

全国高等农业院校教学参考书



果树专业用

果树生态学

吴光林 主编

农业出版社

全国高等农业院校教学参考书

果树生态学

吴光林 主编

果树专业用

农业出版社

S660.1

76

(京)新登字060号

全国高等农业院校教学参考书

果树生态学

吴光林 主编

• • •

责任编辑 魏丽萍

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787 × 1092mm 16开本 17.5印张 408千字

1992年10月第1版 1992年10月北京第1次印刷

印数 1—2,000册 定价 6.40元

ISBN 7-109-02147-5/S·1413

内 容 简 介

本书根据作者教学、科研成果并参考国内外有关资料,按全国高等农业院校教材要求编写而成,着重阐述果树生态的基本理论,并密切联系中国实际。

本书包括绪论和十二章,绪论介绍果树生态学的含义、发展和研究法;第一章论述果树的起源与分布;第二章论述果树的环境与果树生态系统的结构、功能;第三章论述中国果树生态区划及果树分布带;第四章至第七章论述气象因子光、温度、水分、大气及其与果树的生态关系;第八章论述土壤因子对果树的生态影响;第九章论述地形与水域对果树的生态作用;第十章论述生物因子与果树及相互间的关系及其调控;第十一章论述果园污染;第十二章从仿生农业的角度论述果树生态在生产上的应用。

本书主要供果树专业的研究生、学生、教师,以及果树科技人员学习参考。

主 编 吴光林 (浙江农业大学)

副主编 张光伦 (四川农业大学)

黄寿波 (浙江农业大学)

编 者 黄万荣 (北京农学院)

李树仁 (北京农学院)

王有年 (北京农学院)

孙华阳 (安徽省农业科学院)

主审人 蔡壬候 (杭州大学)

序 言

果树栽培欲求其优质丰产，早果长寿，低耗高效，必须研究其适应的生态环境，力求适地适作，保持完善的生态系统，使资源的潜力得以充分发挥和利用，树体长期保持健康生育，则事半功倍，易获得成功。

吴光林、张光伦、黄寿波、黄万荣、李树仁、王有年、孙华阳诸同志多年从事于果树生态及栽培方面的教学和研究，1988年根据全国高等农业院校教材指导委员会确定吴光林同志主编《果树生态学》作为全国高等农业院校教学参考书，他们各献所长，共同努力，历时二年有余，终于完稿。本书按教材编写，是目前我国可作为果树生态教材的第一本著作，字数达三十多万，包括绪论和十二章，将植物生态各方面的近代理论和技术如生态因子、污染、仿生、生态系统等问题均详细论述，密切结合果树生产实际，取材论证都有确实依据，许多观察实验多为本书著作者自己的第一手资料，同时本书各章按照学科教学程序前后依次排列，相互贯穿，使学者可循序渐进，易于掌握果树生态学的各方面知识。本书写作时各章节均能有条不紊，深入浅出，我认为是一本果树生态学的优良教材和读物。

余一生从事果蔬园艺学的教学，多注重果树的形态、分类和生理，对生态的涉及较少，现已年届九十有五，心余力绌，喜看后继有人，出蓝胜蓝，爱书所感，作为本书序言，是否有当，敬希读者指正为幸！

吴耕民于浙江农业大学

一九九〇年八月十二日

前 言

果树生态学是植物生态学的一个分支科学，它是研究果树之间及其与周围环境之间相互关系的科学。1976年以来，中国为加速社会主义现代化，在全国范围内进行了自然资源调查和区划工作，其中包括果树资源的调查和生态区划，从而推动了中国果树生态学科的发展。

近年来，根据国家教育委员会“拓宽知识面，扩大专业适应范围”的精神，浙江农业大学、四川农业大学及山西农业大学等相继开设了果树生态学；1983年浙江农业大学提出了《果树仿生栽培》，1986年开始又招收了果树生态硕士研究生；四川农业大学多年进行了果树生态调查研究，积累了许多宝贵资料和论文；1988年曲泽洲、陈四维教授编写出版了《果树生态》。这些都为《果树生态学》教材的产生奠定了基础。1987年10月由浙江农业大学牵头在杭州召开了全国果树生态学研讨会，会上拟定了《果树生态学》教学大纲和编写计划，并经申请于1988年11月全国高等农业院校教材指导委员会确定本书为教学参考书，吴光林教授为主编，按委员会有关规定和要求进行编写。至1989年3月在四川省雅安县召开了《果树生态学》教材定稿会。

