

赵阅书,薛晓明,王艺蓉. 青冈树韧皮部木质部显微构造的比较[J]. 江苏农业科学,2020,48(18):192-197.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.18.039

青冈树韧皮部木质部显微构造的比较

赵阅书¹,薛晓明¹,王艺蓉²

(1. 南京森林警察学院,江苏南京 210023;2. 长江航运公安局南京分局,江苏南京 210000)

摘要:在光学显微镜下采用石蜡切片法对西双版纳青冈树在正常生长状态下和被围剥树皮1年后、被围剥树皮2年后、被围剥树皮3年后的韧皮部和木质部横切面组织结构进行分析比较。结果表明,青冈树被围剥树皮后韧皮部和木质部横切面的结构和组成无明显变化,显微结构下的筛孔直径、薄壁细胞群的面积、石细胞群的面积以及管孔直径有规律性变化。森林公安可根据该结果定性此类树种被围剥树皮后的损害程度,同时结果可为围剥树皮能否导致树木死亡提供理论依据,为打击破坏森林资源违法犯罪行为提供技术支持。

关键词:青冈树;围剥树皮;韧皮部;木质部;显微构造;筛孔;薄壁细胞;石细胞;管孔

中图分类号: S792.160.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)18-0192-06

云南省西双版纳傣族自治州(以下简称西双版纳)是普洱茶的一个重要产地,为了追求经济利益,获取茶树种植的巨额利润,老百姓常常对适合茶树生长之处的野生乔木采用“围剥树皮”的方式进行破坏^[1]。由于森林公安在侦办案件过程中需要对树木的损害程度进行认定,但由于缺乏相关文献和数据,导致案件认定证据不充足、退侦率高,严重影响了森林公安打击破坏森林资源的违法犯罪行为。

收稿日期:2019-09-06

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金(编号:LGXB201809)。

作者简介:赵阅书(1983—),女,吉林白城人,硕士,讲师,主要从事刑事技术研究。E-mail: zysqq83@163.com。

木本植物的树皮是指维管形成层以外的部分,包括韧皮部、木栓层和木栓形成层,具有保护树木不受微生物侵害、防止水分过分蒸发、运送和储存有机养料等方面的功能^[2]。围剥树皮即围绕树木一圈将树干上的表皮深度剥除,是破坏树木的一种作案手段。由于树皮对于植物的生命活动是举足轻重的,围绕树木进行深度剥皮相当于剥除了整圈韧皮部,阻断了光合作用产物的向下运输通道,从而导致整株植物的死亡。该方法相对于其他毁林的方法来说既隐蔽又方便省力,且作案者可以利用树木尚存活的理由来逃避法律的严惩,因此,近些年围剥树皮成了西双版纳地区老百姓毁林的首选

[7] 杨滢滢,陈明,万春鹏,等. 天然芳樟醇和柠檬醛对4种果蔬采后致病菌抑菌活性研究[J]. 生物灾害科学,2016,39(2):80-83.

[8] 王双辉,罗林,罗丽娟,等. 香芹酚和丁香酚对杨梅致病菌的抑菌作用[J]. 湖南农业科学,2017(3):63-65.

[9] Cicero C P, Medeiros E A, Pereira O L, et al. Cellulose acetate active films incorporated with oregano (*Origanum vulgare*) essential oil and organophilic montmorillonite clay control the growth of phytopathogenic fungi[J]. Food Packaging and Shelf Life, 2016, 9: 69-78.

[10] Hu F, Tu X F, Thakur K, et al. Comparison of antifungal activity of essential oils from different plants against three fungi[J]. Food and Chemical Toxicology, 2019, 134: 110821.

[11] Seyed H M, Valero D. Bioactive compounds in tomato fruit and its antioxidant activity as affected by incorporation of *Aloe*, eugenol, and thymol in fruit package during storage[J]. International Journal of Food Properties, 2016, 20(19): 1-9.

[12] 钟业俊,徐欣源,刘成梅,等. 茶树油、丁香酚、柠檬醛在荔枝保

鲜中的应用[J]. 江西食品工业, 2011(4): 42-45.

