

陈 辉 著

锥栗 生态 培育 人工 林



中国林业出版社

锥栗人工林生态培育

陈 辉 著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

锥栗人工林生态培育/陈辉 著. —北京: 中国林业出版社, 1999. 12
ISBN 7-5038-2468-9

I. 锥… II. 陈… III. 锥栗-人工林-生态系-研究 IV. S792.17

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 56782 号

锥栗人工林生态培育

出版 中国林业出版社 (北京市西城区刘海胡同 7 号)

邮编 100009

印刷 三河市富华印刷包装有限公司

发行 新华书店北京发行所

版次 2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷

开本 850mm×1168mm 1/32 印张: 9.625

字数 250 千字

印数 1~2000 册

定价 25.00 元

内容提要

锥栗 (*Castanea henryi*), 壳斗科栗属, 为我国特有树种。锥栗人工林是近年来随着山地综合开发而大量营造的一种人工林类型, 在福建省北部山区, 已成为一个重要的经济树种, 经营面积在迅速增大。但该经济树种作为较大面积纯林经营的时间不长, 尽管当地已有较长的栽培历史, 由于种种原因, 经营管理粗放, 经营中仍沿用林农总结的生产经验和管理措施及参照一些其他树种的栽培方法, 远远不能满足目前锥栗人工林经营对理论和实践知识上的需要。本书首次报道了锥栗人工林生物量和生产力、养分生物循环及其动态模拟、能量动态特征、营养诊断、营养补偿、生长调节物质对产量的促进作用及其效果等生态培育学重要研究内容。此外, 考虑到栽培和经营管理工作者在实际工作中的需要, 在本书附录部分还收集了锥栗主要病虫害及其防治的有关内容。

可供农林院校有关专业师生和农林科技工作者参考。

序

生态培育是近年来随着环境问题的日益突出和可持续经营理论的出现而发展起来的一门新的学科分支。它强调森林培育方法和生态系统的协调和统一。当森林为人类生产和生活提供符合当今人类所需求的绿色产品的同时，不能忽视培育这些产品的森林生态系统自身的稳定性和自我调节、自我恢复的能力。无疑，这反映了今天和未来经营森林的要求。

锥栗人工林培育伴随着山地综合开发的需要应运而生，这期间，在如何培育这一问题上也经历了从盲目到逐渐有序的过程。《锥栗人工林生态培育》一书，以生态系统为主要特征，探讨了锥栗人工林生产力、养分生物循环及其动态变化趋势、能量特征等基本规律；并在此基础上，在营养诊断、营养补偿、生长调节物质对产量的促进作用等方面，较全面地阐述了该生态系统的特点和各生长时期对不同培育措施的反映，首次将经济林树种的生态学特征和栽培学要求联系在一起并加以系统化，符合当前经济人工林培育的方向。全书内容新颖、系统全面、研究方法先进。书中既有对问题的理论阐述，又有对实际研究结果的报道。该书作者陈辉博士年青有为、勤奋刻苦，多年在锥栗的主产区从事锥栗人工林培育的研究工作，历经艰辛，科研成果显著，并已在生产中得到广泛应用，受到技术人员以及农民赞誉。

