

# 番茄裂果机理及防治措施

汝学娟<sup>1</sup>, 潘光辉<sup>1</sup>, 汝学玲<sup>2</sup>, 尹贤贵<sup>1</sup>, 杨琦凤<sup>1</sup>

(1. 重庆市农业科学院 蔬菜花卉研究所, 重庆 400055; 2. 内蒙古赤峰市宁城县天义街道办事处, 内蒙古 赤峰 024219)

**摘要:**从番茄裂果的遗传因素、生理特性、环境条件、栽培措施等方面分析了番茄裂果发生的原因,并提出了相应的防治措施。

**关键词:**番茄;裂果;机理;防治措施

**中图分类号:**S 642.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)15-0225-03

番茄是我国的主要蔬菜作物之一,在农业增效、农民增收及各地的蔬菜栽培、供应方面居重要的位置<sup>[1]</sup>。裂果是番茄发育后期经常出现的问题。在未成熟果中不发生裂果,而接近着色期时就会发生<sup>[2]</sup>,主要是由于果实生长期,正值夏季高温、干旱季节,当遇到降雨,特别是暴雨后又遭烈日暴晒或灌大水,土壤水分突然增加,果肉组织吸水后迅速膨大生长,而果皮组织不能适应,引起裂果。所以在果实生长期,土壤水分供应不均匀是产生裂果的重要原因<sup>[3]</sup>。促使表皮老化是导致裂果的基础,在受到阳光直射而使果温升高的条件下,就容易发生裂果。番茄裂果不仅影响番茄的外观品质和商品性,还易感染病害,严重影响储藏和运输,给生产造成巨大的经济损失,所以裂果是番茄商品生产中亟待解决的问题。引起番茄裂果的因素有多种,生物因素、遗传因素、环境条件、栽培措施等因素都会引起番茄裂果<sup>[4]</sup>。现综述了引起番茄裂果的因素及裂果方式等,以期对番茄的抗裂育种提供参考。

## 1 裂果方式

裂果方式有多种,射裂、环裂、侧裂 3 种类型最为常见且最具有破坏性<sup>[5]</sup>。而 Jones 认为裂果的方式主要有 2 种:以果蒂痕为圆心、果皮呈同心圆状开裂的环裂和以果蒂痕为中心、果皮向周围呈放射状开裂的射裂<sup>[6]</sup>。

## 2 裂果的原因

番茄裂果是果皮机械破坏,由于吸水过多引起薄壁组织细胞膨胀,导致果皮机械性破坏,这是番茄裂果的直接原因<sup>[7]</sup>。裂果是果肉内部生长应力增加,而果皮不能抵抗应力增长的结果,这与果皮韧度又有极大

的关系<sup>[8]</sup>。番茄裂果不但与环境有关,还由品种的遗传特性所决定。

### 2.1 遗传因素

研究表明,番茄裂果与品种的遗传特性有关。Reynard<sup>[9]</sup>和 Young<sup>[10]</sup>对番茄果实抗射裂性遗传效应进行了研究,认为抗射裂性是由 2 对基因控制的数量性状。Nassa 根据对抗裂、稍抗、不抗品种杂交的 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、BC<sub>1</sub> 的分析,认为抗性由 1~4 对基因控制,杂交后代可能得到超亲的抗裂系统,抗裂性与可溶性固形物含量和肉质致密度是独立遗传的。