[13] 白雪,姜爱丽,胡文忠,等. 采后蓝莓果实表面病原菌的分离鉴定及PCR检测[J]. 食品工业科技, 2015, 36(23): 297-300, 305.

[14] Lachhab N, Sanzani S M, Mohamed A B, et al. Effect of some protein hydrolysates against gray mould of table and wine grapes[J]. European Journal of Plant Pathology, 2016, 144(4): 821-830.

[15] 解淑慧,邵兴锋,王可,等. 柑橘采后腐烂主要致病菌的分离鉴定及丁香精油对其抑制作用研究[J]. 果树学报, 2013, 30(1): 134-139, 181.

[16] 王晓,徐小迪,陈勇,等. 宁夏枸杞鲜果采后病原菌的分离、鉴定及水杨酸的抑菌效果研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(22): 5837-5842.

[17] 吕禾,李昀,冯丽琴,等. 晚熟桃采后锈斑处病原菌的分离与鉴定[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(2): 19-24.

[18] 余兴,孔庆军,任雪艳. 3种精油对水果病原菌的抑菌效果研究[J]. 食品与生物技术学报, 2017, 36(7): 714-719.

手段。

近年来,有相关文献对不同树种的次生韧皮部显微构造进行研究^[3-7],如王丰等研究了鹅掌楸属 3 个树种的次生韧皮部显微构造,通过对韧皮部结构的比较研究,分析种间次生韧皮部显微构造的差异程度和鹅掌楸属韧皮部系统的进化趋势,为鹅掌楸属树种的鉴别和该属自然种的系统演化研究提供了理论依据^[3]。刘彩琴等在观察漆树外部形态的基础上,结合石蜡切片比较分析陕西 4 个漆树品种的次生韧皮部组织结构,筛选出陕西 4 个漆树品种间的差异指标,为鉴别漆树不同品种及选育优良品种提供了理论参考^[4]。但对于同一树种被围剥树皮后不同年份间树皮的结构差异尚缺乏研究,所以剥皮致死的必然性缺乏数据上的支持。为此,本研究选取西双版纳常见的涉案树种青冈树 [*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.] 为试验材料,对被围剥树皮后的青冈树木质部和韧皮部受到的影响进行研究,总结归纳出随着被围剥树皮时间的增加树木构造发生的变化。

本研究在技术上具有一定的先进性,在实践上可以为一线森林公安提供定性、处罚的关键性依据,对保护我国珍贵林木资源、维护生态安全和提高相关执法部门的基础工作能力有着重要的现实意义。

1 材料与方法

1.1 材料

以 2018 年 6 月采自西双版纳的正常生长状态下的青冈树、被围剥树皮 1 年、被围剥树皮 2 年、被围剥树皮 3 年的青冈树为研究对象。

1.2 切片制作与显微观察

选取西双版纳常见的被围剥树皮的树种青冈树,收集同一阶段树龄的青冈树在正常状态、被围剥树皮 1 年、被围剥树皮 2 年、被围剥树皮 3 年的木材和树皮样本。

结合前人的石蜡切片经验,总结出适合本次试验样本的切片步骤^[8-11]。在离地约 1 m 处进行取样,截取 20 mm × 20 mm × 20 mm 的树皮(包含木质部),按照无水乙醇:冰乙酸 = 3:1(体积比)的比例配置卡诺固定液,经室温固定 1 周后用软化剂[70%乙醇:丙三酮 = 1:1(体积比)]软化 1 个月;之后需进行梯度脱水,即选择不同浓度(50%、95%、100%)的乙醇依次脱水,样本在每阶浓度的