本书按教材要求进行编写，共分十二章，着重阐述果树生态的基本理论，并密切联系中国实际。包括果树生态的含义、发展和研究法，果树的起源分布与区划，果园生态系统的结构与功能，果树的环境因子以及果树仿生栽培。

根据全国高等农业院校教材委员会规定，结合两次会议协议和编写实际情况，本书由浙江农业大学主编，四川农业大学副主编，以及北京农学院、山西农业大学及安徽省农科院等七位同志执笔，在编写过程中得到浙江农业大学、四川农业大学等院校领导的关怀和支持。

本书的主审为杭州大学蔡壬侯教授。

此外，蒋康众、周冲权等同志为教材提供了材料，谨此致谢！

编 者

1990年5月21日

目 录

绪论	1
一、果树生态学的含义、内容和任务	1
二、果树生态学的产生与发展	1
三、果树生态的研究方法	5
第一章 果树的起源和分布	7
第一节 果树的起源	7
一、世界栽培果树的起源与研究概况	7
二、世界栽培果树起源中心	10
第二节 气候—植被类型与果树分布	14
一、起源中心与果树分布	14
二、世界气候——植被类型与果树分布	15
第三节 中国主要果树的分布	23
一、中国主要果树的生态类群	23
二、中国主要果树的分布	24
第二章 果树环境与果园生态系统的结构、功能	29
第一节 果树的环境	29
一、自然环境	29
二、人工环境	30
三、果树环境的组成因子	31
第二节 果园生态系统的结构与功能	32
一、果园生态系统的基本概念和结构组成	32
二、果园生态系统的能量转化及物质循环	36
第三章 中国果树生态区划及果树分布带	45
第一节 中国果树生态区划	45
一、果树生态区划的含义、目的及方法	45
二、中国柑桔生态区划	46
三、中国苹果生态区划	51
四、中国梨、葡萄和桃的生态区划	55
五、县级果树生态区划	57
第二节 中国果树分布带	59
一、中国果树带划分的方法与依据	59
二、中国果树带及分带特征	62
第四章 光	68
第一节 到达地表面和果园的光状况	68
一、到达地表面的光状况	68
二、果园及树冠中的光状况	69

第二节 光强与果树生态的关系	75
一、光强与果树光合作用	75
二、光强对果树生长发育的影响	77
三、光强对果实产量品质的影响	79
第三节 光质与果树的生态关系	79
一、光质及其变化	79
二、可见光对果树的生态作用	80
三、紫外线和红外线对果树的生态作用	85
第四节 光长与果树的生态关系	88
一、果树对日长的反应	88
二、光时对果树的生态作用	89
第五节 提高果园光能利用率的途径	91
一、果园光能利用率及光合生产潜力的计算	91
二、限制果园光能利用率的因子和提高途径	94
第五章 温度	96
第一节 果树生命活动的基本温度	96
一、果树的体温与气温、土温	96
二、果树三基点温度	97
第二节 温度对果树的一般生态作用	98
一、温度与果树一些生理作用的关系	98
二、温度与果树生长发育的关系	100
三、果树需热量的生态适应性	104
第三节 节律性变温对果树的生态作用	105
一、昼夜变温与果树生态作用	105
二、季节变温与果树生态作用	106
第四节 极端温度对果树的生态作用	109
一、低温对果树的生态作用及其生态适应	109
二、高温对果树的生态作用及其生态适应	112
第五节 温度的持续时间对果树的生态作用	114
一、表示温度持续时间的方法	114
二、积温与果树生态的关系	114
第六章 水分	119
第一节 不同状态的水及其对果树的生态作用	119
一、降水对果树的生态作用	119
二、空气湿度对果树的生态作用	122
第二节 果树的水分平衡	125
一、果园的蒸发和蒸腾	125
二、果园水分平衡的表达式	127
三、果树体内的水分平衡和需水量	128
第三节 旱涝对果树的危害及果树的抗性	130
一、干旱对果树的危害和果树的抗旱性	130
二、水涝对果树的危害和果树的抗涝性	131
第七章 大气	135