该书将生态学、栽培学、植物营养学、植物生理学和系统分析方法融为一体，体现了当今经济林生态培育研究水平和发展方向，且

具有较强的科学性、实用性和可读性。它的出版必将推动南方山区锥栗产业的发展。

何方
1999-10-15

前 言

锥栗 (*Castanea henryi*) 是重要的木本干果经济树种, 主要分布于我国南方各省 (自治区), 一般多为天然萌生, 与其他阔叶树种混交成林^[64]。锥栗人工林是近年来随着山地综合开发的兴起和发展需要而营造的一种人工林类型, 在福建省北部山区, 仅建瓯市一地, 总面积就已发展到 3.5 万公顷。由于其经营利用效益较高, 生态适应性强, 在闽北山区经济发展中起着重要的作用。锥栗人工林经营开发的有关理论研究和实践指导技术, 日益引起各方面的重视, 也越来越为生产部门和林农之所需。该树种在当地已有数百年人工栽培历史, 但是, 长期以来, 由于种种原因, 经营管理方式粗放, 单位面积产量较低, 经济效益不高, 尽管林农在生产实践中总结积累了一些有益的经验, 但多局限于农家品种的比较和嫁接技术等内容。迄今为止, 对该树种的研究甚少, 仅有的少量研究报道也只是限于一些农家品种的比较描述、生产经验总结和低产林改造的具体措施等方面^[65~69]。因此, 随着山区经济发展, 一方面锥栗人工林经营中大量的问题需要从理论和实践上给予回答, 另一方面, 目前对该树种的研究基础和现状又相当薄弱, 造成了理论研究与实际需要在时间关系上的滞后, 生产实践中必然产生许多盲目性, 这些均严重影响和阻碍了锥栗人工林的经营和发展, 难以发挥其应有的效益。

由于锥栗人工林是应山区经济发展的需要而产生的一种人工林类型, 它具有以下的一些主要特点: 它的栽培品种为当地的农家品种, 对当地的自然条件和立地条件有着较强的适应性; 它属于人工栽培下形成的纯林分类型, 与原混交林条件下林分类型的生态系统有差异, 必须在较强的干预措施下, 才能维持这种人工林类型的存

在和稳定；在一定的经营目标下，各种措施实施的正确与否以对这些目标影响的程度来评价；在该生态系统内具有受自然因素，立地条件和人为措施共同作用而产生的一些生态特征；它与一般的用材人工林在经营的目标上不同，因而相应的措施也不同；它达不到大多数果树目前的经营条件，这主要受自然条件和立地的制约，当然也受到当地社会经济条件的一些影响。分析和明确以上的特点，可以说明，对锥栗人工林的许多问题的研究既不能完全仿造人工用材林的研究方法，也不能照搬园艺学中的果树研究模式和内容，而必须两者兼取。应根据山地锥栗生长特点和各种自然和社会经济条件，研究和探索锥栗人工林经营中的有关问题。

锥栗人工林是一个人工自然生态系统，显然，它既反应出森林生态系统的许多共同特点，又有其独具的一些生态特征，主要表现在不同时期林分生物量生产力、主要养分元素的组成及其在系统中的分布、流动和变化规律、元素组成和经济产量的关系、能量的固定和利用率等等。只有对这些特征有了较为深入的了解，才能正确评价该系统的功能和稳定程度，为锥栗人工林高效和持续经营提供理论上的依据。有关森林生态系统特征的研究是森林经营中最重要也是最基本的问题之一，近年来对不同人工林类型的生态系统内容的研究具代表性的报道也很多^[70~87]，这些研究为不同人工林类型的经营提供了有益的启示，也为研究其他人工林类型在方法上提供了参考。

营养管理是锥栗人工林经营中的重要环节。进入结果期后，每年果实的采收必定要造成系统中的营养元素输出，从系统养分平衡考虑，就必须对这部分养分予以人工补偿，补偿量的大小，何时进行即适时又适量是锥栗栽培实践中遇到最多的问题之一，这就需要在了解系统内营养元素的流动特征，在研究各部分养分组成的基础上，结合施肥补偿试验结果进行分析。锥栗人工林以经济收获量（果实）作为最主要的经营目的，因此，不同于一般用材人工林，即

不能仅将林分的生产力作为评价林分经营效果的惟一标准,而必须将经济收获量放在首要位置上来考虑。营养管理与产量的关系密切这已是一个共识,但对锥栗人工林,不同产量的效应受品种、年龄及立地条件、土壤管理措施的影响,在品种和年龄等相同的条件下,立地条件和营养管理措施就成为产量的主要影响因子。因此,可以通过树体叶片中营养元素含量的分析,立地土壤中的元素含量分析,结合产量的表现,综合进行养分的诊断和评价。一些果树、经济树种和用材人工林在这方面已有相关报道^[88~105],但锥栗人工林与此相关问题的研究尚属空白。

植物生长调节素和稀土微肥应用于果树和其他一些经济树种上取得产量促进作用的研究报道较多^[106~115],但与使用的类别、剂量及时间关系密切,对锥栗人工林的反应效果如何,尚需通过研究才能得出客观的评价和结果。

