

©主编 李勇 胡兴明

桑园间作套种技术

SANGYUAN JIANZUO
TAOZHONG JISHU



长江出版传媒
湖北科学技术出版社

《桑园间作套种技术》编委会

主 编 李 勇 胡兴明
副 主 编 于 翠 熊 超

编写人员（按姓氏笔画为序）

于 翠 邓 文 叶楚华 吴 恢
李 勇 张 鸿 范 锦 胡兴明
彭 波 熊 超

图书在版编目(CIP)数据

桑园间作套种技术 / 李勇, 胡兴明主编. —— 武汉:
湖北科学技术出版社, 2014.9

ISBN 978-7-5352-7016-0

I. ①桑… II. ①李… ②胡… III. ①桑园—果园间
作②桑园—套作 IV. ①S888.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第213740号

责任编辑: 谭学军

封面设计: 喻 杨

出版发行: 湖北科学技术出版社 电 话: 027-87679468

地 址: 武汉市雄楚大街268号 邮 编: 430070

(湖北出版文化城B座13-14层)

网 址: <http://www.hbstp.com.cn>

印 刷: 新新彩印有限公司

邮 编: 430070

850 × 1168

1/32

6.25印张

120千字

2014年9月第1版

2014年9月第1次印刷

定 价: 20.00元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

序 言

栽桑养蚕在中国具有悠久的历史，桑园间作套种早在《农桑辑要》、《齐民要术》、《后补农书》等古农书中就有记载。随着蚕桑生产的发展，人们对自然规律认识的深化，桑园间作套种技术不断得到发展，创造了众多的生产利用模式。

从生态学观点看，桑园生产是一个转化自然资源的过程。桑园生产力的高低主要取决于桑园生物群落对光能及其他自然资源在时间和空间上的利用效率。桑园间作套种其他作物，可形成一个多层次多种类的立体群落结构，无疑可以增加光能及其营养空间的利用效率。桑园间作套种能使桑树和间作物构成有机群体而立体受光，减少漏光和反射光的损失，提高光能利用率。桑园间作套种还能使单位体积的土壤中根量大增，提高土壤水分养分的吸收利用，对调节桑园内 CO_2 供应，提高光合效率有积极意义。桑园间作套种还是提高蚕桑经济效益，优化资源配置和提升蚕桑产业竞争力的客观要求。

《桑园间作套种技术》针对目前蚕桑产业发展新形势，从农村实际出发，立足“省力、高效、多元化”的产业发展方向，系统介绍了近年来国内桑园间作套种先进适用技术，融合了最新的科技成果，也是我国蚕农和蚕桑科技工作者开展桑园间作套种技术经验的总结，它的出版对桑园间作套种技术的推广应用具有重要的指导意义。

本书立足于理论和实践相结合，内容包括桑园间作套种类型介绍和经济效益分析，桑园间作套种蔬菜、中药材、油料作物、粮食作物、小杂粮和草莓、西甜瓜、牧草等模式生产技术，间作套种桑园的栽植管理等。语言简练、内容翔实，方法具体，可操

作性强，既能增加蚕农的理论知识，又能直接指导蚕农开展桑园间作套种技术操作，是一本面向基层蚕桑技术人员和蚕农的科普读物。但限于能力和水平，书中不足之处，在所难免，敬请读者批评指正。

在编写过程中，我们参考和引用了相关著作和刊物资料，在此，谨致谢忱。

编 者

2014年7月

目 录

第一章 桑园间作套种类型及其社会经济效益	1
第一节 桑园间作套种	1
第二节 桑园间作套种的社会经济效益	8
第二章 桑园间作套种蔬菜作物	13
第一节 桑园间作套种蔬菜作物栽培管理技术要点	13
第二节 桑园间作套种蔬菜作物优质高产栽培管理技术	16
第三章 桑园间作套种中药材	76
第一节 桑园间作套种中药材栽培管理技术要点	76
第二节 桑园间作套种中药材优质高产栽培管理技术	79
第四章 桑园间作套种油料作物	123
第一节 桑园间作套种油料作物栽培管理技术要点	123
第二节 桑园间作套种油料作物优质高产栽培管理技术	125
第五章 桑园间作套种粮食作物	136
第一节 桑园间作套种粮食作物栽培管理技术要点	136
第二节 桑园间作套种粮食作物优质高产栽培管理技术	138
第六章 桑园间作套种小杂粮	148
第一节 桑园间作套种小杂粮栽培管理技术要点	148
第二节 桑园间作套种小杂粮优质高产栽培管理技术	150
第七章 其他桑园间作套种类型	157
第一节 桑园间作套种桑树优质高产栽培管理技术	157
第二节 桑园间作套种草莓优质高产栽培管理技术	160