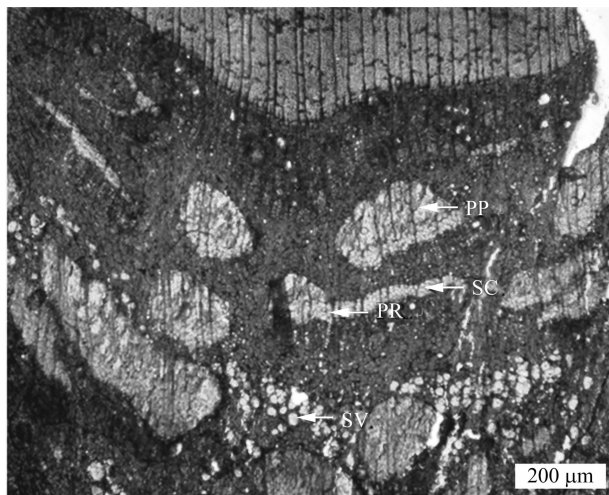
乙醇溶液中脱水 1 h,为避免样本脱水不充分,在脱水结束后和透明前加入松节油,即在 50% 乙醇和 50% 松节油的混合液中脱水透明后进行浸蜡包埋;分别随机选取 10 个处于正常状态、被围剥树皮 1 年、被围剥树皮 2 年、被围剥树皮 3 年时的样本在切片机上切片,大小为 5 mm × 5 mm,厚度为 15 ~ 20 μm,在按体积比为 1:1 配制的松节油和无水乙醇混合液中脱蜡,运用番红染色 5 min 后放入无水乙醇中漂洗 3 次,每次 2 ~ 3 min;使用光学显微镜(奥林巴斯显微镜 BX53)对切片进行观察后,采用 CellSensEntry 软件对木材切片和树皮切片拍照,测量筛管的直径、薄壁细胞群和石细胞群的面积、薄壁细胞束和石细胞束的长度、管孔的直径。

统计测量所得数据,以青冈树在正常状态下的显微构造作为参考标准,对比总结青冈树被围剥树皮 1 年、被围剥树皮 2 年、被围剥树皮 3 年时显微构造的变化,归纳总结围剥树皮对青冈树生长的影响。

2 结果与分析

2.1 青冈树韧皮部结构特征

将正常生长状态下的青冈树韧皮部切片放大 4 倍,观察其横切面,结果(图 1)发现,青冈树韧皮部横切面的韧皮薄壁细胞、石细胞与韧皮纤维间隔排列,构成了不连续的切面。筛管多为只有一个筛域的单筛板,呈圆形和不规则状,细胞一侧偶见伴胞。



PR—韧皮射线; PP—韧皮薄壁细胞; SC—石细胞; SV—筛管。
下图同

图1 正常生长状态下的青冈树韧皮部结构特征

2.1.1 筛管 正常生长状态下的青冈树筛板多为只有一个筛域的单筛板,筛孔呈圆形或不规则状(图 2)。青冈树的韧皮部在正常状态下和被围剥树皮 1

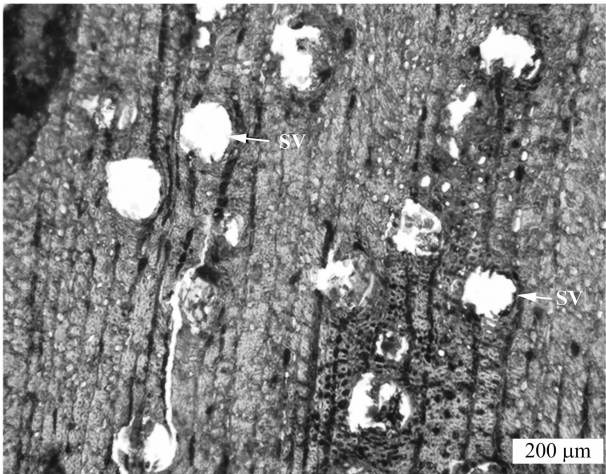
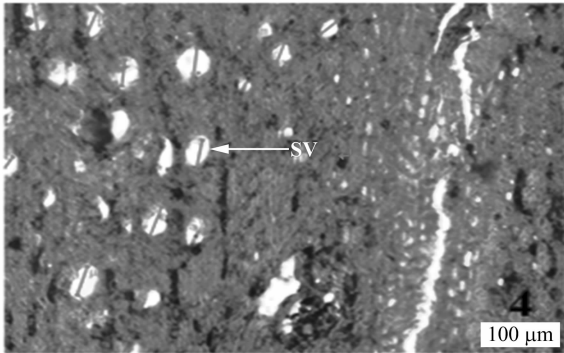
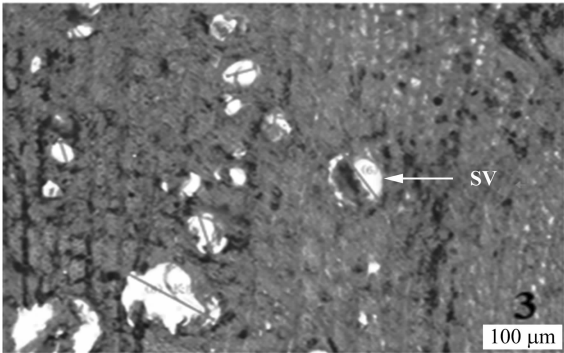
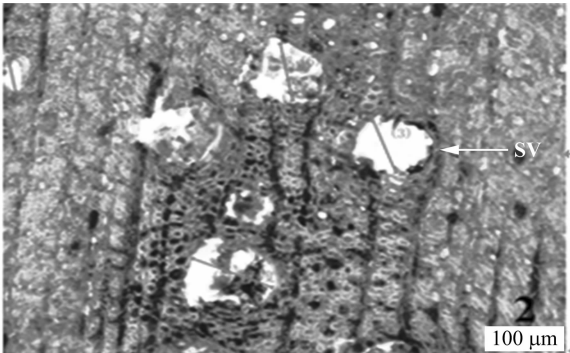


