

文章编号:1001-1498(2004)02-0185-07

杜仲果实内杜仲胶形成积累规律的研究

杜红岩, 杜兰英, 李芳东

(中国林业科学研究院经济林研究开发中心,河南 郑州 450003)

摘要:采用选择典型样株和随机取样的方法对杜仲果实含胶率的年变化及逐年变化特点和规律进行了研究。结果表明,杜仲果实内含胶特性的年变化特点可以划分为两个阶段:在果实基本停止生长以前,果皮和果实含胶率变化与果实的生长发育密切相关,果皮和果实含胶率随着果实的生长而迅速提高;在果实基本停止生长以后,含胶率提高缓慢。不同树龄杜仲果皮和果实的含胶率比较稳定。采用高接换雌建园和嫁接苗建园两种方式建立杜仲高产胶果园都具有十分明显的增产效果。

关键词:杜仲果实;杜仲胶;形成积累;变化规律

中图分类号:S759.3⁺1 **文献标识码:**A

杜仲(*Eucommia ulmoides* Oliv.)是亚热带和暖温带最具开发前景的胶源树种^[1,2]。利用杜仲胶独具的橡(胶)塑(料)二重性,可以开发出具有热塑性、热弹性和橡胶弹性功能等三大功能材料,应用前景十分广阔^[3~6]。杜仲果实、树皮和叶片均含有杜仲胶^[1]。目前杜仲胶的提取都是以杜仲叶为原料^[2]。由于杜仲叶含胶率一般为1%~3%,提胶的原料和加工成本都较高^[3]。而杜仲果皮含胶率高达12%~17%,是杜仲叶的5~6倍,利用杜仲果皮提胶可以显著降低杜仲胶生产成本,促进杜仲大产业的形成和快速发展^[3,7]。但是,对杜仲果实内杜仲胶形成积累动态的研究尚未见报道^[8,9]。本研究通过对杜仲果实内杜仲胶形成与积累的规律进行全面系统的研究,探索杜仲含胶性状的动态变化特点和规律,为杜仲胶资源的合理有效利用及高产胶栽培技术提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 果实含胶率的年变化规律

试验材料均取自洛阳市郊区杜仲试验基地10年生同一无性系。选择典型样株6株,从2002年4月15日开始,每15d调查并取样1次,至10月12日共13次。每次选择树冠中部外围结果枝随机采集杜仲果实6×20个,进行生长动态观测,内容包括果长、果宽、果厚,另外在这6株样株同样部位采集6×100个果实,烘干后测定平均千粒质量。按照同样方法采样6×100g果实用于杜仲胶测定。采样后及时带回室内处理,防止发热。用于测定含水率的样品,取鲜果100g,采样后立即用塑料袋包装保湿。

收稿日期:2003-10-30

基金项目:国家高技术项目“杜仲良种快繁及高产栽培技术研究”(99-15)的部分研究内容

作者简介:杜红岩(1963—),男,河南中牟人,博士,副研究员。

1.2 杜仲结实特点及其果实含胶率的逐年变化规律

试验材料取自上述同一杜仲无性系。分别在嫁接苗建园和高接换雌试验园内选择典型样株各6株。在建园后的第3~7年,每年调查每株1年生枝条的成枝力和单枝结果数;果实千粒质量和杜仲胶测定取样方法同1.1。

1.3 杜仲胶分离与测定方法

含胶率的测定采用杜仲胶综合提取法。在用非极性溶剂提取、极性溶剂纯化的基础上,加以适当改进。采用无机试剂与有机溶剂相结合,物理与化学相结合的方法,将杜仲胶浸提出来,通过冷冻法使胶沉淀。主要工艺流程为:备料 打碎 碱煮(2%NaOH 90~100 浸提3 h) 筛洗 加碱、小量甲苯 70 水浴 15 min 水洗 干燥 溶剂抽提(石油醚 80 浸提,提取3次,每次2 h) 热过滤 冷冻 过滤(加丙酮洗) 精胶。

