



Sheshi Yangmei

杨梅设施

环境调控及气象服务

HUANJIANG TIAOKONG JI QIXIANG FUWU

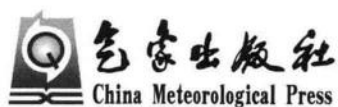
主 编：申双和 杨再强

副主编：姚益平 李永秀 金志凤

设施杨梅环境调控及气象服务

主 编：申双和 杨再强

副主编：姚益平 李永秀 金志凤



内 容 简 介

本书从应用角度出发,简要阐述了设施杨梅环境调控的理论基础及气象服务的方法。全书分为杨梅生物学特性及设施杨梅品种选择,设施杨梅大棚的构建及栽培管理技术,设施大棚小气候预报技术,设施杨梅环境调控技术,设施杨梅物候期、果实生长及产量预报,设施杨梅气象灾害预警技术,设施杨梅气象灾害风险评价,设施杨梅发展适宜性气候区划,设施杨梅气象服务,设施杨梅气象服务系统等内容。本书着重阐述基本原理,介绍基本知识,同时总结了近几年关于设施杨梅环境调控及气象服务的一些研究成果。

本书可供从事农业气象、设施果树栽培、园艺、农学、林学等领域的广大科研、教学、管理及技术推广人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

设施杨梅环境调控及气象服务/申双和,杨再强主编.

—北京:气象出版社,2012.12

ISBN 978-7-5029-5652-3

I. ①设… II. ①申… ②杨… III. ①杨梅-设施农业-果树园艺-研究 IV. ①S667.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 307033 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:王元庆 蔺学东

封面设计:博雅思企划

责任校对:赵 媛

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:374 千字

版 次:2012 年 12 月第 1 版

定 价:40.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:方益民

责任技编:吴庭芳

印 张:14.75

彩 插:11

印 次:2012 年 12 月第 1 次印刷

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

前 言

《设施杨梅环境调控及气象服务》是针对我国目前设施杨梅生产存在的问题及对农业气象业务的需求而编写的,该书集成农业气象、果树栽培、农业工程、信息技术及生物环境调控等基础理论和应用技术等研究成果,重点对设施杨梅小气候形成机理、杨梅生长发育与环境的关系、环境调控的基础理论和技术方法、设施杨梅气象灾害预警、病虫害气象条件等级预报及设施杨梅农业气象服务的对象、特征、内容及技术等方面进行论述。

2010 年中国气象局关于加强农村气象灾害防御体系建设的指导意见,明确提出坚持“公共气象、安全气象、资源气象”的发展理念,以提高农村气象灾害防御基础能力为核心,全面提高农村趋利避害水平,切实保障农民生命财产安全,促进农村经济发展和社会和谐稳定,尽快适应现代农业和农村经济社会发展需求,基本满足国家粮食安全保障、农业防灾减灾、农业应对气候变化的需求。近年来,设施农业对气象服务的需求和依赖程度逐渐增强,加强设施杨梅小气候预报及气象灾害预警服务也是服务“三农”的具体体现,有助于进一步创新气象服务和推动农业气象事业的发展。目前,关于设施杨梅的气象服务尚处于起步阶段,如何开展设施小气候预报、设施杨梅发育期预报及产量预报、设施杨梅气象灾害预警、杨梅病虫害气象条件等级预报已经成为气象部门和生产部门共同关注的技术课题。

设施杨梅栽培起步较晚,1999 年以来,先后在浙江温州、宁波、台州,安徽黄山和广西桂林等地开始试验,取得初步成功。近几年,设施栽培杨梅由于果实收获期提前,品质好、经济价值高,在浙江、广西、安徽等地发展较快,杨梅设施栽培试验成功后,迅速在华东地区兴起,并很快辐射到其他杨梅种植地。当前世界果业正朝着集约化、生态化、产业化的方向发展,利用最新技术发展现代果业已成为振兴我国果业的重要途径。随着改革开放的深入,人民生活水平的提高,对果业提出了更高的要求。我国正在进行新一轮的产业结构、特别是种植结构的调整,加入 WTO 后,一些国外水果大量抢占中国市场,对中国的果业发展提出了挑战。利用果树设施栽培的优势,发展优质、高产、高效、无公害果树设施栽培业,是一条发展果业的重要途径。

然而,国内外关于设施杨梅栽培环境调控及气象服务技术的研究较少,生产中出现立地条件选择不合理、设施杨梅环境管理没有技术规范,造成设施杨梅挂果少、病害严重、产量低、品质差等问题。目前尚缺少成熟、完整的综合管理技术体系,许多地方设施杨梅栽培成功与失败并存,个别地方失败率较高。有选用品种不当的问题,但主要是生产者对果树设施栽培品种的需冷量、花粉育性、适宜授粉组合、自花结实力、果实发育等特性缺乏全面、系统的了解,管理措施带有较大的盲目性。不同地方出现不同程度的气象灾害,在每年 1—3 月,低温、寡照、阴雨等天气对大棚杨梅开花、坐果等造成严重影响。2009 年以来,本项目组在浙江温州建立了设施小气候观测站,开展设施气象数据采集和杨梅生长发育观测试验,就小气候预报、杨梅发育模拟、杨梅环境调控、气象灾害预警及风险评价进行系统研究,获得了有价值的观测数据和初步成果。为了更好地开展设施杨梅气象服务和基层气象部门的技术推广,项目组在总结已有

文献的基础上,结合研究成果编写了该书。

本书共分十一章,具体分工如下:前言、第一、二、十章由申双和执笔,第四、五、六、七章由杨再强执笔,第三、九章由姚益平执笔,第八章由金志凤执笔,第十一章由李永秀执笔。在本书的编写过程中,资料收集和数据整理得到了浙江省温州市气象局潘永地高级工程师和应用气象学硕士研究生黄海静、黄川容、苏天星、朱静、张继波、张婷华、朱凯等同学的大力帮助,在此表示衷心感谢!由于时间短,水平有限,书中难免出现错误,尤其在设施杨梅生长发育及小气候预报方面的文献收集颇难,公开的研究成果较少,因而敬请国内专家及同行批评指正。