第一节 空气成分及其对果树的生态作用	135
一、大气的组成	135
二、二氧化碳	135
三、氧	138
四、氮	139
第二节 风及其对果树的生态作用	140
一、风对果树的一般生态作用	140
二、风对果树的危害	140
三、防御果园风害的途径	144
第三节 电、磁场、声在果树生态中的作用	144
一、电	144
二、电磁场	145
三、声	145
第八章 土壤	147
第一节 土壤母质和种类对果树的生态作用	147
一、土壤母质	147
二、土壤种类	148
第二节 土壤物理性状对果树的生态作用	150
一、土壤质地和结构	151
二、土壤剖面与深度	152
三、土壤通气性	155
四、土壤水分	158
第三节 土壤微生物对果树的生态作用	161
一、土壤微生物的种类	161
二、微生物对果树的生态作用	163
第四节 土壤营养状况和酸碱度对果树生态的影响	168
一、氮、磷、钾	168
二、微量元素	170
三、土壤酸碱度	172
第九章 地形和水域	175
第一节 大地形与果树分布	175
一、中国地形的基本轮廓	175
二、大地形与果树分布	177
第二节 海拔高度对果树的生态作用	182
一、海拔高度对生态因子的影响	182
二、海拔高度与果树垂直分布	185
三、海拔高度与果树生长发育	187
四、逆温层及其对果树生育的影响	189
第三节 地形形态对果树的生态作用	190
一、地形形态对生态因子的一般影响	190
二、典型地形对小气候环境和果树的影响	193
第四节 山体对果树的生态作用	195
一、山体对生态条件和果树的总体影响	195

二、坡地方位及坡度对小气候和果树的影响	196
三、不同沟(谷)向及坡度对小气候和果树的影响	193
第五节 水域对果树的生态作用	199
一、水域附近生态因子的特点	199
二、水域与果树生态的关系	201
第十章 生物因子	206
第一节 果树群落中微生物、植物与果树间的相互关系	206
一、直接关系	206
二、间接关系	211
第二节 果树群落中动物与果树的关系	215
一、动物与果树授粉和种子传播	215
二、动物与果树病害的传播、为害及控制	217
三、动物对果树的为害和土壤改良	219
第三节 果树群落中生物关系的调节和控制	222
一、果树群落中生物间的关系	222
二、调节和控制果树群落中生物间的关系	223
第十一章 果园污染	225
第一节 污染及其对果树的生态作用	225
一、大气污染	226
二、水污染	233
三、土壤污染	234
第二节 污染对各种果树的影响及防治	236
一、污染对各种果树的影响和防治方法	236
二、果园污染防治途径	241
第十二章 果树生态在生产上的应用	243
第一节 果园建立上的应用	243
一、果树生产方针——集约栽培	243
二、果树育苗	244
三、适地适作	244
四、设施栽培	245
五、抗性品种的选择	246
六、合理密植	246
七、综合经营	246
第二节 果园管理上的应用	248
一、土壤管理	248
二、施肥	257
三、灌溉	259
四、授粉	259
第三节 果园有害生物防治在果树环境调节上的应用	260
一、果园有害生物的综合防治	260
二、稳定生态条件防止剧变	262
第四节 果品仿生贮藏	264
一、果品集中单一贮藏缺点的纠正	264

二、生物或仿生制剂的应用	264
三、原态贮藏	265
四、适地适藏	266
五、稳定贮藏生态条件防止剧变	266

绪 论

一、果树生态学的含义、内容和任务

生态学 (Ecology) 是研究生物之间及其与周围环境之间的相互关系的科学, 生物之间的关系主要表现为种内与种间的关系, 它们之间互为环境条件。周围环境是指非生物的环境条件, 至于生物之间及其周围环境之间相互关系, 不仅表现在生物受环境的影响。同时, 生物通过自己的生命活动, 也影响甚至改变周围的环境。

果树生态学 (Fruit ecology) 亦称果树环境学。是生态学中农业生态学的一个分支科学。它与生态学、果树学、气象学、土壤学、系统工程学等关系密切。而与植物、动物、微生物、地质、森林、作物、畜牧、数学、物理、化学和电子计算机等学科也有关系。

