

高等农业院校教材

热带作物高产理论与实践

唐树梅 主编

REDAlZUOWUGAOGHANLILUNYUSHIJIAN



中国农业大学出版社

高等农业院校教材

热带作物高产理论与实践

唐树梅 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

热带作物高产理论与实践/唐树梅主编. —北京:中国农业大学出版社, 2007. 6

ISBN 978-7-81117-226-3

I. 热… II. 唐… III. 热带作物-栽培 IV. S59

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 074172 号

书 名 热带作物高产理论与实践

作 者 唐树梅 主编

策划编辑 潘晓丽 司建新

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62731190, 2620

编辑部 010-62732617, 2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 24.75 印张 613 千字 彩插 2

印 数 1~1 000

定 价 45.00 元

责任编辑 冯雪梅

责任校对 陈 莹 王晓凤

邮政编码 100094

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs @ cau. edu. cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编写人员

主 编:唐树梅 华南热带农业大学农学院

副主编:李绍鹏 华南热带农业大学园艺学院

杨重法 华南热带农业大学农学院

参 编:(按姓氏拼音为序)

陈定光 华南热带农业大学农学院

董云萍 中国热带农业科学院香料饮料研究所

杜丽清 中国热带农业科学院亚热带作物研究所

符常明 华南热带农业大学农学院

李开绵 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所

梁李宏 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所

林钊沐 中国热带农业科学院橡胶研究所

刘立云 中国热带农业科学院椰子研究所

刘子凡 华南热带农业大学农学院

陆朝忠 中国热带农业科学院亚热带作物研究所

戚春林 华南热带农业大学环植学院

漆智平 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所

邢谷杨 中国热带农业科学院香料饮料研究所

杨福孙 华南热带农业大学农学院

张荣萍 华南热带农业大学农学院

张如莲 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所

赵艳农 中国热带农业科学院亚热带作物研究所

前 言

随着热带高效农业的迅猛发展,我国热带作物生产正在发生着巨大的变化,呈现出前所未有的蓬勃生机。

热带作物只有少数几种(如椰子)在我国有悠久的种植历史,其余大多数都是在 20 世纪前后,从国外引进的。在新中国成立前,热带作物只有零星种植,未形成规模生产。如橡胶只有约 2.7 万 hm^2 ,年产干胶约 200 t。新中国成立之初,在海南、云南的部分地区大力发展橡胶产业,特别是改革开放以后,热带作物产业发展迎来了新生。如橡胶现已达 60 万 hm^2 ,年产干胶 420 kt 以上。2004 年仅海南橡胶种植面积就达 36.89 万 hm^2 ,总产量 303.1 kt。其他热带作物也具有相当规模,如木薯、椰子、槟榔、腰果、胡椒、咖啡、剑麻等。热带作物为国民经济的发展做出了极大的贡献,热带高效农业已成为了热带地区主要的经济支柱。

热带地区由于开发利用较晚,热带作物产业技术水平相对薄弱。为了满足培养热带地区科研和生产的人才需求,编写了《热带作物高产理论与实践》这本教材。该教材由华南热带农业大学、中国热带农业科学院的教学和科研人员共同完成。编写人员多年从事热带农业科学技术的研究和教学,具有较丰富的理论和实践经验。在总结和汇集了大量的科研成果与生产经验的基础上,同时吸收了国外先进技术编写而成。全书比较系统地反映了当前热带作物栽培的相关理论知识、热带地区气候条件、热带作物资源、热带作物栽培技术,对研究生全面了解和掌握热带农业生产理论与实践知识有较大的指导作用,同时对研究人员从事热带作物栽培和科学研究具有一定的参考和实用价值。

热带作物是一个相对的概念,随着时间的推移,热带作物种类也在不断地增加。本教材一共选有 10 种热带作物,第一至五章以热带作物高产理论为主,第六至十五章以各种热带作物栽培技术为主。前言由刘子凡、杨福孙编写,第一章由刘子凡、杨重法编写;第二章由张荣萍、杨福孙、漆智平、唐树梅编写;第三章由漆智平、张如莲编写;第四章由符常明编写;第五章戚春林编写;第六章由林钊沐、陈定光编写;第七章由李开绵编写;第八章由邢谷杨编写;第九章由董云萍编写;第十章由唐树梅编写;第十一章由赵艳农编写;第十二章由李绍鹏编写;第十三章由刘立云编写;第十四章由梁李宏编写;第十五章由陆朝忠、杜丽清编写。本教材突出反映热带作物区域的特点,热带作物的科学研究发展较晚,无论深度和广度均与其他作物相比有一定的差距。另外由于编写的作物种类和篇幅较多,人员分散,时间仓促,编写过程中难免存在错误或疏漏,希望广大的读者给予批评指正。

