

农业气象丛书①

广州都市型农业与气象

GUANG ZHOU DU SHI XING NONG YE YU QI XING

广州市气象局
广州市农业局 编著

蔬菜与气象

VEGETABLE & METEOROLOGY

VEGETABLE AND METEOROLOGY

广东省地图出版社

广州都市型农业与气象丛书

蔬菜与气象

广州市气象局 编
广州市农业局

广东省地图出版社

图书在版编目(CIP)数据

蔬菜与气象/广州市气象局编. —广州:广东省地图出版社, 2003. 4

(广州都市型农业与气象丛书)

ISBN 7-80522-833-7

I. 蔬… II. 广… III. 农业气象—关系—蔬菜园艺—广州市 IV. S63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 024472 号

主 编: 罗森波 涂悦贤

副 主 编: 胡斯团 许永鏊

责任编辑: 陈英杰

电脑排版: 曾丽芳 梁叶青 韩杭君

封面彩页设计: 陶建强 高 华

广州都市型农业与气象丛书

蔬菜与气象

广州市气象局 编
广州市农业局

广州市余平图书包装有限公司 印刷、装订
广州市甘蔗糖业研究所印刷厂

2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第一次印刷

开本: 1168×850 毫米 1/32 印张: 18

字数: 450 千字 印数: 1—2000 册

ISBN 7-80522-833-7/S·4

定价: 28.00 元

《广州都市型农业与气象》顾问

李明经 余 勇

《广州都市型农业与气象》编委会

主 任	杨少杰				
副主任	胡重光	许永镠			
委 员	胡斯团	梁达波	罗森波	范仕贤	何溪澄
	谭增华	庄旭东	林蔼亮	李少群	郑 鑫
	张 勇	何夏江	彭涛涌	项颂翔	

《广州都市型农业与气象》编辑组

主 编	罗森波	涂悦贤			
副主编	胡斯团	许永镠			
成 员	林国平	欧善国	罗秋红	林镇国	林良勋
	梁 健	刘运策	方毓萍	熊亚丽	林 钢
	曾 琮	林志强	苏百兴	林 蟒	何钜雄
	黄 骏	吴小芳	陈林姚		

序

很高兴看到《广州都市型农业与气象》系列丛书面世。这是我市第一部比较系统、全面地阐述广州市都市型农业与气象之间关系的科学专著。值此机会，我向参与这部丛书编撰工作的同志们表示祝贺。

广州气候资源丰富，经济地理条件优越，对发展现代化都市型农业具有独特的优势和条件。气候条件作为农业生态因素，覆盖到农业各个领域，渗透到农业生产各个环节。由光、温、水和风能等能量和物质要素组成的气候资源是重要的农业自然资源之一，可利用潜力很大。而风、寒、旱、涝等气象灾害又是严重威胁农业发展的自然灾害。因此，趋利避害，合理利用气候资源，防御气象灾害，是现代化都市型农业不可回避的重要环节。

《广州都市型农业与气象》系列丛书，不仅详细介绍了广州气候特点和气候区域的划分，还探讨了气候条件与发展都市型农业的关系，以及农业灾害性气候形成的原因、特点等，从技术、经济和管理等方面提出了有针对性的建议和措施，具有较强的科学性和可操作性。这无疑为我们提供了一条科学认识和合理利用自然资源的捷径。因此，本丛书可供从事农业工作的同志学习和参考，以增长知识，提高农业发展和生产决策的科学性，减少盲目性；同时，由于书中引用了大量的数据等实证资料，这对于从事农业和气象方面的学术工作者，也不失为一部新的参考书。

广州要率先实现现代化，也理应率先实现都市型农业

的现代化。都市型农业的功能定位不仅是为城市提供农副产品,更重要的是提高人民生活质量,集生产、休闲、生活等多种功能于一体,并着力于改善生态功能、旅游功能、教育功能等。