果树生态学研究果树之间及其与周围环境之间相互关系的科学。果树之间的关系是指果树品种内及品种间或种间的关系, 它们之间互为环境条件。周围环境包括非生物因素和生物因素两方面, 前者是指温度、光、水分、空气、土壤、地形、污染等环境因素, 后者是指果树以外的动物、植物、微生物等环境因素。也就是果树生态学研究果树群体内以及果树群体与环境的生态关系。其中包括果树的起源、分布和生态区划; 野生果树群落生态系统的结构与功能, 即这类生态系统的结构类型、能量转化、物质循环和生态平衡; 各环境因素 (光、温、水分、大气、土壤、地形、污染、生物) 与果树的相互关系与调控途径。

由于果园是一个复杂的人工生态系统, 它并不是单纯提供果品和其他果树产品, 而且具有绿化美化环境, 保持水土, 防风固沙, 调节气候, 净化空气, 防止污染, 提供部分林木 (防护林)、饲料 (生草) 和其他农产品 (间作), 甚至肉类 (果牧、果渔兼营) 等。因此, 在揭示果树生态规律的基础上, 在社会经济允许的条件下, 模拟果树生态规律, 进行仿生生产, 果园必然采取以果为主, 果、林、农、牧、副等综合经营, 不断增加能量的投入, 采取措施创造合理的人工生态系统, 保持生态相对平衡, 使果园质量、产量和生物量不断提高, 生态环境不断改善, 提高果园的生态、经济和社会的综合效益, 以满足人类对果品、环境保护和其他产品不断增长的需要。

本书第十二章果树生态在生产上的应用还涉及果品生态和果品仿生贮藏的论述。

二、果树生态学的产生与发展

(一) 中国古代对果树生态的认识 果树生长、发育与环境的关系, 早在3000年前, 就被中国人民所注意, 如《诗经·秦风》记载:“湿有树槿”(在湿润的地方栽培梨树)。随着生产的发展, 人们积累的果树生态知识越来越丰富, 现介绍中国历史上对果树生态的认识。

1. 果树与气候的关系 我国古代很早就注意到果树与光照的关系。贾思勰在《齐民要

术》(553—554)中提到: 栳枣“阴地种之, 阳地则少实”。指出君迁子宜种在阴地, 阳地则结果少。刘安等在《淮南子》(前179年—前122年)中提到:“今夫徙树者。失其阴阳之性, 则莫不枯槁。”《齐民要术》中作了进一步阐述:“凡栽一切树木, 欲记其阴阳, 不令转易。阴阳易位则难生。小小者, 不烦记也。”说明一株果树的不同方位, 受到的光照有强弱, 久而久之, 其器官组织对光的要求也不同。在移栽果树时, 若突然改变其方位, 由于各部位因光照强度改变不能适应, 而难于成活。但小苗移栽时, 由于其不同方位光照差异小, 且小苗可塑性强, 不必考虑按原来的方位定植。《齐民要术》提到:“大概连阴, 则子细, 而味也不佳。”就是说, 果树栽培过密了, 树冠相接郁闭, 果实变小, 品质下降。还提到樱桃“二月初, 山中取栽, 阳中者, 还种阳地, 阴中者, 还种阴地。若阴阳易地, 则难生, 生亦不实。”说明果苗所在地光照条件与果园的相似为好。还就果树栽植密度, 作了具体规定: 枣“三步一行, 行欲相当”, “桃李大率方两步一根”。用以调节光照, 达到果大、质优的目的。

爱国诗人屈原在《离骚·橘颂》(公元前3世纪)中吟道:“后皇嘉树。橘徕服兮, 受命不迁, 生南国兮; ……”以言桔而明志, 记述了天地的珍贵树种——桔, 性畏寒, 只能生长在南方。蔡襄在《荔枝谱》(1059)中指出荔枝“性畏高寒, 不堪移植。”说明荔枝不适高寒气候, 且移植改变环境亦困难。《淮南子》提到:“橘柚有乡, 橘调于北徙, 榴鬱于东移。”以上典籍都指出了不同的果树, 只能分布在温湿度相适应的气候带里。然而, 地形、水域所形成的小气候, 又为果树生态创造了不同的气候环境。如《避暑录话》(1135)记载:“吾居山之半, 又面北, 多北风, 舆平地气候绝不同。山前梅花及桃、李等, 率常先开半月”。说明南向坡上, 受到山体屏障、逆温效应、向光等作用, 热量大于北向坡, 因此梅、李、桃的物候期早于北向坡。又如江苏省境内的东、西洞庭山, 虽然地理位置偏北(北纬31°左右), 但太湖水体调节温、湿度, 却为畏寒的柑桔创造了避冻的环境。庞元英在《文昌杂录》中作了科学的分析:“洞庭四面皆水也, 水气上腾, 尤能辟霜, 所以洞庭柑橘最佳, 歳收不耗, 正为此尔”。上述记载和论证, 都反映了果树与温度、湿度的关系。

