

文章编号:1000-582X(2006)05-0064-05

## 柑橘果皮生理性病变的发生与控制\*

高雪<sup>1</sup>,李正国<sup>1</sup>,杨迎伍<sup>1</sup>,Angelos K. Kanellis<sup>2</sup>

(重庆大学 1. 生物工程学院,基因工程中心,教育部生物力学与组织工程重点实验室,重庆 400030;  
2. Dept. of Pharmaceutical Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece)

**摘要:**对柑橘发生的几种常见生理性果皮病变,包括褐斑病、油斑病、果斑等做了简要综述;描述了其在田间和采后的主要病征;对发病机制、影响因素以及各病变间的相互联系与区别进行了阐述;对具体病变的现有控制措施做了细致归纳;为规范柑橘果皮生理性病变的分类,明确发病机理,研究有效的控制及防治措施等提供参考。

**关键词:**柑橘果皮;生理性病变;发生;控制

**中图分类号:**S661.1

**文献标识码:**A

柑橘(*Citrus L.*)是世界上主要水果之一,年总产量超过1亿吨,约占世界水果总产量的25%,年贸易额约为65亿美元,仅次于小麦和玉米,为第三大国际贸易农产品。中国是柑橘原产地之一,已有4000多年栽培历史,品种资源丰富。我国柑橘形成了许多品种(品系),可分为柑类、橘类、橙类、柠檬类和柚类,如宽皮橘类的温州蜜柑就有100多个品系。中国柑橘主产于四川、重庆、广东、广西、浙江、湖南、湖北、福建、江西、台湾、贵州、云南等地。目前中国柑橘种植面积达130多万公顷,居世界第1位,年产量达1000多万吨,仅次于巴西和美国,居世界第3位。

柑橘果实色、香、味均优,果汁丰富,风味优美,鲜食加工俱宜,除含糖分、有机酸、矿物质外,还富含维生素和甙类物质,营养价值较高。柑橘果实除鲜食外,还广泛用于果汁加工,提取香精油、果胶等物质。种子富含维生素E,并可榨油和提取蛋白粉。柑橘中不少品种还是优良的中药材原料。

果实在发育或贮藏过程中出现的非侵染性病害,称为果实生理失调(或生理病害),它是果实对环境胁迫和生理胁迫的一种反应,除引起果实内、外品质大幅度下降外,还可导致微生物二次感染引起腐烂,使果实丧失商品价值。由于各种生理失调引起的柑橘果皮病变主要表现为油胞凸出或破坏、周围果皮组织下

陷成斑,随时间延长病斑面积扩大、颜色变深至褐色、黑色。果皮病变极大地降低果实的感官品质,且病斑处易受病原菌侵染而使果实变味腐烂。

果皮病变不仅在果实采后,田间也有发病。据调查,在不同果园间或同一果园不同年份之间,果皮病发生率变化较大。而发病率和发病状况因品种不同而异,如Navelate(脐橙品种)在田间和采后贮藏中均易发病,而Navelina(脐橙品种)在采后非冷害温度下易发病斑<sup>[1]</sup>。另据笔者调查发现,重庆地区栽种的奉节脐橙果皮病变发生较严重,仅田间轻微病变果就达近50%,表现为产生不规则的病斑,发病部果面颜色变浅,采后病变进一步加重、扩大并褐变,发病率一般可达70%左右。除脐橙外,重庆地区的长寿夏橙、江津锦橙等其它柑橘品种均易发生类似的果皮病变。果实采后表现出的果皮病变症状可能由多种因素造成,很难将其归因于某一特定因素。柑橘果皮病变可能是由于冷害<sup>[2]</sup>、水分胁迫<sup>[3]</sup>,以及果实内部气体水平变化<sup>[4]</sup>、机械损伤、果树矿质元素等多种因素造成的,目前尚无定论。根据主要症状以及品种的不同,果皮病表现并不完全相同,对于发病的生理机制多有争论,对不同柑橘品种发生的果皮病变之间有何相互联系尚不清楚。文中就柑橘果皮病变的发生机制及控制措施作一简要综述。