### 2.2 品种

不同品种由于结构的差异,抗裂果能力也不同。品种之间对裂果的抗性差异很大。这是因为品种间果皮的坚韧程度不同,番茄对裂果的抗性不完全由果皮厚度决定,而与表皮的坚韧度有关<sup>[11]</sup>。品种之间差异很大,有易裂果的品种,也有不易裂果的品种。一般大果型的粉果、皮薄品种容易裂果,而小型果、红果、皮厚果、果皮韧性较大者裂果较轻<sup>[3]</sup>。桃形果品种和小果品种抗性较强<sup>[12]</sup>。Peet<sup>[13]</sup>明确指出易裂果品种的特征如下:单株果实少,大果,果皮薄,果皮抗拉强度弱,在成熟期的转色期果皮的抗展性弱;果实直接暴露在太阳光下,没有叶子遮盖。Dorai 等认为番茄品种的抗裂性差,果实开裂严重<sup>[14]</sup>。而 Cheryld 等<sup>[15]</sup>认为抗裂性强的品种在不良的环境条件下同样也会发生裂果。有些学者认为大果容易裂果,因为果实大其表皮的机械应力大,番茄易裂果<sup>[16]</sup>。

### 2.3 果实的组织结构

果皮的厚度影响着果皮的强度,因而也影响着果实裂果的易感性。果皮是决定番茄果实完整性的主要因素,由角质层、表皮组织和数目不等的皮下细胞层组成。刘仲齐等<sup>[17]</sup>认为,番茄易裂基因型的果皮较薄,抗裂基因型的果皮普遍较厚,但也有果皮薄而有抗裂能力的基因型。Voisey 等<sup>[12]</sup>认为,番茄果实抗裂性与果皮厚度无关,而与果皮的弹性有关,弹性强抗性就强,而且果实表皮的角质层越厚越抗裂,易裂果品种果皮的角质层仅渗透到第 1~2 层细胞中,而抗裂品种的角质层则能渗透到第 3 层细胞中。一些学者认为细胞

第一作者简介:汝学娟(1983-),女,硕士,助理研究员,现主要从事蔬菜育种研究工作。

基金项目:重庆市科委“十一五”动植物良种创新工程资助项目(CSTC, 2010AA1023);重庆市科委攻关资助项目(CSTC, 2009AB1111);重庆市农业科学院基本科研业务费专项资金资助项目。

收稿日期:2011-05-04

壁厚不易裂果,反之,细胞壁薄则降低其表皮扩展性从而增加果实裂果<sup>[18-19]</sup>。通过比较抗裂和易裂品种间的差异,许多研究者认为,角质层厚度和抗裂果能力有密切的关系,果肉的膨胀速度超过角质层的扩展速度可能是引起裂果的主要因素<sup>[20-24]</sup>。抗裂基因型的角质层厚度明显地大于易裂品种<sup>[25]</sup>。

#### 2.4 水分

水分供给不均匀,如生长期土壤干旱,遇到降雨或者浇大水,随后又是干旱,这样会引起番茄裂果。Kamimura等<sup>[26]</sup>认为果实生长期,遇到大雨或者浇大水会使果皮弹性降低、根压增加。研究表明,在每日灌溉量不变的情况下,把每日灌水1次改为4次,其番茄裂果率降低<sup>[26]</sup>。土壤水分含量不稳定是导致番茄裂果的主要原因。番茄的果皮强度主要受土壤水分变化的影响。土壤水分含量高的条件下,果实吸水过多会使细胞膨胀。Peet<sup>[13]</sup>认为土壤水分降低,果皮硬度增强。当然水分不足同样会引起番茄裂果<sup>[28]</sup>。Dorais等<sup>[29]</sup>认为高湿减少叶片蒸腾速率,使果实中水分增多,增强其果实的膨压,在这种情况下,果皮承受不了压力从而导致裂果。

#### 2.5 温度和光照

温度和光照是引起上部番茄裂果的主要因素。有关研究认为果实受高温和强辐射易裂果<sup>[30]</sup>。环境温度的变化显然是引起番茄裂果的主要因素<sup>[31]</sup>。Dorais等<sup>[14]</sup>认为温度变化增加表皮细胞的气压和水压,番茄裂果。事实上,高温降低果皮的耐压性和硬度<sup>[32]</sup>,从而使番茄裂果。Peet<sup>[13]</sup>认为果实直接暴露在太阳下加重果实裂果。光照强的条件下,果实可溶性固形物含量高、果实生长速度快。然而可溶性固形物含量、果实生长速度快都与番茄裂果有着密切的关系。Peet等<sup>[16]</sup>对上部果实和下部果实的裂果率进行比较,因为上层果实易受太阳直射和高温,所以上部果实的裂果率明显比下部果实的裂果率高。