《齐民要术》提到:“栗初熟, 出壳, 即于屋里埋著湿土中。埋必须深, 勿令冻徹。若路远者, 以韦囊盛之。停二日已上, 及见风日者, 则不复生矣。至春二月, 悉芽生, 出而种之。”说明栗果要保湿, 冬季通过土埋, 保持较低温度(过低无效)和湿度, 则可通过休眠而萌芽。对许多喜温果树提到: 石榴“十月中, 以蒲蓐裹而缠之, 不裹则冻死也, 二月初乃解放。”葡萄“十月中, 去根一步许, 掘作坑, 收卷蒲萄, 悉埋之。”栗幼树“三年内, 每到十月, 常须草裹。”对熏烟防霜说到:“……凡五果, 花盛时遇霜, 则无子。常预于园中, 往往贮恶草生粪, 天雨新晴, 北风寒切, 是夜必霜。此时放火作煴, 少得烟气, 则免于霜矣。”《王桢农书》(1313)指出荔枝“性不耐寒, ……初种五六年冬月覆盖之, 以护霜雪”。徐光启《农政全书》(1639)提到柑桔“此树极畏寒, 宜于西北种竹, 以蔽寒风, 又须常年搭棚以护霜雪。霜降搭棚, 谷雨卸却。树大不可搭棚, 可用砻糠衬根, 柴草裹其干, 或用芦席裹根干, 砻糠实之”。在鲁明善撰的《农桑衣食撮要》(1914)已注意到防雾保枣果:“枣熟着雾则多损, 用籬麻散拴于树枝上, 则可避雾气, 或用秸秆于树上四散给缚亦得。”以上记载说明中国古代人民在了解气候与果树关系的基础上, 通过合理栽培技术, 达到防霜防雾和休眠越冬的目的。

2. 果树与土壤的关系 早在公元前《管子·地员篇》(前5世纪—前3世纪)中, 就果

树与土壤的关系，作了记述：“五沃之土，……宜被群木，……其梅其杏，其桃其李，……其棘其棠”，而五位之土，“皆宜竹箭、枣、楸、槲、檀、榆、桃。”《周礼》(前5世纪—前3世纪)记述了五地(五种地形)，即山林、川泽、丘陵、坟衍、原隰(低湿的地方)，各有其适宜栽培的果树，如山林中宜“柞栗之属”，丘陵上宜“李梅之属”等。可见中国人民在2500年前，就认识到果树与土壤的生态关系。到了南北朝，《齐民要术》记述了果树移栽与土壤的关系，如“以锹合土掘移之。桃性易移难栽，若离本土，率多死矣。故须然矣。”其含义是，移栽果树时，用锹连根带土一并挖起移栽。桃树易种难栽，根离开原来的土壤，大半都会死，所以必须这样移栽。司农司编《农桑辑要》(1273)在移栽银杏时指出：“掘取时连土封，用草或麻绳缠束，则不致碎破土封”，说明银杏要带土移植。《齐民要术》还提到“李树桃树下，并欲锄去草秽，而不用耕垦”，与现代仿生栽培的免耕法不谋而合。

到了唐宋以后，随着农业生产和科学技术的发展，中国果树栽培业也有了长足的进展。果农为了取得果树的丰产、稳产，就必须去探索果树与土壤的生态关系，并且积累了丰富的实践知识，而这些知识大都散见于各种著述中。如韩彦直《橘录》(1178)中指出：柑橘性喜盐渍土，并注意到土壤的种类，特别是土壤酸度对柑桔品质的影响和柑桔品种适应地区，并总结了平地“高畦垄栽”的经验，在当地一直沿袭至今。周必大在《跋山谷题橘州画卷》(公元11世纪末)云：“橘州在湘江中，巨浸不能没，膏润宜橘”。明代的《致富奇书》指出：“桃不宜鹵地”，王象晋的《群芳谱》(1621)记载：“地不厌高，土肥为上，锄不厌数，土松为良”。并在五果谱部分专列“顺性”一段，论述适地适栽。《广东新语》(公元17世纪)记述了广东省番禺一带种花果，在“其土色黄，兼砂，潮碱不入，故美”。这些著作深入浅出地阐明了土壤肥沃，湿润是栽培果树的理想地块，而盐碱地、渍水地、粘土地则不宜栽培果树。至今在果树栽培中，仍有参考价值。