编 者

2007 年 4 月

目 录

绪论	(1)
第一节 热带作物栽培学的概念及研究方法	(1)
第二节 热带作物栽培技术体系的演变	(3)
第三节 热带作物栽培学的发展及趋势	(5)
第一章 热带作物的高产相关理论	(8)
第一节 生长、分化和发育的概述	(8)
第二节 植株的生长与 S 形生长曲线规律	(10)
第三节 热带作物各器官生长发育的相关性	(17)
第四节 光合作用与干物质生产	(23)
第五节 呼吸作用与干物质生产	(31)
第六节 作物的生产性能与源库关系	(38)
第二章 热带作物高产栽培技术	(49)
第一节 良种繁育技术	(49)
第二节 设施栽培技术	(58)
第三节 作物高产施肥技术	(68)
第四节 热带作物节水灌溉技术	(81)
第五节 精准农业	(89)
第三章 热带作物标准化生产	(96)
第一节 热带作物标准化生产的基础理论和意义	(96)
第二节 热带作物标准化生产的发展及现状	(98)
第三节 标准化生产的基本内容	(100)
第四节 标准化生产技术范例	(102)
第四章 热带作物产品安全化生产技术	(118)
第一节 概述	(118)
第二节 热带作物产品安全化生产技术措施	(121)
第五章 热带生态农业与可持续发展	(134)
第一节 概述	(134)
第二节 热带地区作物资源及生态适应性	(137)
第三节 热带地区生态农业的发展与技术	(144)
第四节 热带地区可持续农业的发展	(151)
第六章 橡胶	(156)
第一节 概述	(156)
第二节 橡胶树的生物学特性	(158)

第三节	橡胶树高产栽培·····	(164)
第七章	木薯·····	(182)
第一节	概述·····	(182)
第二节	木薯的生物学特性·····	(183)
第三节	木薯的主要栽培品种·····	(188)
第四节	木薯种苗繁殖·····	(190)
第五节	木薯的栽培管理·····	(192)
第六节	木薯的病虫害·····	(199)
第八章	胡椒·····	(202)
第一节	概述·····	(202)
第二节	胡椒的生物学特性·····	(203)
第三节	胡椒的主要类型和品种·····	(208)
第四节	胡椒的繁殖技术·····	(209)
第五节	胡椒的栽培管理·····	(212)
第六节	胡椒病虫害及其防治·····	(222)
第九章	咖啡·····	(229)
第一节	概述·····	(229)
第二节	咖啡的种类与品种·····	(230)
第三节	咖啡的生物学特性·····	(232)
第四节	咖啡种苗繁育技术·····	(240)
第五节	咖啡栽培技术·····	(246)
第六节	咖啡的病虫害防治·····	(260)
第十章	槟榔·····	(267)
第一节	概述·····	(267)
第二节	槟榔的种类与品种·····	(267)
第三节	槟榔的生物学特性·····	(268)
第四节	槟榔的育苗·····	(271)
第五节	槟榔的栽培技术·····	(273)
第六节	槟榔的病虫害防治·····	(276)
第十一章	剑麻·····	(280)
第一节	概述·····	(280)
第二节	剑麻的生物学特性·····	(281)
第三节	剑麻的种类与品种·····	(284)
第四节	剑麻种苗繁育技术·····	(285)
第五节	剑麻高产栽培技术·····	(287)
第六节	剑麻的病虫害防治·····	(289)
第十二章	芒果·····	(294)
第一节	概述·····	(294)
第二节	芒果的种类与品种·····	(295)