图2 正常生长状态下的青冈树种筛孔形态



1—正常状态；2—被围剥树皮 1 年后；3—被围剥树皮 2 年后；4—被围剥树皮 3 年后
图3 围剥树皮后青冈树种的筛孔形态对比

表 1 青冈树韧皮部筛管的结构差异

材料状态	筛孔平均直径(μm)
正常状态	53.83
围剥树皮 1 年	51.59
围剥树皮 2 年	30.60
围剥树皮 3 年	29.32

据可见,青冈树韧皮部的筛管在正常状态、被剥皮 1 年后、被剥皮 2 年后、被剥皮 3 年后的平均直径逐渐减小,说明青冈树受到了生物性创伤或非生物性

年后的筛管直径相近,被围剥树皮 2 年、被围剥树皮 3 年后的筛孔直径呈明显减小趋势(图 3)。正常状态下平均筛孔直径约 53.83 μm,围剥树皮 1 年后平均筛孔直径约 51.59 μm,围剥树皮 2 年后平均筛孔直径约 30.60 μm,围剥树皮 3 年后平均筛孔直径约 29.32 μm(表 1)。

筛管直径逐年减少是由于青冈树被人为深度剥皮后对非生物性创伤反应的一种防御机制,深度剥皮引起了韧皮部筛管中胼胝质的积累^[12],当胼胝质在筛管端壁上越积越多时,会形成垫状物胼胝体,联络索也相应变细,进而将筛孔堵塞,使筛管平均直径变小,当胼胝体完全覆盖筛管端壁时,筛管就暂时进入休眠状态而失去输导作用。通过分析数

创伤。
2.1.2 薄壁组织细胞 将正常生长状态下的青冈树韧皮部横切面放大 10 倍进行观察,发现其薄壁细胞呈带状分布(图 4),而被围剥树皮不同年份后韧皮薄壁细胞束的长度发生了变化(图 5)。正常状态下韧皮薄壁细胞束的平均长度约 525.12 μm,围剥树皮 1 年后韧皮薄壁细胞束的平均长度约 501.401 μm,围剥树皮 2 年后韧皮薄壁细胞束的平均长度约 220.27 μm,围剥树皮 3 年后韧皮薄壁细胞束的平均长度约 203.86 μm。正常状态下薄壁细

