



Secondary Metabolites and Their Functions
to Human Health in *Eucommia ulmoides*

杜仲次生代谢物 与人类健康

张康健 马希汉 著



西北农林科技大学出版社

杜仲次生代谢物与人类健康

张康健 马希汉 著

西北农林科技大学出版社

内容简介

本著作是作者采用多年来与北京大学、西安交通大学医学院(原西安医科大学)、陕西省疾病预防控制中心等单位合作试验的研究成果,和引用了国内外有关专家已经公开的试验研究资料撰写而成。故本著作不仅以翔实的数据和图片资料阐述杜仲次生代谢物对人类健康的贡献,更着重以试验结果来阐述其次生代谢物保健功能的药理作用,这是本著作的特色。

全书分为14章,其主要内容为:杜仲的历史渊源与药用功效的发现;杜仲次生代谢物的多样性与多效性;杜仲次生代谢物与抗衰老功效;杜仲次生代谢物与调节血压功能;杜仲次生代谢物与降血脂功能;杜仲次生代谢物与降血糖作用;杜仲次生代谢物与润肠通便作用;杜仲次生代谢物与减肥、美容作用;杜仲次生代谢物与增强免疫力功能;杜仲次生代谢物与抗疲劳作用;杜仲次生代谢物与补肾壮阳功能;杜仲次生代谢物与护肝醒酒作用和杜仲次生代谢物部位差异性与组合增效作用及杜仲、桑叶次生代谢物复方协同作用。

本书可供从事杜仲研究的科学工作者和有意了解杜仲保健作用的人士提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

杜仲次生代谢物与人类健康/张康健,马希汉著. —杨凌:西北农林科技大学出版社,2009

ISBN 978-7-81092-564-8

I. 杜… II. ①张… ②马… III. 杜仲—代谢物—保健—研究 IV. S567.1 R247.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 187900 号

杜仲次生代谢物与人类健康

张康健 马希汉 著

出版发行	西北农林科技大学出版社	
地 址	陕西杨凌杨武路3号	邮 编: 712100
电 话	总编室: 029—87093105	发行部: 87093302
电子邮箱	press0809@163.com	
印 刷	西安华新彩印有限责任公司	
版 次	2009年11月第1版	
印 次	2009年11月第1次	
开 本	787 mm × 960 mm	1/16
印 张	11	
字 数	180千字	

ISBN 978-7-81092-564-8

定价: 28.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系

Synopsis

This book compiles and collates the materials from the achievements that have been made from the collaboration of the authors and co-workers from Beijing University, Xi'an Jiaotong University, and Shaanxi Provincial Centre for Disease Control and Prevention, as well as materials published by experts at home and abroad. The health-care function of Du-zhong (*Eucommia ulmoides*) is expounded by using full and accurate data and figures. Most importantly, the effective constituents and healthcare functions are expounded by the results of scientific achievements, forming a characteristic of the book. 14 chapters are comprised in this book. The main contents are as follows: evolution and historical discovery of pharmacological functions of Du-zhong as a medicinal plant; diversity and multiple functions of secondary metabolites in Du-zhong; anti-senescence effect; function of reducing serum lipid; hypoglycemic effect; function of stimulating bowels evacuation; secrets of anti-obesity and cosmesis; function of enhancing immunity; fatigue relieving effect; function of nourishing kidney and tonifying *yang*; function of protecting liver and alleviating a hangover; differences of secondary metabolites in different organs of the plant, as well as synergistic action of compounded Du-zhong; synergistic action of Du-zhong with mulberry folium.

This book should serve as a reference for scientists who are involved in Du-zhong research, and all those interested in understanding the magic health-care functions of Du-zhong, a precious oriental plant.