第三节	桑园间作套种西瓜优质高产栽培管理技术	162
第四节	桑园间作套种甜瓜优质高产栽培管理技术	166
第五节	桑园间作套种牧草优质高产栽培管理技术	169
第八章	桑园间作套种桑树栽培管理	178
第一节	桑树栽培管理技术要点	178
第二节	桑树栽培管理技术	179
参 考 文 献		189

第一章 桑园间作套种类型 及其社会经济效益

第一节 桑园间作套种

一、桑园间作套种

（一）桑园间作套种历史悠久

栽桑、养蚕在我国具有悠久的历史，桑园间作套种早在元朝司农司的《农桑辑要》中就有记载：“桑下宜种蚕豆、黑豆，不可种麦、谷”；公元6世纪后魏贾思勰著的《齐民要术》中就曾提到在桑树下间种绿豆和小豆，并称之为“二豆良美润泽，益桑”；清代张履祥的《后补农书》记载：“地得叶，盛者一亩，可养蚕十数筐，少亦四、五筐，最下二、三筐，若二、三筐者，即有豆二熟”，“虽久荒之地，收梅豆一石，豌豆一石，近来豆贵，亦抵田息，而工费之省，不啻倍之，况稍稍有叶乎”，“桑下冬可种菜，四旁可种豆、芋”。这指明了桑园合理间作套种的经济效益和模式，而随着蚕桑生产的发展，人们对自然规律认识的加深，桑园立体利用不断得到发展，创造了各种各样的桑园间作套种模式^[1,2]。

（二）桑园间作套种的理论基础

所谓桑园间作套种，亦即桑园立体利用，就是根据生物与环境相适应和生物之间共生互利的生态学规律，充分利用环境自然资源，以生产出更多的人们所需要的生物产品为目的，在桑树行

间种植或养殖一种或几种其他生物,构成一个多层次多种类的立体群落结构,形成一个多层次高效率的物质能量转化系统。

从生态学的观点看,桑园生产是一个自然资源转化的过程。桑园生产力的高低主要取决于桑园生物群落对光能及其他自然资源在时间和空间上的利用效率^[3]。众所周知,桑树及其他植物的产量是光合作用的产物,光能利用得越充分,有机物积累得越多,生产力就越高。在自然能源中,光能是取之不尽、用之不竭的最大能源,问题是能否有效地利用^[4]。桑园间作套种其他作物,形成一个多层次多种类的立体群落结构,无疑可以增加光能及其营养空间的利用效率^[5]。桑树树体一般都比农作物高,前者利用上层的光能和空间,后者利用下层的光能和空间,各取所需。桑树和农作物的根系深浅也不同。一般来说,桑树根系较深^[6],农作物根系较浅,这样桑园间作套种农作物,土壤不同层次的各种养分也可得到有效利用。

桑树是一种落叶树种,采叶养蚕的季节较短。在我国中部地区,一年中桑园闲置时间从当年10月到翌年3月,长达6个月^[7,8]。在桑树落叶到发芽长叶的这段时间里,如果桑园不间作套种其他作物,桑园中的大部分光热资源将被浪费,不能得到充分利用。如果能因地制宜,因桑制宜地间作套种各种作物,就可以有效地利用光热资源,从而大大地提高桑园的生产力。

(三) 桑园间作套种的目的意义

在桑园合理间作套种农作物,桑树与农作物生长在一起,相互影响、相互促进。桑园间作套种,可以充分发挥生物之间的共生互利作用,相得益彰,使桑树与间作套种作物良性生长。

1. 减少桑园内的资源浪费

桑园间作套种后,桑树与间作套种作物构成共生群体而立体受光,即桑树在上层受光,间作套种作物在中下层受光,减少了漏光和反射光的损失,提高了光能利用率。通过间作套种增加复

