

林地间作

王恭祎 赵波 主编

中国农业科学技术出版社

林地间作

王恭祎 赵波 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

林地间作/王恭祗, 赵波主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2009. 5

ISBN 978-7-80233-915-6

I. 林… II. ①王… ②赵… III. 林粮间作—研究 IV. S344. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 095466 号

责任编辑 鱼汲胜 宋佳佳
责任校对 贾晓红

出版者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 13671154890 (编辑室) (010) 68919704 (发行部)
(010) 68919703 (读者服务部)
传 真 (010) 68975144
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司
开 本 850mm × 1 168 mm 1/32
印 张 10.25
字 数 260 千字
版 次 2009 年 5 月第一版 2009 年 5 月第一次印刷
定 价 29.00 元

版权所有 · 翻印必究

编 委 会

策 划 曹广才 (中国农业科学院作物科学研究所)

主 编 王恭祎 (廊坊市农林科学院)

赵 波 (北京农学院植物科学技术系)

副主编 (按姓名的汉语拼音排序)

陈学珍 (北京农学院植物科学技术系)

段碧华 (北京农学院植物科学技术系)

李 晶 (东北农业大学农学院)

元文革 (廊坊市农林科学院)

编 委 (按姓名的汉语拼音排序)

陈学珍 (北京农学院植物科学技术系)

杜宗清 (廊坊市农业局技术站)

段碧华 (北京农学院植物科学技术系)

李 晶 (东北农业大学农学院)

李树卿 (廊坊市农林科学院)

万 平 (北京农学院植物科学技术系)

王恭祎 (廊坊市农林科学院)

王明耀 (廊坊市农林科学院)

王瑞华 (廊坊市农业局技术站)
吴东兵 (中国农业科学院作物科学研究所)
武惠肖 (廊坊市农林科学院)
武月梅 (廊坊市农业局技术站)
谢 皓 (北京农学院植物科学技术系)
元文革 (廊坊市农林科学院)
张桂海 (廊坊市农林科学院)
张晓颖 (廊坊市农业局技术站)
张志国 (北京市密云县原种场)
赵 波 (北京农学院植物科学技术系)

作者分工

前 言 王恭祎（廊坊市农林科学院）

第一章

第一节 赵 波（北京农学院植物科学技术系）

第二节 杜宗清（廊坊市农业局技术站）

第三节 赵 波，万 平（北京农学院植物科学技术系）

第四节 武月梅（廊坊市农业局技术站）

第五节 赵 波（北京农学院植物科学技术系）

张志国（北京市密云县原种场）

第二章

第一节 陈学珍，谢 皓（北京农学院植物科学技术系）

第二节 元文革（廊坊市农林科学院）

张晓颖（廊坊市农业局技术站）

第三节 赵 波（北京农学院植物科学技术系）

第三章

第一节 赵 波（北京农学院植物科学技术系）

第二节 陈学珍（北京农学院植物科学技术系）

第三节 王瑞华（廊坊市农业局技术站）

第四节 王明耀，张桂海（廊坊市农林科学院）

第四章 王恭祎，李树卿，武惠肖（廊坊市农林科学院）

第五章 李 晶（东北农业大学农学院）

吴东兵（中国农业科学院作物科学研究所）

第六章 段碧华（北京农学院植物科学技术系）

统 稿 曹广才（中国农业科学院作物科学研究所）

内容简介

这是一本专门论述林地间作的科技书籍。由林粮间作、林经（经济作物）间作、林菜间作、林菌（食用菌）间作、林药间作、林草间作六大部分组成。对于每类林地间作，都从立地条件和应用范围，树木和果树种类选择，与之进行间作的各类作物的种类和品种选择，具体技术要点，生态效益、社会效益、经济效益分析，应用前景等方面进行了较为详尽的论述。特别强调了在退耕还林地区严禁林粮间作。全书自成体系，既反映了发展林下经济的研究成果，也反映了生产成就。本书的理论性和实用性都较强，应该有广泛的读者范围。

林地间作，从古至今，从中国到世界，都被视为节约资源、充分利用土地的经营模式。当今，全球人口剧增、环境恶化、能源消耗和资源枯竭以及中国人多地少、农业资源紧缺的国情，开展林地间作尤为重要。各地在林地间作中取得了许多宝贵经验，创造了各种类型，显示出林地间作的优越性。目前尚无一本系统介绍林地间作的专著，介绍开展林地间作的范围、条件、类型和提质增效的模式，值得调查、研究和总结。

