果皮、中果皮和内果皮组成。外果皮周皮层薄; 外果皮表面栓质少, 未形成连续的栓质层; 外果皮表面有许多相互连接的微裂口和形状、大小不同的皮孔; 中果皮细胞间隙多、空隙大; 皮孔通道与中果皮细胞间隙相通。龙眼果蒂部由维管束、石细胞和通气组织组成, 具有大的细胞间隙和胞间腔。这些显微结构易引起采后果实失水、果皮褐变和病原微生物侵染, 从而导致果实耐藏性和抗病性差。讨论了龙眼外果皮表面主色为褐色和内果皮比外果皮更容易褐变的解剖学原因及龙眼果皮结构与果实保鲜的关系。

关键词: 龙眼; 果实; 果皮; 微细结构; 扫描电镜; 耐贮性

中图分类号: S667.2; Q944.59

文献标识码: A

文章编号: 1002-2689(2002)03-0095-05

龙眼 (*Dimocarpus longan* Lour.) 是我国南方一种名特优水果, 主产于福建、广东、广西、台湾等省(区)。近十年来, 我国龙眼生产发展迅速, 栽培面积不断扩大, 总产量也随着增加。由于龙眼果实成熟于高温酷暑季节, 不耐贮运, 果实易失水、褐变和腐烂^[1-4]。因此, 龙眼采后的保鲜运输成为生产上亟待解决的问题。近年来的研究认为, 果实的形态结构与采后生理、耐藏性及抗病性密切相关^[5,6]。本研究以福建省主栽品种福眼龙眼果实为材料, 探讨龙眼采后失水和褐变的变化规律, 并利用扫描电子显微镜观察龙眼的果皮形态结构, 用以分析采后龙眼不耐贮运的原因, 为龙眼果实性状特征提供资料, 同时为其保鲜运输提供科学依据和实践指导。

1 材料与方法

1.1 材料

选择福建省栽培面积最大、产量最高, 且果大、肉厚、皮薄的名优品种福眼 (*Dimocarpus longan* Lour. cv. Fuyan) 龙眼果实为试验材料。试验用果采自福建省南安市龙眼科技示范场, 2001 年 9 月 4 日采收当天, 选择果形大小均匀、色泽一致、无病虫害且无裂伤的健康果实进行试验。

1.2 果实失水和褐变情况观察测定

果实用 25% 的戴挫霉杀菌剂 1.0 mL/L 浸果 3 min, 晾干果皮表面水分后进行以下试验处理: 无包装组: 果实盛于透气的塑料框内, 放置相互间隔 2 cm; 包装组: 果实用 0.015 mm 厚的聚乙烯薄膜袋密封包装, 每袋装果 50 个。在 (10 ± 1) 、50% RH 下贮藏。定期取样观察和测定果实失水和果皮褐变情况, 并对试验数据进行统计分析。

1.2.1 果实失重和果实不同部位(果皮、果肉加种子)失水测定

取 20 个果实, 分别记录每个果实贮藏前质量和不同时间贮藏时的果实质量, 结果以果实失重的相对百分率(%)表示。随机选取 20 个果实, 用真空干燥法测定果皮、果肉加果核的含水率, 果皮、果肉加果核的失水也用相对百分率表示。即果实失重率、果皮和果肉加果核失水率按 Underhill 等^[6]介绍的方法计算。

1.2.2 果皮褐变评价

在贮藏不同时期, 每次随机选取 50 个果实, 按照果皮内表面褐变面积大小确定褐变程度。果皮褐变程度共分为 6 级: 1 级果—没有褐变; 2 级果—褐变面积 $< 10\%$; 3 级果—褐变面积 $= 10\% \sim 10\%$; 4 级果—褐变面积 $= 10\% \sim 30\%$; 5 级果—褐变面积 $= 30\% \sim 60\%$; 6 级果—完全褐变。果皮褐变指数 = (褐变级数 \times 该级果数) \div 总果数。3 次重复。

