

# 我国农林复合系统的实践与发展优势

汪殿蓓<sup>1,3</sup>, 陈飞鹏<sup>2</sup>, 暨淑仪<sup>2</sup>, 彭少麟<sup>1</sup>

(1. 中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650; 2. 华南农业大学, 广东 广州 510640; 3. 孝感学院, 湖北 孝感 432100)

**摘要:** 本文阐述了农林复合系统的发展历史, 并从生态学、经济学角度讨论了农林复合系统的发展及实践经验。该系统具有产业互补功能, 以及生态优势和应用优势; 有助于解决农、林业单一产业效益低下、生长周期长和市场适应性差等方面的问题, 并具有较好的生态效益, 是一种具有广泛推广价值的生态经济系统。

**关键词:** 农林复合系统; 产业互补; 生态优势; 应用优势

**中图分类号:** S—0 **文献标识码:** A

## Practical Significance and Development Superiority of Agro-forestry System in China

WANG Dian-pei<sup>1,3</sup>, CHEN Fei-peng<sup>2</sup>, JI Shu-yi<sup>2</sup>, PEN G Shao-lin<sup>1</sup>

(1. South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Science,

Guangzhou 510650, China; 2. South China Agricultural University,

Guangzhou 510640, China; 3. Xiaogan University, Xiaogan 432100, China)

**Abstract:** The development history of agro-forestry system was introduced in this paper. The development and practical experience in China were discussed in term of ecology and economy. Agro-forestry system has many advantages, the function of industries compensatory each other, ecological and applicative advantage and so on. It can solve these problems such as, low profits in single agriculture and forestry, long production time and poor market adaptability, and also has better ecological benefit. It is a kind of ecology-economy system being worthy popularized widely.

**Key words:** agro-forestry system; industries compensatory each other; ecological advantage; applicative advantage

## 1 农林复合系统的发展历史

农林复合系统历史悠久, 最早源于人们对自然的模拟而建立的人工生态系统, 经过有目的地改造和管理, 以满足经济和社会的要求。我国珠江三角洲的“桑基鱼塘”和太湖流域的“桑田鱼塘”就是其中典型的实例。“农林复合系统”的正式定义是国际农林业研究基金会(ICRAF) 1978年在印度尼西亚雅加达召开的第8届林业大会上首次提出<sup>[1]</sup>, 它是指在同一土地管理单元上, 按照生态经济学原理, 人为地把多年生木本植物(如乔木、灌木、竹类等)与其它栽培植物(如农作物、药用植物、经济植物等)和动物, 在空间上或按一定的时序有机地排列在一起, 形成具有多种群、多层次、多产品、多效益特点的人工生态系统<sup>[1]</sup>。经过10多年对其外延和内涵的深入研究, 到1990年, ICRAF对农林复合系统的最新提法是把它们看作一种新型的土地经营方式<sup>[2,3]</sup>。Nair于1982—1986年5年间通过收集大量非洲、南中美洲有关农林复合系统类型和模式的资料, 建立了相

关的数据库, 提出农林复合系统可分为多年生木本植物、一年生农作物(或经济作物)和禽畜3个组分, 并以系统组分的产业组合、系统组分的时空结构、功能(作用或输出)、社会—经济经营规模以及生态适宜区5个方面为指标, 建立农林复合系统的分类体系<sup>[3]</sup>。概括地讲, 农林复合系统可以从理论和实践两方面来认识: 理论上, 它是对生态学、经济学及工程学等学科的创造性运用和充实; 实践上, 它是一种拓展产业的体系, 集农林牧渔于一体, 实现了产业间经济互补、物质能量的多层互用和系统潜在生态优势的发挥。

农林复合系统这一术语在我国与农间林、混农林、农林复合系统、复合农林业等同义。根据各自的

收稿日期: 2002—08—23; 修回日期: 2002—09—19

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(39899370); 广东省自然科学基金重大项目(980952); 广东省自然科学基金团队项目(003031)。