本书由国家公益性行业(气象)科研专项“设施农业及特色农产品气象保障关键技术研究”(GYHY(QX)200906023)和江苏省科技支撑计划“江苏省设施农业气象灾害预警及防御技术的研究”(BE2010734)项目共同资助。

编者

2012年6月于南京

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第二章 杨梅生物学特性及设施杨梅品种选择	(8)
第一节 杨梅生物学特性	(8)
第二节 设施栽培杨梅品种的选择	(15)
第三章 设施杨梅大棚的构建及栽培管理技术	(24)
第一节 设施杨梅大棚结构及搭建	(24)
第二节 设施杨梅整形修剪技术	(29)
第三节 设施杨梅施肥技术	(34)
第四节 设施杨梅采收、贮藏与加工技术	(43)
第五节 设施杨梅主要病虫害及其防治	(52)
第四章 设施大棚小气候预报技术	(65)
第一节 设施大棚小气候形成机理	(65)
第二节 杨梅大棚小气候特征分析	(68)
第三节 杨梅大棚小气候预报方法	(77)
第五章 设施杨梅环境调控技术	(87)
第一节 设施环境调控原理	(87)
第二节 设施杨梅大棚光环境调控	(94)
第三节 设施杨梅大棚温度环境调控	(97)
第四节 设施杨梅大棚水分及湿度环境调节	(101)
第五节 设施杨梅大棚内的气体环境调节	(104)
第六章 杨梅物候期、果实生长及产量预报	(112)
第一节 杨梅物候期预测	(112)
第二节 杨梅果实生长预测	(118)
第三节 杨梅产量预报	(123)
第七章 设施杨梅气象灾害预警技术	(130)
第一节 设施杨梅气象灾害类型	(130)
第二节 设施杨梅气象灾害防御措施	(136)
第三节 设施杨梅气象灾害预警技术	(138)
第八章 设施杨梅气象灾害风险评价	(146)
第一节 气象灾害风险基本理论	(146)
第二节 气象灾害风险评价研究进展	(149)

第三节	气象灾害风险评价方法·····	(151)
第九章	设施杨梅发展适宜性气候区划·····	(163)
第一节	气候区划研究进展·····	(163)
第二节	设施杨梅气候区划指标·····	(167)
第三节	浙江省设施杨梅种植区划·····	(170)
第十章	设施杨梅气象服务·····	(178)
第一节	设施农业气象服务现状·····	(178)
第二节	设施杨梅气象服务需求分析·····	(183)
第三节	设施杨梅气象灾害保险服务·····	(192)
第十一章	设施杨梅气象服务系统·····	(198)
第一节	气象系统开发技术简介·····	(198)
第二节	设施杨梅气象服务系统构建·····	(202)
第三节	设施杨梅气象服务系统实现·····	(208)
参考文献	·····	(222)

第一章 绪 论

杨梅(*Myrica rubra*)是杨梅科杨梅属的几种灌木和小乔木的统称,全世界杨梅科植物共有2个属60多个种,我国只有杨梅属1属6个种,为杨梅、毛杨梅、青杨梅、矮杨梅、全缘叶杨梅和大杨梅,通常所说的杨梅为杨梅种。

一、杨梅生产、栽培的历史

据记载,早在10000年前,浙江兰溪北山已盛产野生杨梅。众所周知,我国杨梅主产于江南各省,而尤以江浙的杨梅品质为佳。杨梅,古时别称甚多,如枕子(《北户录》)、圣僧梅(《农政全书》)、白蒂梅(《品汇精要》)、朱红、树毒(《中国树木分类学》)等。明代李时珍在《本草纲目》(1578)中云:“其形如水杨子而味似梅,故名。”杨梅的生长和栽培历史悠久。浙江省博物馆于20世纪80年代中期,在余姚市河姆渡镇(原属慈溪)新石器时代遗址,对出土文物进行考证,发现当时已有野生杨梅存在。以此推算,其生长历史可追溯到7000年以前。

至于人工栽培杨梅的历史,最早见于文字记载的是公元前2世纪西汉司马相如所著的《上林赋》,其中有“柚枣杨梅”的词句,这是南方杨梅北引到陕西长安种植的最早尝试。1972年,在湖南省长沙市郊马王堆西汉古墓中,发掘出一个精制陶罐,内有杨梅果实和种子,干缩的杨梅肉柱呈紫黑色,褐色的绒毛被覆着果核。《越郡志》载有:“会稽杨梅为天下之奇,颗大核细其色紫。”在《贵耳杂》中记载吴越闽广人士或赶考、或调任,到哪里总喜欢炫耀各自的家乡特产,留下“闽广玉女含冰雪,吴郡星郎驾火云”之句。吴越杨梅在品质上,尤以余姚杨梅独占鳌头,于是到了汉代,余姚杨梅就跻身贡品之列。时至汉、晋代,余姚人已经基本掌握了杨梅栽培技术,杨梅除了鲜食外,对其形态和贮藏加工已颇有研究。晋时稽含在《南方草木状》中细致地描述了杨梅的形态和习性:“杨梅其子发弹丸,正赤,五月中熟,熟时似梅,其味酸甜。”大抵可以找到与现在余姚杨梅一脉相承的铁证。现在的许多人对杨梅酒并不陌生,或者有着特殊的偏好,不过,很少人了解杨梅酿酒的起源。汉东方朔《林邑记》中这样记载道:“林邑山杨梅,其大如杯碗,青时极酸,既红,味如崖蜜,以酿酒,号梅香酎,非贵人重客不得饮之。”汉代陆贾在《南越行记》中写道:“罗浮山顶有湖,杨梅、山桃绕其际。”(罗浮山在今广东省博罗县)据此证明,我国人工栽培杨梅的历史至迟从西汉开始。此后,晋代吴钧的《西京杂记》(公元5世纪)、北宋刘翰等的《开宝本草》(973)、苏轼的《物类相感志》(1100)、南宋吴玠的《种艺必用》(12世纪)、明代徐光启的《农政全书》(1639)、清代陈扶摇的《花镜》(1688)、汪颢等的《广群芳谱》(1708)、鄂尔泰等的《授时通考》(1742),对杨梅都作了不同程度的记载与描述。明代王鏊的《姑苏志》中,称“杨梅为吴中佳果,味不减闽中荔枝”,明代徐阶咏杨梅诗中有“若使太真知此味,荔枝焉得到长安”的句子。相传,杨梅与鲥鱼进贡时,并称为“冰鲜”。洞庭山杨梅自古就已名扬天下。清代全祖望曾咏《白杨梅》:“萧然山下白杨梅,曾入金风诗句来。未若万金湖上去,素娥如雪满溪隈。”与他同朝代一个叫杨芳灿的在《近陂塘·杨梅》中怀旧:“夜深一口红霞嚼,凉沁华池香唾。谁餍我?况消渴,年来最忆吾家果。”

