

# 山东省中西部梨果实果肉木栓化褐变的成因及防治

董肖昌,王宏伟,魏树伟,冉 昆,董 冉,王少敏\*

(山东省果树研究所,山东泰安 271000)

**摘要:**【目的】近年来,梨果实果肉普遍发生木栓化褐变现象,已严重影响了梨果的产量和品质。为了揭示梨果肉木栓化褐变的发生原因以及为其防治提供理论依据,我们对山东省中西部梨优势产区中典型的发病果园进行了深入调查与分析。【方法】选取滕州、阳信、泰安等地典型发病的梨园,分别采集土壤、叶片及果实样品,对果实病变症状及土样、叶片和果实中的钙、硼含量进行分析。【结果】梨果实果肉木栓化褐变症状集中发生在果实成熟期,果肉变棕褐色,呈海绵状;对土壤、叶片和果实中钙、硼含量的比较分析说明在成熟期果实的蒸腾作用减弱,随蒸腾液流入果实的钙和硼元素明显减少,同时套袋处理及天气等原因加剧了果实对钙、硼吸收不足,导致果肉发生木栓化褐变现象。【结论】最后建议在实际生产中通过增施有机肥、施基肥时掺入钙、硼肥以及采收前喷施钙、硼水溶肥等3项措施来减轻或避免梨果肉木栓化褐变症状的发生。

**关键词:**梨;山东;木栓化;果肉褐变;钙;硼

中图分类号:S661.2

文献标志码:A

文章编号:1009-9980(2018)Suppl.-139-04

## Causes of flesh browning by suberification in pear fruit and its control in midwest Shandong province

DONG Xiaochang, WANG Hongwei, WEI Shuwei, RAN Kun, DONG Ran, WANG Shaomin\*

(Shandong Institute of Pomology, Taian, 271000 Shandong, China)

**Abstract:** 【Objective】Flesh browning by suberification is a common phenomenon in pear production, which has seriously affected the quality of pear fruit. In order to reveal the causes of flesh browning and provide theoretical basis for its prevention measures, we investigated and analyzed the typical orchards in the superior pear producing areas in midwest of Shandong province. 【Methods】The typical orchards in Tengzhou, Yangxin and Taian were selected, and soil, leaf and fruit samples were collected respectively to analyze the symptoms of fruit diseases and the contents of calcium and boron in soil, leaves and fruits samples. 【Results】The results showed that flesh browning of pear fruit mainly occurred in the mature period of fruit, and the pulp turned brown and spongy. The comparative analysis results of calcium and boron contents in soil, leaves and fruits showed that the absorption into fruit of calcium and boron were reduced significantly with decreased transpiration fluid in the mature period. Furthermore, the insufficient absorption of calcium and boron were aggravated by fruit-bagging treatment and weather, which ultimately led to the occurrence of flesh browning by suberification in pear fruit. 【Conclusion】Finally, it is suggested to reduce or avoid the occurrence of flesh browning in pear fruit by increasing organic fertilizer, applying calcium and boron fertilizer as basic fertilizer and spraying calcium and boron water soluble fertilizer before harvest.

**Key words:** Pear; Shandong; Suberification; Flesh browning; Calcium; Boron

收稿日期:2018-11-05 接受日期:2018-12-10

基金项目:国家梨产业技术体系(CARS-28-36);山东省果树研究所青年科研基金(2018KY01);国家自然科学基金(31601708);山东省重大科技创新工程(2018CXGC0208);山东省农科院农业科技创新工程(CXGC2018F03);山东省农业良种工程(2016LZGC034)