2 结果与分析

2.1 杜仲果实含胶率的年变化特点

2.1.1 杜仲果实的年生长发育特点 杜仲为雌雄异株树种。在河南省洛阳市,雌株的芽3月中旬开始萌动,3月25—30日雌蕊和叶同时展开,4月13—15日即完成传粉。由图1可以看出,4月15—30日为杜仲果实迅速生长期,特别是果长的增长比较明显,4月底果实接近正常大小,4月30日至7月29日果实生长逐渐停止,此后外形及大小变化不大,果皮厚度则缓慢增加。8月30日果实生长基本停止,果皮变硬,革质化,紧包长形种子,折断外果皮,可见丰富的白色胶丝。

2.1.2 果实水分的年变化规律 由图2可以看出,春季果实的含水率最高,4月15日达到77.26%,随着果实的生长,果实含水率迅速下降,至5月30日降到73.22%;5月30日至7月29日果实含水率出现一个平稳期,变化不明显;7月29日以后果实含水率又迅速下降,8月13日降至69.46%;此后果实含水率变化不大。

2.1.3 果实千粒质量及果皮与种仁质量百分比的年变化 由图3可以看出,杜仲果实千粒质量随着季节变化和果实的生长而逐渐增加,5月30日前增加较快,这时杜仲的幼胚尚未形成,果实千粒质量的增加反映的是果皮质量的增加;6月上旬至9月中旬,果实千粒质量呈现稳步增加的态势;进入9月中旬以后,果实千粒质量变化不大,果实生长基本结束;杜仲果实中胚的形成从5月30日以后才开始,种仁的生长随着胚的发育

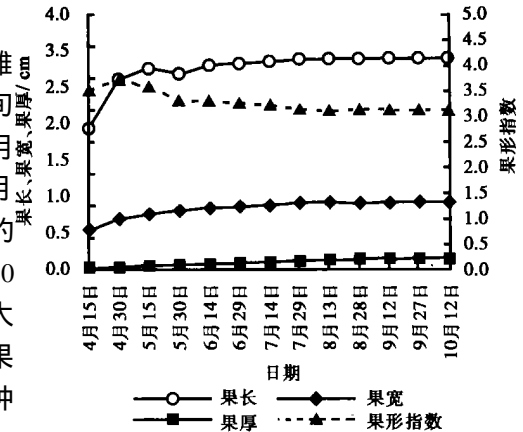


图1 杜仲果实生长的年变化

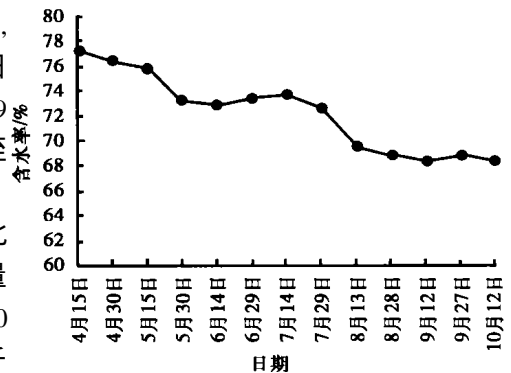


图2 杜仲果实含水率的年变化

而加快。5 月底至 7 月中旬为种仁迅速生长期,这一时期种仁占果实的质量百分比迅速增加,7 月中下旬种仁进入一个短暂的缓慢生长期,8 月上中旬种仁又迅速生长,至 8 月下旬种仁和果皮的生长都基本停止。

2.1.4 果实含胶率的年变化规律 杜仲果皮的含胶率随着果实的生长不断发生变化。由图 4 可以看出,4 月中旬至 5 月中旬为果皮含胶率的快速增长期,含胶率从 4 月 15 日的 2.52% 迅速提高到 5 月 15 日的 6.85%,说明这一时期杜仲含胶细胞形成积累比较旺盛,含胶细胞随果实的生长和维管束的分化而迅速形成;5 月 15 日以后,果皮含胶率进入平稳增长阶段,9 月中旬含胶率的积累达到高峰,这时含胶细胞的数量基本达到恒定状态;但 9 月 30 日以后果皮含胶率呈下降趋势,说明在杜仲胶的合成与代谢的动态变化中,杜仲胶分解的速度大于合成的速度。

在 5 月中旬以前,杜仲胚尚未发育,杜仲果实的含胶率与果皮含胶率是一致的,杜仲果皮的含胶率即是杜仲果实的含胶率。5 月中旬以后,随着杜仲幼胚的不断发育,果实含胶率和果皮含胶率的差异越来越明显(图 4),果实含胶率在 7 月 30 日以后处于一个相对稳定的状态。