二、我国杨梅的分布及生产现状

杨梅是我国著名的特色果树,栽培面积占全球的 99% 以上,日本和韩国有少量栽培,南亚和东南亚各国如印度、缅甸、越南、菲律宾等国以及美国也有分布,但因其果小、味酸,多种植在庭院或公园供作观赏或糖渍后食用,没有作经济果树栽培。我国杨梅分布见表 1-1,主要分布在长江流域以南的东经 97°—122° 和北纬 20°—33° 之间。经济栽培区集中在东经 103° 以东和北纬 31° 以南地区,如浙、闽、赣、苏、粤、黔等省(区),其中以浙江栽培面积最大,产量最高,品质最好。滇、桂、川、湘、鄂、皖及台湾等地也有栽培,陕西汉中及甘肃省武都等地区有特殊小气候者也有少量分布。杨梅与柑橘、枇杷、茶树、毛竹等分布相仿,但其抗寒能力比柑橘、枇杷强。在我国,一些学者根据杨梅对生态条件的要求和地理分布,将杨梅划分为 5 个栽培区:

适宜区(Ⅰ):主要包括浙江的慈溪、黄岩、杭州,江西的南昌,安徽的安庆,湖北的宜昌,湖南的长沙、衡阳、吉首、通道,贵州的铜仁,四川的西昌、雅安等地。

较适宜区(Ⅱ):主要包括福建的建瓯、建阳,江西的赣州,广东的韶关,广西的桂林、柳州,贵州的罗甸,云南的思茅等地。

次适宜区(Ⅲ):主要包括江苏的吴县、溧阳、南京,安徽的合肥,湖北的天门,四川的成都,重庆的酉阳、万源,贵州的遵义,云南的昆明、楚雄,陕西的汉中等地。

较次适宜区(Ⅳ):主要包括福建的厦门,广东的汕头、海丰、广州,广西的北海、南宁,云南的景洪等地。

边缘区(Ⅴ):主要包括雷州半岛的湛江、徐闻和海南岛的儋州、琼海、陵水等地。

表 1-1 我国杨梅的分布

省(直辖市、自治区)	杨梅分布县(市、区)
浙江	慈溪、余姚、瓯海、临海、黄岩、温岭、永嘉、兰溪、仙居、乐清、上虞、平阳、象山、瑞安、文成、青田、路桥
福建	南安、福鼎、建阳、建瓯、泉州、三明
云南	石屏、富民、思茅、昆明、曲靖、楚云、绿丰、峨山、文山
江苏	吴县、无锡、宜兴、常熟、溧阳
安徽	歙县、合肥、黄山、芜湖、安庆
广东	从化、潮州、韶关、海丰、连县、梅州
广西	桂林、柳州、杨朔、融水
贵州	贵阳、习水、遵义、罗甸、雷山、凯里
湖南	靖州、武冈、城步
四川	西昌、成都、雅安、南江、万源
重庆	江津、万州、涪陵
海南	澄迈、儋州、琼海、保亭、万宁
江西	上饶、高安、德安、鹰潭、赣州、抚州
台湾	淡水、金山
湖北	来风

适宜区和较适宜区是我国杨梅主要产区,种植面积达 500 余万亩*,产量达 100 万 t 以上,其中以浙江的栽培面积最大、品质最优、产量也最高,到 2008 年止,种植面积达 110 余万亩,产值达 30 亿元以上,主要产地在临海、余姚、慈溪、上虞、萧山、平阳、苍南、乐清、文成、永嘉、瑞安、瓯海、松阳、丽水等市县,其次是江苏、福建与广东。另外,浙江是率先开展杨梅的选种、嫁接、育苗、保鲜、贮运等课题研究的省份,栽培技术在国内外处于领先地位。我国贵州、云南、四川、广西、湖南等西部省区 20 世纪 80 年代从浙江大量引进杨梅试种成功。特别是云南与贵州,由于春季雨量偏少、夏季雨量较多的自然条件,更加适应杨梅的生长和结果,表现在成熟期提早、品质变优。如贵州省贵阳地区海拔 3000 m 以下均有杨梅分布,最长树龄达 600 多年,最高株产约 2000 kg。云南的富民县和石屏县,最近引进种植的 10 万亩杨梅,成为当地新的经济增长点。上述西部区域杨梅开始结果期提早,品质更好,贮藏期延长,生产成本降低,经济效益更高。全国 320 万亩杨梅栽培面积中,90%在沿海省份,不到 10%在中、西部,因此,西部发展杨梅生产前景非常广阔。