因此,锥栗人工林经营中尚存在许多理论和实践上的问题,不解决这些问题,经营就不可能走上科学和规范的轨道,经营实践中存在的许多盲目性就不能得到纠正和避免。然而,从研究的客观规律来说,这些问题不可能在很短时间内全部得到解决。

作者近年来深入锥栗主产区,对主要养分元素循环规律及其动态,不同产量水平下的主要营养元素的差异和诊断方法,施肥对产量的促进作用和生长调节物质对产量的影响等方面进行了较深入的试验和分析,并从产量促进效应上,比较分析了其生理代谢的基础。为锥栗人工林经营在这些方面提供理论上的依据和实践基础,提高锥栗人工林经营中的科技含量,使其朝稳产、高产、持续的方向发展。在试验的基础上,揭示了锥栗人工林生态系统的一些主要特征,并与栽培营养联系起来。本书正是在以上的研究基础上写成的。全书主要分为两大部分,第一部分较系统地研究了锥栗人工林的生态学基本特征,第二部分侧重于栽培营养的阐述,在整体上力求将两部分联系在一起,以构成锥栗人工林生态培育的系统性研究。

书中既有研究方法在理论上的介绍，更注重报道实际研究的结果。可供高等农林院校有关专业师生和农林科技工作者参考。

由于时间仓促，加之作者水平所限，书中难免有疏漏之处，敬请读者予以批评指正。

陈 辉

1999 年 10 月 1 日于福建林学院

目 录

序

前言

绪 论	(1)
第一章 锥栗人工林生态系统的生产力特征	(11)
1.1 生产力特征及其研究意义	(11)
1.2 锥栗人工林生物量	(13)
1.3 锥栗人工林的生产力特征	(17)
1.4 锥栗人工林的光合作用和生长分析	(29)
1.5 本章小结	(31)
第二章 锥栗人工林的主要养分特征及其循环	(33)
2.1 养分研究的意义	(33)
2.2 锥栗人工林养分的时空变化特征	(34)
2.3 不同发育期锥栗人工林的养分生物循环	(44)
2.4 不同发育时期 5 种营养元素的变化动态比较	(51)
2.5 本章小结	(54)
第三章 锥栗人工林养分动态的系统分析和模拟	(55)
3.1 凋落物各组分的分解速率及养分元素迁移率	(55)
3.2 不同生长发育时期锥栗人工林生态系统中 N、P、K、 Ca、Mg 动态分析	(60)
3.3 本章小结	(79)
第四章 锥栗人工林的能量特征	(88)
4.1 生态系统能量研究的意义	(88)

4.2	研究方法	(91)
4.3	锥栗人工林的能量特征	(92)
4.4	本章小结	(97)
第五章	锥栗的生物学特性及栽培技术	(98)
5.1	锥栗的生物学特性	(98)
5.2	锥栗人工林的营造	(104)
5.3	本章小结	(116)
第六章	锥栗人工林的营养诊断	(117)
6.1	树木营养诊断的一般概念	(118)
6.2	锥栗人工林的营养诊断研究的意义	(126)
6.3	不同产量状况下锥栗人工林叶片营养元素的年动态变化	(127)
6.4	锥栗人工林营养诊断研究的一般方法	(131)
6.5	营养元素的综合指标诊断分析	(149)
6.6	本章小结	(161)
第七章	锥栗人工林的配方施肥	(164)
7.1	配方施肥的意义	(164)
7.2	配方施肥的科学依据	(165)
7.3	配方施肥的几种基本方法	(172)
7.4	配方施肥研究的方法	(181)
7.5	不同产量类型配方与施肥模型的优化分析	(197)
7.6	施肥对产量促进作用的生理基础分析	(203)
7.7	施肥与产量反应的经济效益分析	(206)
7.8	本章小结	(208)
第八章	植物生长调节剂和稀土微量元素及其对锥栗产量促进效果	(212)
8.1	植物生长调节剂的类别及其生理效应	(213)