种指数,延长光合作用时间,可增加光合面积,延续交替合理地利用光能,从而提高单位面积上的生物产量。间作套种还使单位体积的土壤中根量大增,提高土壤水分和养分的吸收利用^[9]。桑园间作套种可增加桑园植株间的气流,对调节园内 CO₂ 供应,提高光合效率有积极意义。普通桑园内土壤、光、温、水分、养分等自然资源遗漏严重,而我国人多地少,土地资源紧张,通过合理间作套种可以增加复种指数,从而提高桑园土地、光、温等资源的利用率,其中土壤浅层营养的流失通过间作套种可减少 60%^[10]。

2. 提高桑园单位面积产出

据有关文献报告,一般每年桑园内间作套种 1 茬蔬菜或豆类可实现增收 30% ~ 100%,若实行多茬间作套种或者间作套种高价值作物则收入更丰^[11]。由于每种农产品市场价格的形成和变化规律不同,实行间作套种有助于经营者减少种植单一作物带来的市场风险。桑园间作套种还是一种生态抑草措施,可以节省桑园除草的费用^[12]。当前,蚕桑生产面临着其他产业的激烈竞争,通过合理间作套种提高经济效益,也是市场经济条件下资源优化配置和提高蚕桑产业竞争力的客观要求。

3. 充分利用农村冬闲劳力

从蚕桑生产所用劳力看,用工一般集中在养蚕期,也就是桑树的生长期。而桑树的少叶期和无叶期正好是养蚕生产的闲暇时间,这就为桑园发展间作套种,增加农民收入提供了劳力条件。实行间作套种可吸纳养蚕生产空闲的劳动力,解决蚕区季节性的劳动力富余问题。

4. 发展生态蚕业

桑园间作套种后增加了地面覆盖,有效拦截了地面径流,可减少水土流失。桑园合理间作套种可增加土壤有机质积累,改善土壤结构和理化性状,加速土壤熟化过程,提高桑园土壤肥力^[13]。通过间作套种可增加饲料来源,带动畜禽养殖业的发展,增加畜

禽粪等有机肥的施用,形成以桑养蚕、蚕粪和饲料作物养猪、猪粪制沼、沼渣肥桑的良性循环,走立体栽培复合经营的路子,构建生态蚕桑业^[14]。

二、桑园间作套种与资源利用

蚕桑生产在我国具有 5 500 余年的历史,丝绸产品历来是我国出口创汇的名牌产品。近年来,农业生产结构调整不断加大,市场经济发展不断加快。蚕桑生产如何适应农业发展的新形势,业内人士仁者见仁,智者见智。从蚕业内涵挖潜增值,增强产业自我发展的实力,是一个非常值得研究的问题。桑树是一种落叶树种,采叶养蚕的季节不长。历来蚕桑工作者较注重开展桑树高产优质栽培技术的研究和推广工作,对桑园冬闲期的资源开发利用重视不够,导致一年中桑园闲置时长达 6 个月(从当年 10 月至翌年 3 月)之久,桑园中的土壤、光、温、水分、养分等自然资源浪费严重。

1. 桑园光能利用不充分

桑树为阳性植物,光补偿点较高,部分光能不能利用。桑树一年中要采叶和剪伐,总有数月为无叶期,相当长时段桑树根本不进行光合作用。每公顷桑园的中低干养成桑园,一年中叶面积指数 ≥ 3 的时间仅 1 个多月, ≤ 2 的时间约 7 个月,叶面积指数为零的时间有 4 个多月^[7,8]。实践证明,桑园叶面积指数 ≤ 2 时,可满足多种间作套种农作物的生长需要; ≥ 3 时仍可满足间作套种生姜等耐阴作物的需要,特别适宜蘑菇等需遮光作物的生长^[15-17]。

2. 桑园土地和空间利用不充分

桑树在一年中可明显区分为生长期和休眠期,萌芽至落叶为生长期,落叶后到萌芽为休眠期。桑树在一年中萌芽—生长—采叶—剪伐—生长—采叶—落叶—休眠呈现周期性变化,使桑园每年都存在一种较为稳定的季节结构。在桑树生长的季节中,