作者简介: 汪殿蓓(1968—), 女, 湖北洪湖人, 讲师, 博士, 从事植物生态学研究; 通讯作者: 彭少麟(1956—), 男, 广东潮州人, 研究员, 博士, 从事生态学研究。

研究区域,不少研究者提出了相应的分类体系。如以产业的结合形式为标准,将中国现有农林复合系统划分为7大类,26个小类型,涉及农业(农作、经作)、林业(竹木、果树、药材)、渔业、牧业<sup>[1]</sup>;以及将中国农林业划分为农林间作、林牧业经营、农林牧经营、农林渔经营和多用途森林经营等5种系统类型<sup>[5]</sup>;还有将我国农林复合经营系统划分为农林、林农、林牧、农林渔、林特和地域性农林等6种复合型<sup>[6]</sup>。

农林复合系统是一个多组分、多层次、多生物种群、多功能、多目标的综合性开放式人工生态经济系统<sup>[7]</sup>。世界各地人民群众根据当地自然、社会、经济、文化等具体情况建立和发展农林复合系统,创造出各种各样的配置类型,形成了不同的类型和模式及各种生物种群的时空结构配置,特别是近年来随着科学技术的发展和生产力水平的不断提高,农林复合系统更加得到广泛应用,新的类型及模式不断涌现。如我国福建沿海地区的UCCO镶嵌农林复合系统<sup>[8]</sup>;热带地区胶—茶—鸡农林复合系统<sup>[9]</sup>;四川盆地丘陵地区从坡地到坡麓的林地—旱地台土—林地—旱地台土—林地农林复合系统,林带与旱地台土交错,呈阶梯状,构成独特的坡地农林复合系统<sup>[10]</sup>。近年来我国对农林复合系统的研究报道逐渐增多,因而有必要总结我国农林复合系统的实践经验,探讨其发展趋势,以推动农林复合系统在我国的发展。

## 2 我国农林复合系统的实践与发展前景

### 2.1 产业互补

传统的农业是单一的种植业生产,保留自然经济的特性,其产业十分低下,与工业无法比拟,在现代社会中,也不可能分享到社会平均利润。只有在农业产业链上,养殖业、加工业和服务业形成一体化经营后,在市场经济条件下,才能实现农业对社会平均利润的共享<sup>[11]</sup>。可以说,农林复合系统就是这种产业链延伸的一种实例。

农林复合系统有助于减轻林业产业的压力,优化环境。就我国而言,林业由于经营周期长,抚育成本高,连续投资三四十年后才可有直接经济效益,加上我国很多贫困地区交通闭塞,教育落后,发展林业全靠“政府输血”,林业对市场应变力极差,造成林业的停滞甚至减退的局势。正因如此,由农户发展单一林业基本是不可能的,我国农村的低集约化、各家各户分散经营的状态也不利于全民参与发展林业。农林复合系统可以实现以短(农业)养长(林业),以林

护农,林木或果木到达成熟期,只要管理得当,其比较利益将大大高于单纯的农、林业。冯宗炜等<sup>[12]</sup>在黄淮海平原豫北地区,对果园、果粮、桐粮、农田防护林、农田、林地的十多年的经济效益和综合效益进行了研究,总体情况是:果园最佳,果粮间作、桐粮间作都优于农田和林地,综合效益则是果粮最佳,农田防护林、桐粮间作优于单纯的果园和林业。费世民等<sup>[10]</sup>对四川盆地丘陵地区坡地农林复合系统的研究表明,与农地系统相比,复合系统的生产力比对照系统高9.7%,劳动力产值提高了26.08%,薪材饲料提供能力可提高22.36%,木材提供能力增加了32.28%等,生态、社会、经济效益显著。