1.3 扫描电镜样品的制备和观察

果实采后即用水冲洗, 洗去果表的灰尘等异物。

收稿日期: 200201209

项目简介: 福建省自然科学基金项目(B9910016)、福建省重点科技项目(2000ZJ2089)资助

作者简介: 林河通(1967-), 男, 福建安溪人, 副教授, 浙江大学在职博士生。研究方向: 果蔬采后生理与贮运技术。福州市金山福建农林大学食品科技学院, 350002

用双刃刀片切取长、宽约为 3 mm × 2 mm 的果皮和厚度约为 1.5 mm 的果皮横切面及厚度约为 1.5 mm 厚度的果蒂部位横切面数块,投入 0.1 mol/L 磷酸缓冲液配制的 2.5% pH 6.8 的戊二醛溶液中,在 4℃ 冰箱内固定 24 h。经相应的磷酸缓冲液漂洗后,用梯度叔丁醇分 5 级脱水,再用体积分数为 100% 的叔丁醇浸没 10 min 后,放入真空干燥器中干燥 40~60 min。干燥后用电导胶分别把样品粘贴在样品台上,粘贴时样品观察面朝上。用 JFC21200 型镀膜仪镀金膜,置于 JSM 25310LV 型扫描电子显微镜(SEM)于 15 kV 加速电压下观察拍片。

2 结果与分析

2.1 果实失重和失水

图 1 表明,采后龙眼果实极易失水、失重,无包装的龙眼果实失重率随着贮藏时间的延长而增加。在 (10 ± 1)℃, 50% RH 下贮藏 1 d,果实失重 5.84%;贮藏 6 d 果实失重高达 23.98%。相关分析表明,果实失重率与贮藏时间呈极显著正相关,相关系数 $r = 0.9946 (P < 0.01)$ 。果皮失水率也随着贮藏时间的延长而增加。果皮失水以 0~2 d 内较快,贮藏 2 d 时失水高达 26.40%;2~6 d 内较慢,平均每天失水 4.10% (图 1)。相关分析表明,果皮失水率与贮藏时间呈极显著正相关,相关系数 $r = 0.9568 (P < 0.01)$ 。果肉加果核的失水在 1 d 内较慢,贮藏 1 d 时仅失水 0.79%;此后失水加快,贮藏 2 d 时失水 2.76%,贮藏 6 d 时失水 5.45% (图 1)。相关分析表明,果肉加果核的失水率与贮藏时间也呈极显著正相关,相关系数 $r = 0.9777 (P < 0.01)$ 。

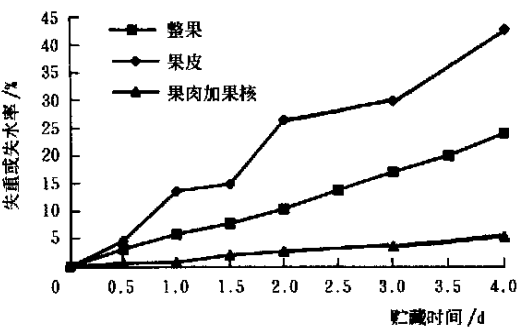


图 1 无包装龙眼果实的失重率,果皮、果肉加果核的失水率 (10 ± 1)℃ 50% RH 贮藏
Fig 1 Weight loss of whole fruit, water loss of pericarp, aril plus seed of longan with no packing during storage at (10 ± 1)℃ 50% RH

进一步比较龙眼果实失重率、果皮、果肉加种子的失水率发现,在整个贮藏期间,果皮失水率最大,果实失重率次之,而果肉加果核的失水率最小且变

化幅度最小(图 1)。这与龙眼果实的特殊结构,即果肉与果皮之间无输导组织连结有关。F 显著性测验表明,在 0.5 d 内,果实失重率和果皮失水率都显著大于果肉加果核的失水率 ($P < 0.05$),且果实失重率与果皮失水率差异不显著 ($P > 0.05$);此后果皮失水率极显著 ($P < 0.01$) 大于果实失重率和果肉加果核的失水率,果实失重率极显著 ($P < 0.01$) 大于果肉加果核的失水率。相关分析表明,龙眼果实失重率与果皮失水率呈极显著正相关,相关系数 $r = 0.9779 (P < 0.01)$ 。上述结果说明了龙眼果实失水主要发生在果皮中,在果肉和果皮之间水分迁移少。