桑园在光能浪费的同时土地利用也不充分,尤其冬季休眠时期、春季滞后期、夏季空白期(夏伐桑园)、秋季陡降期4个阶段浪费最为严重^[18]。

3. 桑园土壤浅层养分利用不够

桑树喜温喜湿怕涝,是深根性作物。栽培的中干桑根系可深达1.5m以下土层,须根主要分布在20~40cm深土层,也就决定了桑树吸收土壤养分也集中于20~40cm土层。而0~20cm土层是土壤养分的富集层,桑树单作导致桑园浅层土壤养分不能充分利用而流失浪费^[19]。根据对桑园土壤剖面的观测,桑树根系的85%分布于20cm以下土层,0~15cm土壤养分被雨水淋失、生长杂草所浪费,桑园土壤养分严重流失^[20]。

4. 桑园小气候可供开发

桑树在生长过程中营造了可供开发利用的桑园小气候。桑树挡住了大风,遮挡了强烈的日光,树下形成一个阴凉潮湿、温湿度较为稳定、清爽宁静的小气候,为种植喜阴凉潮湿、怕干燥、惧大风的作物提供了良好的生态环境^[21]。

三、桑园间作套种的基本原则

为了使桑园间作套种取得较好效果,进一步促进桑园间作套种的健康发展,在桑园开展间作套种时应特别注意处理好以下问题。

1. 摆正主、副作物的位置关系

桑园间作套种要坚持以桑树生产为主,间作套种作物生产为辅的原则。桑园间作套种不合理,会对桑叶产量产生一定的影响。桑园间作套种应在不影响桑树生长的前提下进行,充分发挥冬闲期桑园间作套种增产、增收的优势,防止偏向间作套种而有损于桑树生长的做法。

桑园间作套种可改善土壤条件,促进桑园管理。但是,桑园间作套种要因地制宜,强调“合理”二字,必须始终坚持把确保桑树

正常生长，保证桑叶质量放在首位。采用的间作套种农作物的品种与栽培管理方法一定要合理。如果间作套种不当，间作套种农作物会与桑树争水争肥，甚至引发病虫害，影响桑叶的产量和质量，导致饲养量下降，蚕作不安全，以至综合经济效益不高^[22-24]。

2. 明确主、副作物的配比关系

桑园间作套种农作物的选择和比例的配置，要求桑树的生长和间作套种农作物的生长不相矛盾。为此，桑园间作套种应尽量选择生长期短、吸收肥力较少、株型矮小的品种，以减少水肥矛盾，以利于桑园通风透光^[25]。桑园进行间作套种时，套作密度不宜过大，也不宜每行间作套种。间作套种密度过大或每行间作套种，均不利于桑园科学管理和施入肥料的合理利用，而且会因间作套种作物与桑树过度争水争肥，造成当年桑叶严重减产，还会影响到桑树的树势及后续生产能力^[26]。另外，桑园间作套种应合理轮作，要考虑用地与养地相结合，以维持地力输入输出平衡。

3. 选择合适的间作套种作物

桑园间作套种农作物种类的选择和比例的配置，原则上要尽量使其与桑树的生长特性和生态要求协调一致，以避害就利，促进桑树生长。在有利于桑树生长的前提下，应考虑间作套种作物能够适应桑园的生态环境，以达到互利互惠、相互促进，获得双丰收^[24]。要特别注意防止只追求眼前利益，只顾间作套种作物，不顾桑树以及一切有害于桑树生长的做法。

4. 增加对桑园的投入，保持桑园生态系统营养物质输出输入的平衡协调

实行桑园的间作套种，桑园输出的营养物质大量增加。因此，就需要加强施肥管理，给桑园补充更多的营养能量，以保持桑园土壤养分输出和输入的平衡协调。

桑园平衡施肥，对桑树来说，氮素特别重要。但是化学氮肥必须与有机肥保持一定的比例。因为氮素是构成土壤微生物有机

体的主要成分,可以促进土壤微生物的繁殖生长。而微生物的繁殖生长要消耗土壤有机质。一般来说,微生物每利用 1 份氮素建造自己的躯体,同时要利用 25 份含碳的有机质^[27]。所以大量使用化学氮素,若没有有机肥的配合,桑园土壤有机质不能得到补充,就会使碳氮平衡失调,土壤理化性质变坏。

