

# 苹果生理粗皮病研究进展

刘秀春, 范业宏

(辽宁省果树科学研究所, 辽宁 熊岳 115009)

**摘 要:** 对苹果粗皮病的发生症状、发生规律和分布区域等进行了描述, 对发病原因和发生机制进行了详细的论述, 提出了相应的防治措施, 并对未来的研究进行展望。

**关键词:** 苹果; 粗皮病 (IBN); 症状; 防治

**中图分类号:** S 436.611.1<sup>+</sup>9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)24-0229-04

苹果粗皮病 (Internal Bark Necrosis 简称 IBN) 是一种锰过剩而引起的苹果枝干生理性病害<sup>[1-5]</sup>, 在世界各地均有发生, 美国、日本发现较早, 并及时投入了研究, 另外韩国、加拿大、荷兰、波兰等国均对此病害进行了相关的报道, 但近年来, 其它国家对苹果粗皮病的报道较少, 而我国学者则对 IBN 的研究越来越系统, 已经开始深入研究发病机制和防治措施, 并得出了一定的结论, 主要是由于我国近年来粗皮病症状有逐渐加重的趋势, 部分地区 IBN 的严重发生已经影响了苹果的产量、质量, 如辽宁沿海各市县<sup>[6]</sup>、山东部分地区<sup>[7]</sup>及河南、河北等地, 辽宁省因苹果粗皮病每年减产苹果约 112.3 万 t, 直接经济损失达 24.9 亿元<sup>[8]</sup>, 严重影响了苹果生产的发展, 挫伤了果农发展苹果生产的积极性。因此对 IBN 的研究也得到越来越多的学者的关注, 现从苹果生理粗皮病的症状、发生原因及机制、防治措施等进行相关论述。

## 1 苹果生理粗皮病症状及发生规律

### 1.1 发生症状

粗皮病 (IBN) 多数在枝条的光滑表皮上形成疹状突起, 少量的也在皮孔部位成疹状突起。皮孔向外排出溶胶物并在表皮裂口处凝结成直径小于 1 mm 的棕褐色小粒, 导致枝条表面不光滑, 小粒逐渐扩大形成棕黄色或棕褐色圆形突起。发展至中期, 突起连片发生, 直径达 2~3 mm, 病斑变得不规则。削去表皮, 可见皮下有多条黑褐色条状坏死斑, 后期病变表面全部变褐, 并发生龟裂, 发病特别严重时, 病瘤连成一体, 表面发生褐变并开裂。病瘤、病斑在韧皮部中木质细胞壁的一些组织的细

胞增生, 后期发生褐变、坏死, 木栓组织在其周围环绕数层呈同心圆状排列。其次, 病树新梢叶片出现缺铁症状, 个别叶片干枯。根系生长量少, 根短, 根表皮出现褐色斑点<sup>[9,12]</sup>。

### 1.2 发生规律

粗皮病 (IBN) 主要为害枝干, 1 a 生枝和新梢开始发病, 3~4 a 生枝上病斑明显。幼树发病多在主干上。嫁接树多从主侧枝及以后的延伸枝发病, 而原有的主干不发病。一般树干基部开始发病, 主干病斑呈圆筒状逐渐上升, 病斑上升到一定高度, 在其下着生的主、侧枝及分枝上开始发病。病枝离体后病斑不再扩展。粗皮病的发生随枝龄不同而有所差异。夏季 (6 月) 2 a 生和 3 a 生枝条的发病程度高于 1 a 生枝条。秋季 (9 月) 1 a 生枝条的发病程度则高于 2 a 生和 3 a 生枝条<sup>[13]</sup>。

一般在当年雨季 (7~8 月) 之后形成, 以后病情逐渐加重, 重病树甚至抽不出新梢, 可造成死枝、死树。轻病树春季发芽比正常树晚、花芽少、开花晚、叶片小、新梢细短, 花后 1 个月, 花序叶片的叶脉间出现类似缺铁的失绿症状, 中脉附近较轻, 但叶缘失绿严重, 病树落叶早。苹果树粗皮病在向光面发病重, 背光面发轻。向光面的病斑数量多、且大。病害的严重程度与年降水量有关, 年降水量大发病严重, 且秋季高于春夏季。

## 2 苹果生理粗皮病的分布区域

苹果粗皮病 (IBN) 在世界各国多有分布。美国、日本发现较早, 后来荷兰等国相继报道了粗皮病的情况, 在我国苹果粗皮病多发生于沿海地区, 地型属于低山或丘陵, 辽宁黄海一带, 山东胶东半岛发生较为严重, 河南、河北、山西也有发生。辽宁省果树所于 20 世纪 80 年代调查发现苹果 IBN 主要在沿黄海的丹东地区的东沟县和社河县以及大连地区的复县、瓦店镇等局部地区发生严重, 营口、盘山县也有少数发生<sup>[17]</sup>, 2000 年后再次调

第一作者简介: 刘秀春 (1970-), 女, 硕士, 副研究员, 现主要从事果树营养与生理病害及果树施肥和果园土壤管理等领域的研究工作。E-mail: lxcfyh@126.com.