8.2	生长调节剂在树体中的运输和代谢	(225)
8.3	赤霉素 (GA_3)、吲哚丁酸 (IBA) 和稀土对产量促进 作用的影响	(230)
8.4	生长调节剂、稀土微肥对产量促进的影响	(234)
8.5	本章小结	(244)
结束语		(246)
附录: 锥栗的主要病虫害及其防治		(253)
参考文献		(280)

绪 论

我国地域辽阔，树木种类繁多，不同的自然地域条件和栽培利用历史造成了现有的经营状况，尤其是作为经济林木类经营的树木，许多更为我国所特有。这类林木的经营方式，既不同于以用材为目的的树种的较粗放经营方式，又不同于果树的园艺化集约经营方式。尽管在《森林法》中规定经济林是“以生产果品、食用油料、饮料、调料、工业原料和药材等为主要目的的林木”^[1]，但果树仍单独作为一类经营树种。经济林由于所经营的树种范围广泛，产品类型多，几乎涉及林木的花、果、叶、皮、根、树液等部分。因而，在经济林研究方面既不同于以木材为主要产品的用材林，也不同于以果实为主的木本果树。即使是以果实利用为主要经营目的的经济树种，由于客观及历史等原因，经济树种多栽植于立地条件较果树差、交通及管理不便的山地，目前的经营水平及经济效益整体上均无法与果树相比。因此，果树的经营方式和研究方法并不完全适用于经济林木。然而，无论是用材林、经济林还是果树，均属于木本植物，就生物学考虑，它们具有很多的共性，用材林和果树的许多研究方法又可为经济林研究所借鉴。经济林大部分树种有一定规模经营的时间不长，研究的历史也短，与果树和用材林研究相比，在方法和手段上尚有差距，在内容上也有所区别，随着经济林研究的不断深入，许多研究方法将不断完善，园艺和农学研究的许多方法也将不断吸纳并融合到经济林研究中。经济林人工林生态系统生产力与养分循环和栽培营养方面的研究现状及进展和存在问题是多方面的。

1 林木生产力和养分循环

林木生物量是评价其生产力高低的一个重要指标,不论是用材林还是经济林,生物量研究都是一项基础性的工作,它是研究生态系统物质和能量流动的基础,已成为当代生态学中的一个重要研究领域。国外 20 世纪 60 年代以来对林木生物量的研究工作获得了迅速的进展,对一些主要树种进行了研究。我国在这方面的研究起步较晚,从 20 世纪 70 年代后期开始对一些主要用材林树种如杉木、马尾松、泡桐、落叶松、油松、水曲柳、木麻黄、银中杨、赤桉、尾叶桉、马占相思、楠木^[2~19,76,116~118]等的生物量和养分循环进行了研究。此期间的研究已由主要研究生物量发展至生物量与养分在树体内的分布和养分循环相结合。20 世纪 90 年代以来,经济林生物量与养分循环的研究日渐增多,并已成为当前经济林生态系统研究与管理的一个新领域。已报道的主要经济树种有油桐、沙棘、油茶、厚朴和杜仲等^[17,18,70,73,77,117]。从研究的内容来看,早期的生物量研究主要是研究林木地上部分,而对地下部分由于根系研究的困难,则报道偏少。即使有一些对地下部分的研究的报道也因取材数量所限,远不如地上部分研究内容之丰富。这一时期主要是对林木各部分进行分解,求得其生物量并作一些定性的说明和解释,方法简单。20 世纪 80 年代以来,生物量研究从内容和方法上都有了很大的发展,其研究内容涉及矿质养分及其分布和动态变化,开始了以生物量研究为基础,着重探讨营养元素在生物量构成中的比率、组成、分布和迁移情况,并结合土壤的养分状况,研究养分在树体的分布和循环。在研究方法上,应用相对生长法原理,即利用林木各个部分或器官的生长间存在相关性,可用一些易测器官的生长来估测不易测定器官的生长,通过建立不同器官生长的数学模型建立一套估测生物量也可包括根系生长的模型,并应用垂直分层切割法研究林木在垂直空间上的生物量变化^[118],用作树体结构调整和密度控制的依据。使