杜仲,一位古代民间医生

古时候,有一位民间医生,名字叫杜仲,他筋骨不强、腰腿酸痛。有一天,他进山采药,偶尔看见了一株粗壮、挺拔的苍天大树的树皮里有像“筋”一样的多条白丝,再撕开周围其他植物的皮部,却未见这种现象。他认为该种植物不同寻常,树皮里竟有多条“筋骨”,人若服用了这种树皮的“筋骨”,也会像这种植物一样筋骨强健。于是,杜仲下决心尝试。第一天服用后,没有不良反应,他就大胆服用。过了几天后,不仅没有不良反应,反而自觉精神好多了,腰、腿也轻松了。又过了一段时间后,他的腰不酸了,腿不疼了,腰板也直了。经过长期服用,奇迹出现了,他不仅身轻体健,头发乌黑,而且长寿不老。这时候,有人问他“你吃了啥长生不老药?这么精神焕发、轻身耐老?”。此时,杜仲便告诉了人们这个秘密。于是一传十,十传百,一些老人也开始服用这种植物的树皮,而且效果很好,出现了许多健康长寿老人。后来,杜仲竟因服此植物树皮得道成仙而去。为了表达人们的崇敬、思念之情,后人便把这种植物唤为“思仙”、“思仲”。天长日久了,人们就干脆将这种植物叫“杜仲”。

这一古事并非凭空杜撰,有《本草纲目》为据。我国伟大医药学家李时珍巨著《本草纲目》载:“昔有杜仲服此得道,因以名之。思仲、思仙,皆由此义。杜仲,能入肝而补肾,补中益精气,坚筋骨,强志,治肾虚腰痛。久服,轻身耐老……”

Du - zhong, A Folk Doctor at Ancient Time

——A Beautiful and Heart - stirring Legend

At ancient time, there was a folk doctor called Du - zhong (Chinese pronunciation for *Eucommia ulmoides*). He was the second son of the family. He suffered from skeletal pain and lumbago. One day, he went to the mountains to collect wild herbal medicines, and found a sturdy and upright tree. He accidentally peeled a strip of the

bark of the tree and found white filaments in the bark, which he had never found in others trees before. He thought that this tree was unusual because the filaments were like bones and tendons in human body. He got an idea that if human beings took this bark, their bones and tendons would be strengthened, and would be as healthy as this tree. Therefore he made up his mind to testify his thought. There were no side effects at the first day after his application of the bark, and then he bravely took it continuously. There were still no side effects after several days of his application of the bark. Instead, he felt freshened. His ailments of skelalgia and lumbago were alleviated. He then took the bark unceasingly. Again after a period of time, his loin did not feel aching pain anymore, and neither did his legs. His back became straight. The miracle appeared after the long – term application of the bark of this plant: he was healthier with black hair, and also longevous. At this time, someone asked him “what kind of elixer did you take, which makes you so healthy and young”, and he told people the truth. The secret spread broadly. Many old people began to take the bark of this plant and got good effects: lived healthier and longer. Afterwards, Du – zhong became immortal because of his long application of this plant. In order to express their respectful and grateful sentiments, people called this plant “Sixian (missing immortal)”, “Sizhong (missing Du – zhong)”, and finally they directly gave the name of this plant Du – zhong (*Eucommia ulmoides*), the name of the doctor.

This ancient story is not a fabricated one. It is based on the record in the book “Compendium of Materia Medica” (Ben Cao Gang Mu), edited by Li Shizhen in Ming Dynasty (1600) in Chinese history: “At one time there was a man named Du – zhong who took this herbal medicine and became immortal, therefore, it was named after him. Du – zhong can tonify liver and kidney, as well as internal organs, strengthen bones and tendons. It can be used to cure insufficiencies of the liver and kidney manifested as pains in the lower back and knees, weakness of tendons and bones. Long term use can promote human essence and longevity”.

前 言

杜仲次生代谢物,就是指杜仲所含的天然活性物质,也即杜仲的药用有效成分。近年来研究发现,所有旺盛生长的植物细胞中都发生着次生代谢物的不断合成和转化。其中很多次生代谢物对人体有着很强的生物活性,具有特殊的医疗价值。如生物碱、萜类化合物、芳香族化合物等次生代谢物。这些次生代谢物通常也称为天然活性物质或药用有效成分。

目前,我国实施中药现代化策略,杜仲除了像过去那样以杜仲皮或杜仲叶用来直接入药外,更多的是采取现代高科技手段,从杜仲中提取出次生代谢物(药用有效成分),开发保健食品或药品。所以,杜仲与人类健康的关系,实际上已是杜仲次生代谢物与人类健康的关系。