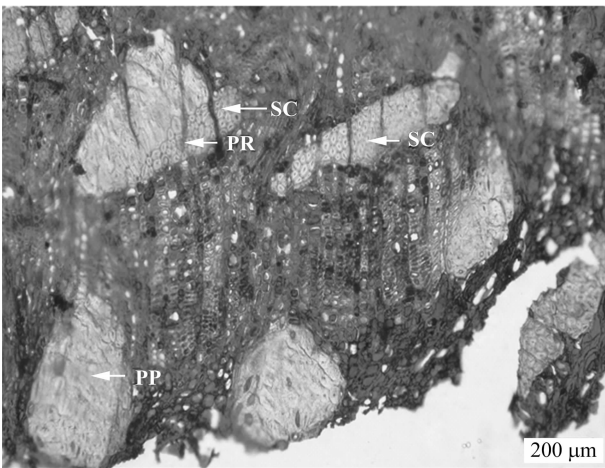
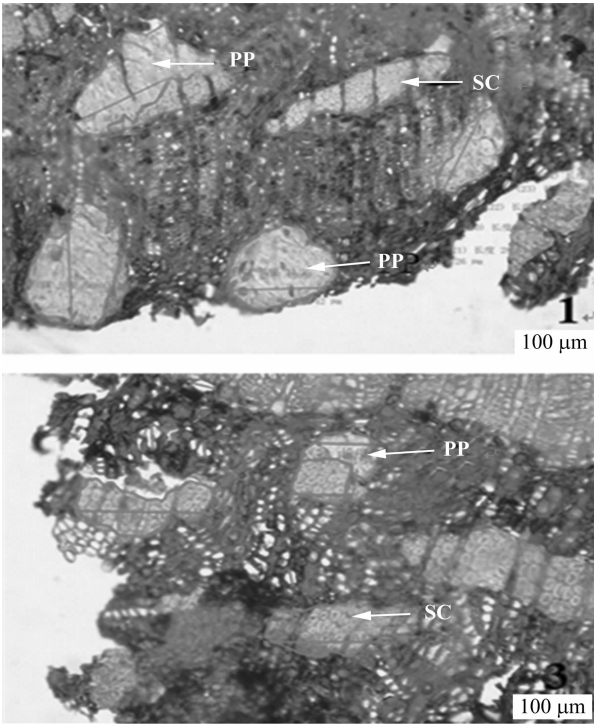


图4 正常生长状态的青冈树种薄壁细胞和石细胞形态

胞群面积约 143 434. 73 μm^2 , 围剥树皮 1 年后约 107 744. 83 μm^2 , 围剥树皮 2 年后约 44 485. 36 μm^2 , 围剥树皮 3 年后约 38 276. 17 μm^2 (表 2)。

通过分析可知, 相比于青冈树正常状态下韧皮结构中的薄壁细胞来说, 被围剥树皮 1 年、被围剥树皮 2 年、被围剥树皮 3 年后的薄壁细胞群面积呈下降趋势, 由于薄壁细胞群与石细胞群相邻生长且石细胞群的面积逐步上升 (表 3), 可判断随着青冈树被剥皮时间的增加, 韧皮部结构中的薄壁细胞经过细胞壁加厚和木质化后形成了石细胞, 这与前人的研究结果^[13]一致。由于薄壁细胞是活细胞而石细胞是死细胞, 因此说明随着被围剥树皮时间的增加, 青冈树中活细胞的比例在逐渐下降, 树木趋向死亡。



1—正常状态; 2—被围剥树皮 1 年后; 3—被围剥树皮 2 年后; 4—被围剥树皮 3 年后

图5 围剥树皮后青冈树薄壁细胞和石细胞形态对比

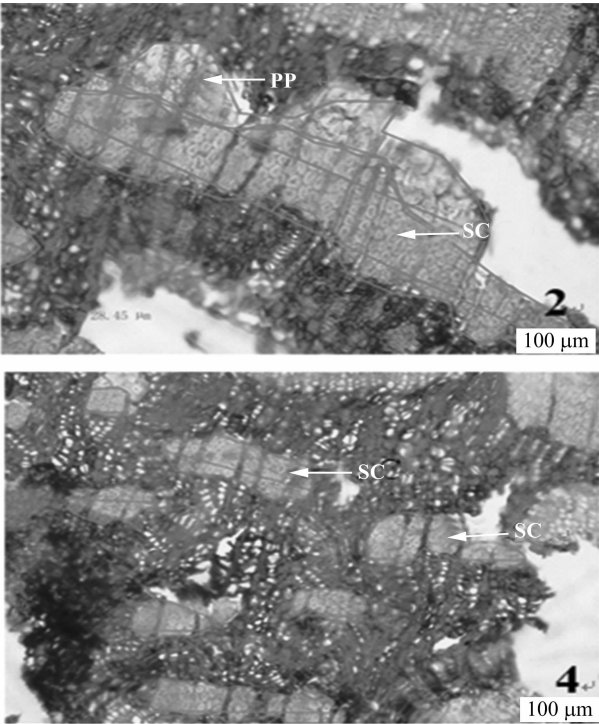


表 2 青冈树韧皮部薄壁细胞的结构差异

材料状态	平均薄壁细胞群面积(μm^2)	薄壁细胞束平均长度(μm)
正常状态	143 434. 73	525. 12
围剥树皮 1 年	107 744. 83	501. 40
围剥树皮 2 年	44 485. 36	220. 27
围剥树皮 3 年	38 276. 17	203. 86