第三节	芒果的生物学特性·····	(298)
第四节	芒果的育苗·····	(304)
第五节	芒果的栽培技术·····	(305)
第十三章	椰子·····	(321)
第一节	概述·····	(321)
第二节	椰子的生物学特性·····	(324)
第三节	椰子的主要栽培品种·····	(328)
第四节	椰子的育苗·····	(330)
第五节	椰子栽培技术·····	(333)
第六节	椰子的病虫害防治·····	(338)
第十四章	腰果·····	(344)
第一节	概述·····	(344)
第二节	腰果的种类与品种·····	(345)
第三节	腰果的生物学特性·····	(347)
第四节	腰果的育苗·····	(350)
第五节	腰果的栽培技术·····	(353)
第六节	腰果的病虫害及防治·····	(358)
第十五章	澳洲坚果·····	(364)
第一节	概述·····	(364)
第二节	澳洲坚果的主要种类和品种·····	(365)
第三节	澳洲坚果的生物学特性·····	(368)
第四节	澳洲坚果的育苗·····	(372)
第五节	澳洲坚果的栽培技术·····	(375)
第六节	澳洲坚果病虫害及其防治·····	(379)
第七节	澳洲坚果采收、贮藏和加工·····	(384)

绪 论

第一节 热带作物栽培学的概念及研究方法

一、热带作物栽培的概念及特点

(一) 热带作物栽培的概念

人类栽培的绿色植物称为作物,热带作物是按作物的生理生态特性来划分的,是依据作物对温度条件的要求,热带作物在全生育期中需要的温度和积温都较高,其中大部分生长发育的最低平均温度为 $15\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。热带作物所涉及的范围主要是在我国热带地区目前已形成规模生产或具有发展前景的经济作物,具体的各类作物可以归类为:橡胶;饮料;香料;木本油料;纤维;南方药用作物;藤竹类等。

人类为了提高热带作物的产量、品质而从事的一系列农事活动称为热带作物栽培,热带作物栽培学是以热带作物生长发育规律为基础,以社会科学为背景,以相关技术科学为技术手段和技术环节,因地制宜地不断吸收相关学科的新理论、成果进行组装整合配套,结合环境条件,研究其高产、优质、高效的综合农业技术措施的科学,它是直接为农业生产服务的一门综合性应用科学。但是现代栽培学(包括热带作物栽培学)的任务不应当、也不可能再局限在一个狭小的圈子里,仅仅盯在“高产、优质、高效、低成本”的作物生产上。而要把防止公害、保护人类赖以生存的环境,大幅度节约农业用水与大幅度提高农作物单位面积产量和劳动生产率放在同样重要的位置上。

(二) 热带作物栽培学的特点

第一,热带作物栽培学不具有专一性,作物的范围难以确定一个明确的概念,它不像果树栽培学其对象是果树这种明确专一的概念,热带作物栽培学所涉及的各类作物庞杂而用途各异。

第二,热带作物栽培学的研究对象热带作物大部分是多年生的,无论是木本或草本的,它们都有相当长的经济寿命期,这就要求在各项栽培技术的实施上要有长远的观点。

第三,热带作物栽培学具有明显的地区性。我国热带地区的范围很小,而真正能可利用热带地区范围更是有限,不过国土面积的1%。我国热带作物种植区是在北纬 $18^{\circ}10'\sim 26^{\circ}10'$,东经 $97^{\circ}39'\sim 118^{\circ}08'$ 之间。热带地区的气候高温、多雨,土地易遭受冲刷和破坏,所以热带作物栽培不能简单地照搬温带的栽培方法,须形成独特的栽培模式。

二、热带作物栽培的研究方法

热带作物栽培学作为一门独立的学科,要达到自己的目标,必须有一整套符合本学科特点

和需要的研究方法以及软件、硬件配套技术和科学的工作程序。长期以来,受限于孕育和产生它们的时代的科学和哲学背景,作物(包括热带作物)栽培学一直都是通过量量数数等原始方法来开展研究工作,仅从现象与现象之间的简单相关、现象与本质之间的因果联系来获取对作物生产规律性的认识。随着近代科学新的理论和技术不断涌现,各门学科的渗透和交叉融合,新的研究方法也不断运用到栽培学中。

(一)作物(热带作物)栽培基本研究方法

欧美国家的作物生理和生态等研究并不要求直接与生产联系,而栽培技术一般重视田间试验的直观结果,一般并不深究其原理。我国生产条件和种植制度复杂,很难通过几个栽培试验来解决不同条件下的高产栽培技术问题。

20世纪五六十年代开展以总结陈永康单季晚粳“三黄三黑”高产栽培经验为代表的理论研究,形成了作物、环境、措施三位一体、理论与实际密切联系的作物栽培基本研究方法,把高产栽培技术经验上升为具有普遍指导意义的理论,成为作物栽培规律研究的基本方法。