食物是人类赖以生存的能量和营养成分的来源。我们通常所说的食物是指含有碳水化合物、蛋白质、脂肪等有机物质(营养成分)的食品。

然而,还有另一类食物,叫天然食物。“天然食物”是指具有以下特点的食物:

——除营养成分外,均含有一种或几种次生代谢物(天然活性物质);

——这些次生代谢物具有明显的生理活性,能调节人体机能,具有治病、防病功效;

——长期服用无毒副作用,适合于人体保健。

天然食品中含有多种次生代谢物,这些含有次生代谢物质的食品常被人们叫做药用食品(Medicinal foods)、保健食品(Health care foods)或健康食品(Healthy foods)或功能食品(Functional foods)等多种名称。这些次生代谢物质具有治疗或预防某些疾病,如一些慢性疾患(心血管疾病、肿瘤、糖尿病、老年疾病及免疫性疾病等)的作用。它们能调整人体机能,阻止疾病的进一步发展,或者能使预防疾病出现病理性的改变;或者能使疾病病理性的改变逐步趋于正常,并能与食品一样长期服用,基本上没有毒副作用。

我们所研究的杜仲,就是天然食物中一颗灿烂的明珠。

杜仲(*Eucommia ulmoides* Oliv.)是杜仲科植物,本科仅1属1种。杜仲是仅存于我国的第三纪孑遗植物,是我国珍稀濒危第二类保护树种。据历史考究,杜仲原来在欧洲和亚洲分布的很广,北美也有分布,且种类较多,多达十余种。中新世早期后,由于环境的变化,杜仲先在北美消失。晚第三纪时,全球地质运动剧烈,世界各地高大的山脉相继升起,海陆发生强烈变化,对杜仲的分布影响较大,第四纪冰期来临时,杜仲便在欧洲和亚洲部分地区消失,仅有一种(*E. ulmoides* Oliv.)在亚洲中国的中部地区存活至今。

据千余年杜仲产地记载,杜仲历史上的分布区域和范围,即以川东、陕南、鄂西及其邻近地区为中心,包括今山西、河南、陕西、四川、湖北、甘肃、贵州、广西、江西、江苏、安徽、浙江等省区,说明我国历史上有着丰富的杜仲资源。

杜仲,在中国的应用已有2 000多年的悠久历史。早在公元前28世纪,在我国传说中神农帝所著的《神农本草经》中就有记载。

20世纪50年代初开始,美、俄、日热衷于研究中国杜仲,赋予了杜仲次生代谢物健康新概念,使杜仲名扬四海、风靡全球。在20世纪50~90年代,由于国内配方和外贸出口的需要,杜仲市场出现了供不应求的现象。同时,由于外贸出口数量急剧增加(仅1992年,我国出口杜仲240 t),市场价格猛涨,致使杜仲树滥伐滥剥成风,使我国珍稀濒危的杜仲资源几近灭绝。美国夏威夷大学东方及西方医学基金会委员姚香雄先生在其著作(2003年)中回忆杜仲市场盛况时写道:“约10年前,我代表夏威夷大学的东方及西方医学研究会到中国内地采购杜仲,在药品交易会上,几位采购医生正在就杜仲与卖方讨价还价,突然身边一位西方人士问我:‘你们看的就是杜仲吗?’我回答:‘是’,他单刀直入问卖方:‘你们一年能供应多少杜仲呢?我全要!’我们辛苦的讨价,完全白费了。后来才知道,他是德国一著名药厂的代表,因为实验证实了杜仲能医治高血压病,所以要大量购买”。但是,就在杜仲资源几近灭绝之时,国家及时采取措施,将杜仲列为国家四大控制药材,并着力于发展杜仲资源(至今已发展到20多个省、市、自治区,面积达36万hm²);与此同时,日本企业利用我国的杜仲叶原料,生产出各种杜仲保健食品,销售市场非常火爆,产品远销东南亚及欧美各国。1994年,日本的杜仲产品销售额已达到500亿~700亿日元,成为日本的重要产业。

从1982年起,我国科学家开始了杜仲次生代谢物药理、药效学研究。国内

医药学家和植物化学专家开展了大量科学研究和临床试验,取得了许多重大科研成果,发表了许多研究论文,对我国杜仲事业的发展奠定了良好的基础。1994年,我国为了推动杜仲事业的发展,中国林学会和农业部相继成立了中国林学会杜仲研究会和中国杜仲综合开发协会。