三、形态特征

杨梅为常绿乔木,高可达 15 m 以上,胸径达 60 余 cm;树皮灰色,老时纵向浅裂;冠圆球形,5 年以上树龄果实可食用,10 年左右树龄果子便比较可口。小枝及芽无毛,皮孔通常少而不显著,幼嫩时仅被圆形而盾状着生的腺体。叶革质,无毛,生存至 2 年脱落,常密集于小枝上端部分;多生于萌发条上者为长椭圆状或楔状披针形,长达 16 cm 以上,顶端渐尖或急尖,边缘中部以上具稀疏的锐锯齿,中部以下常为全缘,基部楔形;生于孕性枝上者为楔状倒卵形或长椭圆状倒卵形,长 5~14 cm,宽 1~4 cm,顶端圆钝或具短尖至急尖,基部楔形,全缘或偶有在中部以上具少数锐锯齿,上面深绿色,有光泽,下面浅绿色,无毛,仅被有稀疏的金黄色腺体,干燥后中脉及侧脉在上、下两面均显著,在下面更为隆起;叶柄长 2~10 mm。花雌雄异株。雄花序单独或数条丛生叶腋,圆柱状,长 1~3 cm,通常不分枝呈单穗状,少数在基部有不显著的极短分枝现象,基部的苞片不孕,孕性苞片近圆形,全缘,背面无毛,仅被有腺体,长约 1 mm,每苞片腋内生 1 雄花。雄花具 2~4 枚卵形小苞片及 4~6 枚雄蕊;花药椭圆形,暗红色,无毛。雌花序常单生于叶腋,较雄花序短而细瘦,长 5~15 mm,苞片和雄花的苞片相似,密接而成覆瓦状排列,每苞片腋内生 1 雌花。雌花通常具 4 枚卵形小苞片;子房卵形,极小,无毛,顶端极短的花柱及 2 鲜红色的细长的柱头,其内侧为具乳头状凸起的柱头面。每一雌花序仅上端 1(极少数 2)雌花能发育成果实。核果球状,外面具乳头状凸起,径 1.0~1.5 cm,栽培品种可达 3 cm 左右,外果皮肉质,多汁液及树脂,味酸甜,成熟时深红色或紫红色;核常为阔椭圆形或圆卵形,略成压扁状,长 1.0~1.5 cm,宽 1.0~1.2 cm,内果皮极硬,木质。4 月开花,6—7 月果实成熟。

四、杨梅的营养价值和药疗作用

杨梅初夏成熟,色泽艳丽、酸甜适口,风味独特,营养丰富,果实富含纤维素、矿质元素、维生素和一定量的蛋白质、脂肪、果胶及 8 种对人体有益的氨基酸。其叶、根及枝干表皮富含单宁(含量高达 10%~19%),可提炼黄酮类与香精油物质,在医疗上用作收敛剂。杨梅的核仁

* 1 亩=1/15 hm²,后同。

中含有维生素 B₁₇, 是一种抗癌物质, 还含粗蛋白 32%、粗脂肪 21%, 被称为高蛋白、高植物油脂食品。根据浙江大学对慈溪市荸荠种杨梅的测定结果显示, 每 100 g 鲜食杨梅中可溶性固形物 12.5%, 总糖 9.25%, 总酸 0.76%, 蛋白质 0.7%, 脂肪 0.3%, 碳水化合物 6.3%, 热量 129.58 kJ, 粗纤维 0.4%, 灰分 0.3%, 钙 1.2%, 铁 0.6%, 磷微量。杨梅具有消食、消暑、生津止咳、助消化、止泻利尿等功效, 多食无伤脾胃。据《本草纲目》载: “其形如水杨子而味似梅, 故名。”“杨梅可止渴, 和五脏, 能涤肠胃, 除烦愤恶气。”杨梅还能除湿消暑、御寒、止泻、治霍乱。当夏日炎炎, 吃几颗烧酒浸的杨梅, 使人消痧开胃, 顿觉气舒神爽。《句章土物志》云: “出白沙、杜湖、云湖诸山, 有紫、红、白三种, 而黑者最佳, 土人目为老鸦, 红者为荔枝, 红味甘蔗, 而风致胜之。由其经年始熟, 冬辣春苦夏酸也, 过小暑则生虫不可啖。”果实可溶性固形物含量可达 12%~13%, 维生素 C 含量达 13~15 mg/100g, 营养价值高。有吴越杨梅与岭南荔枝号称“瑜亮”, 如苏东坡云: “闽广荔枝, 西凉葡萄, 未若吴越杨梅。”西晋张华撰写的《博物志》云: “地瘠处多生杨梅。”汉东方朔《林邑记》: “林邑山杨梅, 其大如杯碗, 青时极酸, 熟则如蜜, 用以酿酒, 号梅花酎, 甚珍重之。”明朝王象晋的《群芳谱》(1640) 和徐光启的《农政全书》(1639) 和明万历六年(1578) 的李时珍等对杨梅都有专题论述。此外, 杨梅对下面一些疾患也有一定的疗效: 头风作痛, 食物中毒, 心腹绞痛, 胃疼, 火烫伤, 口干舌燥, 低热烦渴, 牙龈出血, 尿路感染, 排尿不畅等。杨梅果实除鲜食外, 还可加工成酱、汁、酒、干(蜜饯)等, 其口味纯正、芳香浓溢, 是深受广大消费者喜爱的水果。