2.2 果皮褐变

无包装的龙眼果实果皮褐变随着贮藏时间的延长和果皮失水的增加而增高(图 2)。在 (10 ± 1)℃、50% RH 下贮藏 1 d,即当果实失重 5.84%、果皮失水 13.59% 时,果皮开始褐变;贮藏 1.5 d 时,果皮出现明显的褐变症状;贮藏 2 d,即当果实失重 10.37%、果皮失水 26.40% 时,大部分果皮发生褐变;此后果皮失水进一步增加,果皮褐变加深,但褐变指数变化不大(图 2)。相关分析表明,果皮褐变指数与果皮失水率呈极显著正相关,与贮藏时间呈显著正相关,相关系数分别为 $r_1 = 0.9566 (P < 0.01)$, $r_2 = 0.8468 (P < 0.05)$ 。上述结果说明龙眼果皮褐变不是简单的由果皮失水率多少所决定,而要取决于贮藏时间和失水多少的两者相互作用。

2.3 包装对果实失重和果皮褐变的影响

无包装的龙眼果实极易失水、失重和果皮褐变,用 0.015 mm 厚的聚乙烯薄膜袋包装能有效地控制龙眼果实的失水、失重,与对照组无包装间存在极显著 ($P < 0.01$) 差异,因而可显著减少龙眼果皮褐变(图 2, 3),延长保鲜贮藏期。

2.4 果皮结构观察结果

2.4.1 果皮外表面

用肉眼观察,成熟福眼龙眼果皮外表面为黄褐色,果皮较平滑,龟状纹不明显,放射纹无,瘤状突起

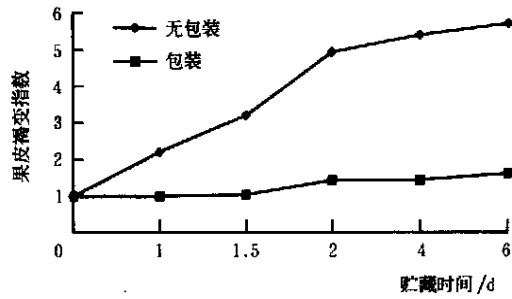


图 2 包装对贮藏龙眼果实果皮褐变指数的影响
Fig 2 Effect of packaging on pericarp browning index of longan fruit during storage at (10 ± 1)℃ 50% RH

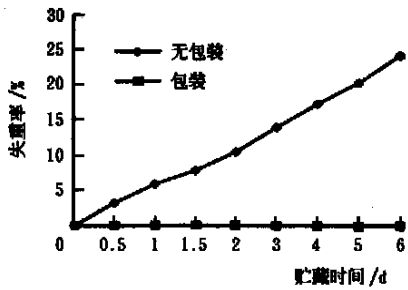


图 3 包装对贮藏龙眼果实失重率的影响

Fig 3 Effect of packaging on weight loss of longan fruit during storage at (10 ± 1) 50% RH