与单纯的农、林业相比,农林复合系统有生态和经济的综合优势。农业和林业都是经济基础产业,既为人类创造最基本的生活资料和生存环境,又为社会的文明和发展提供最初级的推动力,生产初级产物(即循环和流动的物质)。农业为人类提供粮食,而林业保障生态环境,两者缺一不可。我国农业和林业历来都靠政府财政补贴,自身不能解决效益低下、生长周期长、市场适应力差的问题。种种原因造成近几年不少土地抛荒不种的扭曲现象和林业发展的长期停滞,当然这些趋势主要还受经济利益的诱导影响,而农林复合系统可利用农、林业各自优势,达到取长补短、增产增值、经济发展和改善环境等综合效果,这正是现代全人类所追求和倡导的,所以农林复合系统具有广泛的应用价值和广阔的发展前景。

### 2.2 生态优势

与普通生态系统一样,农林复合系统由生物和环境构成,环境决定生物的种类结构和生存条件,生物反过来也影响环境,同时生物与生物之间也存在复杂的相互作用,或是有利,或是有害。农林复合系统在人为干预下,发挥了生物间的有利作用,配置林木有利于改善自然环境条件,为作物生长创造良好的小气候。它架构于多种类、多行业的基础之上,依据生态学的营养级、生态位理论,合理组织系统结构,从而达到理想的功能和效益。

农林复合系统多层次、多用途的结构,符合生态系统特定的物质循环、能量流动、信息传递以及节约资源、提高效率、保护环境等生态和环境要求。实践中,生产者从自然、经济、社会的某些因子出发,选择生物组分来构建生产系统。如考虑土地缺乏肥力,选用豆科树种与农作物搭配,可以固氮改善地力,掌握好树的数量和布局方式,不会对农作物造成大的负面影响;在北方多风沙地区,配置农田防护林和林网,其中的林木系统在很大程度上改良了自然环境,

可以涵养水源,促成局部保温保湿的稳定气候,使系统的抗逆性加强,农作物获得这样的保障,相对于“靠天吃饭”来说,是一种巨大的进步。

向成华研究四川盆地中部山坡分层建立的农林复合系统,与单纯农田对照,前者光能利用率、辅助能利用率和能量综合效益分别提高 9.8%—14.1%、17.6%—21.5% 和 6.4%—15.3%<sup>[13]</sup>。费世民等对四川盆地丘陵地区坡地农林复合系统的研究表明,与农地系统相比,复合系统生物量是对照系统的 4.24 倍,光能利用率可提高 12.09%,具有较大的生产潜力<sup>[10]</sup>。

在干旱缺水的地区,农林复合系统可发挥其生态优势,林木系统的林冠可以截留降水,枯枝落叶层及活的地被层可使降水渗入土层,减少表面径流和土壤冲刷,增加土壤湿度。孟平等<sup>[11]</sup>的研究表明,黄淮海平原营建农田林网、林粮间作系统(林木覆盖率 18.5%),可使系统内土壤湿度比无林网农田对照高 1.8%—10.1%,降低尘埃 20%—60%,系统形成良好的小气候和自净化功能,具有较高的动力和水文文效应;梨粮复合模式光能利用率比周边种植模式高 10.3%<sup>[15]</sup>。农林复合系统对环境质量也有一定的调控作用,农林复合系统大气中 CO<sub>2</sub> 浓度平均比单一的农业系统低 55—95mL/m<sup>3</sup>,对 N<sub>2</sub>O 具有一定的吸收作用<sup>[16]</sup>。

一般认为,农林复合系统的目的在于持续稳定的生产力和保护生态环境,而不是破坏性扩大自然资源,这符合当前提倡的持续发展的环境保护战略,因而将农林复合系统在农业生产实践中大力推广具有积极的现实意义。

### 2.3 应用优势

农林复合系统最大的特点是对土地多方面的、可持续性的利用,这显然是其它土地利用方式无法比拟的。在农林复合系统中,部分林业用地可提供给农业和畜牧业经营使用,同时森林用地以外的其它土地也被用来造林,以便提供用材林、薪炭林和其它森林副产品,这使得有些地区在保护森林方面的压力有所减轻,避免了侵占或毁坏森林的事件发生。一般来讲,林业的主要目的是获取用材,而农林复合系统强调的是多种用途树种,如粮食树、果树、饲料树、土壤改良树等具有很高经济价值和生态效益的树种;对于那些具有特殊根系分布、产生很多地被物和其它特性的树种在农林复合系统中得到充分利用;对于那些曾被认为对森林有害的灌木也将得到进一步开发利用。这样能更好地获得物种多样性所带来的经济效益。由于农林复合系统的需要,人们将重新