我国的杨梅主产区, 老百姓购买新鲜杨梅, 将它泡制成香醇可口的杨梅酒。优质的杨梅果肉中富含多种营养物质以及对人体有益的氨基酸, 非常适合用来泡制具有保健作用的果酒。杨梅酒的制作工艺比较简单。首先, 泡制杨梅酒前, 选好杨梅品种是关键。可以选择永嘉早梅和东魁杨梅这两个品种, 因为这两种杨梅糖分含量较高, 酸度适中, 色泽较深, 果香浓郁。在泡制前, 先从买来的杨梅中, 挑选出果形端正, 并且无机械损伤的优质杨梅, 用清水将果实表面清洗干净后, 晾 3~4 h。其次, 选好白酒。为了使杨梅特有的果香显得突出, 并且有效保持营养成分, 最理想的白酒类型, 应该是酒精度 45°~50°的清香型大麦烧酒。第三, 用于盛装杨梅酒的容器, 以经过高温消毒的玻璃瓶为最佳。接下来, 就可以大致按照杨梅 45%、白酒 55% 的比例, 分别装入瓶内, 最好将整个容器填满, 以减少与空气接触, 保持品质。盖紧瓶口后, 存放在阴凉干燥的地方。

五、杨梅设施栽培意义

杨梅栽培较为容易, 是开发山地资源、绿化造林的优选高效经济林树种。杨梅根系与放线菌共生, 具有固氮能力, 适于瘠薄山地栽培, 不与粮、棉和其他经济作物争地, 不需很多肥料便可结果, 生产成本明显低于其他水果, 而经济效益却大大高于其他水果。如东魁杨梅, 管理得法, 一般 5~6 年始果, 15 年后进入盛果期, 亩产量可达 1500 kg, 每亩产值在万元左右。杨梅一般栽植在远离城市、工厂的地方, 受大气、土壤、水体污染较少, 同时也极少施用农药和化肥, 因此是一种“绿色食品”、“安全食品”。同时杨梅树生长强健, 寿命可达百余年, 树姿优美, 四季常绿, 果实艳丽, 是开辟休闲观光农业的理想果树。杨梅果实既可鲜食, 又可加工成各种产品综合利用。杨梅树干木材纹理细致, 质地坚硬, 可作细工用材。因此, 大力发展杨梅产业可起到增加农民收入的作用, 是我国南方广大山区脱贫致富的一条重要途径, 对推进社会主义新农村建设具有重要作用。

发展杨梅产业除了具有较高的经济效益外,还具有良好的生态效益。杨梅树性强健,耐瘠耐寒又耐干旱,适应性广泛,病虫害较少,不需要大量施用化肥农药,可有效保护环境;杨梅枝叶繁茂,一年四季常绿,对优化生态环境,开发山区资源及防治水土流失具有积极的意义。杨梅树喜阴气候,喜微酸性的山地土壤,其根系与放线菌共生形成根瘤,吸收利用天然氮素,耐旱耐瘠,省工省肥,是一种非常适合同地退耕还林、保持生态的理想树种。如福建省南安市用杨梅代替马尾松大面积绿化荒山,杨梅从种植后第6年开始,从原来水土流失 $1900\sim 2000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,下降到 $50\sim 60\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,其土壤含水量增加 4.1% ,明显提高了土壤肥力,调节了微环境气候,有效地抑制了水土流失,减少了洪涝灾害,具有良好的生态效益。此外,浙江舟山、象山的马尾松被线虫危害后,成片死亡,改用杨梅绿化荒山,成效显著。杨梅树姿优美,叶色浓绿,15年生左右健壮的杨梅树冠,已被园林工程用作观赏性绿化苗。杨梅枝叶冬季绿色,不落叶,已被鲜切花店冬季用作配叶(切叶),还出口到日本。杨梅的新鲜枝叶不易燃烧,可在森林防火带种植,防止森林火灾。

随着人民生活水平的不断提高,住讲宽敞、穿讲漂亮、吃讲营养,市场对鲜果和加工杨梅产品的需求量增加,价格稳中有升。杨梅栽培地域性强,不受国际市场冲击,因此在国内外都极具竞争力,随着杨梅保鲜技术的发展,交通、运输条件的改善,杨梅走出国门,进入世界市场成为现实,发展前景十分广阔。但受到生长习性和自然环境条件的限制,杨梅的成熟时间相对较集中,一般都在5月上旬到7月上旬,且不耐储藏,在市场供应上,地域性和季节性较强。且露地种植的杨梅易受自然灾害如低温冷冻、连阴雨、台风等的影响,这些都大大降低了杨梅的产值,影响了种植户的收益。近年来,随着市场经济的发展和人民生活水平的不断提高,对水果的需要也日趋高档化、多元化,对果品的需要在时间上也逐渐由季节性转为周年供应。杨梅营养价值高,是天然的绿色保健食品。据测定,优质杨梅果肉的含糖量为 $12\%\sim 13\%$,含酸量为 $0.5\%\sim 1.1\%$,富含纤维素、矿质元素、维生素和一定量的蛋白质、脂肪、果胶及8种对人体有益的氨基酸,其果实中钙、磷、铁含量要高出其他水果10多倍。杨梅生长在远离大城市的山区,极少或没有被大气污染,栽培管理粗放,病虫害危害较少,具有“绿色无公害水果”之美誉。随着科学技术的不断发展,品种的选育、品质的提高、成熟期的拉长以及包装、保鲜和加工业的兴起,无论国内国际市场,杨梅的市场前景都十分广阔。

设施栽培是农业生产中最集约化的栽培方式,随着农业结构的调整,高效、集约型农业正在兴起,大规模果树设施栽培示范区也在进一步发展。设施杨梅因其投资少,见效快,投入产出比高及显著的经济效益和社会效益,已成为致富奔小康的新兴产业,受到了广大农民的欢迎。与露地生产相比,杨梅设施栽培有以下几方面优势:

(1)有效抵御了自然灾害,避免或减轻了气象灾害的影响。

(2)人为调控果实成熟期,提早20天左右上市,扩大了供应期,获得比露地栽培更高的经济效益。据统计,杨梅设施栽培平均每亩效益6万~7万元,较露地栽培提高了15倍以上。