\* 收稿日期:2005-12-23

基金项目:重庆大学研究生创新实践基地科技创新基金项目(2005 04 Y 1A0020110);重庆市科委攻关项目(03-8001);中国-希腊政府间科技合作项目(2003-63)。

作者简介:高雪(1973-),女,重庆人,重庆大学博士研究生,主要从事植物分子生物学、食品生物技术的研究。

## 1 冷害(Chilling Injury, CI)引起的果皮病变

温度是影响果实代谢水平、水分散失和病原微生物繁殖与侵染的重要因子.冷害是果实遭受低温损伤时的一种生理反应.柑橘属低温敏感型果品,大多数柑橘类果实对低温贮藏条件都较敏感,在较低温度下稍长时间就容易引起冷害,发生采后生理失调.冷害引起的果皮病变症状为:油胞破裂、果皮下陷,病斑处逐渐褐变、坏死.不同柑橘品种对低温的耐受性不同,一般当温度低于该品种的冷害温度,持续2~3个星期以上就会发生这种病变.冷害除导致表皮细胞干缩和油胞损伤外,更多的是引起水肿、枯水等次生生理失调的发生,出现冷害并合症<sup>[5]</sup>.关于冷害的机理,主要认为与遭受冷害时呼吸强度增大和膜损伤有关.低温导致果实组织细胞膜相变,从而引起膜伤害和电解质泄漏率的增加在许多水果上得到验证<sup>[6]</sup>.有研究发现低温(1℃)增加了柠檬果皮中d-柠檬烯(d-limonene)的释放,而该物质是柠檬桔皮油的主要成分,从而造成周围果皮组织的氧化破坏<sup>[7]</sup>.

影响这种果皮病变的因素主要有贮藏环境的温度、品种和采收成熟度等.不同品种的冷害发生温度和症状各不相同<sup>[8]</sup>.柠檬类对低温最敏感,贮藏适温为12~14℃,低于9℃就会发生冷害,油胞层发生干疤,囊瓣膜或心皮壁褐变,果实水肿.而桔类、橙类较耐低温,甜橙类贮藏适温为3~5℃,低于此温度就发生冷害,果皮出现褐斑、干疤.早熟品种较晚熟品种易受冷害,损伤果受冷害的危害更大,而果实成熟度越高越易遭受冷害.

为控制该病变的发生,应严格控制采收期,避免柑橘果实在冷害温度下进行贮藏运输.热处理可以减轻果实采后冷害的发生,这在许多果蔬如桃、黄瓜、甜椒等中都得到证明<sup>[9-11]</sup>.采用间歇升温或高温预贮等处理可减轻柑橘果实的冷害,如柠檬、葡萄柚采后先于10℃贮藏2~3星期后再采用较低温如5℃贮藏<sup>[7,12]</sup>;温州蜜柑和哈姆林甜橙采后于20℃预处理3天结合低温(5℃)包膜贮藏能较好地改善果实的外观品质,延长果实的贮藏期<sup>[13]</sup>;采用53℃热水浸泡果实2min或60℃热水刷洗30s可以诱导葡萄柚对冷害的耐受性,减少腐烂,并且对果实的失重、果色、总可溶性固形物以及酸含量等指标无不良影响<sup>[14]</sup>.