党和国家提出的坚守 18 亿亩耕地这条红线，强化农业基础，解决好粮食问题，建设资源节约型和环境友好型农业，是益荫子孙、泽及后代的可持续发展战略。林地间作的实施，符合可持续发展战略的要求，河北省廊坊市开展的林农牧高效栽培模式便是林地间作的事例。在低产立地条件下载植速生、优质、抗逆性强的杨树新品种——廊坊杨。林木株行距 4m × 6m 或 5m × 5m，栽树后的前四年在林间种植低秆作物，四年后林木郁闭度达到 0.8 时，林间养殖食用菌、耐阴牧草或中草药，形成林农牧一体化的立体栽培模式。做到一地一水一肥多用，低投高效；农业收入弥补林业的远期见效，林业后期收入填补农业远期短缺，均衡获益；地上部分高低交错，充分利用光和热资源，地下根系深浅分布，分层利用水和肥；农牧业中耕管理，使林业以耕代抚，节省劳力。同时，将种植业与粮油加工业和畜禽养殖业加以配套，实现以林保农，以农促副，以副养畜、以畜增肥，以肥补林的良

性循环。

事实说明,林地间作是遵循生态学原理,协调生物与环境、生物与生物、生物与资源相互适应、依存和协调。通过能量转化与物质交换,构成一个完整而复杂的生态系统。该系统对气候变化、水分循环、固定地貌、净化空气和抗御自然灾害能力起到非同小可的作用;该系统可以调控土壤微生物结构网络,采取调解土壤碳氮比、土壤三相比,控制微生物系统朝着适宜间作作物生长的土壤理化环境转化。特别是微生物与高等植物具有互利共生作用,以菌根为例,真菌的丝状体与植物活根组织形成整体,能增强高等植物根系从土壤中吸收矿物质能力,促进物质循环,植物为真菌提供了某些光合产物,相得益彰。更重要的是提高土壤肥力,改善土壤理化性能,使低质土壤得到改良;该系统使林木与间作作物地下部的根系形成垂直与水平分布各居其所,充分利用了地力。地上部分植物冠群呈梯状分布,分层接受日光,提高了光照和空气利用率;该系统中的林木间作创造了适宜生长的小环境,保障间作作物的高产、稳产与优质,而间作作物的精耕细作,又促进了林木的迅速生长,相辅相成。

总之,林地间作,不仅可以提高土地产出率、资源利用率、劳动生产率和抗风险能力,还可以繁荣农村经济,发展农村生产力,提高农民的生活水平和生活质量,更可以运用生物技术、信息技术、核技术、太空农业技术等高新技术,建立起一个结构合理、功能高效、物质循环,符合生态环境的新型生态农业,达到既无废弃物,又无污染的环境净化体系,步入可持续发展的农业生产道路。

目前,全国森林面积 17 490.92 万 hm^2 ,其中人工林面积 5 364.99 万 hm^2 (平原占 1 900 万 hm^2),67.85% 为中幼林;全国果树面积在 20 世纪末统计为 999.32 万 hm^2 ,到 2006 年仅

水果面积就发展到1 000万 hm^2 。此外,尚有7 267万 hm^2 未被利用而可开发的土地资源,其中89%的仍为低质土地,为大面积造林提供了条件。说明林木与果树下的空地与空间之大,是惊人的,也是宝贵的,为发展林下经济创造了条件。

撰写《林地间作》一书,关注焦点是适宜林地间作的范围、条件、树种、类型、间作种类和提质增效的关键技术措施。同时,还应阐述不宜间作的林地。为了保护生态环境,防止水土流失,对超过 13° 的山坡林地严禁间作。在坡度 13° 以下的缓坡,土层厚度达到40cm,修成外高内低的宽幅梯田方可间作。

林地间作的类型大体有林粮间作、林经间作、林菜间作、林菌(食用菌)间作、林药间作和林草间作。本书按类型以章节形式撰写,阐述重点为每一类型中的立地条件、应用范围、间作种类、间作规格和模式以及该种质优丰产的关键技术、管理要点和病虫害防治等。

撰写《林地间作》一书,本着“市场经济为导向,实用技术为准绳,深入浅出为原则,经验资料为依据,通俗易懂为手法,提质增效为目标”的指导思想。为了增加本书的趣味性、生动性和可读性,采取理论、实践、资料于一体,典型、对比相结合的形式面世读者。

本书可供农林牧药业生产的科技人员、农业工作者和广大人民群众阅读与应用,也可供高等院校有关专业师生参考。力争为广泛开展林地间作起到推波助澜的作用。

《林地间作》一书,经曹广才先生策划,多单位合作,是集集体劳动的结晶。希望广大读者对本书不妥之处,予以批评指正。

本书在出版过程中还得到了北京市属市管高等学校“中青年骨干教师培养计划”支持。

目 录

林 地 间 作

第一章 林粮间作	1
第一节 应用范围和条件	1
第二节 杨树与小麦间作	8
第三节 林果与其他粮食作物间作	11
第四节 枣粮间作	33
第五节 林薯间作	44
 第二章 林经间作	59
第一节 杨树与大豆间作	59
第二节 林棉间作	77
第三节 其他类型林经间作	92
 第三章 林菜间作	108
第一节 应用范围和条件	108
第二节 杨树与菜用甘薯间作	112
第三节 枣树与辣椒间作	123
第四节 其他类型的林菜(果)间作	139