2.1.5 果实含胶率与果实形态性状年变化的相关性分析 杜仲果实各性状在整个生长季的变化与果实含胶率的相关性分析表明,果实含胶率与各果实性状的年生长变化的相关性都没有达到显著水平。这主要是因为杜仲果实的年生长发育具有明显的阶段性。为了更准确地了解杜仲果实内杜仲胶年形成积累与杜仲果实各性状的相关性,将杜仲的年生长发育划分为两个阶段来分析,即以 7 月 29 日果实基本停止生长时为界,分别分析 7 月 29 日前后果实含胶率与各果实性状的相关性。由表 1 可以明显看出,果实基本停止生长前后果实含胶率与各性状的相关性具有明显的差异。

在 7 月 29 日以前,果皮和果实含胶率的变化与果实的生长发育密切相关。果皮含胶率与果宽、果厚、果实干粒质量的正相关关系达到了极显著水平,与果长的正相关关系达到了显著水平,而与果实含水率、果形指数、果皮占果实百分比呈极显著的负相关关系;果实含胶率与果长、果宽、果厚、果实干粒质量的正相关关系均达了极显著水平,而与果实含水率呈极显著的负相关关系,与果形指数的变化呈显著的负相关关系。说明在一定时间内杜仲果实含胶细胞随着果实的生长而不断形成和生长积累,果实内杜仲胶的含量也迅速提高;果形指数和果实内水

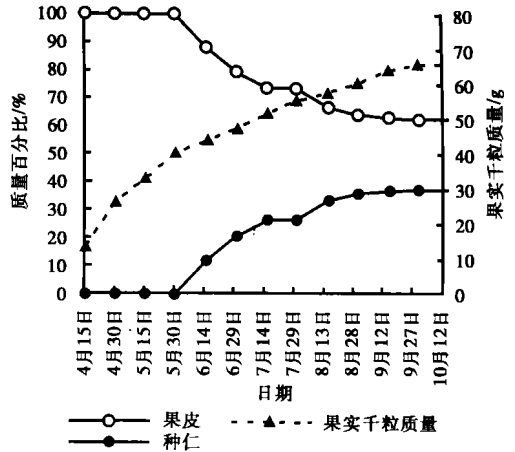


图 3 杜仲果实干粒质量以及果皮、种仁质量百分比的年变化

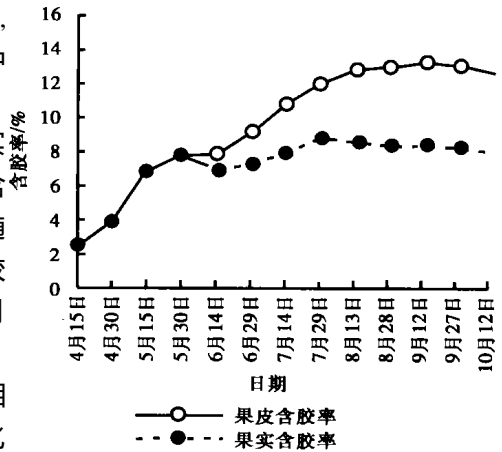


图 4 杜仲果实含胶率的年变化

分的变化也影响杜仲胶的形成积累,果实含水率越高,果形指数越大,越不利于杜仲胶的形成和积累。但是,在7月29日杜仲果实生长基本停止以后,杜仲果皮和果实内杜仲胶的含量变化与果实各性状的相关性均没有达到显著水平。说明杜仲果实内含胶细胞在果实基本停止生长以后,仍然在不断地形成积累,只是速度有所减慢。这一方面说明,随着果实的生长,其中含胶细胞也在不断地形成积累;另一方面则说明杜仲胶的形成具有一定的独立性。果实各性状生长停止后,含胶细胞仍继续增加和生长,果实含胶率总体上呈增加的趋势。