## 2 褐斑病(Pitting, Brown Spot, Brown Stains)

柑橘果实褐斑病,是柑橘果实贮藏期普遍发生的生理失调.甜橙类果实长期贮藏中发病率为20%~

50%,有时高达90%.果实采后多在贮藏中期至后期发生褐斑病,而打蜡果更易发病,通常打蜡后2周是该病的高发期<sup>[15-16]</sup>.发病初期仅在果皮油胞层产生圆点状浅褐色革质斑点,之后颜色变深为青铜色、褐色至黑色,斑点扩大形成不规则斑块,严重时深达白皮层甚至果肉,发病果易受霉菌感染引起腐烂,使果实产生异味.褐斑病病斑类型多样,从外观特征可分为蒂缘凹陷、蒂缘扩散、网状片状、块状、点状和木栓状7类.有研究对上述7类褐斑分别作病原菌分离和培养鉴定表明:网状、片状和点状3种类型均无病菌,是生理型褐斑;块状、木栓状和蒂缘凹陷有时能分离出病菌,由机械伤引起的块状褐斑也无病菌,蒂缘扩散不清<sup>[17]</sup>.甜橙褐斑病是甜橙贮藏中普遍发生的生理病害,一般果实贮藏1个月后才开始出现,多发生在果蒂周围,病部果皮凹陷皱缩,呈褐色,严重时病疤破裂干缩;另一种为果面干疤,初为圆形红褐色小斑点,后逐渐扩大成片状,形成大而边缘不规则的深褐色革质病斑.甜橙褐斑病可能与低温及其诱发的内源乙烯积累密切相关,内源乙烯积累最多的果蒂部位褐斑病发生最严重.

引起褐斑病的病因较复杂,有生理的,也有病理的.炭疽菌、镰刀菌和黑腐菌是引起病理性褐斑的病原菌.而生理性褐斑的致病因素目前尚未完全了解,对于发病原因存在争论.有研究认为较高贮藏温度引起果实呼吸增加以及打蜡导致的果实气体交换受阻,引起果实内部气体水平变化, O<sub>2</sub>水平下降而CO<sub>2</sub>水平上升,导致部分果皮组织油胞崩溃是果实产生褐斑的主要原因<sup>[18]</sup>.如葡萄柚在非冷害温度贮藏,经打蜡处理的果实内部O<sub>2</sub>水平下降,并产生褐斑,而未打蜡的果实内部O<sub>2</sub>水平无变化且没有发生褐斑<sup>[4]</sup>;但也有人发现未经打蜡的'Navelina'果实在非冷害温度仍然发生褐斑<sup>[19]</sup>,并认为内部气体浓度变化和温度不是褐斑病发生的主要控制因素.

现有研究表明,褐斑病的发生可能与以下因素有关:1)柑橘种类、品种:橙类和葡萄柚较敏感,而柑类、柠檬次之,红桔较少发生;2)果皮性状:果皮光滑细密的果实发病率高,果皮粗糙疏松的果实发病率低;3)果实成熟度:果实成熟度越高,贮藏中褐斑率递增,延迟采收果比正常早采果容易发病且发病严重;4)在不同季节,褐斑病发生率的不同说明气候因素可能有较大的影响.日晒、大风、昆虫等物理性伤害都是田间发病因素,有人发现处于树冠外侧、受外界环境影响最大的果实易发病,而内侧果发病较少<sup>[20]</sup>;5)贮藏环境条件:低湿是导致网状、片状等生理型褐斑形成和发病的主要原因;不适宜的低温是引起果面凹陷、点状与蒂缘

褐斑的主要原因。在甜橙和葡萄柚果实长期冷藏中发病普遍,是果实受冷害的症状,属于低温失调的生理病。然而在常温贮藏中,褐斑病的发生率随库温升高而增多,并与库温曲线变化基本一致,因此高温也是促进褐斑发生、发展的条件;6)果实在采收、运输中产生的机械损伤也是导致褐斑形成的原因之一。