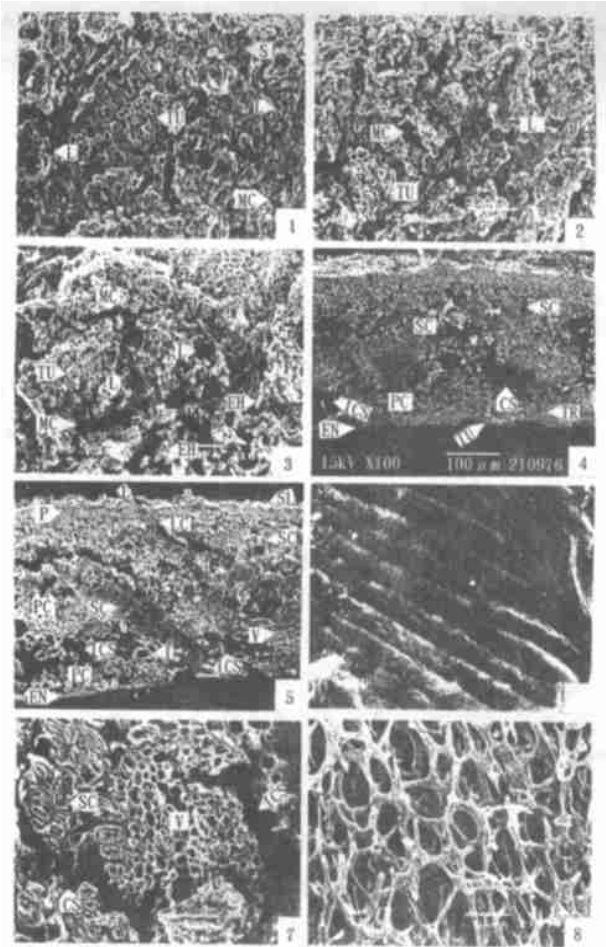
不明显^[7]。电镜下观察到果皮外表面一束束的瘤状突, 瘤状突高低不一, 束与束之间犹如深沟环绕, 其形态似重叠的贝壳内面朝上(图 4 1~ 4 3); 覆盖在果皮外表面的栓质少, 有的部位无, 未形成连续的表面栓质层(图 4 1, 4 2)。果皮外表面常出现长宽大致为(10~ 330) Lm × (2~ 60) Lm 的微裂口(图 4 1~ 4 3), 且微裂口间相互交错连接(图 4 2, 4 3); 果皮外表面还有许多形状、大小不同的皮孔(图 4 1~ 4 3)。此外, 在外果皮表面还观察到量少且排列疏松的表皮毛(图 4 3)。这种微裂口、皮孔和表皮毛是肉眼难以看到的。

2 4 2 果皮横切面

龙眼果皮可分为外果皮、中果皮和内果皮三层, 外果皮与中果皮难以分开, 内果皮与中果皮易分开^[7]。外果皮的周皮层由若干层叠生的扁平细胞组成, 周皮层薄, 覆盖在周皮层表面的栓质层薄且不连续(图 4 4, 4 5); 周皮层下的少量内层细胞尚含叶绿体。

中果皮主要由基本组织的薄壁细胞、石细胞和维管束组成, 无明显的栅栏组织。中果皮靠内大都由排列疏松的管状薄壁细胞组成, 个别尚有异细胞和横条薄壁细胞, 具有较大的胞间隙和胞间腔, 是海绵组织的主体; 中果皮中部和靠近外果皮的薄壁细胞排列比海绵组织紧密, 胞间隙和胞间腔也较小(图 4 4, 4 5)。中果皮的石细胞少而分散, 主要分布在中果皮外侧 103 处, 中部也有少量分布; 石细胞间隙多、空隙大, 但大小不均(图 4 4, 4 5)。维管束是果皮内的输导组织, 分布于中果皮近内侧(图 4 5)。有的横切面还可看到外果皮上明显的皮孔通道与中果皮组织细胞隙相通(图 4 5)。

龙眼内果皮, 即果皮的内表皮, 位于果皮的最内层, 是紧贴中果皮最内的一层膜, 该膜很薄, 具有一层排列紧密但不整齐的表皮细胞, 外向壁略厚且覆盖角蜡质层(图 4 4, 4 5); 个别也有似瘤状突起(图 4 4)。



1~ 3 外果皮表面(200 ×) TU: 瘤状突 S: 栓质 MC: 微裂口 L: 皮孔 EH: 表皮毛 4~ 5 果皮横切面(100 ×) P: 周皮 SL: 栓质层 PC: 薄壁细胞 E 异细胞 TR: 横条薄壁细胞 IC: 胞间隙 SC: 石细胞 V: 维管束 L: 皮孔 LC: 皮孔通道 EN: 内果皮 TU: 瘤状突 6 果皮内表面的角蜡质层(1500 ×) 7 果蒂横切面(500 ×) V: 维管束 SC: 石细胞 IC: 胞间隙 8 果蒂横切面的通气组织(200 ×)