5. 采用无公害生产技术

桑园用药以高效低毒低残留为主,禁用高毒、高残留农药及杀虫单和菊酯类等对蚕有不良影响的农药,防治病虫害应注意喷药与蚕的食叶安全间隔期^[28]。

四、桑园间作套种类型

(一) 以提高桑园产出为目的的间作套种桑园

间作套种桑园,以提高桑园综合经济效益为目的,一般桑树栽植较稀,株行距较宽,1 亩($1 \text{ 亩} \approx 667\text{m}^2$)栽 400 株左右,或是单行带状栽植,树型养成较高,桑园内的间隙大,阳光充足。间作套种桑园大多是收获间作套种作物和采叶养蚕并重,对间作套种作物有常年的种植安排。桑园间作套种作物后,要进行专门的施肥、除草、中耕、培土等田间管理,这样也节省了对桑树的管理用工^[29,30]。

(二) 以收获桑叶为主的间作套种桑园

养蚕专用桑园桑树栽植密度较大,株行距较小,一般 1 亩栽 600 ~ 800 株,树型养成较低,生长季节桑园内枝叶茂盛,间隙较小。这类桑园是以快速高产、多次采叶为主要目的。对桑树要进行专门的耕耘、施肥、除草、排灌和病虫害防治等管理。专用桑园的间作套种因桑树树龄、树势可分为幼龄桑园和成林桑园两类。幼龄桑园指未定型即栽后 1 ~ 2 年的新桑园,桑园内四季光照充足,可全年间作套种各种作物,不受作物喜光程度的限制。成林桑园是指栽植 3 年后的定型桑园,在桑树生长季节,枝叶对

地面、空间的覆盖面大,桑园郁闭,桑园内的光照、通风等条件较差,不利于大多数作物生长,一般只是利用晚秋、冬、早春三季,即从10月份桑树进入休眠期到次年3月初桑树开始发芽的一段时间,但夏伐桑园亦可利用夏伐“休闲期”选择相适应的作物进行间作套种^[31-34]。

表 1-1 桑园间作套种类型

类型	树龄	桑园特点	间作套种季节	间作套种作物种类
I	幼龄桑园	桑树未封行,阳光充足	全年均可间作套种各种作物	(1) 油料作物类:大豆、花生、芝麻等;(2) 茄科类:番茄、茄子、马铃薯、辣椒等;(3) 葫芦科类:西瓜、冬瓜、香瓜等;(4) 十字花科类:白菜、榨菜、甘蓝、莴笋、萝卜等;(5) 豆科类:蚕豆、豌豆等;(6) 百合科:韭菜、洋葱、大蒜等;(7) 牧草类:紫花苜蓿、黑麦草、鲁梅克斯等;(8) 其他如桑苗、药材等
II	成林桑园	桑树封行,桑树生长季节下层光照偏弱	晚秋、冬季休眠期至春季桑树开叶期	(1) 十字花科类:白菜、榨菜、甘蓝、莴笋、萝卜等;(2) 豆科类:早熟的蚕豆,早熟的豌豆;(3) 百合科:大蒜等。(4) 牧草类:鲁梅克斯、紫花苜蓿、黑麦草等
			夏伐桑园的夏伐“休闲期”	(1) 茄科类:番茄、茄子、辣椒、马铃薯等;(2) 葫芦科类:西瓜、冬瓜、菜瓜等;(3) 伞形花科类:芹菜等

第二节 桑园间作套种的社会经济效益

一、桑园间作套种的经济效益

桑园实行合理间作套种的收益相当可观。2009—2013年,

湖北省农业科学院经济作物研究所通过试验与农村调查相结合的方法,对湖北省桑园主要间作套种类型、间作套种不同农作物对桑树生长的影响及经济效益进行了分析。湖北省桑园间作套种类型主要有桑园间作套种粮食、蔬菜、油料和中药材等4种类型,其中鄂西南蚕区主要有桑/粮和桑/菜2种类型,以桑/菜间作套种类型为主;鄂西北蚕区4种间作套种类型皆有^[35]。