根据上述病因,可采取以下控制措施:1)田间使用生长调节剂(如赤霉素)可以减缓衰老,降低果实发病率;2)适时采收。贮藏果实宜适当早采,如四川东部地区锦橙等中熟甜橙宜在11月中下旬采收,采收过迟,果实不仅在贮藏中蒂缘褐斑多,而且果实在树上时就易产生褐斑。但过早采收,果实也易萎缩而发生褐斑;3)重视果实采收、采后处理以及运输过程,避免果实损伤;4)预贮可大大减轻低温贮藏的甜橙褐斑病。果实进入冷藏前,经药物防腐后在10~15℃,相对湿度为85%~90%的环境下预贮1~2周,果实失重达2.5%~4.0%,然后进入低温贮藏。5)选择适当的蜡液种类,采用虫胶、树脂以及聚乙烯材料的蜡液较使用巴西棕榈蜡更易发病;6)提高贮藏环境的湿度。橙类要求空气相对湿度达90%~95%,宽皮柑橘要求85%~90%。用薄膜单果包装贮藏,能使果实长期保持新鲜饱满,是行之有效的控制措施;7)控制贮藏温度,避免冷害,打蜡后应尽快降温至10℃以下的贮藏适温<sup>[21]</sup>;8)采用杀菌剂处理果实,可控制由病原菌引起的病理性褐斑病。

### 3 油斑病(Oleocellosis, Oil Spotting)

人们将主要由于表皮油胞受损而引起的一种果皮病变称为油斑病(又称油滴细胞化病、油胞病、虎斑病)。它是发生在柑橘果皮上的一种重要生理失调,采前采后均可发生。在我国南方主要柑橘产区如长江流域,一般在9月中、下旬,果实接近成熟时开始发病。油胞受损伤较轻的果皮上出现淡黄色斑,而损伤较重则造成深褐色的下陷病斑。通常在发病初期,病斑处大部分油胞完好,油胞之间的组织崩溃凹陷,因而油胞突出。在成熟度低的绿果上,由油胞破裂而产生的油斑区域一般不变色,保持绿色。成熟度较高的果实表皮则出现淡黄色、硬而不规则的斑点或斑块。随时间延长病斑扩大,严重时可扩展到整个果面,后期油胞塌陷萎缩,病斑颜色加深为褐色。油斑本身不会引起果实腐烂,但严重降低了果实的感官品质,且病斑易受青霉、绿霉菌侵染而导致果实变味腐烂,进一步影响果实的食用品质。

油斑病的发生机制并不清楚。有研究认为果实在成熟期时,受红头叶蝉等昆虫为害刺伤果皮;或由于气

候原因如成熟期间大风、雨水较多,天气日暖夜凉露水重等引起发病;而果实采后由于采摘、贮运、洗果、包装等过程中人为造成的机械损伤是引起该病的主要原因。由于采收、处理过程中受到机械损伤,或在湿润的环境条件下,果皮油胞层细胞易发生涨破;或因严重干旱、昼夜温差太大等引起表皮失水过多而发生收缩,挤压油胞破裂,渗出的芳香油破坏周围细胞,从而产生病斑。其证据之一是应用桔皮油成分涂抹果皮可诱导油斑的产生<sup>[22]</sup>。可能机械损伤在果皮上造成伤口,使油胞内的芳香油通过该通道进入角质层,导致角质层细胞的快速降解,细胞内区域化结构被破坏,一旦液泡膜破坏酚类物质就释放出来<sup>[23]</sup>,PPO、POD等酶进一步促进褐变。有人认为该病的发病程度与果皮释放压力(Rind Oil Rupture Pressure, RORP)有密切关系。RORP值受果实水分影响较大,早晨RORP值较低,中午气温高,相对湿度降低,RORP值增加。RORP值越低,果实采后加工处理的病斑就越多。因此,早上采的果实在贮藏期较易感染此病<sup>[23-24]</sup>。

油斑病的主要影响因素包括:1)品种:几乎所有柑橘品种都发病,但发病的迟早和程度因品种不同而有较大差异。如蕉柑发病早、普遍且严重;碰柑发病稍迟且轻;早熟温州蜜柑发病少,迟熟温州蜜柑发病重<sup>[25]</sup>;脐橙、葡萄柚、宽皮柑桔、柠檬、莱檬等都易发病;2)气候条件:成熟期间天气持续干旱、大风雨水多、昼夜温差大、露水重等容易引起发病;3)机械损伤:采前由大风、冰雹等引起的机械损伤以及蓟马、柑橘蜡象、叶蝉等昆虫刺破油胞,从而引起发病;4)栽培管理条件:不同土壤发病不同,赤沙土壤发病多且重,黄壤土稍轻,而水稻土的果园发病最轻。