3. 果品仿生贮藏 采摘下的果实仍然是个有生命的机体。采取哪些贮藏措施，才能降低其营养物质的消耗，延长其保鲜期？古代人民模仿自然生长状态，创造了许多贮藏果品的办法，达到了日久犹鲜的效果。北宋欧阳修撰的《归田录》中记载：“见吉州人甚惜此果(桔)，其欲久留者，则于绿豆中藏之，可经时不变。”《调羹类编》(南宋赵希鹄撰)中有“藏金橘、橙、柑、橘子于绿豆中，则经时不变。用松毛包藏橘子，三、四月不干。”南宋吴仁杰撰的《离骚草木疏》中记载了：“张勃吴录，建安郡有橘，冬月于木上覆裹之，至明年春夏，色变青黑，味绝美。”这是世界上果品挂树贮藏的最早记录。

明代王象晋撰的《群芳谱》记载：“柑、橘、桃、梨之类，七、八分熟时，带枝插萝卜或大芋中，仍用纸或糠包护，藏新瓮内，勿通风，来年取食如新。”明代典籍《多能鄙事》记载：“梨、栗、柑橘等果，取二石缸，实以河泥、井水，撒绿豆于上，用竹篾安缸内，内去泥二寸，以果置上，密封泥固之，豆芽长上，经年色味如新。”这两则古代贮藏果品的方法，是模拟大的生态环境，创造一个小的果品贮藏环境，达到了长时间色味如新的保鲜效果。

《群芳谱》、《便民图纂》(明代邝璠撰)等等古籍，不仅记载了绿豆、芝麻、松毛等，具有很好的防腐保鲜效果，而且指出勿近米酒，否则易腐烂。这说明了果品与其他生物器官或物质混藏，有利于保鲜，有的则不利。这完全符合现代植物互应学所提到相生相克的规律。

4. 果树相互间及其与生物的关系 中国人民，对果树相互间及其与其他生物群落的关系

系，也作过许多细致的观察和翔实的记载。如公元3世纪（西晋）的著作《古今注》就注意到柑桔树害虫之一——凤蝶：“蛱蝶，一名野蛾，一名凤蝶，江东呼为捷末，色白背青者是也。其大如蝙蝠者，或黑色，或青斑，名为风车，生江南柑桔园中。”《齐民要术》引用了刘欣期的《交州记》云：“古度树，不花而实，……其实中如有‘蒲梨’者（是一种蜂，产卵于隐头花序中）取之数日，不煮，皆化成虫，如蚁，有翼，穿皮飞虫。”说明1400年前已观察到野生卡毕力无花果树（古度树），其果中有无花果蜂（蒲梨）寄生，据目前所知，此蜂即为许多斯蜜奶系和圣比罗系无花果品种授粉结实的授粉昆虫。唐代陆龟蒙在《蠹化》一文中曾把凤蝶与果树、杂草及捕食虫之间的关系，描写得十分生动：“橘之蠹大如小指，首负特角，身蹇蹇然，类蛸蛸而青，翳叶仰齿，如饥蚕之速，不相上下。……蛻为蝴蝶，则倚薄风露，攀缘草树，耸空翅轻，瞥然而去，或隐蕙隙，或留篁端。须臾，犯螫网而胶之，引丝环缠，牢若桎梏。……”就是说，凤蝶幼虫为害柑桔叶如饥蚕食桑叶，蛻为成虫后，栖歇树间，或竹端，或草丛，一旦触到蛛网，就为蜘蛛所捕食。可以说，这是文字记载的一幅生态食物链图。《齐民要术》提到桑“常翻掘，种菉豆，小豆，二豆良美润泽，益桑”指出果园种豆科作物有利。