表1 杜仲果实形态性状年变化与含胶率的相关性分析

果实性状	年生长发育期	果长	果宽	果形指数	果厚	果实含水率	千粒质量	果皮占果实比例	果皮含胶率	果实含胶率
果长	7月29日前	1.000 0								
	7月29日后	1.000 0								
果宽	7月29日前	0.939 1**	1.000 0							
	7月29日后	0.612 4	1.000 0							
果形指数	7月29日前	-0.478 0	-0.749 7*	1.000 0						
	7月29日后	-0.250 0	-0.918 6*	1.000 0						
果厚	7月29日前	0.756 3*	0.924 5**	-0.895 5**	1.000 0					
	7月29日后	0.918 6*	0.250 0	0.153 1	1.000 0					
果实含水率	7月29日前	-0.765 0*	-0.915 7**	0.878 8**	-0.885 2**	1.000 0				
	7月29日后	-0.694 4	-0.029 7	-0.310 9	-0.835 6	1.000 0				
千粒质量	7月29日前	0.874 2**	0.980 3**	-0.817 2*	0.971 5**	-0.898 8**	1.000 0			
	7月29日后	0.953 8*	0.488 2	-0.121 1	0.924 0*	-0.697 6	1.000 0			
果皮占果实比例	7月29日前	-0.579 7	-0.759 2*	0.797 3*	-0.917 0**	0.682 8	-0.847 9**	1.000 0		
	7月29日后	-0.836 9	-0.088 2	-0.310 4	-0.980 8**	0.798 7	-0.880 1*	1.000 0		
果皮含胶率	7月29日前	0.821 1*	0.952 5**	-0.848 5**	0.981 3**	-0.876 0**	0.984 2**	-0.853 6**	1.000 0	
	7月29日后	0.142 1	-0.065 9	0.151 7	0.207 0	-0.204 2	-0.104 4	-0.177 8	1.000 0	
果实含胶率	7月29日前	0.871 7**	0.952 6**	-0.769 8*	0.884 4**	-0.894 8**	0.936 5**	-0.648 2	0.946 7**	1.000 0
	7月29日后	-0.666 6	-0.126 7	-0.178 1	-0.753 1	0.595 6	-0.858 9	0.786 5	0.467 7	1.000 0

注:**极显著水平; *显著水平

2.2 杜仲成枝与结果特点及其果实含胶率的逐年变化规律

杜仲采用实生繁殖需要5~7 a才能进入生殖年龄,而采用嫁接等无性繁殖方法第2~3年就进入开花结果期。根据杜仲的生长发育特点和杜仲生产发展趋势以及产业化的需求,本文以嫁接苗建园和高接换雌建园两种模式为对象,研究杜仲生长结果特点和杜仲胶逐年形成积累的规律。

2.2.1 杜仲成枝力与结果数逐年变化特点

杜仲果实全部着生于当年生枝条的基部。由此,成枝力和单枝结果数是影响杜仲结果量的两个最主要因子。本试验采用统一的树形结构即自然开心形树形,建园第1年单株均留3个主枝。从图5可以看出,从建园第2年开始,成枝力逐年的变化比较规律,第2—3年树体进入结果期以前,成枝力维持一个较高的水平,达到8.3~8.9个,第4年以后成枝力逐步下降,第7年下降至3.3~3.5个。说明进入生殖期以后,杜仲树体内的营养物质进行了重新分配,植株逐步由旺盛的营养生长转向以结果为主的生殖生长。比较两种建园方式成枝力的差异,建园初期第2—3年,高接换雌建园的成枝力大于嫁接苗建园。这主要是由于高接换雌建园时砧木较大(树龄3年生,树干中间直径3~5 cm),树体

营养物质比嫁接苗建园的要充足,植株前期生长旺盛。第 4 年以后,嫁接苗建园的成枝力高于高接换雌建园。但随着建园时间的增加,两种建园方式成枝力趋于一致。

杜仲的两种建园方式都是第 3 年进入初果期,单枝结果数逐年变化呈跳跃式特点,说明杜仲逐年结果的不稳定性,无性系在一定程度上存在大小年结果现象。随着树龄的增加单枝结果数没有明显减少的趋势。

2.2.2 杜仲果实千粒质量的逐年变化特点 杜仲果实千粒质量随树龄的增加而发生变化。在初果期的第 3—5 年千粒质量变化不明显,从第 5 年到第 6 年果实千粒质量有一个明显下降的过程,第 6—7 年又趋于稳定(图 6)。在初果期由于杜仲结果量较低,树体供应单个果实的营养相对充足,单果的质量较大;随着杜仲盛果期的到来,杜仲单株结果量迅速增加,单个果实的营养供应相对减少,果实的生长受到一定限制,千粒质量相对下降。两种建园方式不同年份的果实千粒质量也总是高接换雌高于嫁接苗建园,也说明树体对果实营养的供应是造成果实千粒质量差异的主要原因。