采取如下措施可避免或减少油斑病的发生:1)应在晴朗的下午果面干燥无水滴时小心采果,以免刺破油胞,避免在清晨露水未干、有雾时采摘。灌溉、下雨后推迟2~3d再采收;2)可通过测量RORP值以估计果实的感病性;3)处于树北面、腰部以上的果实较少发病,不要采收触及地面的果实;4)采收人员戴棉质手套,加工、包装中注意小心操作,果篮等盛果容器中注意不要有沙子,避免擦伤。最重要的是采收、处理及贮运等环节中避免损伤;5)采后可将果实于果园中放置1~2d后再运输;6)如采用乙烯进行果实褪绿处理,应保持较高湿度(RH 90%~96%);7)加强田间栽培管理,如增施磷钾肥;加强对柑橘蜡象、叶蝉等昆虫的管理;采用单果套袋避免果面损伤等。此外,有研究还发现在'Shamouti'柑橘果实的变色期采用乙烯利(480×10<sup>6</sup>)喷施可减少油斑病,喷后14~20d采收效

果最好<sup>[24]</sup>。

#### 4 果斑(Peteca)

主要发生于柠檬,发病果出现一种类似冷害引起的果皮干疤(Rind Pitting),在干疤凹陷周围常有圆边。在田间成熟果上就可发生,采后不久特别是商品化处理后续发展。此病的原因尚不清楚,但与低温长期贮藏密切相关。贮藏于10℃的果实移至室温时无果皮干疤出现。柠檬采后发生的Peteca,受打蜡和擦伤加重。研究发现,打蜡极大促进了'Meyer'柠檬Peteca的发病率和严重性,可能是由于打蜡影响果实气体交换,呼吸产生的CO<sub>2</sub>浓度上升增加了有机酸含量,影响钙的利用<sup>[26]</sup>。该生理失调发病率的影响因素还包括:较大且成熟度较高的果实比小的、成熟度低的果实更易发病;树冠东侧的果实最易感病;与矿质营养,特别是与Ca、B代谢有关;采收前经历的冷天气也可能增加发病率。

控制措施有:采后预贮3~4 d后再打蜡可减少发病;进行商品化处理时尽量缩短洗果时间;蜡液的种类也有影响,如可能应使用巴西棕榈蜡为基础的蜡液。

#### 5 其它果皮病斑

此外,柑橘果皮上发生的生理病斑还有茎端果皮败坏(Stem End Rind Breakdown, SEBR)、皱皮病(Creasing, Albedo Breakdown)、衰老(Age-Related Breakdown)、紫血焦等,辐射处理也会诱导果皮病斑的产生,随剂量增大发病加重,而不同柑橘品种对辐射处理的敏感性不同<sup>[27]</sup>。

#### 6 结束语

发生在不同品种上的柑橘果皮病变既相互联系又有区别,如主要在采后发生的果皮病变-褐斑病易与冷害造成的果皮病变混淆,都表现为初期颜色变淡,果皮下陷,而后颜色加深褐变。然而它们之间又有区别:打蜡引起的褐斑一般在较高温度发生,而冷害引起的褐斑通常发生在10℃以下;褐斑病表现为油胞破坏,但周围表皮细胞有时并未受到影响,而冷害、油斑病以及物理伤害造成的病斑,表皮和下皮细胞都首先受到影响。油斑病严重时的褐斑、柠檬上的果斑都与褐斑病、冷害等造成的病斑在症状上相似。至于它们之间在发生的生理机制上有何联系还有待进一步研究。