1982年始,贵州省药品检验所徐诗伦教授等、西北大学秦振栋、吴养曾、孙文基教授等、北京中医药大学李家实教授等、北京医科大学程铁明、车庆明教授等相继发表了次生代谢物提取、分析与药理、药效学研究论文;北京大学李正理、崔克明教授等的杜仲环状剥皮再生理论与技术研究,西北大学胡正海、田兰馨教授等的杜仲解剖学研究,贵州农学院周政贤教授、中国林业科学院经济林研究中心杜红岩研究员等的杜仲丰产栽培技术研究,中国科学院化学研究所严瑞芳研究员等的杜仲胶研究,均为杜仲的高效开发利用奠定了良好的基础。

西北农林科技大学(中国林学会杜仲研究会挂靠单位)是我国杜仲良种选育、丰产栽培与杜仲次生代谢物产业化开发研究较早、时间较长的单位之一,由植物学、育种学、森林培育学、植物资源化学教授和研究生组成了我国杜仲研究及其产业化开发的中心,对杜仲进行了30余年的不间断研究。曾连续主持召开了三次全国杜仲学术研讨会(1991,贵州遵义;1993,陕西略阳;1995,河南洛阳)和两届国际杜仲学术研讨会(1997,陕西西安;2005,陕西杨凌)。先后在国内外刊物上发表论文近100篇,出版有关杜仲研究著作和国际杜仲学术会议论文集9部,获得国家发明专利8项,研发了杜仲系列产品。特别是对杜仲的次生代谢物进行了全面系统研究,研究成果达到国际先进水平,出版了国内外第一部系统论述我国特有植物杜仲次生代谢物的专著《中国杜仲次生代谢物》(科学出版社,2002),次后又出版了英文版专著《Du-zhong, A Globally Fashionable Healthcare Concept》(Northwest A & F University Press, 2008)、《植物次生代谢与调控》(西北农林科技大学出版社,2009);并以杜仲次生代谢物为主要选育指标,历时16年,选育出了秦仲1、2、3、4号杜仲新品种,填补了国内外无药用有效成分含量高、高胶型品种的空白,达到了国际领先水平,通过了陕西省林木良种审定,被国家科技部列为农业科技成果转化资金项目,国家林业局列为全国重点推广项目。

在国内外科学家为杜仲高效开发利用奠定的良好基础上,2002年2月,迎

来了杜仲认识发展史上的一个春天。卫生部在《卫生部关于进一步规范保健食品原料管理的通知》(卫法监发[1002]51号)一文中,将杜仲叶与杜仲(皮)一起列入可用于保健食品的物品名单中。

2005年春天,又迎来了杜仲认识发展史上一个重要的年代。在国内外大量研究资料证实杜仲叶的药有效成分与杜仲皮基本相同、药用功能基本一致的基础上,我国将杜仲叶正式列入《中华人民共和国药典》(简称《中国药典》)2005年版。并确定绿原酸为杜仲叶药材的主要药用有效成分及其含量标准。这是我国第一次法定杜仲叶为中药材的权威性文献。这一权威性文献,是经第八届国家药典委员会执行委员会审议通过,并经国家食品药品监督管理局批准颁布实施,为建国以来的第八版药典。

2001年,作者与王蓝、苏印泉教授,曾受国家委派亲自赴日考察日本杜仲产业化开发,与日本杜仲专家高桥周七教授、中泽庆久、出山武博士等多次接触,参观日立造船生物株式会杜仲产业化工厂和养命酒株式会杜仲生产车间,目睹日本的杜仲产品远销于东南亚及欧美各国,感受到杜仲在异国人民心目中已经成为一种新的健康食品。然而,杜仲原产地中国人对自己的宝贵资源却知之甚少。为此,作者撰写了这一著作,期望人们了解杜仲,企盼在我国人民心目中形成杜仲健康的新概念,使我国人民享受杜仲次生代谢物的保健作用,增强国人体质。如果能达到这样的目的,作者就心满意足了。