(3)扩大了经济栽培区域。由于设施栽培的环境相对密闭,因此可以对多种生态因子进行人为调控,使得适宜栽培的区域范围扩大。

(4)显著提高了杨梅的产量和品质。与露地生产相比,设施杨梅在产量和品质上都有明显提高。以2010年温州茶山设施杨梅与露地杨梅进行对比发现,大棚杨梅产量为 $108.5\text{ kg}/\text{株}$,与露地杨梅产量 $85.3\text{ kg}/\text{株}$ 相比提高了 27.7% 。在品质上,与露地栽培的杨梅相比,大棚杨梅果实单果重、可溶性固形物、含糖量、维生素C含量显著提高(表1-2)。

(5)在设施栽培条件下,各种病虫害的发生和传播受到有效的控制,可少施或不施农药,减少污染,为生产无公害绿色果品开辟了一条有效途径。

表 1-2 设施栽培对杨梅果实品质的影响

品质指标	设施栽培	露地栽培	增长
可溶性固形物(%)	11.20	10.10	10.9%
含糖量(%)	8.90	8.82	0.9%
含酸量(g/kg)	8.30	9.45	-12.2%
Vc 含量(mg/100g)	4.83	2.99	61.5%
单果重(g)	20.00	14.00	42.9%
可食率(%)	91.50	82.00	8.5%

六、杨梅设施栽培的现状

目前,世界各国进行设施栽培的果树已达 35 种,其中落叶果树 12 种,常绿果树 23 种。落叶果树中,以多年生草本草莓栽培面积最大,其次为葡萄,其他如桃、苹果、柿、樱桃、枣、无花果、梨、李、杏等。常绿果树中主要包括香蕉、柑橘、枇杷、杨梅等。19 世纪末 20 世纪初,在比利时、荷兰等国家,玻璃温室葡萄栽培已经充分发展。在第二次世界大战前的 1940 年,荷兰大约有 5000 个葡萄温室,占地面积 860 hm²;比利时大约有 3500 个葡萄温室,占地面积 525 hm²。西欧的果树设施栽培发展到 19 世纪时,不仅有葡萄的设施栽培,而且还发展了草莓、桃、柑橘、石榴、无花果、凤梨等果树的设施栽培。在 20 世纪前,中欧果树设施栽培仍以葡萄为主,在核果类中以桃、李、樱桃居多,仁果类中的苹果、梨等设施栽培也有较大发展,但数量仍赶不上核果类和浆果类。日本于 1882 年(明治 15 年)就开始了设施果树的研究,至今已有 100 多年的历史。到第二次世界大战前,已达到 31 hm²,但由于日本发动了世界大战,果树设施栽培面积减少了 50%。战后日本果树设施栽培又得到恢复和发展,到 1955 年其设施栽培面积基本恢复到了战前水平,1965 年发展到 120 hm²,10 年间扩大了约 4 倍。日本的葡萄设施栽培面积最大,约占各种果树设施栽培面积的 73%,其次是草莓、樱桃、桃、柑橘、梨等。

我国设施栽培的果树主要有草莓、葡萄、樱桃、李、桃、枣、柑橘、无花果、番木瓜、枇杷等树种。1982 年,辽宁省果树研究所进行了塑料薄膜日光温室和大棚葡萄栽培试验,也获得了较好的效果;20 世纪 80 年代初,辽宁省瓦房店市又利用塑料大棚进行柑橘栽培,试验取得了成功;20 世纪 90 年代以来,随着科学技术的迅速发展,科研成果、新技术、高产高效的典型不断涌现,推动了果业产业的发展;1991 年辽宁省辽中县保护地桃树栽培成功;1994 年山东莱阳地区保护地中国樱桃栽培试验成功;1996 年河南省林业科学研究所、郑州果树研究所等单位协作进行了油桃设施栽培系列配套技术和基础生理的研究,取得重大突破,该成果获 1998 年河南省科技进步二等奖;1997 年山东泰安李、杏设施栽培成功;1998 年安徽枇杷设施栽培成功,山东设施引种栽培热带水果菠萝、木瓜成功;1999 年浙江温州杨梅设施栽培成功。

我国设施杨梅栽培起步较晚,1999 年以来,先后在浙江温州、宁波、台州,安徽黄山和广西桂林等地开始试验,取得初步成功。试验表明,设施大棚能使杨梅提早 15~20 d 采摘上市,经济效益提高 3 倍以上。同时,设施栽培减少了“梅雨”季节采前腐烂病的严重发生,达到丰产、丰收和高效的目的。2009 年,温州茶山地区的试验取得了成功,售价 25 元/kg 以上,经济效益非常显著。2011 年,在温州瓯海建立的两个杨梅大棚基地,面积 7 亩多,与露天杨梅相比

较,由于大棚杨梅提早 20 多天上市且品质有保证,价格比正常上市的杨梅高出 5~6 倍,市场供不应求,果农收入增加了 5~6 倍。2012 年,浙江慈溪市横河镇搭建了连栋钢竹混合棚 10 余亩,棚内杨梅抵御阴雨低温等气象灾害能力强,长势优于露天杨梅。由于设施杨梅管理难度较大,技术含量较高,首次投资比较高,生产应用上还刚起步。

目前,设施杨梅栽培管理及环境调控技术尚需总结,生产上存在如下问题:

(1)品种结构不合理。目前设施杨梅栽培面积小,主要以早生杨梅为主,品种主要以“丁岙”和“东魁”为主。

(2)设施结构简陋。主要以竹木结构为主,设施环境调控功能差,大多数只能通风调节,没有光照调节、温度调节和湿度调节等设备,不适应果树设施栽培的要求。

(3)生产技术和管理水平有待完善。尚缺少成熟、完整的综合管理技术体系,许多地方设施杨梅栽培成功与失败并存,个别地方失败率较高。有选用品种不当的问题,但主要是生产者对果树设施栽培品种的需冷量、花粉育性、适宜授粉组合、自花结实力、果实发育等特性缺乏全面、系统的了解,管理措施带有较大的盲目性。加之杨梅的树种、品种繁多,各地的气候条件各异,对不同杨梅品种设施栽培管理研究较少。