作者简介:董肖昌,男,助理研究员,从事果树栽培生理研究。E-mail:dxc.ujian@163.com

\*通信作者 Author for correspondence. E-mail:sdipwsm@163.com

梨(*Pyrus spp.*)是重要的果树栽培树种之一,在世界果品市场中占有重要的地位,中国梨产量和面积均居世界首位。作为传统水果,梨在山东省栽培历史悠久,是四大主栽果树树种之一。目前,在山东省已逐步形成了三大梨区:即胶东半岛梨区、鲁中南山梨区和鲁西北平原梨区<sup>[1]</sup>;中西部地区是山东省梨主产区之一,栽培面积和产量均占全省的70%以上<sup>[2]</sup>。然而,近年来,在该产区梨园中‘早酥’‘秋月’‘新梨7号’等品种上普遍出现了果实果肉木栓化褐变现象;且有加重趋势,据调查部分梨园的‘早酥’梨病果率超过60%,这已严重影响了梨果的产量和品质,对梨产业的发展造成了非常不利的影响。有文献报道,梨果实木栓化褐变是一种缺素性生理病害,可能与缺钙、硼有关<sup>[3]</sup>。因此,我们在山东省中西部地区典型的发病梨园中进行了取样调查与科学分析,探讨梨果实果肉木栓化褐变症状的成因,并提出防治措施,以期对山东省中西部地区的梨果生产提供科学指导以及为梨果的优质栽培提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 样品采集

分别在山东省中西部梨优势产区的滕州、阳信、泰安等地,选取典型发病的梨园采集土壤、叶片及果实样品。选取的滕州梨园以‘秋月’为主要栽培品种,阳信梨园以‘早酥’和‘秋月’为主,泰安梨园以‘新梨7号’和‘秋月’为主。

试验土壤样品按S形线路在每个梨园进行多点采集,取0~30 cm表层土,将所有取样点的土样混合均匀后用四分法取大概1 kg,装入无菌自封袋内;样品经风干磨细,全部过100目(0.149 mm)土筛,再平均分成3份保存,用于钙、硼元素的测定。

叶片与果实采集:分别从梨树树冠东南西北四个方向,采外围中部新梢上的叶片,装入信封中,尽快带回实验室。将样品放入105℃烘箱中杀青30 min,然后在80℃烘箱中烘至恒重,粉碎研磨后保存用于钙、硼元素的测定。同叶片一样,分别从树冠外围东南西北四个方向采集有症状的果实若干,烘干后研磨保存。

### 1.2 样品分析方法

土样中交换性钙含量用乙二胺四乙酸(EDTA)络合滴定法测定<sup>[4]</sup>;有效硼含量采用沸水浸提-姜素

比色法测定<sup>[5]</sup>;利用原子吸收光度计法测定叶片和果实中钙含量<sup>[5]</sup>,叶片样品经1 mol·L<sup>-1</sup>的盐酸浸提后,利用姜黄素比色法测定有效硼含量<sup>[6]</sup>。

### 1.3 统计分析

试验数据采用Microsoft Excel 2010软件进行图表绘制和处理分析,所有指标均取3次测定结果的平均值。利用SAS 9.1.3数据处理系统进行差异显著性分析,并用LSD法作多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 木栓化褐变的症状与特点

经调查发现,阳信‘早酥’梨果实果肉木栓化褐变的发病率最高,达到了66.12%;泰安梨园中‘新梨7号’发病率为55.24%;‘秋月’梨在三地的平均发病率为27.93,发病情况都比较严重。该症状集中发生在果实成熟期,主要分布在果皮和近表皮的果肉处,果心则较少;在果肉上表现为棕褐色,组织绵软,呈海绵状(图1和图2),病斑形状不规则,略带苦涩味;靠近果皮时,果皮的表面会出现无规则散生凹陷圆斑,大小不等。而梨树枝条与叶片上均没有表现出明显的症状。梨肉木栓化褐变发生特点与张力田等<sup>[7]</sup>所报道的基本一致。