基金项目: 辽宁省自然科学基金资助项目 (20082132)。

收稿日期: 2010-10-21

查发现, 辽宁省果产区苹果园除朝阳外, 其余各地均有不同程度的发生, 以丹东、大连、营口、葫芦岛等地较重, 总面积约为 10 万  $\text{hm}^2$  [4, 14]。

### 3 苹果生理粗皮病发生机制

#### 3.1 锰过量毒害机制

早在 1912 年 Hewitt 等首先详细记载了这一病害称之为赤疹病 (Apple measles), 但对于病害的认识很模糊, 直到 1938 年 Young M C 等 [15] 研究证明是缺硼引起的, 因而排除了 IBN 是真菌、细菌或病毒的可能。Berg [3] 经过几年的试验认为 IBN 与树体吸收过量锰有关, 随后很多中外学者对粗皮病的病因进行了深入的探讨, 且一致肯定了 IBN 是树体吸收过量锰而引起的生理病害。

据报道苹果叶片锰的正常范围一般为 30 ~ 50  $\text{mg/kg}$ , 粗皮病果园叶片和枝条韧皮部锰含量均超过 200  $\text{mg/kg}$ , 个别达到 600  $\text{mg/kg}$  以上, 如牟平区大窑镇孔家村, 粗皮病虽较轻, 新梢中部叶片锰含量为 202.7  $\text{mg/kg}$ , 2 a 生枝韧皮部锰含量为 285  $\text{mg/kg}$ , 该镇东吕格庄粗皮病重, 叶片和韧皮部锰含量分别为 650.2  $\text{mg/kg}$  和 398  $\text{mg/kg}$  [19]。

#### 3.2 锰在树体内的分布机制

近年来徐圣友等人结合组织化学、显微鉴定和 X-射线微区分析对苹果粗皮病的发生机理进行了深入研究, 发现苹果树体锰过量并不一定引起所有苹果树粗皮病的发生, 而锰在某些品种的树体内分布不均匀才是导致粗皮病发生的直接原因。锰在韧皮部的含量高于木质部, 当苹果粗皮病发生时, 过量的氧化锰局部积累在韧皮部的组织中, 并沉积在细胞壁上引起细胞坏死。而在锰抗性较高的品种如乔纳金的体内, 即使枝条及叶片中含有较高的锰, 也不对树体产生毒害, 这主要是由于锰在组织及细胞中的分布较均匀的原因 [16]。

#### 3.3 树体抗氧化系统的影响机制

锰在植物体内可以被过氧化物酶体系 POD 氧化, 并激活氧化酶的活性使树体内抗氧化作用加强。徐圣友 [16, 17] 等研究了锰敏感性不同的 2 个品种 (富士和乔纳金) 粗皮病与树体氧化还原活性的关系, 结果表明, 随着土壤锰水平的提高, 叶片中的 POD 活性明显增加, 枝条中的 VC 含量明显降低, 在不同土壤锰水平下, 富士叶片的 POD 活性和根系还原力都高于乔纳金, 差异甚至达到显著水平; 在施锰量为 0 和 33  $\text{mg/kg}$  时, 乔纳金叶片的细胞膜透性高于富士, 而在施锰量达到 330  $\text{mg/kg}$  时, 富士叶片的膜透性反而低于乔纳金。因此可以认为, 苹果粗皮病的发生树体内氧化还原活性相关, 氧化还原体系可能包括 POD、VC、根系还原力等, 抗性品种

的还原能力低于易感品种, 而氧化能力较高, 使得进入树体内的锰被钝化 ( $\text{Mn}^{4+}$ ), 减轻粗皮病的发生。

### 4 环境条件及其它因素对苹果粗皮病的影响

#### 4.1 土壤条件

4.1.1 土壤中锰的含量及形态 土壤中锰的形态有多种形式, 各种形态锰相互转化从而影响锰的有效性。各种形态锰中以有效锰 (包括水溶性锰和交换性锰) 和易还原态锰对粗皮病的影响最大。经统计, 0 ~ 20 cm 土壤有效锰含量与叶片锰含量呈极显著正相关, 土壤有效锰含量偏高, 是苹果树发生粗皮病的直接原因。通过对山东牟平地区调查, 发病苹果园 0 ~ 20 cm 土壤有效锰含量最低 21 ~ 64  $\text{mg/kg}$ , 与一般不发病园锰含量相比, 高出 1 ~ 6 倍 [18-20]。