第四章 林菌(食用菌)间作	161
第一节 林菌间作依据与意义	161
第二节 适宜树种、菌种和简易设施	163
第三节 林下食用菌栽培技术	165
第四节 林下种植食用菌病虫害控制	200
第五节 林下发展食用菌的效益分析	213
第五章 林药间作	218
第一节 间作体系中的林木与药用植物种类	218
第二节 林药间作类型	229
第六章 林草间作	271
第一节 林草间作的意义	271
第二节 可间作的牧草种类	277
第三节 林草间作主要种植技术	293

第一章 林粮间作

第一节 应用范围和条件

一、应用范围

在中国广大农村，无论是山区或平原，南方或北方，人口的急剧增长，土地资源的开发强度不断加大，带来了一系列生态环境和经济发展受阻的问题。诸如粮食不足、能源紧张、土地退化、水土流失严重、劳动力过剩、人均收入低等，严重影响农村的生态环境建设和经济持续发展。现实使人们认识到依靠传统的单一农业和林业生产经营方式，已无法满足人类日益增长的物质和文化生活的需要。因此，建立具有生物多样性的人工生态系统，或通过丰富农林牧渔的多种经营组合，来达到生物多样性和经济需要相结合的目的，已成为现代生态学的热点之一。

林粮间作指在幼林幼果地里，利用行间、株间空隙土地，间作低秆农作物、药材、蔬菜等，以耕代抚，疏松土壤，消除杂草。这样不仅可以合理利用土地，以短养长，保证林粮双丰收，还可减轻水土流失。

新造幼林，特别是在造林后的头几年，常常是树体矮小，根系入土浅，生长缓慢，易遭各种不良环境因子的侵害，其成活和生长均不稳定。因此，及时采取相应抚育措施，不断排除不利因子的干扰，对提高造林质量、巩固造林成果具有十分重要的意义。

果园定植第一年后叶面积系数不足 0.1, 3 年才能接近 1。在果树结果之前, 园内间作作物, 可增加园内的前期收入, 提高果农的积极性, 同时也对促进幼树生长起很大的作用。

按照林种的主要功能和经济用途, 主要林种分为防护林、用材林、经济林、薪炭林、特用林、四旁树等。林粮间作主要应用于用材林、经济林。国务院 2002 年《关于进一步完善退耕还林政策措施的若干意见》以及《退耕还林条例》中都有明文规定, 为确保地表植被完整, 减少水土流失, 更好地巩固退耕还林成果, 退耕还林后禁止林粮间作。

退耕还林原则只允许套种可采集利用叶、花、果的多年生经济植物, 不得实行林粮间作。主要原因: 一是套种的粮食作物争光、争肥、争水, 不利于林草的生长; 二是粮食作物的经营, 不利于林下灌、草植被的天然恢复; 三是套种粮食作物必须翻土、松土, 将造成新的水土流失。退耕还林的主要目标是生态目标, 最根本的目的是防止水土流失。退耕还林是着眼于中国社会经济可持续发展, 为减少水土流失, 改善生态环境而实施的一项重大生态工程, 其目标是要解决生态问题, 而全面停耕和严禁林粮间作对达到这一目标至关重要。实施退耕还林, 虽然要求与农村产业结构调整相结合, 但不能把退耕还林完全等同于农村产业结构调整, 也不能等同于绿色通道工程和单纯的扶贫工程。如果以“既可以解决短期内收益问题, 又能促进农作物生长”为由, 允许在实施退耕还林时进行林粮间作, 那么就不可避免地要翻动耕作层, 从而发生水土流失, 退耕还林的目的就不能达到。其次, 在强调生态优先的同时, 国家已充分考虑到农民退耕后的生计问题, 制定了相当优惠的补助政策。退耕地每 667m^2 每年补助原粮 $100 \sim 150\text{kg}$, 现金 20 元, 还一次性补助种苗费 50 元/ 667m^2 , 而且补助年限很长, 经济林连补 5 年, 生态林暂补 8 年, 荒山植树

地只享受种苗补助费 50 元/667m²，保证了农民退耕还林后有饭吃。如果退耕者在领取国家钱粮补助的同时，又进行林粮间作，那么国家投以巨额实施，最终还是达不到退耕还林的目的。从这一角度看，退耕还林禁止林粮间作是十分必要的。