图1 ‘秋月’梨木栓化褐变症状表现

Fig. 1 Symptoms of phellem Browning in ‘Qiyue’ pear

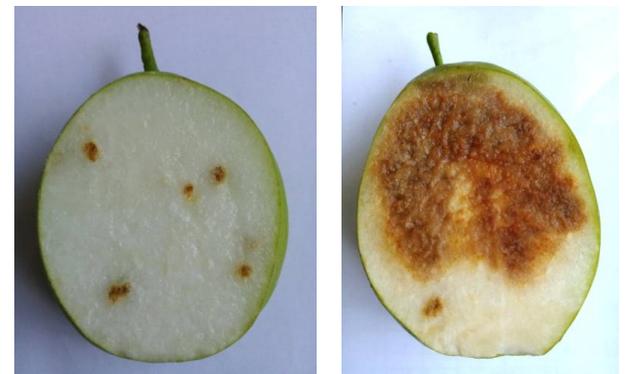


图2 ‘新梨7号’木栓化褐变症状表现

Fig. 2 Symptoms of phellem Browning in ‘Xinli No.7’ pear

## 2.2 木栓化褐变的成因分析

我们分别调查了土壤、叶片和果实中钙、硼的含量(表1和表2)。从表1可以看出,除滕州土壤有效硼含量偏低以外,其他值都在正常范围内<sup>[8]</sup>,这与魏树伟等<sup>[9]</sup>对山东省中西部梨园矿质营养元素含量的调查结果基本一致。叶片中钙缺乏和硼缺乏的临界值分别是0.8%和10 mg·kg<sup>-1</sup><sup>[10]</sup>,由此可见滕州梨园的叶片硼含量略低于正常水平,而其余指标基本正常(表2)。理论上来说,果树的缺素症状首先表现在叶片上,而在梨树上没有发现明显的缺素症状,表明土壤和叶片中的钙、硼含量是比较充足的。然而,在梨果实中钙、硼含量均是极缺乏水平(表2),这说明果实对钙和硼的吸收受到了阻碍,或者钙和硼元素在梨体内的转运受到了影响。植物对钙和硼元素的吸收都是被动吸收,且在植物体内移动性差,主要靠蒸腾拉力作用向地上部运输<sup>[11]</sup>。而且文献<sup>[11]</sup>指出果实随着发育成熟,蒸腾作用会逐渐减弱;在成熟期蒸腾作用最弱。同时,彭际淼等<sup>[12]</sup>试验证明缺硼会导致柑橘幼果期果肉出现木栓化褐色斑块;而适时喷硼、钙元素可显著降低‘早酥’梨果肉的木栓化褐变现象<sup>[7]</sup>。因此,我们认为在成熟期果实的蒸腾作用减弱,造成果实对钙、硼的吸收能力降低,对钙、

硼吸收不足,最终导致果实中出现木栓化褐变症状。

调查中还发现大部分梨园都会进行套袋处理,套袋使得果实的温、湿、光等小气候条件发生改变:袋内湿度显著高于袋外,蒸腾作用减弱,随蒸腾液流入果实的钙和硼元素明显减少;加上成熟期持续的高温天气,进而加剧了果实对钙和硼元素吸收不足的影响。

此外,梨果实果肉木栓化褐变的发生与品种有关。在调查中发现,除了‘早酥’‘秋月’‘新梨7号’等梨品种以外,同一梨园的其他品种如‘绿宝石’‘翠冠’等并没有出现木栓化褐变症状。‘早酥’梨是以‘苹果梨’为母本、‘身不知’为父本杂交选育而成<sup>[13]</sup>;‘新梨7号’是以‘早酥’梨为父本,‘库尔勒’香梨为母本培育而成<sup>[14]</sup>。‘秋月’梨是用162-29(‘新高’×‘丰水’)×‘幸水’杂交育成<sup>[15]</sup>。这3个品种均以日韩系梨为父本或者母本杂交而来,表明相对来说日韩系梨的果实更易发生果肉木栓化褐变,而‘早酥’最为严重。

## 3 防治措施

一是增施有机肥。通过增施有机肥可以改善土壤性质,调理土壤结构<sup>[16]</sup>,从而增强土壤中可溶性钙的释放和提高可结合态硼的含量。

二是在施基肥时掺入钙、硼肥。在基肥中补充钙、硼元素,增加梨树对钙硼素的贮存,提高梨树的供硼能力。建议在梨果采收后土壤解冻前施基肥,基肥以腐熟的有机肥为主,同时掺入钙、硼肥,一般每株根施氯化钙0.05~0.1 kg、硼砂0.1~0.2 kg或硼酸0.05~0.1 kg。

三是采收前喷施钙、硼水溶肥。除了花期和膨大期的叶面肥喷施以外,在梨果采收前一个月再次喷施0.2%~0.5%硼砂或硼酸与氯化钙混合溶液,增强树体钙、硼元素的供应能力,保证果实对钙、硼的正常吸收。