近年来,广州市充分利用区域、气候、经济、人才、信息等方面的优势,着力推动都市型农业的发展。目前,具有广州特色的都市型农业已初具规模,都市型农业众多功能得到了相应的发挥,其主要特点是:(1)农业生产功能继续发挥主导作用,建立了一批农业示范基地和龙头企业,取得了良好的经济效益。2001年全市农业总产值167亿元,农民年人均收入6446元。(2)休闲观光功能同步发展。农业生态公园、森林公园、设施农业示范场、花卉博览园已开始为市民提供休闲娱乐、感受大自然精神产品。(3)广州都市型农业建设了5大系列工程,如生态公益林建设工程、农业种子种苗工程、绿色食品生产基地与净菜上市工程、休闲观光农业重点工程、农业信息化工程等。这些工作都为广州率先基本实现都市型农业现代化奠定了良好的基础。我们期待更多的有识之士关注或参与广州都市型农业现代化事业。

苏泽群

2003年6月于广州

前 言

《蔬菜与气象》是“广州都市型农业与气象”丛书之一。它比较系统地归纳和总结了近年来蔬菜气象科技成果，尤其对蔬菜生产起显著性和关键性的气象问题进行比较全面的分析和论述，旨在为蔬菜生产和蔬菜业的发展提供气象科学依据。

本丛书是在中共广州市委、市人民政府领导同志的关心和支持下，在广东省气象局领导同志的指导下，在广州市气象局和广州市农业局的直接领导下编写而成的。广州市副市长苏泽群为丛书作序，广东省气象局的有关领导担任丛书顾问，对丛书的编撰工作提出许多宝贵意见并给予多方支持，在此表示衷心的感谢。

全书共分十二章，约 450 千字。书中各章节编写提纲和各类气候资源、气象灾害的统计标准及图表等由罗森波、涂悦贤共同研究拟定，并由涂悦贤负责撰稿，罗森波负责总体设计、统筹全书的编写，并对初稿进行修改和审定。

本书各类气候资源数据和图表，主要由林国平统计和制作；低温阴雨等气象灾害数据和图表，主要由欧善国统计和制作；书中的其他图形主要由林镇国、林国平、梁键负责制作；罗秋红负责全书大部分章节的初步校对工作；林良勋、林镇国、刘运策、熊亚丽、林钢、曾琮、林志强、苏百兴、梁健、林麟等参加部分章节的校对和文字更正工作；罗森波、林志强、林国平为本书提供部分照片。

本书在编写过程中参阅了大量的文献资料，书中仅列出已正式发表的主要文献目录，未公开发表的文献未能一

一列出,请谅解。

我们希望,本书的出版有助于增强广大读者对蔬菜生产与气象关系的认识,提高气候意识和防灾减灾的意识,从而对我市蔬菜业的发展有一定的帮助。

由于蔬菜生产与气象的关系涉及面广,内容极其丰富,而作者受知识水平的限制,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2003年6月

目 录

第一章 广州气候与蔬菜生产发展概况	1
第一节 广州市的气候概况	1
第二节 蔬菜生长发育的环境条件	4
第三节 蔬菜生产发展概况及其营养价值	7
第四节 广州蔬菜业生产发展现状	14
第五节 蔬菜生产中的一些小常识	17
第二章 蔬菜作物生长发育与气象条件的关系	25
第一节 蔬菜生长发育与温度的关系	25
第二节 蔬菜生长发育与光照的关系	31
第三节 蔬菜生长发育与水分的关系	40
第四节 气体对蔬菜生长发育的影响	45
第五节 蔬菜产量、品质与气象的关系	48
第六节 蔬菜贮藏保鲜与气象	54
第七节 菜心(菜苔)生长发育与气象条件的试验结果	60
第八节 蔬菜生产活动与气象条件	64
第三章 广州蔬菜气候资源分析与区划	69
第一节 蔬菜气候资源的基本概念	69
第二节 蔬菜气候资源统计分析	74
第三节 蔬菜气候区划	87
第四章 广州蔬菜业生产主要气象灾害及其统计分析	93
第一节 蔬菜生产气象灾害的分类及其防御对策综述	93
第二节 春季低温阴雨及其统计分析	98
第三节 暴雨和洪涝及其统计分析	107
第四节 热带气旋及其统计分析	127
第五节 高温热害	132
第六节 冬季低温寒害及其统计分析	134