在许多典籍中，不仅记载了虫、草等对果树的危害，而且提出了生物防治。如西晋稽含，在公元304年撰写的《南方草木状》一书中，记述了果园中以虫治虫的史实：“交趾人以席囊贮蚁鬻于市者，其窝如薄絮，囊者连枝叶，蚁在其中，并窝而卖。蚁赤黄色，大于常蚁，南方柑橘树无此蚁，则其实皆为群蠹所伤，无复完者矣。”这与现代广东省四会县用来防治柑桔大绿蝽等害虫的天敌——黄柑蚁，记载无异。在外国，19世纪才有以虫治虫的记录。可见中国提出生物防治早于他国1600多年。其后，唐代的《酉阳杂俎》、宋代《鸡肋篇》、明代《种树书》、清代《广东新语》、《岭南杂记》、《南越笔记》等著作，均有果树上以虫治虫的记载。此外，古代多用生物农药防治害虫，如吴赞《种艺必用》（12世纪）称“果树有蠹虫者，以芫花内孔中，即除。或云：‘纳百部叶……尤妙’”。这些充分说明中国古代果树生物防治以及对果树生态的认识，一直据世界领先地位。

关于果树间的关系，《种艺必用》提到“银杏树有雌雄……合二者种之……能结子而茂”。李时珍《本草纲目》（1578）、《农政全书》均有相似论述。《种艺必用》记载：“杨梅……有雌雄，雄者无实”。以上记载指出了银杏，杨梅等雌雄异株，雄株不实，雌树中要间种少数雄树，作授粉树，始能结实。《齐民要术》又提到“石榴”取枝大如手大指者，斩全长一尺半，八九枝共为窠，……若孤根独立者，虽生亦不佳焉”。种桑提到“且稚则长疾”。均指出密植的生长快。《橘录》提到“柑橘宜斥鹵之地，四邑皆江海不十里。……高者畦壟，沟以泄水，每株相去七八尺”。“始取朱变核洗净。下肥土中。……两枝对接”。证明早在800年前，浙江省温州市种柑桔已在近江海平地采用深沟高畦，乔砧密植，株行距2.15—2.45m（宋代1尺=现代0.3072m）充分利用光能，促进群体生长结果，远较欧洲苹果生产性矮化密植早600年以上。这些都说明合理提高生物种群数量或密度，有利于种群生长结果和生存。当然种群过密，如前所述相互竞争，使果实变小、品质下降也是不利的。

荀况（约前313年—前238年）在《天论》中提出“天行有常”“制天命而用之”。他强调自然有规律性，人应当掌握自然规律，向自然索取。朴素地说明了现代果树仿生生产的基本原理。《吕氏春秋·审时篇》说：“夫稼，为之者，人也；生之者，地也；养之者，天也。”也就是常说的，种庄稼（包括种果树）要顺天时，量地利，用人力。发挥人的主观能动性

用，是果树生产成功的根本。人，是保持果树生态平衡的主导因素。

(二) 近代果树生态学的产生和发展 如前所述：人们对果树生态现象的认识是由来已久，在中国早在3000年前开始已有记载并将果树生态的原理运用到生产中去，但作为一门科学的产生还是近50年的事。

18世纪以后，欧洲资本主义经济开始迅速发展。由于生产上的需要，自然科学发展加快，德国 A. Humboldt (1769—1859)，英国达尔文 (1809—1882) 等通过环球考察，分别写了著名专著，《植物地理知识》(1807) 和《物种起源》(1859) 为植物生态学的形成奠定了基础。

生态学的提出始于德国动物学家 E. Haeckel (1866)，最初包括在动物学内，植物生态学的产生始于1895年丹麦 E. Warming 所著《植物生态学》一书，1935年Tansley提出“生态系统 (ecosystem)”的概念。进入本世纪，特别是50年代以来，由于世界人口剧增，生产迅猛发展，导致自然资源枯竭，物种明显减少，土壤冲刷，环境污染，生态条件恶化，危及人类生存、社会的迫切需要，使生态学日益受到重视，联合国1964年开始组织的“国际生物学研究计划”(I. B. P.) 和1971年开始的“人与生物圈”(MAB) 研究计划就是明证，它已成为与物质结构、天体演化、生命本质并列的前缘学科而得到迅速发展，形成许多分支学科，其中以生物类群分为：植物生态学、动物生态学和微生物生态学；以植被类型和自然区划分为：森林生态学、草原生态学、海洋生态学、淡水水域生态学以及农业生态学；以研究对象的范围分为：授粉生态学、植物异株克生生态学 (The Science of Allelopathy)、个体生态学、种群生态学、群落生态学。同时上述四个方面又各自深入分化和纵横交错，形成更多的分支学科。

