

## ‘黄金梨’果肉硬化症的果实显微结构观察

于立娜, 王然, 原永兵, 刘成连, 马春晖\*

青岛农业大学园林园艺学院, 山东青岛 266109

**摘要:** 本文以‘黄金梨’硬化症病果和正常果为试材, 采用常规的石蜡切片法, 比较了硬化症病果果肩部(SE)、果顶部(CE)以及正常果果肩部(CKSE)和果顶部(CKCE)的表皮及果肉的解剖结构差异。结果表明, CKSE和CKCE的角质层薄, 随表皮细胞的生长出现不同程度的起伏, 单宁细胞层平均为3~4层; SE和CE的角质层和单宁细胞层细胞相对较厚。‘黄金梨’的表皮层和单宁细胞层细胞的横径长度均大于纵径, 但CE和SE的纵/横比值均高于CKSE和CKCE, 说明病果的细胞形状发生了变化, 逐渐接近于圆形或椭圆形, 尤其是硬化症症状严重的果顶部。果肉硬度大小依次是CE>SE>CKSE>CKCE; CKCE、CKSE和SE果肉中石细胞团直径较CE大; CKSE和CKCE的团围薄壁细胞的长度比SE和CE的长。

**关键词:** ‘黄金梨’; 果肉硬化症; 表皮; 石细胞

## Observation of the Flesh Microstructure for Hard-End Disorder of ‘Whangkeumbae’ Pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai)

YU Li-Na, WANG Ran, YUAN Yong-Bing, LIU Cheng-Lian, MA Chun-Hui\*

College of Landscape and Horticulture, Qingdao Agriculture University, Qingdao, Shandong 266109, China

**Abstract:** The experiment was carried out in ‘Whangkeumbae’ pear fruits with or without hard-end disorder. The differences of fruit pericarp and flesh microstructure were compared between stem end (SE) or calyx end (CE) in hard-end disorder fruits and stem end (CKSE) or calyx end (CKCE) in normal fruits by using paraffin section method. The results showed that the corneous layer in CKSE and CKCE, which was variation as the fruit growth, was thinner than in CE and SE. There were 3–4 tannin layers in CKSE and CKCE. However, there were thicker corneous layer cells and tannin layer cells in CE and SE compared to CKCE and CKSE. Horizontal diameter length of epidermis and corneous layer cells were greater than vertical diameter length in ‘Whangkeumbae’ pear, but the ratio of vertical and horizontal diameter in CE and SE were higher than CKCE and CKSE. The results indicated that the shape of fruit cells with hard-end disorder gradually changed to round or oval, and the symptom in CE was especially obvious. The hardness order is CE>SE>CKCE>CKSE. Diameters of sclereid group of CKCE, CKSE and SE were bigger than CE. The parenchyma cells surround regiment of CKSE and CKCE were longer compared to SE and CE.

**Key words:** ‘Whangkeumbae’ pear; hard-end disorder; pericarp; stone cells

‘黄金梨’属砂梨系统, 为韩国园艺试验场罗州支场金正浩以‘新高’和‘二十世纪’为亲本于1967年杂交, 1981年选出并命名, 是韩国育成的优良绿皮梨品种(李秀根 2003)。但是近几年来, 由于‘黄金梨’果肉硬化症的危害, 果实品质下降, 严重影响了‘黄金梨’的发展。

目前, 国内对于该病的研究很少, 在‘黄金梨’、‘砀山酥梨’等梨品种中有过类似报道。刘小阳等(2008)介绍‘砀山酥梨’病果的石细胞含量和有机酸明显高于正常果, 但是可溶性糖、维生素C含量、糖酸比均低于正常果。宫美英等(2008)认为脱萼对‘黄金梨’铁头病有一定的影响。关于该病