确定遗传改良、选育、栽植和加工利用等方面的新目标。这些对林业的发展是极为有利的。我国农林复合系统研究中关于这些方面的报道还很少。不同地区哪些植物相互搭配可组成最佳的农林复合系统结构,值得我们进一步研究,以充分发挥地区资源优势,探讨具有可持续性的土地利用方式。

### 3 结语

农林复合系统发端于农、林业两大国民基础产业,理论上受多种学科指导,可望达到更高的生态、经济和社会效益;在解决资源利用和环境保护、生态和经济的矛盾,以及工、农产业效益差别悬殊以及实施粮食、林业基本国策等方面起到有益的推动作用。农林复合系统在农业、林业和(或)牧业、渔业间形成产业互补,使农业分享到其它产业的社会平均利润,这是稳定农业的关键所在。人类农、林业生产的悠久历史和各种经验技术都可方便地移植到复合系统中去,使其具有实践可行性,这些优势决定农林复合系统有极大的推广价值,在全球可持续发展战略要求的今天和未来,理应成为农、林业进一步发展的一种新思路和模式。

不可否定农、林作物间存在竞争等不良影响。农林复合系统种群互作已成为现代农林复合系统研究的核心内容之一<sup>[11]</sup>。一个优化的复合结构模式必须使系统各种群具有广泛的生态位分化,在结构设计时,要充分减少种群复合经营的负互作,提高正互作,并从时、空、量、序 4 个方面进行系统调控,促进模式优化与系统的持续稳定。

从某种意义上讲,农林复合系统的作用在于努力使农业和林业相互结合、相互利用、相互制约,要想弄清农业和林业之间的相互制约的关系,需要有更宽的知识面和对整个农村系统的了解,同时也需要对农林复合系统实践者更加全面的培训。随着对农林复合系统研究的不断深入,会出现许多需要解答的问题,而我们对农林复合系统的认识也不断深化,农林复合系统的结构和模式也将会日臻完善。

#### 参考文献

- [1] 黄金东,赵冰,赵刚,等. 农林复合系统对世界林业发展的影响[J]. 世界林业研究, 1999, 12(1): 38—41.
- [2] Nair P K R. State of art of agro-forestry system [J]. Forest Ecology and Management, 1991, 45(1—4): 5—29.
- [3] Nair P K R. Classification of agroforestry system [J]. Agroforestry Systems, 1985(3): 97—128.
- [4] Zou Xiaoming, Sanford R. L. Agroforestry systems in China: A survey and classification [J]. Agroforestry Systems, 1990, 11: 85—94.

(下转第 460 页)

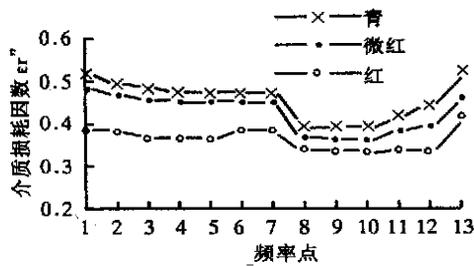


图 5 介电损耗因数与频率的关系

由图 5 可以看出,在 4KHz—20KHz 频段内,介质损耗因数随频率的变化较小。当频率大于 20KHz 时,介质损耗因数有较大的下降,随后又随着频率的增大而逐渐提高。到 100KHz 时,又出现一个幅度较大的提高。而在一定的频率下,青西红柿的介质损耗因数最小,红的西红柿的介质损耗因数最大,而微红的介于二者之间。因此,可以用介质损耗因数在 4KHz—20KHz 的频段判断西红柿的成熟度。