《退耕还林条例》第六十二条规定，退耕还林者擅自复耕，或者林粮间作、在退耕还林项目实施范围内从事滥采、乱挖等破坏地表植被活动的，尚不构成刑事处罚的，由县级以上人民政府林业、农业、水利行政主管部门依照森林法、草原法、水土保持法的规定处罚。

二、适宜树种

用材林适宜树种有杨树、泡桐；经济林适宜树种有苹果、梨、枣、柿、桃、杏、李、樱桃、板栗、核桃、山楂、石榴、银杏、猕猴桃、柑橘类等。

三、适宜粮食作物

林粮间作必须做到不产生新的水土流失，不影响幼林的生长发育，间种必须选抗逆能力强、产量稳定、有一定经济价值的作物。

林下间作粮食作物，应选择植株矮小、根系浅、地表覆盖率高、有一定耐阴性的作物，如小麦、谷子、大豆、小豆、绿豆、豌豆、甘薯、马铃薯等。

玉米、高粱等作物不适于林下间作。玉米、高粱等作物生长势强，植株发育旺盛，叶片宽大，根系发达，与幼树争夺水分、养分、光照和发育空间。尤其新栽种的果树，处在缓苗或营养生长和生殖生长并进期，由于高秆作物的影响，果树生长受到抑制，推迟了盛果期的年限。

四、实施条件

果园地最好选择交通方便的地带，丘陵、坡地、平地、粮田均可。土壤质地以沙质壤土最好，pH 值 5.5 ~ 7.5 为宜。林粮间作，要求耕作层深厚、结构良好、有机质丰富、养分充足、通气性与保水性良好的土壤。林粮间作，应具备机械作业条件，粮食生产中播种收获等农事环节集中，大面积生产中，如果没有机械，造成粮食生产的损失的同时，对果树的管理也不利。在林粮间作中，粮食作物生产和幼龄树木抚育均需要灌溉，因此最好具备灌溉条件。山区只能在梯田内进行林粮间作，防止水土流失。

五、生态效益分析

农林复合生态系统符合重建生态学与丰富生物多样性的原则，近年来在世界范围内得到很大重视，成为生态农林业的一个主流。农林复合生态系统的经营，旨在使广大农民特别是山区农民摆脱贫困，使山区农林业得以持续发展。

农林复合经营在中国有悠久的历史，华北平原和中原地区是农林复合经营类型非常丰富的地区之一。而林粮间作是最普遍的类型。据初步估计，在林粮间作中采用的树种已有 150 种以上，其中以泡桐、枣树、杨树为突出的代表，特别是泡桐与农作物间作，不论其应用范围还是研究的深度都达到了相当的水平。林粮间作可以增加幼林地的覆盖度，减轻水土流失，保护和建设基本农田，提高粮食单产，还可促进幼林的生长，并保护幼林，提高森林保存率，同时还可增加林农经济收入，收到以短养长效果。

在华中和华北等地普遍推行泡桐树下间作小麦。实行桐粮间

作,一般株距20~40m,每667m²栽5~6棵桐树为宜。泡桐的根系基本上不与粮食作物争肥争水。在华北地区,小麦开花至成熟期内的灾害性天气主要是干热风。与小麦单作区相比,林粮群落中5月份风速降低30%~40%,气温略降低,日蒸发量减少,土壤5cm深处的含水量提高,减轻了干热风的危害,因而促进了小麦灌浆。由于林网树木的蒸腾作用,使浅层地下水位降到返盐临界深度以下,减少土壤返盐积累,同时也为灌溉和降水对土壤盐分的淋洗创造了有利条件。由于林、沟、路三体合一,排纳汛期过多的积水,避免淋涝和灾害。排蓄结合可拦截地表径流,使宝贵的降水不外流,补充抗旱水源。树木根系的代谢和固N作用可疏松土壤,增加有机肥和矿物质含量。而深层的地下水由于蒸腾的拉力作用,水位又有一定的提高。

表1-1 不同年景的农田产量和林木生长量(单位:kg、cm、m)

年景	农田产量						6林龄林木生长量					
	玉米		黄豆		薯类		胸径D		树高H		枝下高HV	
	网内	对照	网内	对照	网内	对照	网内	对照	网内	对照	网内	对照
常年	600	580	200	190	1500	1600	1.4	1.3	0.7	0.4	0.5	0.3
早年	440	400	100	80	1000	800	1.1	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2
丰年	620	660	220	240	1600	1800	1.5	1.2	0.8	0.5	0.6	0.4
均值	553	546	173	170	1366	1400	1.33	0.76	0.07	0.43	0.46	0.3

表1-2 林粮间作农田产量(单位:kg)

项目	黄豆	花生	薯类	玉米	瓜类
间作	240	160	1800	300	3500
对照	200	140	1600	600	3400
增量(%)	20	14	12.5	-50	9.4