#### 2.6 矿质元素

研究表明氮管理措施不当导致生理失调,其中包括花端腐烂和果实裂果<sup>[33-34]</sup>。钙和硼不足会导致裂果,同样高氮也会加重番茄裂果<sup>[35]</sup>。钙对维持细胞膜的完整性起到重要的作用,并以果胶的形式粘接着细胞壁。钙元素得不到及时有效的补充,果皮细胞发育不充实,导致果实表皮细胞韧性较差,裂果发生严重。

#### 2.7 栽培管理

通过栽培措施,也可以大大减轻裂果的程度。土壤有机肥充足,水分供给均匀,枝叶繁茂,病虫害少,果实不直接暴露在太阳光下则裂果的程度就会大大减轻。一些学者认为过度修剪枝叶是一种错误的管理措施,因为果实直接暴露在阳光下受到高温会引起裂果和果实成熟不均匀;果实生长的位置和单株果实数量是引起番茄裂果的重要因素<sup>[13-15]</sup>。Peet<sup>[13]</sup>认为果实少,水分快速进入果实并保留在果实中会导致裂果,而单株果实多,其果实中的可溶性固形物含量低不易裂果。二井内清之<sup>[36]</sup>报道,果实的可溶性固形物含量高

的品种容易裂果;可溶性固形物含量低的品种不易裂果。Cheryld等<sup>[15]</sup>认为,番茄均需支架栽培,因为日灼和高温会引起番茄裂果。Mcavoy<sup>[32]</sup>认为日灼和高温会降低表皮抗性和果实硬度,致使番茄裂果。Peet<sup>[13]</sup>认为减小行间距和遮荫能减少裂果。

### 3 防治措施

为了克服裂果的产生,一方面可通过选用抗裂性的品种,另一方面可通过栽培措施,如增施有机肥、保持土壤湿润、保持水分供给均匀、合理密植、及时整枝打杈、使果实不直接暴露在阳光下等,裂果现象就会减轻<sup>[3]</sup>。

#### 3.1 品种的选育

裂果的防治对番茄的经济效益起着重要的作用。耐裂果品种的选育是防治裂果的重要措施之一<sup>[6,15]</sup>。要克服裂果现象,可以通过选择适宜的品种。有些品种,即使在干燥一段时期以后,又遇到暴雨,也不易开裂。

#### 3.2 栽培措施

研究者发现在绿熟期和着色期收获果实是减少裂果的一种简单方法<sup>[13,15]</sup>。应尽量减少果实受到日灼、高温。Cheryld等<sup>[15]</sup>认为支架植物的裂果明显比没有支架的裂果率低,所以在栽培措施上要进行支架管理。适当的修剪和去叶可以降低果实受光面积和免受高温,从而降低其裂果。因为土壤的湿度与裂果有着密切的联系,Peet<sup>[13]</sup>和Peet等<sup>[16]</sup>认为避免供水不均,使土壤水分均衡可降低果实裂果。土壤有机肥充足,水分供给均匀,枝叶繁茂,病虫害少,果实不直接暴露在太阳光下则裂果的程度就会大大减轻。

#### 3.3 化学药剂

试验表明,Batal应用化学物质及生长调节剂,对克服裂果有一定的效果。如用NAA的30 mg/L与激动素的8 mg/L的混合液,于花瓣脱落后喷洒处理,可以减少裂果的发生。一些生长抑制剂如B-9的2 000~4 000 mg/L于果实采收前,对植株进行喷洒处理,也有减少裂果的效果。用钙的化合物(如氯化钙的0.1M),在幼果期间就进行喷洒,对减轻裂果也有一定的作用。据在杭州试验结果,喷洒氯化钙溶液的时期,以果实采收前15~20 d为宜<sup>[2]</sup>。甚至在采收以后,把果实用氯化钙溶液处理,也有减轻运输中裂果的作用。