## 4 结论

梨果实果肉木栓化褐变是一种缺素性生理病害,由于进入成熟期,果实的蒸腾作用减弱,随蒸腾液流入果实的钙和硼元素明显减少,同时套袋处理及天气等原因加剧了果实对钙、硼吸收不足,导致果实发生果肉木栓化褐变现象。相比较其他品种,日韩系梨的果实更易发生果肉木栓化褐变,而‘早酥’

表1 梨园土壤中交换性钙和有效硼含量

Table 1 The contents of exchangeable calcium and effective boron in soil

地点 Location	w(交换性钙) Ca/(mg·kg <sup>-1</sup> )	w(有效硼) B/(mg·kg <sup>-1</sup> )
滕州 Tengzhou	973.07±67.82 a	0.20±0.01 c
阳信 Yangxin	738.32±24.73 b	0.71±0.02 a
泰安 Tai'an	700.49±36.20 b	0.55±0.08 b
适宜范围 Suitable range	500-1000	0.50-1.00

注:不同小写字母表示不同地区间的差异显著水平( $\alpha=0.05$ )。

Note: Different letter are significantly different at  $\alpha=0.05$  levels.

表2 叶片和果实中钙和硼含量

Table 2 The contents of calcium and boron in leaves and fruits

器官 Organ	地点 Location	w(钙) Ca/%	w(硼) B/(mg·kg <sup>-1</sup> )
叶片 Leaf	滕州 Tengzhou	2.78±0.17 a	7.83±0.51 c
	阳信 Yangxin	0.81±0.06 b	11.63±1.32 b
	泰安 Taian	0.93±0.09 b	19.37±2.12 a
果实 Fruit	滕州 Tengzhou	0.13±0.01 b	1.19±0.02 b
	阳信 Yangxin	0.16±0.03 a	2.09±0.34 a
	泰安 Taian	0.12±0.01 b	2.36±0.45 a

注:不同小写字母表示不同地区间的差异显著水平( $\alpha=0.05$ )。

Note: Different letter are significantly different at  $\alpha=0.05$  levels.