2. 1. 3 石细胞 石细胞属于厚壁细胞, 一般由薄壁细胞经过细胞壁的强烈增厚分化而来^[14], 是只具有

坚硬细胞壁的小、死细胞^[13]。青冈树韧皮部结构中的石细胞呈不规则形状 (图 5), 其长轴直径在被围剥树皮后并未发生太大变化。正常状态下石细胞束的平均长度约 506. 65 μm , 围剥树皮 1 年后石细胞束的平均长度约 632. 21 μm , 围剥树皮 2 年后石细胞束的平均长度约 755. 13 μm , 围剥树皮 3 年后石细胞束的平均长度约 800. 39 μm 。正常状态下石细胞群面积约 40 063. 05 μm^2 , 围剥树皮 1 年后约 50 681. 17 μm^2 , 围剥树皮 2 年后约 77 912. 44 μm^2 , 围剥树皮 3 年后约 88 525. 36 μm^2 (表 3)。

表 3 青冈树韧皮部石细胞的结构差异

材料状态	平均薄壁细胞群面积(μm^2)	薄壁细胞束平均长度(μm)
正常状态	40 063.05	506.65
围剥树皮 1 年	50 681.17	632.21
围剥树皮 2 年	77 912.44	755.13
围剥树皮 3 年	88 525.36	800.39

通过分析可知,随着青冈树被围剥树皮时间的增加,石细胞群的面积逐步扩大。由于石细胞存在于薄壁细胞群的一侧且薄壁细胞与石细胞出现了此消彼长的现象,可以判断随着青冈树被围剥树皮时间的增加,韧皮部的薄壁细胞逐渐分化成为石细胞,活细胞与死细胞的比例呈下降趋势,说明青冈树正趋于死亡。

2.2 青冈树木质部结构特征

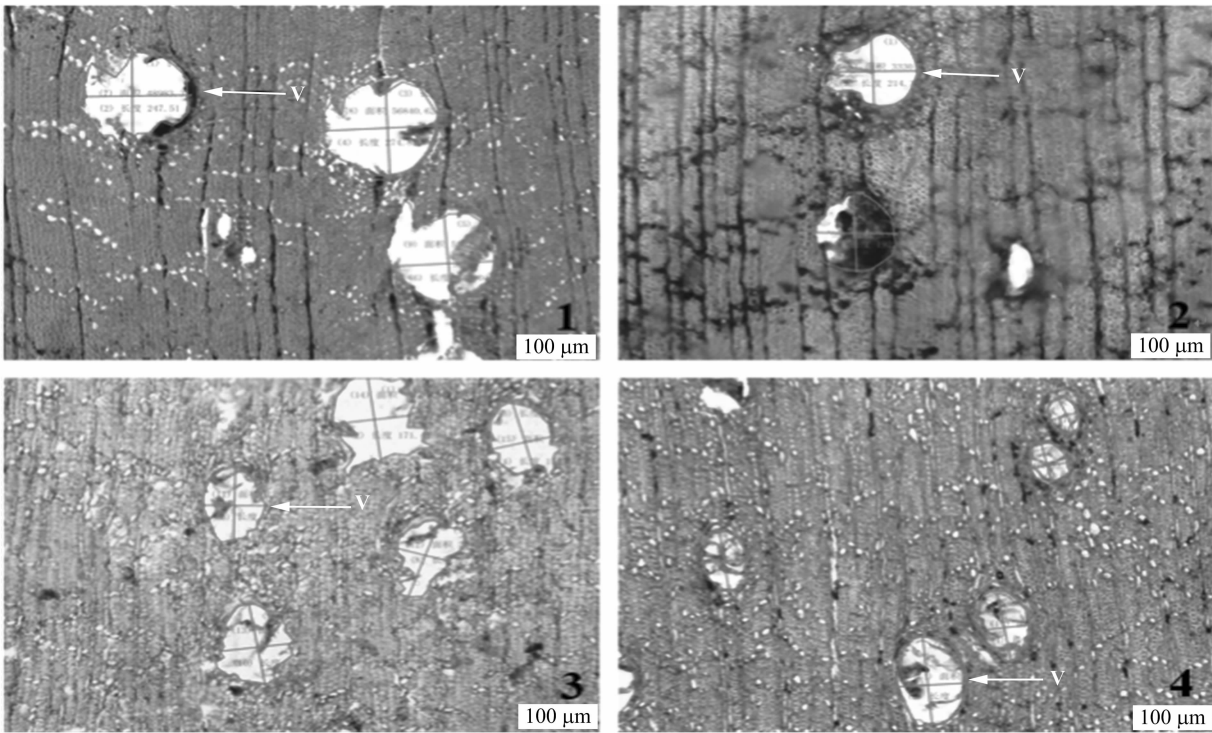
通过观察正常生长的青冈树木质部横切面的管孔发现,青冈树是散孔材,在一个生长轮内早材和晚材的管孔大小无明显差异,分布比较均匀,呈辐射状,管孔多为单管孔,偶见管孔链(图 6)。