的切片研究国内尚未见报道, 在日本仅有对西洋梨的相关报道(山本隆儀 1985)。

本文以‘黄金梨’为试材, 采用常规的石蜡切片法, 研究了正常果和硬化症病果果肩部与果顶部的表皮及果肉解剖结构的差异, 为进一步研究果肉硬化症的发病原因提供参考。

收稿 2010-03-03 修定 2010-05-05

资助 山东省自然科学基金(Y2007D64)和国家现代农业(梨)产业技术体系建设专项(nycyt-x-29-06)。

\* 通讯作者 (E-mail: machunhui2000@yahoo.com.cn; Tel: 0532-86080741)。

## 材料与方法

2009年8月24日在山东龙口徐福镇北乡城村的‘黄金梨’果园采集‘黄金梨’(*Pyrus pyrifolia* Nakai cv. *Whangkeumbae*)的硬化症病果和正常果做试材,均为套袋的成熟果实。该果园株行距4 m×1.5 m,树龄为9年生,基础为杜梨。

选取‘黄金梨’果肉硬化症病果和‘黄金梨’正常果各3个,首先用HHP-2001型果实硬度计进行硬度的测定(单位: kg·cm<sup>-2</sup>)。测定方法为: 分别在每个果实顶部的近萼洼处和果肩部的近果柄处选取4个对称点,测定去皮硬度,硬度为12个值的平均值。然后在病果的果肩部(stem end, SE)和果顶

部(calyx end, CE)以及正常果的果肩部(CKSE)和果顶部(CKCE)依次取大小约为1 cm×0.5 cm×0.5 cm的带果皮的果肉小块。样品用FAA固定液固定,常规石蜡法制片,切片厚度为8~10 μm,番红-固绿双重染色,中性树胶封片,在显微镜下观察测量果皮的角质层、团围薄壁细胞的厚度以及表皮细胞和单宁细胞的纵径、横径的长度,并进行显微拍照。结果用Excel进行数据分析。

## 实验结果

### 1 表皮结构观察

观察表皮结构(图1-A~D; 表1)显示,在表皮细胞的外围均有明显的角质膜,但是CKSE和CKCE

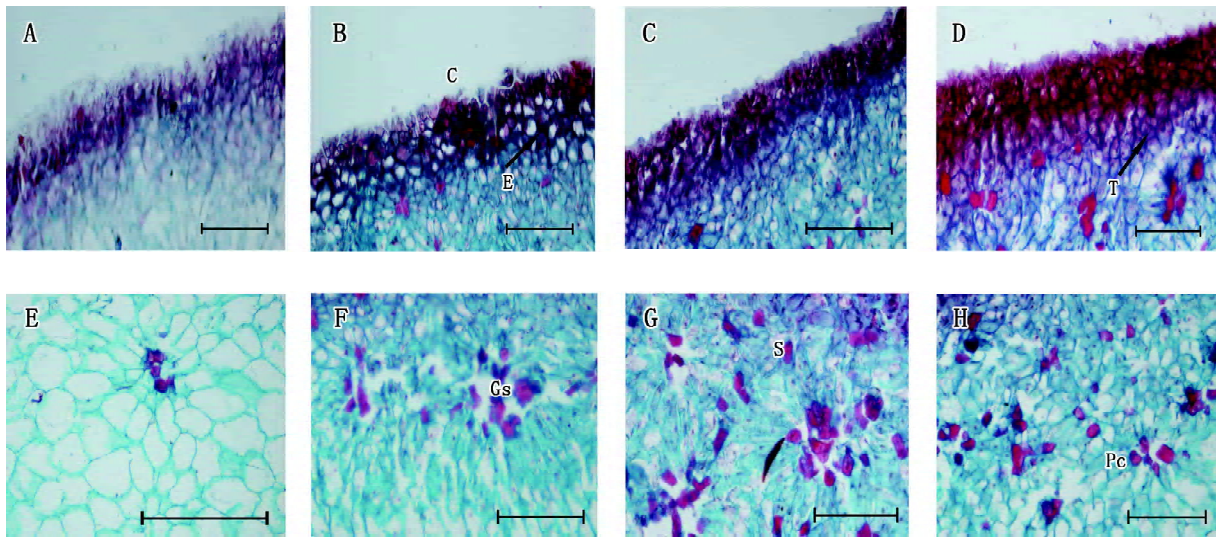


图1 ‘黄金梨’的显微观察

Fig.1 Microstructure observation of ‘Whangkeumbae’ fruits

A: 正常果果肩部表皮; B: 正常果果顶部表皮; C: 病果果肩部表皮; D: 病果果顶部表皮; E: 正常果果肩部果肉的石细胞群; F: 正常果果顶部果肉的石细胞群; G: 病果果肩部果肉的石细胞群; H: 病果果顶部果肉的石细胞群。以上各图×100, 标尺=200 μm。图中缩略语如下, C: 角质; E: 表皮细胞; T: 单宁细胞; Gs: 石细胞团; S: 石细胞; Pc: 团围薄壁细胞。