生物量研究方面由定性向定量化迈进了一步。由于生物量模型因树种、立地条件、地理区域可能存在差异,因而提出了根据树种和地理区域分别建立生物量的数学模型的方法。对养分循环的研究主要由养分在树体中的分布及随时间的变化,从土壤中的吸收量、存留量和归还量几个方面进行研究,在经济树种中,比较系统地进行了这方面工作的有油茶、油桐^[73,79]等。除了这些主要研究养分的生物循环的工作外,一些学者还对养分的地球化学循环进行了初步研究,但由于地球化学循环研究的内容更加广泛,资料收集及定位观察的时间、费用和研究条件的要求更高,对经济林树种这方面的研究尚未见报道。随着系统分析方法的不断完善,系统分析中的分室理论方法研究森林生态系统中的养分和能量的输入、输出及循环分配在20世纪80年代开始应用并有研究报道^[19,84~87,123,124]。从系统的角度探讨了养分的循环途径及其速率。回顾这些研究,可见生物量和养分循环的研究从最初的对某一时间某一地域的研究发展至对不同时间序列不同空间下的研究,即从它们的随时间、空间变动的过程加以考察,并建立数学模型对系统进行模拟。这种研究方法,更加符合森林生态系统的生物量养分变化和循环的规律,是今后这方面研究的主要方法和手段。尤其是对经济林树种来说,由于经营过程中人为干预措施较用材林强,基本上进入结果期后年年收获,系统中养分的输出量大,就更有必要研究各树种的养分状况、循环规律及损失,为养分补偿(施肥等)措施提供科学依据,以保证林分的稳定、丰产和持续高产。地下部分的生物量和养分循环研究目前仍然远较地上部分为少,尽管对根系的研究方法有所进展,例如可通过放射性同位素示踪原子法^[20]对养分的吸收量、吸收速率、根系分布等进行研究,但由于这类研究需用的仪器、试剂成本较高且误差较大,易造成环境污染等原因,其在研究工作中的应用仍受到限制,这也是今后这类研究中必须重视的一个问题。此外,以往的研究主要着重于生物量和养分循环在数量上的反映,而对于它们的形成机制

的研究仍是一个非常薄弱的环节,值得今后加以研究。

能量是生态系统的驱动力,生态系统中各种生物的生理状况、生长发育、多度、行为、分布和生态作用,主要由满足其能量的需要状况所决定。能量输入生态系统得以储存,并通过一系列转换和代谢活动不断消耗并转换为热能输出系统。所有生态系统或生态系统内部均可按统一的能量单位进行数量化对比。近年来,有关森林生态系统能量特征的研究十分活跃^[132~149]。这些研究,主要从系统的能量固定状况、能量现存量、能量利用率、能量流动过程和转化率等方面对不同类型林分的有关内容进行研究和比较。但在经济树种方面,尚未见有关生态系统能量研究的报道。

2 经济林栽培营养研究

营养是林木生长发育的基础,更是以果实等每年收获为主的经济林木或果树生长发育、产量形成和高产优质为基础。因此,林木的营养研究工作长期以来就备受重视。对于木本植物这方面的研究,当以果树研究为先。早在1948年,我国的园艺工作者就开展了对以氮为主的大量元素和B、Zn、Fe等微量元素的缺少及其解决办法的研究,并取得了与当时国际水平相近的成绩。在此以后,拓宽了果树营养研究的领域,研究内容涉及果树标准叶样和叶内矿质元素含量标准值的建立;营养与产量和品质及采后生理的关系;营养的吸收、利用、分配和再利用、再分配以及生理化学、微生物学、组织解剖学、同位素学、根际学、种质资源学、组织培养在果树营养研究中的应用等方面。而对于经济林木和用材林这方面的研究,近年来亦陆续有报道。下面就营养研究的主要内容作一评述。

(1) 经济林木标准叶样及叶内矿质元素含量标准值

以叶片分析来判断植物营养状况的方法逐渐取代仅简单依靠土壤分析的作法,始于20世纪30年代。通过研究树木叶片内各种营养元素的含量和研究它们间的比例来指导施肥和其他管理措施,使