对于柑橘果皮生理性病变,目前有关的分类和描述还很不规范,这给研究工作和控制技术带来了一定的难度。虽然如此,现在至少已经明确柑橘对于果皮病变的敏感性与品种、采收成熟度、栽培过程、生长季节

中的气候环境、果实大小、在树上所处位置、收获过程、采后商品化处理以及贮藏条件等因素密切相关。虽然在果实采收和贮运环节所采取的控制措施可以减少一些生理失调的发生,但控制病变的根本办法仍在于首先了解导致这些生理失调的具体代谢过程,通过生物化学和分子生物学方法对其调控特性进行深入研究,明确其生理生化机制,从而通过物理、化学、生物学控制以及完善栽培措施等方法防止此类生理失调的发生,提高柑橘果实的商品价值和耐贮性,有效地减少采后损失。

#### 参考文献:

- [1] AGUSTI M, ALEMELA V, JUAN M, et al. Histological and Physiological Characterization of Rind Breakdown of 'Navelate' Sweet Orange [J]. Ann. Bot., 2001, 88: 415-422.
- [2] GRIERSON W. Chilling Injury in Tropical and Subtropical Fruits: V. Effect of Harvest Date, Degreening, Delayed Storage and Peel Colour on Chilling Injury of Grapefruit [J]. Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hort. Sci., 1974, 18: 66-73.
- [3] YEHOSSUA S B, SHAPIRO B, CHEN Z, et al. Mode of Action of Plastic Film in Extending Life of Lemon and Bell Pepper Fruits by Alleviation of Water Stress [J]. Plant Physiol, 1983, 73: 87-93.
- [4] PETRACEK P D, DOU H, PAO S. The Influence of Applied Waxes on Postharvest Physiological Behaviour and Pitting of Grapefruit [J]. Postharvest Biol. Technol, 1998, 14: 99-106.
- [5] 管彦良, 胡安生. 柑桔果实的采后生理失调 [J]. 中国果品研究, 1996, 4: 30-32.
- [6] 王毅, 杨宏福, 李树德. 园艺植物冷害和抗冷性的研究 - 文献综述 [J]. 园艺学报, 1994, 21(3): 239-244.
- [7] OBENLAND D M, MARGOSAN D A, HOUCK L G, et al. Essential Oil and Chilling Injury in Lemon [J]. Hort-Science, 1997, 32(1): 108-111.
- [8] SALA J M, LAFUENTE M T. Catalase Enzyme Activity is Related to Tolerance of Mandarin Fruits to Chilling [J]. Postharvest Biol. Technol, 2000, 20: 81-89.
- [9] 茅林春, 王阳光, 张上隆. 热处理减缓桃果实的采后冷害 [J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2000, 26(2): 137-140.
- [10] 乔勇进, 冯双庆, 赵玉梅. 热处理对黄瓜贮藏冷害及生理生化的影响 [J]. 中国农业大学学报, 2003, 8(1): 71-74.
- [11] 陈发河, 蔡慧农, 吴光斌, 等. 热处理对采后甜椒果实抗冷害的生理效应 [J]. 食品科学, 2002, 23(6): 139-142.