(4)杨梅果品商品化处理和产业化经营滞后。杨梅果实保鲜能力差,果实精加工少,现阶段设施栽培果品生产总量较少,缺少生产技术和产品质量标准化,不能有效地提高商品质量,实现增值、增效。

(5)气象服务和灾害防御尚需加强。不同地方出现不同程度的气象灾害,在每年的 1—3 月,低温、寡照、阴雨等天气对大棚杨梅开花、坐果等造成严重影响,对设施杨梅的气象服务有待进一步延伸和精细化,特别是关于设施杨梅的小气候预报、环境调控及气象灾害预警等关键技术还需要深入研究。

第二章 杨梅生物学特性及设施杨梅品种选择

第一节 杨梅生物学特性

一、杨梅对环境条件的要求

杨梅在生长发育和品质形成过程中,与其立地条件相互联系、相互制约。杨梅正常生长发育需要一定的生态环境,同时杨梅的生长发育状况也反映了生态环境变化的程度。在杨梅生长发育和生态环境的相互作用中,生态环境起着主导作用,杨梅也有适应和变更生态环境的能力,但是生态环境的主导作用更改的难度相当大,在杨梅经济栽培中更为突出。因此,在生产中常可人为地采取有效措施去改善不利的生态因子,来满足杨梅正常生长发育的需要,以取得较高的经济栽培效果。因而,了解和掌握杨梅生长发育与生态环境的相互关系,对于建立可持续发展的设施杨梅产业是十分重要的。

杨梅生长发育所需求的生态因子很多,总的来看,可分为直接的和间接的两类。其中最基本的因素为温度、水分、光照、土壤养分等,与杨梅的生长发育有直接联系的,称之为直接的生长条件或生长因素;此外,对果树生长发育不起直接作用而是通过影响直接因子的变化来对杨梅生长发育造成影响的称之为间接因素,如风、地势等。不论是直接因素还是间接因素,各因素之间可以相互影响、相互制约、互为因果,综合作用于杨梅生长发育。因此只有深入了解生态环境与杨梅生长发育的关系,掌握其变化规律,才能充分利用有利条件改造不利环境,加强肥水管理措施,促进杨梅正常生长发育,达到优质高产的栽培目的。

(一)温度

温度是影响杨梅生长发育最重要的环境因子。杨梅的花芽分化、开花结果以及整个树体内一系列的生理生化活动和变化,都需要在一定的温度范围内进行,并且每一种生命活动及其外部表现特征的发生都有其最低、最高和最适温度。温度对于杨梅的每一个生命活动环节和过程,都有其制约或促进作用。温度变化愈大,其制约或促进作用愈明显。因此,在发展杨梅产业时,首先要考虑杨梅品种特性及其对于热量的需求,选择与之相适宜的栽培区域。

杨梅是喜温暖较耐寒的树种,分布在我国南方的温带、亚热带地区。杨梅对温度的要求与枇杷和柑橘相似,即适宜的年均温度为 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$,绝对最低温度苗木不低于 -5°C 、人工栽培树不低于 -12°C 。当冬季出现最低气温 $\leq -9^{\circ}\text{C}$ 、最高气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 连续3天以上时,杨梅树体就会遭受冻害,造成大幅减产。花期气温在 $0\sim 2^{\circ}\text{C}$ 时,花器遭冻,大量落花。杨梅虽喜温暖,但又怕高温炎热。夏季炎热高温下,易引起枝干日烧,影响夏梢抽发和花芽分化,刚栽下的幼树遭受炎热高温会严重影响存活率。果实生长发育期温度过高则果实含酸量增加,糖分减少,品质下降。活动积温是指作物全生育期内或某一生育时期内活动温度的总和,其中活动温度是指高于作物生物学下限温度的日平均温度。有效积温是指作物全生育期内或某一生育时期内有效温度的总和,其中有效温度是指活动温度与生物学下限温度之差。经常利用活动积温

和有效积温反映作物对热量的需求。

以全国杨梅重点产区浙江省慈溪市为例,年平均气温 16.1℃,极端最高气温 38.5℃,极端最低气温 -9.3℃,≥10℃的年活动积温 5045℃,年无霜期 250 d。3 月份地下 20 cm 处平均地温 10.3℃,已能使杨梅根系正常活动;4 月份平均气温 14.7℃,可满足杨梅开花、萌芽、抽枝的需要;5 月份平均气温 19.7℃,有利于杨梅幼果膨大;6 月份平均气温 23.9℃,可防止果实成熟期的高温逼熟。

(二)水分

水分是杨梅树体的基本组成成分,其树枝和根部的水分含量约占 50%,果实的含水量在 80%左右。杨梅树体内各种物质的合成和转化、细胞的膨压和蒸腾作用、土壤中矿质营养的溶解及运输、树体温度及树体内各种生理活动等均要在水分直接参与下进行。及时适量地供给水分,是保证杨梅生长发育,获得持续稳产、高产、优产的基本措施之一。

杨梅的侧根、须根发达,又有菌根,故耐旱性较强。但因周年常绿,发梢次数多,枝梢生长量大,结果多,因此对水分的要求较高。浙江、江苏、福建、广东等杨梅主产区的年降水量多在 1000 mm 以上,如浙江余姚县年降水量 1300 mm 左右,4—10 月降水量占全年的 73.2%;广东潮阳市年降水量 1700 mm 左右,4—9 月占全年的 84.8%。这些降水量基本上能满足杨梅生长和结果的要求,加上杨梅多植于山上,故一般无须进行灌溉。在滨海临湖地区和山峦深谷中,借大的水体调节温度与湿度,最利于杨梅生长。但花期低温阴雨少照对授粉受精不利。