在果树生态方面，日本池田伴亲和菊池秋雄是这方面的先驱，早在1935年就编著了《果树生态学》，关于果树生态的部分内容也附属在果树栽培学或果树育种学有关章节中，但侧重在果树的起源和分布，果树与气候、土壤、地形等的相互关系，而对果树与生物、污染方面介绍较少，更缺乏从生态系统的角度来分析果树生产。至70年代以后，则不断出现果树生态方面的专著，如1975年日本小林章的《果树环境论》，英国 H. C. Pereira 的“Climate and the orchard”，1979年俄国 A. П. Песев “Погода и урожай айони”，1978年美国 D. P. Ormrod, “Pollution in horticulture”，1981年俄国 T. N. Турманидзе “Климат и урожай винограда”，这些专著多侧重气候方面，其次涉及土壤和污染，而对生物方面的内容很少。当前日本筑波大学已把《果树生态》、《柑桔生态》列为果树研究生的必修课。

在中国1978年以后，大力开展了果树区划，完成或初步完成了全国柑桔、苹果、梨、葡萄、桃的区划，1988年沈兆敏主编出版了《中国柑桔区划与柑桔良种》一书。同年曲泽洲、陈四维编写了《果树生态》一书，1983年吴光林提出了“果树仿生栽培”，为果树生态的研究及其在果树生产上的应用提出了新的观点和研究途径。

以上事实都说明了果树生态学的产生和50多年来的不断发展和提高。

三、果树生态的研究方法

果树生态的研究方法，就研究对象来说，既要以果园或设施栽培果树的人工生态系统为对象进行研究，也要研究果树的起源与分布，以原生地野生果树群落的自然生态系统为

对象进行研究。前者可揭示果树早结优质丰产的适合的条件和生态规律,后者可揭示果树生存和发展并保持生态环境的最适条件和生态规律。两者互补,可为现代果园早结优质丰产保持生态平衡的仿生栽培提供依据。从研究内容来说,除了研究非生物环境因子外,也要研究生物环境因子,其中包括果树群体内即品种间和种间的关系,如果园的忌地和连作,授粉树,果树个体间的协作和竞争,种间的协作与颉颃等问题,以及果树与其他植物、动物、微生物(如菌根、土壤微生物、病毒)的关系,这将为果园防护林、生草、除草、果树保护、菌肥利用、果园间作、轮作等提供依据。其中果树与植物间的互应作用,果树与菌根等一般微生物以及果树与环境中各种生物的相互关系,过去研究较少,有待进一步探讨。在非生物因素中,除光、温、大气、土壤、地形、污染等因素外,磁、声、雷、电等与果树的相互关系也应进行研究,以全面揭示果树的生态规律。在研究方法上,既要研究个体生态学,也要研究群体生态学;既要单因子研究,又要根据系统的观点,进行多因子的全面综合系统分析,这样才能符合果园的实际情况,揭示果树之间与其各环境因素相互间相生相克、相互联系、相互制约的辩证规律。对野生果树群落和果园的研究有两种方法:一是静态方法,如研究果树原生地、分布、野生果树群落和果园的结构、类型等,提供野生果树群落或果园内在其空间上变化的规律,这是识别和鉴定野生果树群落或果园立地条件的基础;另一种是动态方法,即研究野生果树群落或果园随时间和其环境的变化而发生的相应时间上的变化,为创造果园合理条件,发挥果园演变中的有利因素,控制其不利因素,如水土冲刷、污染、病虫猖獗等提供依据。野生果树群落和果园生态系统的研究,就是把果树群落和果园视为不可分割的整体,并进行动态的研究,着重研究其生态系统内果树与其他生物在其所在环境中彼此相互依赖的因果关系,以及各成分之间物质能量循环和转化过程。为了开展动态研究,建立野生果树群落或果园的定位实验研究站是必要的。可以在同一研究目标下,组织各学科协同作战,对生态系统的结构和功能进行生物学、物理学、化学和数学的分析。在研究手段上,除常规的仪器设备外,鉴于生态系统的高度复杂性,有必要应用各种现代化仪器设备,如自记红外线气体分析仪、自动分光光度计、微弹热量计、自动气象记录仪、放射性同位素的运用等。值得注意的是,数学在生态系统分析中的重要性日益明显,如建立生态系统的数学模型,需要矩阵代数,多元统计分析,概率论和计算机学科等方面的知识。