4.1.2 土壤中 pH 值 土壤 pH 高低与粗皮病的发生相关, 土壤 pH 对土壤有效锰含量影响很大, 随着土壤 pH 的下降, 土壤有效锰含量急剧上升, 因而加重苹果粗皮病发病程度。Hoyt [21] 研究表明, 土壤 0.02 mol/L CaCl<sub>2</sub> 浸提锰含量与土壤 pH 呈极显著负相关。Fisher 等报道, 发生明显粗皮病的果园土壤 pH 多小于 5.6。叶优良 [20] 等对胶东地区部分果园调查发现, 发生粗皮病的果园土壤 pH 普遍偏低, 有多半取样点 pH 小于 5.0, 部分果园土壤 pH 在 4.0 左右。说明土壤 pH 通过影响土壤锰的有效性, 从而影响苹果粗皮病的发生 [22]。

4.1.3 土壤水分条件 锰是在渍水条件下很容易还原的元素, 那怕是渍水 3 ~ 5 d 无论是何种土壤都很容易引起锰毒害。据姜学玲等报道, 渍水条件下苹果新梢中部叶片锰含量达到 402  $\text{mg/kg}$ , 未渍水的为 158.5  $\text{mg/kg}$ 。青木二郎 [3] 在日本的调查发现, 粗皮病主要发生在土壤水分严重过多或过少的果园。叶优良 [20] 等在山东的试验也表明, 粗皮病多发生在排水不良、地下水位高的土壤上, 而且受降雨量影响很大。说明田间渍水, 土壤通气不良, 氧化还原电位下降, 易使高价锰大量还原成二价锰, 是导致苹果粗皮病发生的重要因素。

4.1.4 土壤矿质元素 许多研究表明, 土壤中的氮、钾、钙、铁、硼、硅等元素与苹果粗皮病的发生有关。Young [15] 等研究认为, 硼缺乏可导致苹果粗皮病的发生。Crocker 和 Kenworthy [23] 的培养试验发现, 锰过量和硼缺乏均可诱导出苹果粗皮病, 但多锰导致粗皮病发生程度大于缺硼。单独钙存在不会引起苹果粗皮病的发生, 但钙缺乏时可加重树体对锰的吸收, 降低了导致树体锰中毒的溶液的临界浓度。铁、锰 2 种元素之间存在着强烈的拮抗作用, 铁显著抑制锰的吸收和积累, 供铁增加后锰的含量迅速下降 [23]。1978 年 Foy [24] 报道加硅

植物中二氧化锰的积累要大于缺硅植物,土壤中施入一定浓度的钙硅元素可缓解粗皮病的发生<sup>[25-26]</sup>。叶优良等的调查发现,发病果园土壤 Mg/K 偏低, Ca/Mg、Mn/N、Mn/Fe 偏高,而且土壤 Mn/Fe、Mn/N 与叶片中锰含量密切相关。说明,矿质元素间的平衡状况是影响 IBN 发生的重要因素。

4.2 其它因素

4.2.1 品种特性 目前主栽品种富士、元帅系、国光及短枝型品种均不抗病。金帅、陆奥、印度比较抗病。据谢福来等的调查发现,红星、富士感病程度最重,感病株率分别为红星 80.2%,富士 81.7%,其次为龙白和黄魁,而国光、乔娜金发病较轻。兴城市元台子乡胜利村果园调查感病株率:红星 83.2%,富士 81.7%,乔娜金没有发病。前所果树农场调查发病株率:红富士 68.3%,红星 79.2%,楼锦 57.3%,白龙 58.8%,黄魁 59.4%,国光 5.7%,金冠 3.6%<sup>[27]</sup>。

4.2.2 砧木特性 青木二郎<sup>[9]</sup>用三叶海棠和圆叶海棠嫁接国光、红星的试验表明,在同样条件下栽植 1~2 a 后,三叶海棠砧多数植株都发生粗皮病,而圆叶海棠砧则完全没有发生。进一步分析发现,三叶海棠砧木嫁接的国光幼树各部位锰的含量都明显高于圆叶海棠砧嫁接的国光树,说明三叶海棠对锰的吸收明显大于圆叶海棠。但成龄树不像幼树与砧木关系那样密切,这可能是随着树龄的增加,砧木不如土壤条件、栽培条件等主要因素的影响强烈。另外富士苹果高接换头树发病情况是以红星、黄魁、祝光做中间砧的几乎发病 100%,而以国光、金冠做中间砧的发病率为 85.6%和 73.5%。新红星及红富士苹果易感病,短枝富士最容易发病,华冠、嘎拉、金冠发病极轻或不发病<sup>[24]</sup>。