2.2.3 杜仲果实和果皮含胶率的逐年变化特点 杜仲果实和果皮中杜仲胶含量的稳定性是影响杜仲产胶量的重要因素,也直接关系到杜仲胶产业化开发能否顺利实施。从图 7 中可以看出,两种建园模式下杜仲果实和果皮的含胶率逐年变化曲线比较平稳,第 3—6 年果实和果皮含胶率均稳步提高,第 7 年时有所下降。在杜仲初果期,杜仲的营养生长比较旺盛;随着树龄的增长,树体结果数量的迅速增加,生殖生长越来越旺盛。从果实和果皮含胶率逐年变化规律看,杜仲的生殖生长似乎更有利于杜仲含胶细胞的形成和杜仲胶的积累;第 7 年含胶率下降的原因可能与杜仲结实量过大,树体营养供应的相对不足有关。

2.2.4 杜仲单株产果量和产胶量的逐年变化特点

由图 8 可知,两种建园模式单株产果量和单株果实产胶量均随树龄增加而有不同程度的提高,第 3—4 年产果量和产胶量提高比较缓慢,高接换雌和嫁接苗建园第 4 年单株产果量仅分别为 0.84 kg 和 0.49 kg,单株产胶量分别为 85.24 g 和 49.87 g。说明初果期的杜仲生殖生长相对较

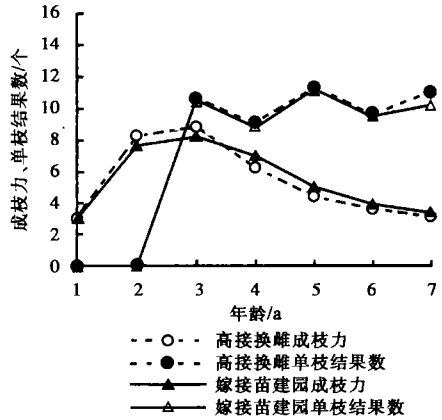


图 5 杜仲成枝力与结果数逐年变化特点

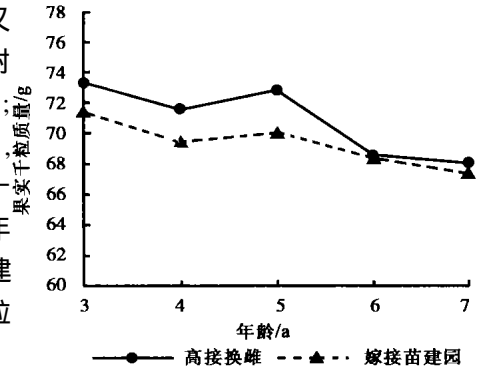


图 6 杜仲果实千粒质量逐年变化规律

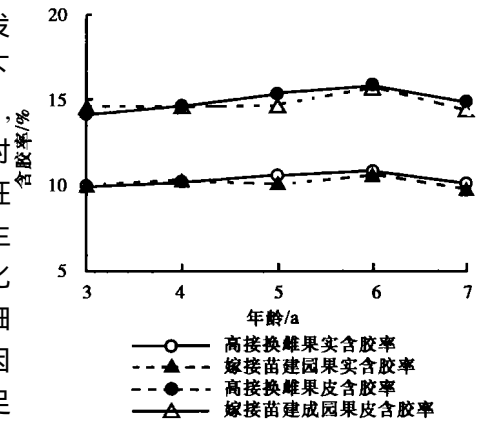


图 7 不同建园方式果实和果皮含胶率逐年变化

弱;第5年以后单株产果量和产胶量大幅度提高,第7年单株产果量则分别达到6.21 kg和4.38 kg,单株果实产胶量分别达到629.76 g和429.62 g。从利用杜仲果的角度分析,两种建园模式都取得了十分明显的增产效果。从两种建园模式的比较来看,高接换雌建园第3—7年单株的逐年产果量和产胶量均高于嫁接苗建园。