第七节	几种主要蔬菜作物的气象灾害及防御·····	148
第八节	高度重视蔬菜生产的防灾减灾工作·····	156
第五章	蔬菜病虫害与气象条件的关系·····	162
第一节	蔬菜虫害与气象条件·····	162
第二节	蔬菜病害与气象条件·····	167
第三节	蔬菜病虫气象预报·····	173
第四节	蔬菜植物保护·····	175
第六章	广州市蔬菜供应淡季形成与气象条件的关系·····	197
第一节	广州蔬菜生产和供应上的淡旺季·····	197
第二节	广州蔬菜淡季形成与气象条件的关系·····	199
第三节	蔬菜供应出现淡季的气候成因分析·····	204
第四节	淡季蔬菜上市量的预报·····	212
第五节	利用山区立体气候优势发展淡季蔬菜生产·····	219
第七章	充分利用气候资源,实现蔬菜周年均衡供应 ·····	223
第一节	利用广州冬暖的气候优势,建立北运和出口 蔬菜基地·····	223
第二节	适宜广州冬季栽培的蔬菜种类和品种·····	225
第三节	充分利用保护地设施栽培进行保温防雨,建 立春季喜温蔬菜基地·····	238
第四节	根据地区气候特点,合理布局冬季北运和出 口创汇蔬菜基地·····	243
第五节	建立冬季北运和出口创汇蔬菜基地应注意 的问题·····	246
第六节	合理利用山区气候资源建设度夏补淡蔬菜基地·····	247
第七节	广州市蔬菜均衡供应的优化规划·····	256
第八节	部分蔬菜管理技术·····	268
第八章	蔬菜设施栽培及其小气候生态效应·····	285
第一节	概况·····	285
第二节	蔬菜设施栽培有关小气候方面的概念·····	288
第三节	设施栽培内气象因子与蔬菜生长发育的关系·····	291

第四节	蔬菜保护地栽培小气候生态效应·····	314
第九章	蔬菜反季节栽培与气候条件·····	352
第一节	概述·····	352
第二节	反季节栽培保护性设施类型及其特性·····	362
第三节	越夏反季节栽培·····	371
第四节	早熟反季节栽培·····	378
第五节	其他反季节栽培·····	383
第六节	适应反季节栽培的蔬菜种类·····	385
第十章	蔬菜环境污染及其防治·····	431
第一节	蔬菜环境污染与无公害蔬菜监测·····	431
第二节	空气污染对蔬菜的危害和影响·····	438
第三节	水质污染对蔬菜的危害·····	450
第四节	土壤污染对蔬菜的危害和影响·····	463
第五节	农药污染对蔬菜的危害和影响·····	475
第六节	蔬菜环境污染的综合防治途径·····	484
第七节	发展无公害蔬菜产品,增创蔬菜产业新优势·····	485
第十一章	发展广州现代化都市型蔬菜业的战略探讨·····	491
第一节	都市型农业与现代化蔬菜生产·····	491
第二节	发展现代化都市型蔬菜业的主要对策·····	497
第三节	新的农业科技革命是推动现代化都市型 蔬菜业发展的主要动力·····	498
第十二章	我国加入 WTO 后对广州农业和蔬菜业的 影响与对策·····	523
第一节	加入 WTO 后农业面临的发展机遇和不利 影响与对策·····	523
第二节	我国加入 WTO 一年来农业发展状况·····	529
第三节	发展外向型绿色蔬菜产业·····	535
第四节	实施蔬菜产业标准化,增强蔬菜产品在国 内外市场的竞争力·····	543
参考文献	·····	560

第一章 广州气候与蔬菜生产发展概况

蔬菜是人们日常生活中必需物质,与日常消费息息相关。在菜篮子工程建设方面,蔬菜占有重要地位。近 20 年来,广州市随着城市人口和流动人口的增加,以及蔬菜出口和内销需求量的增大,蔬菜种植面积稳定发展,标准化建设的菜田面积逐年增加,耕作条件逐步改善,蔬菜科技和产销服务网络逐步建立和健全。蔬菜产销体制的改革和各项措施配合,调动了产、供、销各方面的积极性,使菜田面积稳定,蔬菜上市量得到保证,品种增加,质量提高,流通渠道多,买卖方便,初步实现了优质、高产、多品种上市的目标。

在现有的生产力水平下,大部分蔬菜在大自然的露天环境中生产,环境气候条件既制约了它的生产力,又影响其稳定性,造成上市分布的不均衡和产量的波动性。因此,在露地的蔬菜生产中,气候条件是影响蔬菜上市量波动的主要因子。