图 4 龙眼果皮显微结构

Fig 4 Microstructure of longan fruit pericarp

2 4 3 果皮内表面

肉眼可见龙眼果皮内表面白色, 呈光滑的膜状, 有波状条纹突起和呈颗粒状的瘤状突。但果皮内表面不同部位的波状条纹排列、分枝及突起程度不同, 波状条纹从连接果蒂的果实基部(即果肩)到果实顶部(即果顶)呈现出规律性的变化, 即果蒂四周辐射出放射状的波状条纹从果肩引伸到果顶, 且分枝逐渐增加, 波状条纹从排列较密, 粗且明显突起逐渐变成排列疏松、细且突起不明显。从果皮内表面看到的这种波状条纹突起实际上是分布于中果皮内侧的维管束。经超微结构观察, 内果皮表面的角质和蜡质呈整齐的条状, 并平行排列成带(图 4 6)。

2 4 4 果蒂部的结构

龙眼果蒂由维管束、石细胞和薄壁组织组成。维

管束较多集中在果蒂的中部,其周围有石细胞,细胞间隙多而大(图 4 7);果蒂部位中的薄壁组织细胞间隙非常发达,形成大的气腔,或互相贯通成气道,呈现出蜂巢状结构(图 4 8),属于薄壁组织的通气组织。

3 讨 论

3.1 成熟龙眼果实外果皮表面主色为褐色的原因

龙眼果皮由心皮膨大为子房壁发育而成,果实成熟时干缩成革质果皮并分为外果皮、中果皮和内果皮 3 层,外果皮表面主色为褐色^[7]。早期果皮(即子房壁)的构造与叶片相似,内、外表面都有一层表皮。外果皮上常有气孔和细小的表皮毛,外果皮表面的龟裂片上有明显的瘤状突^[8,9],表皮细胞一层,外有薄角质,内层细胞有叶绿体,故果皮呈现绿色。在龙眼果实发育和成熟过程中,果皮由青绿色转变成主色为褐色,这与龙眼果实成熟过程中果皮色素物质的变化如叶绿素减少、红色素增加^[9]及类胡萝卜素含量上升水平相关;更与龙眼果实发育过程中周皮和栓质层的形成有关。许多植物在其继续生长过程中,根、茎、块根、块茎和某些果实外面的表皮,因增粗生长或受机械损伤而剥落,从内侧再产生次生保护组织——木栓层^[5,8,10]。木栓层的木栓细胞在成熟后细胞壁形成褐色或黄色^[10],如木薯块根表面黄褐色的薄层和某些苹果品种具赤褐色果皮,均是木栓组织^[8,11];苹果果锈的形成是由于果实表皮破裂,形成木栓形成层,分生出木栓细胞,从而呈现锈褐色^[12]。因此,可以认为,成熟龙眼果实的外果皮表面主色为褐色,是龙眼果实发育过程中,为适应果实的长大和果肉增厚挤撑果皮,使果皮由厚变薄,表皮剥落而形成周皮和栓质层的次生保护组织,在果实成熟时则形成褐色。这可从柯冠武等^[9]对东壁龙眼发育和成熟过程中果皮的表皮毛由浓密到稀疏,成熟时脱落;果皮则转为黄褐色的观察得到证实。

3.2 龙眼果实内果皮比外果皮更容易褐变的原因

龙眼果实内果皮比外果皮更容易产生褐变,并以果皮内表面褐变面积大小作为龙眼果皮的褐变指标^[13],这与内果皮总酚和类黄酮含量高于外果皮有关^[13],更与果皮的细胞组织结构特点相关。外果皮由周皮和栓质层组成,石细胞主要分布在靠近外果皮的中果皮即中果皮外侧(图版:4,5)。由于构成周皮的外层——木栓层的木栓细胞成熟后死亡,壁上强烈栓质化^[10],构成栓质层的木栓质是一种脂肪性物质^[5,10];而石细胞通常原生质体已消失,成为仅具坚硬细胞壁的死细胞^[8]。因此外果皮不容易褐变。而龙眼中果皮的中部和内部大都由排列疏松的基本组