全书分为14章,其主要内容为:杜仲的历史渊源与药用功效的发现;杜仲次生代谢物的多样性与多效性;杜仲次生代谢物与抗衰老功效;杜仲次生代谢物与调节血压功能;杜仲次生代谢物与降血脂功能;杜仲次生代谢物与降血糖作用;杜仲次生代谢物与润肠通便作用;杜仲次生代谢物与减肥、美容作用;杜仲次生代谢物与增强免疫功能;杜仲次生代谢物与抗疲劳作用;杜仲次生代谢物与补肾壮阳功能;杜仲次生代谢物与护肝醒酒作用;杜仲次生代谢物的部位差异性与组合增效作用;杜仲、桑叶次生代谢物的复方协同作用。

该著作是作者采用多年来与北京大学、西安交通大学医学院(原西安医科大学)等单位合作试验的科研成果资料,和引用了国内外有关专家已经公开的试验研究资料撰写而成。可以说,本著作不仅以翔实的数据和图片资料阐述杜仲次生代谢物对人类健康的贡献,更着重以试验结果来阐述其次生代谢物的保

健机理,这是本著作的特色。

作者与王蓝、马柏林、高锦明、孙波、苏印泉、尉芹、李周歧、刘淑明、马惠玲等教授;张檀、董娟娥、赵德义、杨吉安、梁淑芳、张鞍灵、赵辉、徐怀德、张京芳、杨祥、梁志荣等副教授;以及历届研究生马惠玲、马梅、王亚琴、刘丽、白明生、景谦平、韩学文、李琰、张博勇、王冬梅、彭少兵等博士和张靖、韩建国、杜丽娜、傅卓瑞、马仁萍等硕士相继合作研究杜仲 30 余年。这本著作汇集了杜仲的研究成果,渗透着这些教授、副教授和博士、硕士的辛劳与血汗。作者在此对他们表示衷心的感谢。

本著作由张康健、马希汉教授撰写。承蒙王蓝教授、吕虎航先生审阅和热情帮助。对王蓝教授、吕虎航先生和参与合作研究的北京大学、西安交通大学医学院等教授和本著作引用的文献作者、以及在杜仲研究与产业化给予帮助的朋友,作者在此一并致谢。

由于时间和水平有限,本著作难免有许多不足之处,敬请专家和读者指正。

著 者

2009 年 10 月

目 录

前言	(1)
第1章 杜仲的历史渊源与药用功效的发现	(1)
1.1 远古时代的杜仲演化	(1)
1.2 杜仲植物名的由来与药用功效的发现	(5)
1.3 杜仲药用功效的最早记载	(6)
1.4 杜仲药用功效的历史发展	(7)
第2章 杜仲次生代谢物的多样性与多效性	(9)
2.1 奇妙的误认——从杜仲中的次生代谢物说起	(9)
2.2 杜仲中的次生代谢物与药理活性	(10)
2.3 杜仲中的营养成分及其活性	(20)
第3章 杜仲次生代谢物与抗衰老功效	(25)
3.1 杜仲抗衰老功效的最早发现	(26)
3.2 杜仲叶次生代谢物具有显著的抗衰老功效	(27)
3.3 杜仲叶中抗衰老的次生代谢物	(30)
3.4 杜仲叶次生代谢物抗衰老的药理作用	(32)
第4章 杜仲次生代谢物与调节血压功能	(39)
4.1 杜仲调节血压功能的发现	(40)
4.2 杜仲降血压功能试验	(42)
4.3 杜仲降血压的次生代谢物	(45)
4.4 杜仲降血压的药理作用	(46)
第5章 杜仲次生代谢物与降血脂功能	(49)
5.1 杜仲叶次生代谢物具有显著的降血脂功能	(50)
5.2 杜仲叶中降血脂的次生代谢物	(51)
5.3 杜仲叶次生代谢物降血脂的药理作用	(52)