5 苹果生理粗皮病的田间矫治

5.1 改善土壤理化性状

土壤酸性强、水分多、通气性差会加重苹果粗皮病的发生,因此很多学者提出改善土壤理化性状如增施石灰、硫酸钙、钙镁磷肥、及时排水、种草覆盖等熟化土壤措施均可有效的防治粗皮病,但迄今为止,这些措施的具体指标尚未明确。高艳敏等人通过盆栽试验明确了土施 1 500 mg/kg 的 CaO 或 400 mg/kg 的 Si 缓解苹果粗皮病的效果,但其它元素对粗皮病的防治效果及防治方法仍未明确。

5.2 选育抗性品种和砧木

利用分子遗传等技术加快育种进程,筛选抗粗皮病的苹果品种,选圆叶海棠作砧木,在感病区栽培应用,另外新园定植要合理布局,在感病区要减少富士、红星等

易感病品种的栽培,尽量栽种乔纳金、鸡冠等抗病强的品种,在强酸性土壤未能改变的情况下尽量栽抗病品种。

6 展望

近年来,富士、红星等对锰敏感品种栽培面积不断扩大,但缺乏相应的科学管理措施,粗皮病在我国的胶东半岛和辽东半岛果园不断发生,并且发生面积和发病程度逐步增加,严重影响着苹果的产量和品质。因此,对苹果粗皮病的发病机理进行深入研究已是迫在眉睫。苹果粗皮病在国外发生的年代早,因此研究工作也开展的较多。而我国早期虽也有发生,但面积很小,没有引起研究者的重视。目前,就国内外的研究来看,多集中在土壤 pH 值为中性或偏酸性范围,对 pH 值偏碱性的土壤还缺乏了解。另外,就目前的研究结果来看,尽管大多数研究者都明确了过量锰是导致苹果粗皮病发生的主要原因,但对锰在树体的吸收、运输、累积方面研究还不全面,锰为什么会在韧皮部大量累积,锰与其它矿质养分间的关系等方面还不甚清楚。再次,以往人们的研究主要是集中在地上部,对地下部,尤其是根际环境的变化,根系对养分的吸收特点还缺乏深入了解。此外,尽管已有对粗皮病抗性方面的相关报道,但对于不同品种及不同环境下苹果树对粗皮病的抗性机制还不十分了解,尤其对粗皮病的防治机理更是缺乏深入的研究,因此目前对粗皮病的防治还缺乏一套有效的综合防治措施,这也是研究苹果粗皮病的最终目的。

参考文献

[ 1 ] Domoto P A, Tjompson A. Effect of Interactions of Calcium potassium and Manganese supply on ‘ Delicious ’ Apple Trees as Related to Internal Bark Necrosis[ J ]. Amer. Soc. Hort. Sci. 1976, 101( 1 ): 44-47.  
[ 2 ] Croker T E, Kenworthy A L. Identification of Maximum of Development Apple Fruits to Naphthaleneacetic Acid Proc [ J ]. Amer. Hor. Sc., 1973, 95: 715-719.  
[ 3 ] Berg A. The Relation of Manganese to Internal Bark Necrosis of Apple Science 1973, 74: 485-490.  
[ 4 ] 谢福来, 任桂荣. 苹果粗皮病的初步研究[ J ]. 山西果树, 1995( 4 ): 22-24.  
[ 5 ] 青木二郎. 果树的研究[ M ]. 曲泽洲, 译. 北京: 农业出版社, 1998: 331-347.  
[ 6 ] 李学章, 扬竹轩. 苹果粗皮病调查研究总结报告[ R ]. 1978-1981.  
[ 7 ] 姜学玲, 于忠范. 胶东苹果粗皮病发病原因和防止对策[ J ]. 落叶果树, 1998( 5 ): 36-38.  
[ 8 ] 沙守峰, 伊凯, 刘志, 等. 苹果抗粗皮病资源研究[ J ]. 北方果树, 2004 ( 增刊 ): 75-76.  
[ 9 ] 李国恒. 苹果粗皮病发病症状观察[ J ]. 北方果树, 1996( 2 ): 14-15.  
[ 10 ] 高艳敏, 沈永波, 李广旭, 等. 苹果粗皮病的发病原因及症状观察[ J ]. 果树学报, 2003, 20( 6 ): 483-486.