织薄壁细胞组成,内果皮由表皮细胞组成(图版:4,5),这些细胞均是活细胞,含有酚类物质和酚酶,因而内果皮比外果皮更易褐变。

3.3 龙眼果皮微细结构与果实耐贮性的关系

果实果皮尤其是外果皮组织结构是它对病原物的第一道防线,与果实采后生理、耐藏性和抗病性密切相关。存在于植物体表面的次生保护组织——周皮和栓质层,可防止水分过度散失和抵抗外界病虫害的作用^[5,8]。本研究观察发现,福眼龙眼外果皮周皮层薄,覆盖在外果皮表面的栓质少,有的部位无,未形成连续的栓质层,没有起到保护层的作用;外果皮表面瘤状凹凸不平,容易聚集脏物,同时增大了体表的总面积,加大了水分散失的面积;外果皮表面出现许多相互连接的微裂口(图版:3)和许多形状、大小不同的皮孔(图版:1~3),且皮孔通道与中果皮组织细胞间隙相通(图版:5);中果皮的薄壁组织细胞和石细胞间隙多、空隙大(图版:4,5)。这些结构使龙眼采后果皮容易失水引起果皮褐变(图 1,2),而且使病原微生物容易侵染引起龙眼果实腐烂。

资料表明,在整个果实中,果蒂部位的呼吸和蒸腾作用最强,也是最容易病原微生物和虫害侵袭的部位^[4]。龙眼果蒂的维管束在果实采收前给果实输送营养物质和水分,当果实采收后,输送功能停止;相反,果实采收后这一结构在果实的贮藏中代谢作用最强,消耗的能量和水分最大^[4]。这与果蒂输导组织多,细胞间隙大及果蒂部位通气组织中大的气腔和气道内蓄积大量空气(图版:7,8),有利于呼吸时气体的交换有关^[8]。同时,由于果蒂部位细胞排列疏松、胞间隙大(图版:7,8),利于病虫害如龙眼酸腐病、龙眼蛀蒂虫入侵^[7],是龙眼容易腐烂的部位。

龙眼果实失水主要发生在果皮而不是果肉(图 1)。这是由于龙眼果皮与果肉分离,两者之间无输导组织连结^[7];同时由于内果皮(即果膜)对果肉及果核中水分向果皮迁移的抑制力很强^[14],这与龙眼果皮结构有关,即内果皮表皮细胞排列紧密,外向壁略厚且覆盖角蜡质层(图版:4,5),该角蜡质层在减少果肉失水,保持果内环境等方面有积极意义^[5]。因此,果肉的水分只能通过果蒂部位或亲水性的内果皮细胞壁渗透到果皮中,或病原菌侵入后将果皮细胞壁破坏溶解后,果肉细胞的水分方能释放出来^[4]。

综上所述,龙眼果皮结构与采后果实失水、果皮褐变和病虫害引起的果实腐烂等保鲜贮藏特性密切相关。在龙眼保鲜贮运实践上,常在果实表面涂可食性涂膜剂以形成一层保护膜^[1,2],或用薄膜袋包装,以减少采后失水、抑制果皮褐变、延长果实保鲜期和货架期^[2,3];用适当的防腐保鲜剂处理,即可达

到杀菌或抑菌作用, 防止病原微生物侵染引起果实腐烂^[2]。此外, 为了保持贮藏龙眼果实果蒂部位新鲜, 减少果实掉粒及果蒂部病虫害的侵害, 生产上还要求供贮藏的龙眼果实应适期采收, 果实应带枝条而不是剪粒包装贮藏。

[参 考 文 献]