第 6 章 杜仲次生代谢物与降血糖作用	(53)
6.1 杜仲叶次生代谢物降血糖作用的发现	(54)
6.2 杜仲叶次生代谢物降血糖的药理作用	(55)
第 7 章 杜仲次生代谢物与润肠通便作用	(60)
7.1 杜仲叶次生代谢物具有润肠通便功能	(61)
7.2 杜仲叶中润肠通便的次生代谢物与药理作用	(62)
7.3 杜仲润肠通便的特色	(62)
7.4 杜仲茶、杜仲胶囊动物检验无毒副作用	(64)
第 8 章 杜仲次生代谢物与减肥、美容作用	(66)
8.1 杜仲叶次生代谢物具有显著的减肥、美容作用	(67)
8.2 杜仲叶次生代谢物减肥、美容的药理作用	(71)
第 9 章 杜仲次生代谢物与增强免疫力功能	(79)
9.1 杜仲叶次生代谢物具有增强非特异性免疫功能	(80)
9.2 杜仲叶中增强免疫力的次生代谢物及其药理作用	(90)
9.3 杜仲叶次生代谢物增强免疫力功能已被国家认定	(91)
第 10 章 杜仲次生代谢物与抗疲劳作用	(94)
10.1 杜仲叶次生代谢物具有显著的抗疲劳作用	(95)
10.2 杜仲叶次生代谢物抗疲劳的药理作用	(99)
第 11 章 杜仲次生代谢物与补肾壮阳功能	(102)
11.1 杜仲补肾壮阳功能的早期发现	(102)
11.2 杜仲叶次生代谢物具有补肾壮阳功能	(103)
11.3 杜仲次生代谢物补肾壮阳的药理作用	(105)
第 12 章 杜仲次生代谢物与护肝醒酒作用	(113)
12.1 杜仲叶次生代谢物具有护肝醒酒作用	(114)
12.2 杜仲次生代谢物护肝醒酒的药理作用	(116)
第 13 章 杜仲次生代谢物部位差异性与组合增效作用	(121)
13.1 杜仲次生代谢物的部位差异性	(121)
13.2 杜仲各部位次生代谢物组合增效作用	(136)

第 14 章 杜仲、桑叶次生代谢物复方协同作用	(138)
14.1 桑叶次生代谢物及其功效	(138)
14.2 杜仲、桑叶次生代谢物复方药理活性	(143)
14.3 杜仲(含桑叶)饮品引领我国第四代功能饮料	(144)
14.4 杜仲(含桑叶)饮料的优势	(146)
14.5 杜仲饮料具有增强免疫力和抗疲劳功能	(149)
参考文献	(153)

第1章

杜仲的历史渊源与药用功效的发现

杜仲是远古时代遗留下来的活化石,我们的祖先在品尝各种植物时发现了它,距今约有两千多年。但是,在远古时代,杜仲如何演化?又怎样留存下来?人们又怎么发现了它?本章就此问题作一简述。

1.1 远古时代的杜仲演化

远古时代的杜仲演化,是指第三纪(古近纪)古新世到第四纪(新近纪)更新世期间,杜仲种类的变化与生存地的变迁。也就是指在人类出现前的地质年代(6 550 万年前~180 万年前)杜仲种类的变化和生存地的变迁。

郭双兴(1992)、Victor B. Call(1997)等资料记载:科学家根据各地发现的杜仲花粉化石、杜仲果实化石(图1-1中A,B,C,D)和杜仲叶化石(图1-1中E,F),确定杜仲在各地质年代的种变化与生存地的变迁。具体内容如下(表1-1)。