表 1-2 湖北省桑园间作套种主要模式

间作套种模式		栽植模式 (S:X)	农作物株 行距 (cm)	播种 (定植) 方式
桑 / 粮	桑树 / 玉米	2:2	40×60	点播
	桑树 / 大豆	2:3	20×60	点播
	桑树 / 绿豆	2:3	20×50	点播
	桑树 / 红薯	2:2	20×60	育苗,起垄定植,垄高15cm,垄底宽30cm
桑 / 菜	桑树 / 番茄	2:2	50×60	育苗,起垄定植,垄高15cm,垄底宽30cm
	桑树 / 小白菜	2:5	20×25	起畦撒播,畦宽100cm,畦高15cm
	桑树 / 白萝卜	2:2	30×50	起垄点播,垄高15cm,垄底宽30cm
	桑树 / 生姜	2:3	20×50	起垄催芽直播,垄高15cm,垄底宽30cm
	桑树 / 马铃薯	2:4	30×40	起厢催芽直播,高15cm、宽70cm,厢间距30cm
桑 / 油	桑树 / 油菜	2:2	20×50	育苗,起垄定植,垄高15cm,垄底宽30cm
	桑树 / 花生	2:3	25×40	点播
桑 / 药	桑树 / 百合	2:8	15×20	育苗,起厢定植,高15cm、宽70cm,厢间距30cm

S:X——S为桑树栽植行数,X为农作物栽植行数。

桑园间作套种不同农作物经济效益调查统计结果表明,桑园间作套种农作物的净产值是,桑树/百合>桑树/生姜>桑树/马

铃薯>桑树/白萝卜>桑树/小白菜>桑树/番茄>桑树/绿豆>桑树/花生>桑树/大豆>桑树/油菜>桑树/玉米>桑树/红薯。桑园间作套种百合的净产值最高,桑园间作套种红薯的净产值最低。原因是百合的出售价格高达 6.00 元/kg,红薯的出售价格仅为 0.50 元/kg。红薯虽与小白菜的售价(0.50 元/kg)相同,但其产量($13\,493.3\text{kg}/\text{hm}^2$)远远低于桑园间作套种小白菜的单位桑园面积产量($32\,000.0\text{kg}/\text{hm}^2$)。可见桑园间作套种农作物的价格和产量是决定桑园间作套种农作物净产值的重要因素^[36]。

表 1-3 桑园间作套种不同农作物经济效益分析

间作套种模式		成本投入 (元/ hm^2)	产量 (kg/hm^2)	农作物 单价 (元/ kg)	农作物 净产值 (元/ hm^2)	成本收 益率	土地生 产率 (元/ hm^2)	资金 产投比
桑/粮	桑树/玉米	6 146.9	5 325.0	1.8	3 438.1	0.56	9 585.0	1.6: 1
	桑树/大豆	1 499.3	1 686.7	4.0	5 247.5	3.50	6 746.8	4.5: 1
	桑树/绿豆	1 649.2	1 199.4	8.0	7 946.0	4.82	9 595.2	5.8: 1
	桑树/红薯	3 500.0	13 493.3	0.5	3 250.0	0.93	6 750.0	1.9: 1
桑/菜	桑树/番茄	11 250.0	11 981.3	2.0	12 712.6	1.13	23 962.6	2.1: 1
	桑树/小白菜	2 998.5	32 000.0	0.5	13 001.5	4.34	16 000.0	5.3: 1
	桑树/白萝卜	4 197.9	22 500.8	1.0	18 302.9	4.36	22 500.8	5.4: 1
	桑树/生姜	25 650.0	15 256.5	6.0	65 889.0	2.57	91 539.0	3.6: 1
	桑树/马铃薯	19 809.3	24 895.8	2.0	29 982.3	1.51	49 791.6	2.5: 1
桑/油	桑树/油菜	1 799.1	1 499.3	4.0	4 198.1	2.33	5 997.2	3.3: 1
	桑树/花生	2 069.0	1 649.2	5.0	6 177.0	2.99	8 246.0	4.0: 1
桑/药	桑树/百合	29 985.0	16 491.8	6.0	68 965.8	2.30	98 950.8	3.3: 1

成本投入: 指间作套种农作物种子、肥料和农药的费用总和。