蔬菜又是鲜嫩商品,易腐易烂,不易运输保管,对蔬菜供应淡季的调节能力极弱。例如,在蔬菜生产的旺季,由于天气气候条件对蔬菜生长发育有利,有时往往出现蔬菜烂市伤农,甚至作为饲料和垃圾处理的现象;而在生产淡季,由于天气气候条件不良,又往往造成缺菜,出现菜少价高的情况。因此,蔬菜生产的季节性与需求的多样性、均衡性之间的矛盾仍然很大,如何根据市场需求和气候变化科学决策蔬菜生产,缩小市场的供需差额,达到均衡上市,以满足城乡人民生活多样化的要求,从而提高生活质量,这无疑是一项很有社会意义和经济意义的工作。

第一节 广州市的气候概况

一、气候特征

广州地处低纬,北回归线横贯中部,属亚热带季风气候区。由于地表接受太阳辐射量较多,同时受季风的影响,冬季处于大陆

高压的东南缘,多吹偏北风,冬季风来自高纬度,故在冬季风影响期间形成冷凉、干燥、少雨的气候;夏季受太平洋副热带高压及热带海洋天气系统影响,多吹偏南风,夏季风来自低纬度的海洋,故夏季风影响期间形成高温、高湿、多雨的气候。由于受海洋气流调剂,夏季不像我国内陆那样酷热,冬季亦比较温暖。总的来说,广州光、热、水等气候资源丰富,具有很大的气候生产潜力。由于广州所处地理位置和地形分布特征等因素,使海洋、陆地、大气之间作用强,低纬度的热带天气系统和中高纬度天气系统均能影响广州,所以广州既有雨量充沛、空气湿润的海洋气候特色,又有光热资源丰富的大陆性气候特点,构成广州热量丰富、雨量充沛、霜雪稀少、春夏之交多暴雨、夏秋之交多热带气旋的亚热带季风气候特点。

广州光热资源丰富,年平均日照时数为 1643~1893 小时,年太阳总辐射量 4367~4597 兆焦耳/米²,年平均气温为 21.5℃~22.1℃,日平均气温都在 0℃以上。无霜期北部 328 天,南部 352 天。

广州雨量充沛,年降水量 1626~1923 毫米,雨季(4 月~9 月)降水量占全年的 80%以上;因受地形影响,山区多于平原,北部多于南部。由于热量丰富,雨量充沛,光能可利用率高,具有很大气候生产潜力,是蔬菜业生产的好地方。

二、主要气候优势和不利气候因素

广州具有得天独厚的气候条件和优越的地理位置,使广州有特别的优势和条件发展蔬菜生产。广州地处亚热带气候带,有丰富的气候资源和蔬菜品种资源,为蔬菜生产提供了十分有利的条件。

(一)主要气候优势

1. 全年光能可利用时间长、可利用率高

广州地区全年太阳辐射总量在 4367~4597 兆焦耳/米²之间,最低的 2 月太阳辐射总量在 220~255 兆焦耳/米²之间,最高的 7 月太阳辐射总量在 490~550 兆焦耳/米²之间,作物生长关键期的 6~10 月各月太阳辐射总量在 380~550 兆焦耳/米²之间。总的来

说,广州的太阳辐射总量在全国来说虽然不算丰富,但是,由于广州的水热条件好,全年日平均气温基本上都在 10°C 以上,蔬菜作物可全年栽植生长,故全年光能均可被利用,所以广州的光能可利用率在全国来说是较高的。

2. 热量丰富,适宜多茬蔬菜生产,回旋余地大

广州年平均气温高,无霜期长,冬季温暖,蔬菜生长季节长,品种和季节安排的灵活性大,这就使广州蔬菜生产的选择余地大,更具生产的主动权。特别是冬暖,使大多数蔬菜作物能在冬季正常生长发育,喜温蔬菜与喜凉蔬菜搭配种植,使之能较充分利用全年的气候资源。并为冬季蔬菜生产提供了得天独厚的条件。为了充分利用冬暖气候优势,各地都大力发展冬种蔬菜,不仅满足城市蔬菜供应,并提供北运和出口创汇蔬菜。