青冈树在正常状态下和被围剥树皮后 3 个年份的管孔直径有所差异(图 7)。管孔的平均长轴直径



V—导管。下图同
图6 正常生长状态的青冈树种木质部结构特征

在正常状态约 $210.19\ \mu\text{m}$,围剥树皮 1 后约 $202.98\ \mu\text{m}$,围剥树皮 2 年后约 $194.77\ \mu\text{m}$,围剥树皮 3 年后约 $183.32\ \mu\text{m}$ 。管孔的平均短轴直径在正常状态约 $180.70\ \mu\text{m}$,围剥树皮 1 年后约 $142.53\ \mu\text{m}$,围剥树皮 2 年后约 $140.29\ \mu\text{m}$,围剥树皮 3 年后约 $122.27\ \mu\text{m}$ 。正常状态下管孔的平均面积约 $31\,524.76\ \mu\text{m}^2$ 、围剥树皮 1 年后约 $21\,327.52\ \mu\text{m}^2$ 、围剥 2 年后约 $20\,461.86\ \mu\text{m}^2$ 、围剥 3 年后约 $18\,297.34\ \mu\text{m}^2$ (表 4)。



1—正常状态; 2—被围剥树皮 1 年后; 3—被围剥树皮 2 年后; 4—被围剥树皮 3 年后

图7 围剥树皮后青冈树种的管孔形态对比

表 4 青冈树木质部的结构差异

材料状态	管孔平均长轴 直径(μm)	管孔平均短轴 直径(μm)	平均管孔 面积(μm^2)
正常状态	210.19	180.70	31 524.76
围剥树皮 1 年	202.98	142.53	21 327.52
围剥树皮 2 年	194.77	140.29	20 461.86
围剥树皮 3 年	183.32	122.27	18 297.34

通过分析可知,随着青冈树被围剥树皮时间的增加,木质部管孔的平均直径和面积逐年减少。出现此现象可能是因为青冈树被围剥树皮后新的韧皮部来不及长出,使树根因得不到有机养分而亡,从而引发导管对水分亏缺的适应性。由于树木水分亏缺较为严重时,如果导管太大,在导管内容易形成气泡堵塞导管,不利于水分的吸收^[15]。因此,青冈树被围剥树皮后,随着水分胁迫程度的加剧,导管的平均直径和面积逐年减小。

3 结论与讨论

通过对青冈树在正常状态下、被围剥树皮 1 年后、被围剥树皮 2 年后、被围剥树皮 3 年后的韧皮部和木质部切片进行观察研究后发现,青冈树被围剥树皮后韧皮部和木质部横切面的结构和组成无明显变化,显微构造下的筛孔直径、薄壁细胞群、石细胞群以及管孔直径发生规律性变化。随着青冈树被围剥树皮时间的增加,其木质部中管孔的长轴直径与短轴直径减小,平均管孔面积减少。