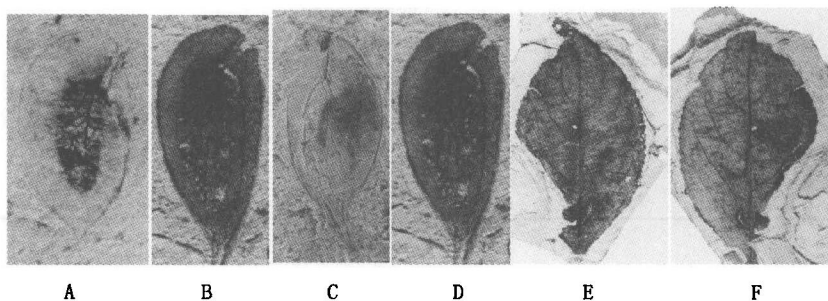


图1-1 世界各地发现的各种杜仲果实和杜仲叶化石

表 1-1 远古时代的杜仲演化

代	纪	世	年代开始 (万年前)	杜仲分布地区	杜仲种类		
新生代	古近纪 (第三纪)	古新世	6550	中国东部	<i>Eucommiaceoi pollenites</i> <i>eucommides</i> Sun M - R. <i>E. minor</i> Sun M - R.		
			5580	中国广东三水 日本北海道 美国阿拉斯加	<i>E. brevirotria</i> Guo <i>E. kobayashi</i> Huzoka <i>Eucommia</i> sp.		
		渐新世	3390	俄罗斯西伯利亚	<i>E. sibirica</i> Dorofeev		
				美国蒙大拿	<i>E. browni</i> Beckeri <i>E. montana</i> Brown		
		新近纪 (第四纪)	中新世	2303	日本北海道	<i>E. japomica</i> Tanai	
					俄罗斯北高加索	<i>E. caucasica</i> Dorofeev	
					莫尔达维亚、波兰 中部	<i>E. kryshstofovich</i> Negru	
					俄罗斯北高加索、 乌克兰、莫尔达维 亚、哈萨克、俄罗 斯欧洲部分	<i>E. palaeoulmoides</i> Baik	
	德国、法国、波兰、 罗马尼亚、匈牙 利、荷兰、意大利				<i>E. europaea</i> Madley		
	德国、波兰、罗 马 尼亚				<i>E. ulmoides</i> Oliv.		
	上新世				533	日本北海道	<i>E. japomica</i> Tanai
						俄罗斯北高加索	<i>E. caucasica</i> Dorofeev <i>E. palaeoulmoides</i> Baik <i>E. palaeoulmoides</i> Baik
		乌克兰、莫尔达维 亚、哈萨克、俄罗 斯欧洲部分	<i>E. palaeoulmoides</i> Baik				
		法国、波兰、匈牙 利、荷兰、意大利	<i>E. europaea</i> Madley				
		德国、波兰、罗 马 尼亚	<i>E. ulmoides</i> Oliv.				
	更新世	180	意大利	<i>Eucommia</i> sp.			
	全新世	114	中国中部	<i>E. ulmoides</i> Oliv.			

1.1.1 古新世

根据发现的杜仲花粉化石,早第三纪的古新世时,中国东部北纬 $25^{\circ} \sim 32^{\circ}$,

东经 $120^{\circ} \sim 128^{\circ}$ 之间(浙江东部)分布有 *Eucommiaceoi pollenites eucommides* Sun M-R. 与 *E. minor* Sun M-R. 两种杜仲,这两种杜仲花粉与现代杜仲的花粉非常相似,这是历史上最早出现的杜仲。

1.1.2 始新世

中国广东三水发现早始新世杜仲(*E. brevirotria* Guo)果实化石;

日本北海道发现始新世杜仲(*E. kobayashi* Huzoka)果实化石;

美国阿拉斯加发现了中始新世晚期的杜仲(*Eucommia* sp.)叶化石。

说明上述三种杜仲在早始新世时,分别在中国广东三水、日本北海道、美国阿拉斯加生长过。

1.1.3 渐新世

俄罗斯西伯利亚的列热尼卡地区发现渐新世的杜仲(*E. sibirica* Dorofeev)化石,说明在渐新世时,杜仲(*E. sibirica* Dorofeev)在俄罗斯西伯利亚生长过。

美国蒙大拿发现晚渐新世的两种杜仲化石,即 *E. browni* Beckeri 和 *E. montana* Brown,后者在同一地区一直存活到早中新世。

1.1.4 中新世和上新世

晚第三纪杜仲化石的种类较多、分布也广。

中新世的早、中期,杜仲(*E. japomica* Tanai)出现在日本北海道的西南部,并逐渐蔓延到本州北部,到上新世早期,又辐射到达本州的南部。

俄罗斯北高加索的安尼什波尼斯克地区在中新世时,首先出现了杜仲(*E. caucasica* Dorofeev),并在该地区一直生长到上新世。

莫尔达维亚中新世出现了杜仲(*E. kryshfovichi* Negru),并同时生长在波兰中部地区。

中新世时,杜仲(*E. palaeoulmoides* Baik)遍布于北高加索、乌克兰、莫尔达维亚、哈萨克及俄罗斯的欧州部分,并一直生长到上新世。

在中新世时,杜仲(*E. europaea* Madley)主要分布在德国、法国、波兰、罗马尼亚;在上新世时,则主要生长在法国、波兰、匈牙利、荷兰和意大利。