3 结论

杜仲果实在一年中具有春季速生的特点。在果实基本停止生长以前,果皮和果实含胶率的变化与果实的生长发育密切相关。果皮和果实含胶率随着果实的生长而迅速提高;在杜仲果实生长基本停止以后,杜仲果皮和果实内杜仲胶的含量变化与果实各性状的相关性均没有达到显著水平。说明杜仲果实内含胶细胞在果实基本停止生长以后,仍然在不断地形成积累,只是这一阶段杜仲胶形成积累的速度有所减慢。

不同树龄杜仲果皮和果实的含胶率比较稳定。杜仲单株产果量和单株果实产胶量随树龄的增加而有不同程度的提高,初果期产果量和产胶量提高比较缓慢,进入盛果期以后,单株产果量和产胶量大幅度提高。从利用杜仲果实的角度分析,高接换雌建园和嫁接苗建园两种建园方式都取得了十分明显的增产效果,产果量比现有杜仲林大幅度提高。通过高接换雌的方式,对现有杜仲林进行科学改造建成杜仲高产胶果园,可以取得比采用嫁接苗建园更好的效果。建立杜仲高产胶果园可以采取两种方式:新建果园可以采用嫁接苗建园的方式;对现有杜仲林可以通过高接换雌的方式进行科学改造建立新的高产胶果园。

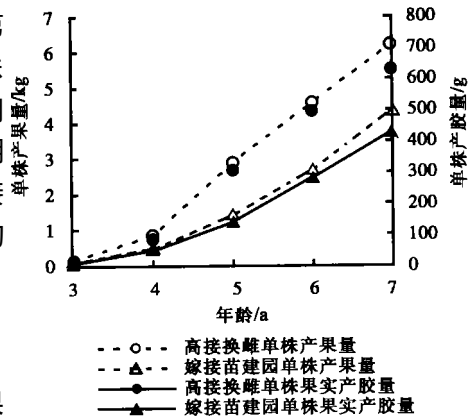


图8 不同建园方式单株逐年产果量和产胶量比较

参考文献:

- [1] 杜红岩. 杜仲优质高产栽培[M]. 北京:中国林业出版社,1996. 215~219
- [2] 李芳东,杜红岩. 杜仲[M]. 北京:中国中医药出版社,2001. 261~280
- [3] 杜红岩,赵戈,卢绪奎. 论我国杜仲产业化与培育技术的发展[J]. 林业科学研究,2000,13(5):554~561
- [4] 严瑞芳. 杜仲胶研究进展及发展前景[J]. 化学进展,1995,(7)1:65~71
- [5] 陈士明. 杜仲橡胶的开发和应用[J]. 橡胶工业,1993,40(11):690~698
- [6] 张乔. 杜仲橡胶的开发与利用[J]. 橡胶工业,1996,43(11):690~693
- [7] 杜红岩,谢碧霞,邵松梅. 杜仲胶的研究进展与发展前景[J]. 中南林学院学报,2003,23(4):95~99
- [8] 张康健,王亚琴,马希汉,等. 杜仲叶次生代谢物生态学研究初报[J]. 林业科学,1999,35(6):28~35
- [9] 张康健,马希汉,马梅,等. 杜仲叶次生代谢物生长积累动态的研究[J]. 林业科学,1999,35(2):15~20

Dynamic of Gutta-percha Formation and Accumulation in Samara of *Eucommia ulmoides*

DU Hong-yan, DU Lian-ying, LI Fang-dong

(Non-timber Forestry Research and Development Center, CAF, Zhengzhou 450003, Henan, China)

Abstract :For better understanding the annual and year after year changes and regularities of gutta-percha content in samara of *Eucommia ulmoides* and for providing scientific theory for effective use of gutta-percha, studies were conducted in 2002 at the experimental demonstration base in Songxian County, Henan Province. Typical sample-tree selection and random selection were applied in this study. Integrated extraction was used to test the gutta-percha content rate. The results showed that gutta-percha content changes in samara could be divided into two stages. The content in kernel and pericarp performed a close relation with the growth of samara, which increased rapidly along with the samara's growth before the samara stopped to grow; while the content increased slowly after the samara's development. The gutta-percha content was in stable among the fruits from different ages of trees. Outstanding production increase was achieved through setting up orchards by grafting female branches on mature trees and by planting grafted saplings. Therefore, high-yield gutta-percha orchard could be established either by planting grafted saplings or by grafting female branches.

Key words :samara of *Eucommia ulmoides*; gutta-percha; formation and accumulation; dynamic