(二)传统栽培研究方法

1. 生长分析技术

在农业生产上,往往根据植株的高度、某器官的长度、体积和重量的变化等来判断生长的情况。如在适当的时间间隔内,简单地测定植株高度,便可以弄清楚植物生长的状况。

这种测定方法不损伤植物,而且还能经常地在同一植株上进行测定,便于比较。做这种测定时,必须同时注意植株的粗细和分枝情况,因为在光照不足或水分过多的条件下,所发生的“窜高”并不是很好的生长现象。

测定体积的方法也可使用,但使用麻烦,因此在实践上使用得很少。重量的测定,能够提供较为满意的结果,特别是以干重来表示生长时,所造成的误差相对来说比较小;如果能够注意到水分含量的稳定性,直接测定鲜重也是一种节省时间的观察植物生长的方法。

但是这两种方法都是以破坏活植物体为先决条件的,所以所获得的结果只能是在相近条件下许多植株的生长情况。因此应该多测定一些植株,以便得到有代表性的平均值。

2. 植物分析技术

在植物体内养分轻度缺乏范围之内,植物养分浓度与产量之间呈正相关。但是当植物体内养分严重缺乏或达到奢侈吸收量时,产量与植物分析之间相关性很差。所以说,植物的测定与产量之间的关系是有限的。

(三)现代栽培研究方法

近年来国外的作物栽培学多与植物生理学结合,采用植物生理学的方法研究作物的特性、外界条件对作物生理的影响、作物对外界条件的要求、作物产量形成的生理机制,以及各项栽培措施对作物生理的作用等等,使作物的各个方面能得到生理学的解释。

同时近年来国外又开展了作物生态学研究,即研究外界环境因子对作物个体和群体的效应以及群体生态等等,这不仅把作物作为一个整体加以理解而且把作物与外界环境条件综合为一体。

生物数学兴起后,采用数学方法解释和推论作物生长发育和产量形成过程越来越多,有生

长分析和模拟模型等方法,还可利用计算机预测作物生长量和产量。

1. 经验模型研究方法

经验模型是基于田间多因素试验或大量的田间观测数据,取得不同处理的产量数据之后用数理统计方法建立作物产量与多种相关因素的模型,再用电子计算机对各种因素的不同组合进行筛选,以确定高产生要素组合,并用于大田生产。但是由于农业函数方法基于田间多因素试验,而作物生产涉及的影响因素太多,没有一种试验方法能将这么多因素涵盖进去,气候、土壤、生物等因素难以在同一块试验田内设计布置,统计的方法不能处理实验条件以外的问题,且要求大样本、大信息量,费工费时等。

2. 作物栽培模型模拟研究方法

作物模拟模型是构成各植株及作物生长过程基础的各种物理、化学和生理机制的简化表现,它利用计算机强大的信息处理功能对特定作物生长发育的过程及其与环境的动态关系进行系统分析和定量描述,从而综合考虑作物生产问题。

20 世纪 60 年代中期,随着系统分析、模拟和计算机的发展和应用以及土壤—作物—大气连续体理论的完善,越来越需要定量地描述作物生长的具体过程,以达到人为调控的目的。于是,科学家们开始探讨作物生长过程中的物理、化学和生理过程,建立动态模拟模型,并逐步应用于农业生产实践。

3. 农业控制论栽培研究方法

作物生产的控制论方法是以“层层控制、逐步逼近”的控制论思想为指导来进行作物生产的管理决策。它采用“综合—分解—协调”的多级优化方法,在综合考虑作物、环境、措施三者关系的基础上,把作物产量的形成分解为一个有序地层次发育过程,建立高产的阶段目标。把生产过程中的措施、气候、土壤、作物生长发育与目标间的关系分块处理后,再以专家系统、模型模拟或统计函数等方法连接起来,达到对作物生产系统的近似。

4. 基于人工智能的作物栽培研究方法

人工智能(专家系统技术)在世界农业领域中的应用始于 20 世纪 70 年代末。经过 20 余年发展,应用已遍及作物栽培管理、设施园艺管理、畜禽饲养、水产养殖、植物保护、育种以及经济决策等各方面。由于知识工程或专家系统在处理不完全信息和数据上的潜在能力,该项技术特别受到农业科学家的青睐,发展很快。专家系统在灌溉、施肥、栽培、病虫害的诊断与防治、作物育种、作物产量预测、畜禽饲养管理和水产养殖管理等方面,已经展示出强大的生命力和无限广阔的应用前景。