[ 11] 尹文强 王建斌 姚成万. 苹果粗皮病的发生及防治技术[ J] . 果农之友, 2007(1): 31.

[ 12] 沈永波 马贵军 高艳敏, 等. 苹果粗皮病两种症状的观察与研究[ J] . 山东农业大学学报(自然科学版), 2001, 32(4): 508-512.

[ 13] 于忠范 姜学玲 于波, 等. 苹果粗皮病发生规律及其与轮纹病的区别[ J] . 河北果树, 2000(1): 17-18.

[ 14] 高艳敏 沈永波 王宝申, 等. 辽宁省苹果枝干轮纹病和粗皮病发生情况调查[ J] . 中国果树 2006(5): 51-53.

[ 15] Young M C, Winter F. The effects of boron manganese and zinc on the control of apple measales[ J] . Ohio Expt Sta Bul, 1937, 188: 147-152.

[ 16] 徐圣友 姚青 王贺, 等. 对锰害敏感性不同的两个苹果品种枝条中锰的积累与分布[ J] . 园艺学报 2003 30(1): 19-22.

[ 17] 徐圣友 张福锁 王贺, 等. 苹果树体氧化还原活性与苹果粗皮病的关系[ J] . 中国农业大学学报, 2003, 8(3): 11-14.

[ 18] 姜学玲 于忠范. 胶东半岛苹果粗皮病发生原因与防治对策[ J] . 落叶果树 1998(1): 16-18.

[ 19] 叶优良 张福锁 于忠范, 等. 苹果粗皮病与锰含量的关系[ J] . 果树学报, 2002, 19(4): 219-222.

[ 20] 高艳敏 赵立会 王佳军, 等. 苹果粗皮病的发生与锰的关系[ J] . 北方园艺, 2007(10): 194-196.

[ 21] Hoyt P B. The relationship of internal bark necrosis in ‘delioious’ apple trees to tree characteristics and soil prorties[ J] . Commun soil Sci Plant Anal, 1988, 19: 1041-1048.

[ 22] 徐圣友 张福锁 王贺, 等. 环境因子对苹果粗皮病发生的影响[ J] . 果树学报, 2008 25(1): 73-77.

[ 23] 叶优良 张福锁 于忠范, 等. 苹果粗皮病研究进展[ J] . 果树学报 2002, 19(1): 53-57.

[ 24] Foy C D Fleming A L. The physiology of metal toxicity in plants Am. Rev [ J] . Plant Physiol, 1978, 29: 511- 566.

[ 25] 高艳敏 徐静 张琪静, 等. 钙对高锰诱发苹果粗皮病的矫正效应[ J] . 果树学报 2006 23(2): 242- 246.

[ 26] 高艳敏 徐静 高树清, 等. 施硅对高锰诱发苹果粗皮病的影响[ J] . 植物营养与肥料学报科学报 2006, 12(4): 571- 577.

[ 27] 沙守峰 伊凯 刘志, 等. 不同苹果品种及杂交组合对粗皮病发生程度的影响[ J] . 北方园艺 2005(2): 52- 53.

Research Progress of Internal Bark Necrosis of Apple

LIU Xiur-chun, FAN Ye-hong  
(Liaoning Institute of Pomology, Xiongyue, Liaoning 15009)

**Abstract:** The symptoms, occurrence and distribution areas of internal bark necrosis were described, the causes and mechanisms were discussed in detail, put forward the corresponding control measures, and the future research was prospected.

**Key words:** apple; IBN; symptoms; prevention

哈尔滨市农业科学院豆类育种研究室研育    哈尔滨华茂农业有限责任公司总经销

“哈优三号”品种简介

“哈优三号”是哈尔滨市农业科学院最新选育的优质蔓生油豆角新品种,在生产上可完全替代紫花油豆,完成品种更新换代。生长势中等,分枝少。熟期早,从播种至采收57 d左右,比紫花早3 d左右。花紫色,嫩荚扁条形,荚长22 cm左右,宽3 cm左右,荚型宽大顺直,嫩荚绿色,有紫晕,外观商品好。嫩荚品质佳,具有典型油豆角风味,开锅烂,无纤维。座荚率高,丰产,比紫花增产20%左右。抗炭疽病、锈病、菌核病。耐储运,适合露地和保护地生产,是“南菜北运”和“北菜南调”的理想品种。已在黑龙江、山东、河北、辽宁、广东、云南等地推广试种,市场反应良好。该品种已申请国家品种权保护(见封面彩图)。

联系人: 刘大军    13936457272    杨仁健: 15004681531    叶永亮: 13936438998