### 4 展望

由于不同番茄品种果实裂果发生的时期、方式、等不同,其裂果的生理原因也各不相同,但不同原因之间有其内在的联系,因此,对裂果机制的揭示还需进一步研究。

番茄裂果不但与环境有关,还由品种的遗传特性所决定。所以目前克服番茄裂果的最有效办法是选育和选用优良的耐裂果品种。其次,应做好番茄裂果鉴定研究及其多抗性鉴定研究,并且在抗裂果材料的利用上,应在杂交选育基础上,深入研究各抗性材料的分子遗传背景,再次,扩大田间裂球调查范围,确定抗裂

果基因库。总之,为了从根本上解决裂球问题,今后尚需进一步探明不同番茄品种的裂果内在原因及关联,以便采取切实可行的防治措施,推动蔬菜生产快速发展,创造更大的经济效益。

#### 参考文献

- [1] 李志友. 番茄嫁接技术[J]. 南方农业, 2009(7):15-17.
- [2] 李曙轩. 蔬菜栽培生理[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979.
- [3] 中国农业科学院蔬菜花卉研究所. 中国蔬菜栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [4] Frazier W A. Cracking resistance in progeny[R]. Report. Tomato fruits. proc. amer. spc. hort. Sci. ,1952,33:536-541.
- [5] Kamimura S. A method of testing crack resistance in tomatoes[J]. Jap. Agric. Res. Quat. ,1997,11(2):111-114.
- [6] Jones J B. Tomato plant culture[M]. CRC Press, LLC. , Boca Raton, FL, 1999:1-3.
- [7] Murase H. Fruit water potential change related to tomato fruit cracking[J]. Bull. Univ. Osaka pref., Ser. B. ,1981,33:61-66.
- [8] 宋志海. 荔枝大果. 抗裂果和果实耐藏性形成内因的研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2000.
- [9] Reynrd G B. Inherited resistance to radial cracks in tomato fruit[J]. Pro. Amer. Soc. Hort. Sci. ,1951,58:231-244.
- [10] Young H W. Inheritance of radial fruit cracking in a tomato crass [J]. Fla. State Hort. Soc. ,1959,72:207-210.
- [11] 谭其猛. 蔬菜育种[M]. 北京: 农业出版社, 1980:164.
- [12] Voisey P W, Lyall L H, Klock M. Tomato skin strength its measurement and relation to cracking[J]. J. Amer. Soc. Hortic. Sci, 1970, (95):485-488.
- [13] Peet M M. Fruit cracking in tomato[J]. Hort. Tech. ,1992,2(2):216-223.
- [14] Dorais M, Papadopoulos A P. Greenhouse tomato fruit quality[J]. Hortic. Rev. ,2001,26:239-247.
- [15] Cheryld L, Emmons W, Scott J M. Environmental and physiological effects on cuticle cracking in tomato[J]. J. Amer. Soc. Hortic. Sci, 1997, 122:979-801.
- [16] Peet M M, Willits D H. Role of excess water in tomato fruit cracking[J]. Hort. Sci. ,1995,30:65-68.
- [17] 刘仲齐, 薛俊, 金凤媚, 等. 番茄裂果与果皮结构的关系及其杂种优势表现[J]. 华北农学报, 2007,22(3):141-147.
- [18] Considine J, Brown K. Physical aspects of fruit growth; Theoretical analysis of distribution of surface growth forces in fruit in relation to cracking and splitting[J]. Pl. physiol. ,1981,68:371-376.
- [19] Den R W, Van W H L. Anatomical investigation of tomatoes with swelling cracks[J]. Groeten fruit, 1987,42:40-42.
- [20] Guichard S, Bertin N L. Leonardi. etal. tomato fruit quality in relation to water and carbon fluxes[J]. Agron, 2001,21:385-392.
- [21] Bargel H, Neinhuis C. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit growth and ripening as related to the biomechanical properties of fruit skin and isolated cuticle[J]. J Exp. Bot. ,2005,413 (56):1049-1060.
- [22] Matas A J, Cobb E D, Paolillo D J, et al. Crack resistance in cherry tomato fruit correlates with cuticular memberane thickness[J]. Hort. Sci. , 2004,39(6):1354-1358.