表1 ‘黄金梨’果实表皮结构的差异

Table 1 Difference of pericarp structure in the ‘Whangkeumbae’

类型	角质层厚度/μm	表皮细胞			单宁细胞			
		纵径/μm	横径/μm	纵/横	纵径/μm	横径/μm	纵/横	层数
SE	9.90	14.06	22.98	0.62	10.79	18.80	0.57	4~6
CE	10.79	12.91	14.37	0.90	11.58	19.64	0.59	4~6
CKSE	7.75	14.20	24.85	0.57	16.01	29.65	0.54	3~4
CKCE	7.78	12.27	21.23	0.54	14.90	33.50	0.44	3~4

的角质层薄,随表皮细胞的生长出现不同程度的起伏,平均厚度分别为 7.75  $\mu\text{m}$  和 7.78  $\mu\text{m}$ ; SE 和 CE 的角质层厚,平均厚度分别为 9.90  $\mu\text{m}$  和 10.79  $\mu\text{m}$ 。通过测定纵径和横径显示,‘黄金梨’的表皮层和单宁细胞层细胞的横径均大于纵径,但测定纵/横的比值显示,病果的果顶部和果肩部均高于正常果,说明病果的细胞形状发生了变化,逐渐接近于圆形或椭圆形,尤其是硬化症症状严重的果顶部。表皮层细胞纵径的大小依次是 CKSE>SE>CE>CKCE,横径的大小依次是 CKSE>SE>CKCE>CE。在表皮层下有数层排列紧密的细胞,细胞内含有大量的单宁类物质,染色较深,呈紫红色。CKSE 和 CKCE 单宁细胞层细胞为 3~4 层,而 SE 和 CE 的单

宁细胞层细胞为 4~6 层,明显多于正常果。

## 2 果肉结构观察

测定去皮硬度显示,CE 的硬度最大,为 10.76  $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ ; CKSE 的硬度最小,为 4.69  $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ 。观察近果皮处果肉结构显示(图 1-E~H; 表 2), SE 果肉中石细胞团直径较大,为(66.65 $\pm$ 0.150)  $\mu\text{m}$ ,石细胞含量明显多于 CKCE, CE 果肉中石细胞团小、密集且多数单个存在(图 1-H)。CKSE 和 CKCE 的团围薄壁细胞较长,分别为(74.48 $\pm$ 0.113)  $\mu\text{m}$  和(79.73 $\pm$ 0.075)  $\mu\text{m}$ ,而 SE 和 CE 的团围薄壁细胞相对较短,分别为(48.84 $\pm$ 0.098)  $\mu\text{m}$  和(34.74 $\pm$ 0.048)  $\mu\text{m}$  (表 2)。

表 2 ‘黄金梨’果肉结构的差异

Table 2 Difference of flesh structure in the ‘Whangkeumbae’

类型	硬度 / $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$	石细胞团直径 / $\mu\text{m}$	团围薄壁细胞长度 / $\mu\text{m}$
SE	7.94	66.65 $\pm$ 0.150	48.84 $\pm$ 0.098
CE	10.76	41.84 $\pm$ 0.076	34.74 $\pm$ 0.048
CKSE	4.69	63.01 $\pm$ 0.071	74.48 $\pm$ 0.113
CKCE	4.78	62.95 $\pm$ 0.136	79.73 $\pm$ 0.075

## 讨 论

梨果肉硬化症是一种生理性病害,该病害在我国发现晚,研究较少,其发病症状表现为:危害区域集中于果实中线到果顶部位之间,靠近果顶部发病重;从外观色泽来看,病部果皮色泽与其他部位形成明显的色差,正常部黄白色,病部浅绿色;从外观形状来看,病果顶部与正常果相比果顶部呈锥状突出(图 2)。果实用刀削皮和切入阻力大,口感品质差,出现果肉硬化现象,在山东胶东半岛,随着该品种的大量结果,树龄的增加,发病率急剧增加。