当前,基于 3S 技术[遥感技术(Remote Sensing,简称 RS)、地理信息系统(Geography Information Systems,简称 GIS)和全球定位系统(Global Positioning Systems,简称 GPS)的统称]的精准农业,具有降低作物的生产成本和过量施用农化产品的污染风险等优点,正在蓬勃兴起。精确农业的核心是对变化因素进行精确管理,包括空间因素、时间因素和预测因果。全息栽培是基于对作物生产的全集信息处理,因此它可较好地与精准农业理论体系结合,二者的有机结合必将推动农业信息化和作物高产栽培研究方法的进一步发展。

第二节 热带作物栽培技术体系的演变

热带作物高产栽培学是研究热带作物生产系统及其与环境、措施关系理论的一门学科。

其基本任务是围绕高产,不断地查明热带作物生长发育规律、产量构成及其与生态环境、人为措施相互依存、相互促进、相互制约的关系,研究热带作物与措施,环境与措施,措施与措施之间的关系,揭示和调控热带作物产量的形成过程、品质的变化过程及挖掘土地潜力,以获取最大的社会效益、经济效益和生态效益。热带作物栽培技术是密切联系热区生产实际,把科学技术转化为生产力的最直接的技术体系,热带作物栽培理论和技术在某种程度上能综合反应一个国家热带地区农业科技水平和生产力的重要标志之一。

回顾我国热带作物栽培的发展历史,围绕高产、优质等栽培问题,我国热区农业科学工作者做了许多艰苦细致的工作,在理论上和实际上都取得了一定的进展。

一、以橡胶为主的热带作物生产

中国解放以来,南方热带作物的生产以橡胶为主,围绕橡胶生产开展了很多试验,首先是对当地栽培经验总结,称为经验栽培阶段。栽培研究重点是与作物生育有关的各项环境因子及其变化规律。试验研究的目的是为了探索通过肥水运筹以及其他措施来造就一个最理想的生育环境,使热带作物能够实现合理的生育进程而获得高产。这一时期的主流和方向是学习、总结和推广生产经验。为此各橡胶研究者纷纷奔向农村,建立试验点,围绕农业“宪法”,系统调查橡胶高产栽培经验,但还没有形成高产栽培体系,其主要是为了扩大橡胶种植区域而进行研究。

二、热带作物高产、优质、高效的栽培技术体系

随着国内其他农作物“三高”栽培技术体系的相继出现,我国热带作物的栽培也由影响热带作物生长发育的环境因子研究转移到了对热带作物本身内外部形态及生理生化指标的研究。此时橡胶树的栽培技术相对其他热带作物要完善的多,其研究的重点是热带作物的株高、分枝、叶面积、结果数(产胶量)及它们与热带作物栽培措施的关系。其目的是协调田间苗、株、穗、果(粒)数和果(粒)重的关系,以培育结构合理的群体而取得高产。然而研究手段与方法与国内其他农作物存在一定差异,主要由于热带作物大部分为多年生作物。代表这一期间的高产栽培方向和主流的是作物群体结构研究,通过群体结构研究成果的推广应用,使作物的产量得到了一定的提高。

三、热带作物多样化、规模化的栽培技术体系

20世纪80年代以后,在全国兴起“生长发育规律”、“指标化栽培”、“模式化栽培”的研究热潮。热带作物由于自身差异较大,其栽培发展过程存在很不相同。如棕榈科作物与橡胶树栽培差异甚远,而甘蔗、木薯等作物也由多年生而转为一年生栽培,因此热带作物的栽培朝着多极化发展。但其研究均向着深度和广度方面有了明显的提高。但最终没有摆脱经验模式,研究成果的推广应用只在一定的区域能够取得良好效果。

四、热带作物安全化、标准化、现代化栽培技术体系

20世纪90年代以后,随着全国的高产与超高产的出现,食品安全与作物的高产栽培规程逐步成为了作物栽培研究与生产的关键。热带作物由于处于高温多雨地区,病虫害较多,再加上人们用药与肥等的不科学,一些为食用的热带作物进行安全化生产显得尤为重要。虽然人

们提出了作物生产标准化概念,并制定了相应栽培操作规程,但由于热带作物起步较晚,很多作物还没有具体的操作规程。

第三节 热带作物栽培学的发展及趋势

一、热带作物栽培学的发展

我国热带作物栽培学自产生以来,其经历时间较短,其理论形成多以农作物为参照,但也逐步形成了具有自己特色的、完整的科学理论和技术体系。

我国在农业生产中,历经多年作物高产栽培生产实践和科学基础理论的研究,并汲取国外有关作物产量形成机理的研究成果,现已基本形成了热带作物特色栽培理论体系的框架。并参照农作物的发展过程,已明确了热带作物栽培学是研究热带作物高产形成规律及其调控的应用科学。其基础研究包括以下三个方面。