作者认为,出现以上结果的原因是由于生物体是由细胞内液、细胞外液和细胞壁组成的,细胞内液、细胞壁和细胞外液构成了电容,同时又呈现电阻的特性<sup>[2]</sup>。当频率变化时,其电容特性变化很小。在频率较低时,主要由细胞外液导电,其容抗很大,因此呈现较大的等效阻抗;而频率增加时,容抗随之减小,因此等效阻抗减小。而随着成熟度的增加,西红柿内细胞液的流动性提高<sup>[5]</sup>,因此呈现相对介电常数(即电容)变大,而等效阻抗减小的变化规律。

## 4 结论

### 4.1 在频率一定的情况下,西红柿的相对介电常数

与其成熟度有明显的相关性。随着成熟度的提高,相对介电常数增大。在 4KHz—150KHz 的频段内,随着频率的增大,相对介电常数略有下降。因此可以在一定频率下,用相对介电常数来判断西红柿的成熟度,从而依据成熟度对西红柿进行分级。

4.2 在一定的频率下,西红柿的等效阻抗随着成熟度的提高而下降。可以利用频率较低时等效阻抗的差异来判断西红柿的成熟度,从而达到对西红柿分级的目的。

4.3 可以在 4KHz—20KHz 的频段内,利用介质损耗因数来区分西红柿成熟度。

同其它的无损检测方法相比,电特性检测方法能够测定果蔬的综合品质,同时,其所用的检测设备相对简单,信号的采集和处理比较容易,因而,电特性无损检测方法具有广阔的应用前景。但由于果蔬的电特性参数与果蔬的品种、结构、大小、品质、采摘期、储藏等有密切的联系,使得果蔬电特性的研究具有一定的难度。因此研究广泛适用的检测方法应当是未来研究的重点。

### 参考文献

- [1] 郭文川,朱新华. 果品内在品质无损检测技术的研究进展[J]. 农业工程学报, 2001(5): 1—5.
- [2] 孙一源,余登苑. 农业生物力学及农业生物电磁学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 397—404.
- [3] 张立彬,胥芳,周国君,等. 苹果的介电特性与新鲜度的关系研究[J]. 农业工程学报, 1996(3): 186—190.
- [4] 李立特. 食物物性学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 382—426.
- [5] 李明启. 果实生理[M]. 北京: 科学出版社, 1989.

(上接第 420 页)

- [5] 宋兆民,孟平. 中国农林业的结构与模式[J]. 世界林业研究, 1993, 6(5): 77—82.
- [6] 裘福民,方嘉兴. 农林复合经营系统及其实践[J]. 林业科学研究, 1996, 9(3): 318—322.
- [7] 朱清科,肖斌. 淳化泥沟流域农林复合生态系统优势分析[J]. 西北林学院学报, 1994, 9(1): 52—57.
- [8] 李新通,朱鹤健. UCCO 镶嵌农林复合系统的可持续性研究[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 1999, 15(2): 101—108.
- [9] 孟庆岩,王兆骞,宋莉莉. 我国热带地区胶—茶—鸡农林复合系统氮循环研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(5): 707—709.
- [10] 费世民,向成华. 四川盆地丘陵区坡地农林复合系统内部结构和系统综合效能的研究[J]. 林业研究, 2000, 36(3): 33—39.
- [11] 梁卫理. 农业生产效益层次论[M]. 北京: 农业部科技司出版社, 1998: 161.
- [12] 冯宗炜,等. 农林系统结构和功能: 黄淮海平原豫北地区研究[M]. 北京: 中国科技出版社, 1992: 152.
- [13] 向成华. 川中浅丘坡地农林复合系统能量流的研究[J]. 农村生态环境, 1996, 12(1): 11—5.
- [14] 孟平,宋兆民,张劲松,等. 农林复合系统防尘效应的研究[J]. 林业科学, 1998, 34(2): 11—16.
- [15] 孟平,樊巍,宋兆民,等. 农林复合系统水热资源利用率的研究[J]. 林业科学研究, 1999, 12(3): 256—261.
- [16] 孟平,宋兆民,张劲松,等. 农林复合系统对环境质量调控作用研究[J]. 林业科学研究, 2000, 13(1): 1—7.