(1)随着青冈树被围剥树皮年份的增加,其韧皮部中筛孔的平均直径逐年减小,说明对青冈树进行人为深度剥皮会引发树木的创伤防御机制。

(2)随着青冈树被围剥树皮年份的增加,薄壁细胞束的平均长度和薄壁细胞群的面积减小,石细胞束的平均长度和石细胞群的面积增大,说明随着青冈树被围剥树皮的时间增加,其活细胞的数量在减少,而死细胞的数量在增加,树木趋于死亡。

(3)随着青冈树被围剥树皮年份的增加,青冈树木质部中管孔的面积逐年减小,说明围剥树皮导致树根因缺少有机养分而亡,引发了导管对水分亏缺的适应性。

森林公安侦办案件的必要条件是收集定性、处罚的关键性证据,然而对于案件的定性、处罚来说,

认定树木的损伤程度是至关重要的。本研究将受损树木的木质部和韧皮部解剖构造与正常生长的树木进行对比,理论上填补了围剥树皮导致树木死亡的研究空白,为树木的损伤提供了解剖学证据,为一线森林公安的执法提供了一定的技术支持,这对提高相关执法部门的基础工作能力、保护我国珍贵林木资源和维护生态安全有着重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 西双版纳州林业局. 西双版纳州召开集中打击整治破坏森林资源违法违规行为专项行动动员会议[EB/OL]. (2018-05-15) [2019-09-06]. https://www.xsbn.gov.cn/143.news.detail.dhtml?news_id=50936.
- [2] 余椿生,常效琳,杜仲大面积环状剥皮后树皮再生的解剖学初步观察[J]. 中药材科技,1979(4):15-19.
- [3] 王丰,潘彪,李伊乐,等. 鹅掌楸属 3 个树种次生韧皮部显微构造的比较[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2013,37(5):113-118.
- [4] 刘彩琴,赵猛,魏朔南,等. 陕西 4 个漆树品种外部形态及次生韧皮部结构的比较[J]. 西北植物学报,2010,30(2):269-274.
- [5] Kotina E L, Oskolski A A, Tilney P M, et al. Bark and wood structure of *Prunus africana* (Rosaceae), an important African medicinal plant[J]. South African Journal of Botany, 2016, 106:89-95.
- [6] Pang Y, Zhang J, Cao J, et al. Phloem transdifferentiation from immature xylem cells during bark regeneration after girdling in *Eucommia ulmoides* Oliv[J]. Journal of Experimental Botany, 2008, 59(6):1341-1351.
- [7] Dorismilda M C, Terrazas T, Ochoterena H, et al. Madera y corteza de algunas Rubiaceae en México: similitud estructural [J]. Revista Mexicana de Biodiversidad, 2015, 86(1):59-71.
- [8] 陈利娜,薛辉,李好先,等. 石榴花芽石蜡切片制作方法的改良[J]. 安徽农业科学,2017,45(2):1-3,16.
- [9] 王跃华,刘洪明,刘鑫,等. 红景天植物石蜡切片的制作和结构观察研究[J]. 种子,2018,37(7):28-30,34.
- [10] 蔡海滨,涂敏,胡彦师,等. 一种优化的橡胶树木质部石蜡切片制作方法[J]. 热带农业科学,2015,35(6):25-28.
- [11] 刘艳,周杰,黄宜兵,等. 组织学石蜡切片制作中固定方法的改良[J]. 生物学通报,2016,51(1):47-48,64.
- [12] 张梦婕,丁琦,贺新强,等. 低温对毛果杨韧皮部筛分子胼质沉积的影响[J]. 电子显微学报,2015,34(2):121-125.
- [13] 吴立军. 天然药物化学[M]. 北京:人民卫生出版社,2000.
- [14] 杨海峰,陈晓兰,邱树磊,等. 不同中药提取物的免疫调节作用比较[J]. 江苏农业科学,2018,46(23):158-162.
- [15] 欧巧明,倪建福,马瑞君. 春小麦根系木质部导管与其抗旱性的关系[J]. 麦类作物学报,2005,25(3):27-31.