(一)热带作物高产生育规律与机理的研究

早期对热带橡胶树高产栽培机理的研究主要注重在橡胶树的适种范围,产胶生理等方面,其后人们开始研究甘蔗、木薯、椰子、油棕、胡椒、剑麻等的生物学及其与高产栽培生理生态特性。主要内容包括对热带作物的器官建成、产量形成机理及产量各因素协调、群体叶面积和光合效率的协调,“库源”关系的协调,以及协调各种关系的群体合理动态。其中主体内容均由热带作物栽培学家根据学科的需要开展研究,形成了热带栽培学的理论;有的是热带作物栽培学家运用作物生理学的研究成果作进一步应用研究,形成了有别于作物生理学、能直接为栽培应用的栽培学理论。如橡胶树高产生育规律与机理:长期以来,橡胶研究者对橡胶高产生育规律进行了不断研究,如对橡胶树皮中的乳管分布、每年割胶的耗皮量和树皮的再生速度,产胶的时间段及不同阶段产胶的质量等进行了长期研究。并在高产生育规律基础上提出了合理科学的割胶技术,主要内容包括科学的剖面规划设计、科学的割胶制度、养树割胶和较高的割胶技术等。使橡胶树高产、安全、高效,并延长了胶树的经济寿命。

(二)热带作物生育各期综合诊断的内容、方法和原理研究

包括生育各期作物对各种环境因素的要求和反映、群体和个体以及各部器官间的相关和矛盾的分析诊断。如热带作物对各种营养元素亏缺或过量的反映(如木薯、槟榔缺钾)、对各种障碍因素、各种逆境条件(高温、台风对橡胶树、椰子等)和生理障碍的反映等,热带作物栽培学家将有关学科的研究积累(多数属定性的)的资料进行加工提炼,成为栽培诊断内容的一部分。栽培学家从实际应用出发,在对环境要求的定量上作更多的研究。如橡胶的“三看”割胶技术,即指看季节物候、看天气、看树情(品种、树龄、生势)等与其产排胶规律的关系,合理安排割胶次数、割胶深度、割胶刀法、割胶路线、割胶时间等综合技术措施,调节排胶强度与产胶潜力平稳。再如热带作物对肥料的吸收,热带作物研究者对很多热带作物各生育阶段的氮、磷、钾等营养元素的吸收量或植株含量水平作了测定。然后根据热带作物不同产量水平群体各生育时期的养分吸收量和植株含量水平,找出高产群体一生和各期的吸收数量,作为指导高产施肥设计的定量参数值。上述这些定量参数值的确定,区别于一般性作物生理、肥料学家测得的没有

产量验证的吸肥数值,成为独具特色的栽培诊断的组成部分。

(三)关于热带作物栽培措施调控原理和合理应用研究

通过对热带作物长期的研究,已基本探明了大部分热带作物栽培技术的作用原理,并逐步向定量方向发展。如海南省对甘蔗的播前决策:使甘蔗一生处于最佳或最合理的生长环境中,让栽培者始终处于主动调控的地位。同时合理调控热带作物群体结构,根据叶面积与光合作用的大小确定合理基本苗数和栽种量,并确定保证群体在产量形成期都有高于光补偿点 1 倍以上受光量的适宜株行距。再如,橡胶树合理密植及株行距的确定等。

其他如针对当地主要限制和障碍因素制定配套的技术策略,简化作业程序,减少作业次数、提高作业质量等,在播前都要制定指标要求和技术要点。

二、热带作物科学研究的发展方向

热带作物栽培专家在热带栽培学科今后发展方向应具有有一种紧迫的危机感。根据全国农作物研究与发展情况,热带作物栽培学研究还不够深入,研究的方法与手段还有待于更新,其研究的领域也还有很多潜力值得挖掘。同时我们需要瞄准学科发展前沿,掌握国内外农产品市场发展动向,紧密联系我国农业产业结构调整与农业现代化等实际问题,超前攻关研究,推出适应不同热区多样性优质农产品持续增产的实用栽培新技术、高产技术及其理论,源源不断地为农民增收、企业创造出品牌、名牌农产品,提供必需的技术支撑。纵观热带作物目前的发展形势,其学科研究的主要方向有以下几个方面。