- [23] Gibert C, Lescourret F, Genard M, et al. Modelling the effect of fruit growth on surface conductance to water vapour diffusion[J]. Ann. Bot. , 2005,95:673-683.
- [24] Ohta K, Hosoki T, Matsumoto K, et al. Relationship between fruit cracking and changes of fruit diameter associated with solute flow to fruit in cherry tomatoes[J]. J. Jap. Soc. Hort. Sci. ,1997,65:753-759.
- [25] Matas A J, Cobb E D, Paolillo D J, et al. Crack resistance in cherry tomato fruit correlates with cuticular memberane thickness[J]. HortSci, 2004,39(6):1354-1358.
- [26] Kamimura S, Yoshikawa H, Ito K. Studies on fruit cracking in tomatoes[J]. Bul. Hort. Res. Sta. Ministry Agr, 1972(7):73-138.
- [27] Abbott J D, Peet M M, Willits D H, et al. Effect of irrigation frequency and scheduling on fruit production and radial fruit cracking in greenhouse tomatoes in soil beds and soilless medium in bags[J]. Sci. Hort. ,1986,28:209-219.
- [28] Emmons C L W, Scott J W. Environmental and physiological effects on cuticle cracking in tomato[J]. J. Ame. Soc. Hort. Sci. ,1997,122(6):797-801.
- [29] Dorais M, Demers, D A, Papadopoulos A P, et al. Greenhouse tomato fruit cuticle cracking [J]. Hortic. Rev, 2004,30:163-184.
- [30] Pascual B, Maroto J V, Bardisi A, et al. Influence of irrigation on yield and cracking of two processing tomato cultivars[J]. Acta Hortic. ,1999, 487:117-120.
- [31] Reynard G B. Breeding tomatoes for resistance to fruit cracking[J]. Proc. pl. sci. seminar. Campbell soup company, 1960,27:92-112.
- [32] Meavoy R. Don't let your tomatoes crack-up-here's how to prevent those unsightly and profit robbing cracks on fruit[J]. Amer. veget. Grower, 1995(8):46-47.
- [33] Pill W G, Lambeth V N. Effects of soil water regime and nitrogen form on blossom-end rot, yield, water relations, and elemental composition of tomato[J]. J. Amer. Soc. Hort. Sci. ,1980,105:730-734.
- [34] Pill W G, Lambeth V N, Hinckley T M. Effects of nitrogen form and level on blossom-end rot, yield, water relations, and elemental composition of tomato[J]. J. Amer. Soc. Hort. Sci. ,1978,105:730-734.
- [35] Khanh V N. Effect of foliage calcium and boron application on fruit cracking of processing tomatoes[R]. AVRDC report. ,1999.
- [36] 二井内清之. 番茄裂果的研究(第1报)—裂果的机理[J]. 园艺学会杂志(日), 1960,29(4):287-293.

## Mechanism and Prevention Measures of Tomato Fruit Cracking

RU Xue-juan<sup>1</sup>, PAN Guang-hui<sup>1</sup>, RU Xue-ling<sup>2</sup>, YIN Xian-gui<sup>1</sup>, YANG Qi-feng<sup>1</sup>

(1. Institute of Vegetable and Flowers, Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 400055; 2. The Subdistrict Office of Tianyi in Chifeng of Inner Mongolia, Chifeng, Inner Mongolia 024219)

**Abstract:** In this paper, the factors results to the tomato fruit cracking reviewed, including genetic factor, physiological characters, environmental conditions, cultural practices and so on, and some prevention measures for fruit cracking were put forward in tomato.

**Key words:** tomato; fruit cracking; mechanism; prevention measures