梨较为严重。建议在实际生产中,通过增施有机肥、施基肥时掺入钙、硼肥以及采收前喷施钙、硼水溶肥等三项措施来减轻或避免梨果实果肉木栓化褐变病的发生。

### 参考文献 References:

- [1] 刘振岩,李振三. 山东果树[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2000: 10.  
LIU Zhenyan, LI Zhensan. Shandong fruit trees [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2000: 10.
- [2] 赵峰,王少敏. 山东省梨产业现状与发展对策[J]. 落叶果树, 2009, 41(2): 1-3.  
ZHAO Feng, WANG Shaomin. Present situation and development countermeasures of pear industry in Shandong province[J]. Deciduous Fruits, 2009, 41(2): 1-3.
- [3] 王璐,贾静安,朱祥文,丁冠真,裴振伦. 早酥梨果实木栓化褐变发生规律及防治试验[J]. 中国果树, 1990(1): 35-36.  
WANG Lu, JIA Jing'an, ZHU Xiangwen, DING Guanzhen, PEI Zhenlun. The occurrence and control of the early crisp pear fruit phellem browning [J]. China Fruits, 1990(1): 35-36.
- [4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 45-52.  
BAO Shidan. Soil Agro-chemical analysis[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2000: 45-52.
- [5] 刘磊超,姜存仓,董肖昌,刘桂东,卢晓佩. 不同施硼方式对枳橙砧木生理生化特性的影响[J]. 华中农业大学学报, 2016, 35(1): 69-73.  
LIU Leichao, JIANG Cuncang, DONG Xiaochang, LIU Guidong, LU Xiaopei. Effect of different ways of boron application on the physiologies and biochemistries of navel orange root stock[J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2016, 35(1): 69-73.
- [6] 卢晓佩,刘秀红,董肖昌,刘磊超,彭抒昂,姜存仓. 南丰和衢州柑橘产区土壤及叶片硼含量状况分析[J]. 华中农业大学学报, 2015, 34(6): 61-65.  
LU Xiaopei, LIU Xiuhong, DONG Xiaochang, LIU Leichao, PENG Shu'ang, JIANG Cuncang. Analysis of boron content in soil and leaves of citrus growing areas in Nanfeng and Quzhou [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2015, 34(6): 61-65.
- [7] 张力田. 苍溪梨果实褐斑病(缺硼、磷)研究[J]. 柑桔与亚热带果树信息, 1999(2): 38-39.  
ZHANG Litian. Study on brown spot disease of Cangxi pear (boron and phosphorus deficiency) [J]. Citrus and Subtropical Fruit Tree Information, 1999(2): 38-39.
- [8] 康传志,周涛,江维克,郭兰萍,肖承鸿. 土壤基本养分及无机元素对栽培太子参药材质量的影响[J]. 中药材, 2015, 38(4): 674-678.  
KANG Chuazhi, ZHOU Tao, JIANG Weike, GUO Lanping, XIAO Chenghong. Effects of soil essential nutrients and inorganic elements on the quality of radix pseudostellariae[J]. Chinese Medicinal Materials, 2015, 38(4): 674-678.
- [9] 魏树伟,王宏伟,张勇,王少敏,于云政. 山东中西部梨园的土壤养分状况[J]. 落叶果树, 2012, 44(2): 5-8.  
WEI Shuwei, WANG Hongwei, ZHANG Yong, WANG Shaomin, YU Yunzheng. Analysis of fertilization status of dominant pear orchards in central and western Shandong province[J]. Deciduous Fruits, 2012, 44(2): 5-8.
- [10] 曾骧. 果树生理学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992: 98.  
CENG Xiang. Fruit tree physiology[M]. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1992: 98.
- [11] 张卿,邓西民. 不同发育期京白梨果实蒸腾速率的测定[J]. 园艺学报, 2006, 33(2): 360-362.  
ZHANG Qing, DENG Ximin. Measurement of the transpiration rate of developing pear fruit[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2006, 33(2): 360-362.
- [12] 彭际淼,杨雪华,杨水芝,李德金,邓发君,袁波,吴宁静,石军. 湘西柑橘缺硼现状与矫治措施[J]. 湖南农业科学, 2010(17): 64-66.  
PENG Jimiao, YANG Xuehua, YANG Shuizhi, LI Dejin, DENG Fajun, YUAN Bo, WU Ningjing, SHI Jun. Present situation and corrective measures of boron deficiency in citrus in western Hunan[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2010(17): 64-66.
- [13] 姜淑苓,王斐,欧春青,王志刚,马力,李连文,汤常永. 梨优异种质早酥及利用[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(1): 182-185.  
JIANG Shuling, WANG Fei, OU Qingchun, WANG Zhigang, MA Li, LI Lianwen, TANG Changyong. Pear excellent germplasm and utilization of 'Zaosu' pear[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15(1): 182-185.
- [14] 赵树军,郜建丽. 新梨七号梨在河北泊头的引种表现及栽培建议[J]. 果树实用技术与信息, 2017(11): 10-11.  
ZHAO Shujun, GAO Jianli. Introduction and cultivation of 'Xinli No. 7' in Botou, Hebei province[J]. Guoshu Shiyong Jishu Yu Xinxin, 2017(11): 10-11.
- [15] 刘延杰,郭长城,程显敏,顾广军,刘畅,卜海东. 梨抗寒新品种秋月梨的选育[J]. 中国果树, 2013(5): 78-79.  
LIU Yanjie, GUO Changcheng, CHENG Xianmin, GU Guangjun, LIU Chang, BU Haidong. Breeding of new cold-resistant pear variety 'qiuyue' pear[J]. China Fruits, 2013(5): 78-79.
- [16] 魏树伟,王宏伟,张勇,王少敏. 山东中西部梨主产区施肥状况调查与分析[J]. 山东农业科学, 2012, 44(5): 75-78.  
WEI Shuwei, WANG Hongwei, ZHANG Yong, WANG Shaomin. Investigation and analysis of fertilization status in pear orchards of the midwest shandong province[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2012, 44(5): 75-78.