(一)现代生物技术在热带作物品种培育中的应用

生物技术或称生物工程。现代生物工程的主要标志是基因重组技术的出现,它已被公认为 20 世纪后半期新技术革命的三大尖端技术之一。

1990 年已在海南华南热带作物科学研究院建立了国家级的热带作物生物技术重点实验室。近期在橡胶树基因文库的构建、人工种子、巴西橡胶 3-羧基 3-甲基戊二酸单酰辅酶 A (HMG-COA)还原酶的分离纯化等方面均已取得研究成果。其他如离体培养快速繁殖技术的发展,在咖啡、橡胶、油棕、可可、香草兰、檀香等热带作物均已获得成功,可以预见,在生物工程所蕴藏的经济潜力是十分巨大的。这是在热带作物良种繁育科学研究中,除常规的抗性、高产选育种,种质资源的搜集、研究以及优良品种的引种、试种外的最新研究发展的动向。

(二)缩短非生产期的研究

缩短非生产期,即意味着提早回收投资,这对多年生的热带经济作物具有现实的应用价值。具体研究内容包括种植材料的快速培育,尤其是种植材料较大,而且在种植后缓苗期短的更为理想。另外速生综合栽培技术措施和适当合理地降低收获标准的可能性等研究,都是围绕缩短非生产期这一主题的研究内容。

(三)合理的群体结构和丰产栽培技术措施的研究

合理的群体结构系指按照不同作物的生育习性,结合地区的自然条件特点,合理安排种植的形成密度,它是作物丰产基础的重要组成部分,重要的丰产栽培技术措施包括以矿物营养诊

断为依据的施肥制度;丰产的修剪整形技术;化学刺激增产剂和化学药剂除草的应用以及高产生理的研究等。

(四)热带作物多层栽培模式的研究

多层栽培是根据仿生原理,使人工种植的热带多年生经济作物种植园,形成类似于热带雨林具有多层结构,以取得良好的生态效益。同时,也体现了以短养长、多种经营以提高经济效益。印度、斯里兰卡等国在椰园和我国在橡胶园的多层栽培模式,建立人工生态系统的研究,已经取得良好的进展。

(五)热带作物产品的综合开发利用

研究进行产品深加工以及综合利用,都能使产品本身得以增值并扩大市场的销路。如咖啡除利用咖啡豆外,果肉的利用也已引起人们的重视,据统计,1 t 咖啡浆果约有 460 kg 果肉,可用以制造糖蜜、酿酒和提取酒精等。印度为开发胡椒的用途,试制盐水青胡椒、胡椒腌制品等。此外还有香茅油的精加工。橡胶木材制品、剑麻地毯和编织制品均有利于扩展市场的销路。

参考文献

- [1] 王秉忠. 热带作物栽培学总论. 北京:中国农业出版社,1995.
- [2] 郭新宇,郁明谏,王利文. 现代作物栽培研究方法概况. 耕作与栽培,2000(2):23-25.
- [3] 章汝先. 中国天然橡胶栽培技术的产生与发展. 自然辩证法研究,1996,12(4):45-50.
- [4] 邵治亮,孙全德. 我国作物高产栽培研究的回顾和展望. 邯郸农业高等专科学校学报, 2001,18(3):21-24.
- [5] 凌启鸿. 论中国特色作物栽培科学的不可替代性. 中国农学通报,2003. 19(4):1-6.
- [6] 周艳飞. 云南橡胶树高产高效栽培关键技术. 中国热带农业,2005(1):46-47.

第一章 热带作物的高产相关理论

第一节 生长、分化和发育的概述

任何一种生物个体,总是有序地经历发生、发展和死亡等时期,人们把生物体从发生到死亡所经历的过程称为生命周期。在生命周期中,伴随形态建成(生命周期中呈现的个体及其器官的形态结构的形成过程),植物体发生着生长、分化和发育等变化。

一、生长、分化与发育的概念

(一)发育

细胞、器官及个体发生的大小、形态、结构和功能上的变化称为发育。例如,从叶原基的分化到长成一张成熟叶片的过程是叶的发育;从根原基的发生到形成完整根系的过程是根的发育;由茎端的分生组织形成花原基,再由花原基转变成为花蕾,以及花蕾长大开花,这是花的发育;而受精的子房膨大,果实形成和成熟则是果实的发育。上述发育的概念是从广义上讲的,它泛指生物的发生与发展,然而狭义的发育概念,通常是指生物从营养生长向生殖生长的有序变化过程,其中包括性细胞的出现、受精、胚胎形成以及新的繁殖器官的产生等。人们常把生长发育连在一起谈,这时发育的概念也是狭义的。