目前,陶世蓉(2000)、李治梅等(2006)认为角质膜厚度、表皮层和单宁细胞层的结构与梨果实品质有一定关系。本次试验中,病果的角质层明显加厚,由于果实的气体交换主要通过角质层,它能防止水分的过分散失,减轻气体交换,抑制果实呼吸作用的进行,因此,病果的代谢状况要比正常果弱,这可能也是造成病果果品质量下降的原因之一。通过测定纵径和横径显示,‘黄金梨’的表皮

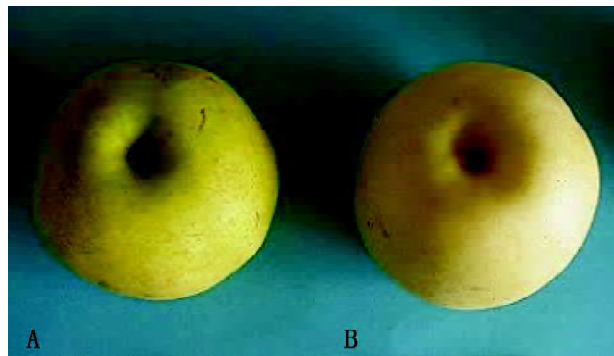


图 2 ‘黄金梨’正常果和果肉硬化症的果实

Fig.2 ‘Whangkeumbae’ fruits and hard-end disorder fruits

A: 硬化症病果; B: 正常果。

层和单宁细胞层细胞的横径均大于纵径,与李治梅等(2006)的实验结果相一致。但测定纵/横的比值发现,无论是病果的果顶部还是果肩部均高于正常果,说明病果的细胞形状发生了变化,逐渐接近于圆形或椭圆形,尤其是硬化症症状严重的果顶部。

硬化症病果果实中石细胞含量多,因此其硬度

明显高于正常果。硬化症病果果肩的石细胞团直径与正常果的差异不显著,而硬化症病果的果顶部比正常果低 33.53%,这表明‘黄金梨’病果果顶部的石细胞体积减小,数量增多,从显微图片(图1-H)中也能观察到这一明显现象。聂敬全等(2009)认为在梨果实发育过程中,石细胞的含量是先增加后下降。因此,硬化症病果果实的石细胞含量可能停止在“增加”这一阶段。

据顾模等(1989)介绍,围绕梨果石细胞团周围呈放射状长椭圆或长条形分布的薄壁细胞,似菊花瓣状,叫团围薄壁细胞,在团围薄壁细胞之间有呈多边形的薄壁细胞叫团间薄壁细胞,团围薄壁细胞和团间薄壁细胞共同影响果实品质。陶世蓉(2000)认为,梨果实品质与团围薄壁细胞结构有关。本试验中,硬化症病果的果顶和果肩部,其团围薄壁细胞都比正常果的果顶部短,食用时感觉石细胞明显,可能也是影响病果果实质量下降的原因之一。

## 参考文献

- 宫美英,王盛,纪永强,宋勇毅(2008). PBO对黄金梨脱萼效果的试验初报. 山西果树, 3 (2): 13~14
- 顾模,林凤起,张冰冰(1989). 梨果肉结构的解剖研究. 中国果树, (4): 32~34
- 李秀根(2003). 红皮梨高效栽培与加工利用. 北京: 中国农业出版社, 8~10
- 李治梅,张玉星,许建锋,赵慧芹(2006). 鸭梨、黄金梨果实结构与耐贮性的关系. 果树学报, 23 (1): 108~110
- 刘小阳,付金沐,高贵珍(2008). 石细胞与石果病. 安徽农业科学, 36 (2): 632~633
- 陶世蓉(2000). 梨果实结构与耐贮性及品质关系的研究. 西北植物学报, 20 (4): 544~548
- 聂敬全,蔡永萍,张士鸿,林毅,徐义流,张金云(2009). 砀山酥梨果实石细胞与薄壁细胞发育关系的解剖学研究. 园艺学报, 36 (8): 1209~1214
- 山本隆儀(1985). セイヨウナシ“パートルット”の Hard end (石ナシ)発生果肉組織の特徴について. 山形大學紀要(農學), 9 (4): 533~563