- [1] Jiang Y M, Li Y B. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit[J]. Food Chemistry, 2001, 73: 139~ 143
- [2] 林河通, 席玛芳, 陈绍军等. 龙眼采后生理和病理及贮运技术研究进展[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1): 185 ~ 190
- [3] Lin Hetong, Chen S J, Chen J Q, et al. Current situation and advances in postharvest storage and transportation technologies of longan fruit[J]. Acta Horticulturae, 2001, 558: 343~ 351.
- [4] Lin Hetong, Chen S J, Hong Q Z. A study of the shelf life of cold stored longan fruit[J]. Acta Horticulturae, 2001, 558: 353~ 357.
- [5] 潘洵操, 谢宝贵. 荔枝果皮结构与果实耐藏性能关系的探讨[J]. 广西植物, 1997, 17(1): 79~ 84
- [6] 张维一. 果蔬采后生理学[M]. 北京: 农业出版社, 1993. 41~ 45, 127~ 133, 181~ 185
- [7] Underhill S J R, Simons D H. Lychee pericarp desiccation and the importance of postharvest microcracking. Scientia Horticulturae, 1993, 54: 287~ 294

- [8] 邱武陵, 章恢志. 中国果树志·龙眼、枇杷卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996. 19~ 20, 34~ 37, 47~ 48
- [9] 李扬汉. 植物学[M]. 第2版. 上海: 上海科学技术出版社, 1984. 65~ 85, 166, 208
- [10] 柯冠武, 王长春, 黄进华. 龙眼假种皮的发生和果实的个体发育[J]. 福建省农科院学报, 1992, 7(1): 22~ 26
- [11] 李正理, 张新英. 植物解剖学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1983. 99~ 113
- [12] E. G. 卡特. 李正理译. 植物解剖学(试验与解说)(下册)[M]. 北京: 科学出版社, 1976. 286~ 287.
- [13] 华南农业大学. 果树栽培学各论(南方本)[M]. 第2版. 北京: 农业出版社, 1993. 325
- [14] 许秀谈, 黄金松, 郑少泉等. 熏硫对采后龙眼果皮褐变的作用及脱硫效应[J]. 福建农业学报, 1999, 14(1): 34~ 39
- [15] Zhao H H, Li C Y, Guan Z J. Experiment and research on drying characteristics of lychee[A]. In: Li S R, Feng B Y, Sheng Z C, et al. (Eds). Proceedings of 1997 Beijing International Symposium on Food Processing and Packaging Technology[C]. Beijing: China Machine Press, 1997. 123, 238~ 242

Observation on Pericarp Ultrastructure by Scanning Electron Microscope and Its Relation to Keeping Quality of Longan Fruit

Lin Hetong^{1,2}, Chen Shaojun², Xi Yufang¹, Guo Suzhi³

(1. Department of Food Science and Nutrition, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China;

2. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 35002, China;

3. Department of Electron Microscopy, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 35002, China)

Abstract: Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit is extremely undurable for storage, easy to water loss, browning and decay after harvest. When "Fuyan" longans stored for one day at (10 ± 1) and 50% RH, fruit weight loss was 5.84%, pericarp water loss 13.59%, and pericarp began browning. When longans were stored for 2 days, fruit weight loss was 10.37%, pericarp water loss 26.40%, and pericarp browning occurrence was almost complete. Fruit weight loss rate and pericarp water loss rate both positively correlated with pericarp browning index significantly ($P < 0.01$). Water loss by longan fruit was mainly from the pericarp rather than the aril (pulp). Fruit weight loss and pericarp browning were significantly decreased ($P < 0.01$) by polyethylene film bag (0.015 mm thick) sealed packing. Pericarp structure of longan fruit was observed by scanning electron microscope. It was found that the pericarp was organised with exocarp, mesocarp and endocarp. Skin layer in the exocarp was thin. Undeveloped subrin and incomplete subrin layer, a lot of microcracks with mutual connection, many lenticels with different shapes and sizes appeared on the surface of exocarp. The lenticel ducts connected with the interstices between cells in the mesocarp, which were large and presented in great numbers. Longan fruit stalk was organised by vascular bundle, stone cell and ventilating tissue, which were large cell interstices and intercellular cavity. These microstructures of longan pericarp were facilitated to postharvest fruit water loss, pericarp browning and pathogens infection, which caused poor storability and low resistant to diseases of fruit. The anatomical reasons for the main color (brown) of longan exocarp surface and easier browning in endocarp than in exocarp of the fruit, the relationship between pericarp structure and fresh keeping of longan fruit were discussed.

Key words: longan; fruit; pericarp ultrastructure; scanning electron microscope; keeping quality