另外,发育在时间上有严格的顺序,如种子发芽,幼苗生长,开花结实,衰老死亡,都按一定的时间、顺序发生。发育在空间上有巧妙的布局,比如茎上叶原基的分布有一定的规律,形成叶序。发育包括生长和分化两个方面。

(二)生长

生长通常是指在发育过程中,用肉眼观察到的植物躯体的长大(伸长、加粗)、器官的增加(叶片、分蘖、根的分支)等量上的变化。它是通过原生质的增加、细胞分裂和细胞体积的扩大来实现。通常将营养器官(根、茎、叶)的生长称为营养生长,繁殖器官(花、果实、种子)的生长称为生殖生长。根据生长量是否有上限,又可把生长分为有限生长和无限生长两类。叶、花、果和茎的节间等器官的生长属于有限生长类型;而营养生长中的茎尖和根尖生长,以及茎和根中形成层的生长属于无限生长类型。

(三)分化

从一种同质的细胞类型转变成形态结构和功能与原来不相同的异质细胞类型的过程称为分化,它是一切生物(包括从微生物到高等动物、植物)所具有特性。可在细胞、组织、器官的不同水平上表现出来。例如,从受精卵细胞分裂转变成胚;从生长点转变成叶原基、花原基;从形成层转变成输导组织、机械组织、保护组织等。正是由于这些不同水平上的分化,植物的各个

部分才具有异质性,即具有不同的形态结构与生理功能。因为细胞与组织的分化通常是在生长过程中发生的,因此分化又可看作为“变异生长”。

二、生长、分化和发育的相互关系

生长、分化和发育之间关系密切,有时交叉或重叠在一起。例如,在茎的分生组织转变为花原基的发育过程中,既有细胞的分化,又有细胞的生长,似乎这三者没有明确的界线,但根据它们的性质和表现是可以区别的。

(一)生长和分化的关系

生长是量变,是基础;分化是质变;而发育则是器官或整体有序的一系列的量变与质变。

发育只有在生长和分化的基础上才能进行,没有生长和分化,就不能进行发育。如花的发育,包括花原基的分化和花器官各部分的生长;果实的发育包括了果实各部分的生长和分化等。同样,没有营养物质的积累,细胞的增殖、营养体的分化和生长,就没有生殖器官的分化和生长,也就没有花和果实的发育。

(二)生长和分化又受发育的制约

植物某些部位的生长和分化往往要在通过一定的发育阶段后才能开始。如水稻必须生长到一定叶数以后,才能接受光周期诱导,这一特性对同一品种来说是较稳定的。

(三)生长与发育有时又是相互矛盾的

生长和发育这两种生活现象对环境条件的要求往往很不一样。生长所要求的条件比较简单和一般。各种热带作物花芽分化的最适温度不一,但总的来说花芽分化的最适温度比枝叶生长的最适温度要高,如中粒种咖啡在气温 $<10^{\circ}\text{C}$ 时,花蕾不开放, $>20^{\circ}\text{C}$ 花芽发育正常;而叶片在 $<2^{\circ}\text{C}$ 时受寒害, $>15^{\circ}\text{C}$ 时生长正常。

三、生长发育状况与生产

作物的生产最终是体现在产品的收获上,无论它的产品是收获叶片或割取胶乳或采收果实,都是要通过作物的生长发育来实现,也就是说作物生长发育的好坏直接影响到产量、品质以及成本。如对于叶菜类、根茎类及薯芋类,在栽培时,并不要求很快地通过发育条件;对于果菜类,则要在生长足够的茎叶以后,及时地满足温度及光照条件,使之开花结果。从生产的角度来分析,作物生长发育的好坏,可以分为4种类型。

(一)协调型

环境条件适宜,措施得当,管理及时,全面发挥品种的潜力,生长和发育协调一致,达到高产、质优、低耗。

(二)徒长型

营养生长过旺,使生殖器官发育延迟或不良,以致减产、劣质、高消耗。如多年生的木本植物,不恰当地过多施用氮肥时,大量形成徒长枝使树冠过重,冠根比失调,一旦遭受台风侵袭,