杨梅树好湿耐阴,一般雨水充足、湿润适度时,树体生长旺盛,结果早且产量高、品质好,为此要求栽培区域的年降水量在 1000 mm 以上。但杨梅花期要求晴朗的天气,以便于授粉受精;夏末秋初也要求少雨多晴,以促进树体光合作用,为花芽分化积累养分。设施栽培中,土壤水分的蒸发和棚内杨梅的蒸腾作用,以及山地气候的特殊性,使杨梅大棚内的湿度明显高于露地。

空气湿度与杨梅果实品质有密切关系。空气相对湿度大,则果实个大味甜。适温高湿环境下,杨梅果实发育良好。6 月份的湿温比与杨梅果实的可溶性固形物含量和糖酸比之间存在密切的正相关关系。适温高湿情况下,杨梅果实发育良好。一般认为,在果实发育期间,空气相对湿度要求达到 70%左右比较合适,因此大棚湿度的调节对棚内果实品质的影响尤其重要。

(三)光照

光照是果树生存的重要因子之一,也是制造有机营养的能量来源。光照的多寡直接影响着果实的产量和果实品质。不同品种或同一品种在不同生育期对于光照强度、光照时间长短的需求也不同。

杨梅为耐阴果树,太强的光照对其生长不利,故栽植于较荫蔽的山谷、日照不太长的地方,反而比栽植在山顶向阳处生长旺、结果多、品质好、果柔软多汁、风味更佳。果实发育后期光照充足有利于着色、含糖量和耐贮性的提高。杨梅对于光照条件没有十分严格的要求,浙江省杨梅主产区的年日照时间一般在 2000 h 左右,年晴天约 217 d。就实际生产中一般规律而言,阳光照射较少的阴山或北坡,不但树体生长发育良好,而且果实柔软多汁、风味上佳;反之,阳光充沛的阳山或南坡,树体生长略小,果实肉柱尖硬,汁少而味道较差。但如栽培不当,一般阴山、北坡的杨梅易造成徒长、少花少果,而阳山、南坡的杨梅果实含糖量略高。

(四) 土壤

土壤是果树生长的基础,它是树体必需营养元素和水分的主要库源。因此,土壤类型、土壤质地、土壤温度、土壤水分、土壤酸碱度及土壤清洁度等因素影响着果树根系的生长和分布。杨梅对土壤的要求不苛刻,但土质松软、排水良好、含有石砾的沙质红壤或黄壤、pH 值 4~5 的酸性土更适宜其生长。平坦的沃地易徒长,落花落果严重。山坡方向与杨梅果实品质关系密切。由于阴坡的杨梅柔软多汁,风味佳,故江苏、浙江一带喜欢选北坡种植,尤其在夏季易受干旱的地区,选择保持水分较多的北坡种植更具优越性。但由于杨梅怕大风、台风,成熟期怕风及暴雨,故广东潮阳杨梅多栽植于向西南背东北的山地上。

生产实践证明,杨梅适宜栽植在酸性或微酸性的红壤或黄壤中,也包括紫色土一类的山地,以土质疏松、排水良好、含有石砾、pH 值为 4.5~6.5 的沙质壤土为好;而土质黏重的山地,杨梅树的生长发育及果实品质均差。

(五) 风

微风有利于气体交换,因而有利于杨梅的光合作用,花期还有利于传粉受精,因为杨梅是风媒植物。但杨梅根系较浅,且树冠枝叶繁茂怕风,若大风、台风会吹折枝叶,吹倒植株,果成熟期遭风害而加剧落果,故建园时宜选避风地点栽植。

二、杨梅物候期

杨梅的物候期是与当年气候季节性变化相吻合的。因此,杨梅的物候期不仅年年重复,而且也有一定的顺序性、规律性,每个物候期都是在上一个物候期基础上进行的,同时又影响下一个物候期。各个物候期都反映了杨梅内部生理机能上或外部形态上的变化。因此,正确认识和掌握物候期,是制定杨梅栽培措施的重要依据。杨梅种类、品种繁多,各树种、品种间物候期差异很大,同一品种因地域、海拔、坡向及小气候等的差异也有区别。以浙江北部普遍栽培的荸荠种等杨梅物候期为例,根据浙江省农业科学院园艺所等的观察叙述可知物候期的时间如下:

(一) 抽梢期

杨梅往年枝条开始长出第一片叶、出现茎节时,称抽梢。幼树每年抽梢 3~4 次,成年树可抽梢 2~3 次。有春、夏、秋梢之分,但以春梢为主。春梢开始抽生于 4 月上中旬,6 月下旬停止生长;夏梢开始抽生于 6 月,7—8 月抽生的均为夏梢,8 月夏梢停止生长;秋梢开始抽生于 8 月上旬,9 月下旬至 10 月上旬停梢。春梢占全部抽梢量的 70% 左右,为第二年主要的开花和结果梢。春梢长度为 9.5~20.5 cm,每枝叶片数约 15~30 张,发枝力强,每枝发新梢 3~5 根,多者达 6~8 根;夏梢较弱,平均长约 7 cm;秋梢细短。杨梅抽梢能力常与品种、结果数量、年龄和土壤肥力有密切关系。有大小年现象的品种,大年因结果超负荷,一年中春梢极少,大都只抽夏、秋梢;而小年树则因坐果少,春梢抽发多,夏、秋梢减少。

(二) 花芽分化期

杨梅叶芽转变为花芽,至花器各部分发育完全为止,这一时期称花芽分化期。据观察,在杭州雄杨梅的花序原基形态分化期开始于 7 月中旬,而雌杨梅为 7 月底至 8 月初,其生理分化期较形态分化期早 2~4 周,先期分化的为雌蕊退化花序,8 月上旬以后分化的为正常花序。花原基的形态分化期为 8 月至 9 月上旬开始,9—11 月间雌、雄蕊分别出现并进一步发育,至