- [12] SCHIRRAM. Residue Uptake and Storage Responses of Tarocco Blood Oranges After Preharvest Thiabendazole Spray and Postharvest Heat Treatment [J]. *J. Agri. Food Chem.*, 2002, 50(8): 2293 - 2296.
- [13] 胡西琴,周春华,余歆. 不同温度预处理的柑桔果实低温贮藏中的品质变化[J]. *中国南方果树*, 2000, 29(5):13 - 14.
- [14] PORAT R, PAVONCELLO D, PERETZ J B, et al. Effects of Various Heat Treatments on the Induction of Cold Tolerance and on the Postharvest Qualities of Star Ruby grapefruit [J]. *Postharvest Biol. Technol.*, 2000, 18:159 - 165.
- [15] VERCHER R, TADEO F R, ALMELA V, et al. Rind Structure, Epicuticular Wax Morphology and Water Permeability of Fortune Mandarin Fruits Affected by Peel Pitting[J]. *Ann. Bot.*, 1994, 74: 619 - 625.
- [16] MEDEIRA M C, MAIA M I, VITOR R F. The First Stages of Pre-harvest 'Peel Pitting' development in 'Encore' Mandarin. An Histological and Ultrastructural study[J]. *Ann. Bot.*, 1999, 83: 667 - 673.
- [17] 邵薄芬. 柑桔果实褐斑病及其控制技术[J]. *中国农技推广*, 1995, (4):34 - 36.
- [18] PATRACEK P D. Postharvest Pitting of 'Fallglo' Tangerine [J]. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1998, 123(1): 130 - 135.
- [19] SALA J M, LAFUENTE M T, CUNAT P. Content and Chemical Composition of Epicuticular Wax of 'Navelina' Oranges and Satsuma Mandarins as Related to Rindstaining of Fruit [J]. *J. Sci. Food Agri.*, 1992, 59: 489 - 495.
- [20] ARPAIA M L, KAHN T L, OTMANI M E, et al. Pre-harvest Rindstain of 'Valencia' Orange: Histochemical and Development Characterization[J]. *Sci. Hort.*, 1991, 46: 261 - 274.
- [21] PETRACEK P D. Pitting of Grapefruit that Resembles Chilling Injury[J]. *HortScience*, 1995, 30(7):1 422 - 1 426.
- [22] SAWAMURA M, MANABE T, OONISHI S, et al. Effects of Rind Oils and Their Components on the Induction of Rind Spot in Citrus Species[J]. *J. Hort. Sci.*, 1984, 59(4):575 - 579.
- [23] KNIGHT T G, KLIEBER A, SEDGLEY M. Structure Basis of the Rind Disorder Oleocellosis in Washington Navel Orange (*Citrus Sinensis* L. Osbeck) [J]. *Ann. Bot.*, 2002, 90:765 - 773.
- [24] ERNER Y. Reduction of Oleocellosis Damage in Shamouti Orange Peel with Ethephon Preharvest spray[J]. *J. Hort. Sci.*, 1982, 57(1):129 - 133.
- [25] 李亿坤. 柑桔油斑病的发生和防治[J]. *江西柑桔科技*, 1994, (1):28 - 29.
- [26] WILD B. L. Postharvest Factors Governing the Development of Peteca Rind Pitting on 'Meyer' Lemons[J]. *HortScience*, 1991, 26(3):287 - 289.
- [27] LADANIYA M S, SINGH S, WADHAWAN A K. Response of 'Nagpur' Mandarin, 'Mosambi' Sweet Orange and 'Kagzi' Acid Lime to Gamma 4-radiation[J]. *Radia. Phys. and Chem.*, 2003, 67:665 - 675.

## Progress in the Development and Control of Physiological Disorders of Citrus Peel

GAO Xue<sup>1</sup>, LI Zheng-guo<sup>1</sup>, YANG Ying-wu<sup>1</sup>, Angelos K. Kanellis<sup>2</sup>

- (1. College of Genetic Engineering Research Center, Key Lab for Biomechanics & Tissue Engineering under the state Ministry of Education, Chongqing University, Bio - engineering Chongqing 400030, China;  
2. Dept. of Pharmaceutical Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece)

**Abstract:** This is a brief introduction to physiological disorders of citrus peel, these disorders include chilling injury, pitting, oleocellosis, peteca, etc. The authors not only introduce the symptoms both pre - and postharvest, physiological mechanisms, influencing factors and controlling methods of these disorders, but also discuss the connection between them. It is useful for defining physiological disorders on citrus peel and enhancing knowledge of the fundamental causes of these disorders.

**Key words:** citrus peel; physiological disorder; development; control

(编辑 陈移峰)