3. 雨热同季,在总体上较好吻合了作物的需水规律

由于广州季风气候特点,夏季高温与多雨相结合,冬季温凉与少雨相结合,雨热同季,降水与热量匹配好,利用效率高。全年降水量集中在4~9月,既是全年光能和热量较丰富的时期,又是瓜果类、豆类等喜温喜光蔬菜旺盛生长期。日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的初日于2月上旬,结束期于1月中旬;而雨季一般开始于3月下旬至4月上旬,结束于10月上、中旬,所以雨季和热量基本上是同步的,适应蔬菜作物旺盛生长的需求,蔬菜生产上可以做到光、热、水共济,利用潜力大。

4. 气候类型多样,蔬菜种质资源丰富

广州地区南北相距近2个纬度,南部濒临南海,北部靠近南岭山脉。由于地形地势复杂,造成南北水平气候差异较明显,自然条件的地带性差异也较显著。从地形的非地带性看,有近海岸、平原、台地、丘陵、山地,反映出垂直气候带的非地带性气候的差异。即使同一个纬度上,由于地形地势不同,东西气候差异亦较明显。由于地带性与非地带性因素纵横交错,交互作用,使广州分为不同的地域单元和不同的气候特色。所以广州蔬菜品种繁多,种质资源较为丰富,土地适宜性广,蔬菜作物可全年生长,茬代更新快,利于蔬菜

生产合理布局,调剂余缺。

(二)不利气候因素

由于广州地处季风盛行区,濒临海洋,背靠大陆腹地,季风交替明显,气象灾害频繁、多样、剧烈,因此,气候条件对蔬菜生产也有不利因素,主要表现在:

1. 没有像美国加州、欧洲荷兰那样全年气候温和降水适中,可全年均衡生产与供应,成为集中的蔬菜基地的地区。

2. 春季多低温阴雨,往往造成冷害和湿害。

3. 夏季高温、夏秋季多台风暴雨,造成热害、涝害和风害。

4. 冬季寒潮、低温霜冻,造成寒害等。

上述不利因素的影响,突出表现在全年蔬菜供应上存在淡旺不均的问题,而淡季通常都是出现在气象条件不利的季节之后。

第二节 蔬菜生长发育的环境条件

一、蔬菜生长发育的一般规律

蔬菜绝大多数是一、二年生的草本,少数为多年生草本,只有很个别的种类如竹笋、香椿为木本植物。

蔬菜的个体生长发育,包括整株干物重、鲜重、株高、叶面积、果实或块茎增长,通常都是初期生长较慢,中期加快,后期减慢并趋于停滞,呈S形曲线(图 1.2.1)。

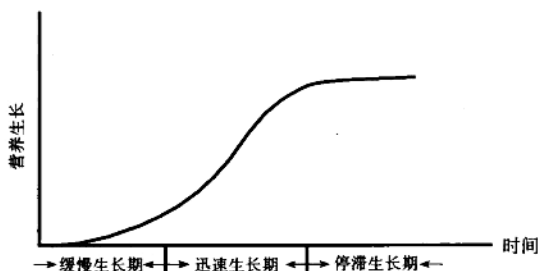


图 1.2.1 营养生长的 S 形曲线

蔬菜的整个生长周期,通常是指从种子发芽开始,到收获种子止的整个过程,可分为三个时期,即种子期、营养生长期、生殖生长期。

(一)种子期

分为胚胎发育期、种子休眠期和发芽期。种子在通过休眠期后,在适宜环境条件下就能吸水发芽,发芽快慢和发芽率高低均取决于种子质量和发芽所处的环境条件。

(二)营养生长期

可分为幼苗期、营养生长盛期、营养积累期和营养休眠期。营养生长期是构成蔬菜生产的主要时期。幼苗期的绝对生长量虽不大,但相对生长速度很快;对土壤水分、养分吸收总量虽不大,但要求很严;对环境条件的抗逆性也较弱,反应较敏感。

幼苗期后进入营养生长旺盛时期,枝叶根系生长繁茂,为果实、叶球、肉质根或块茎等可食采收部分的形成奠定营养基础。此后进入营养积累期,此时期是叶球、肉质根、块茎、鳞茎等以营养器官为采收部分的产品器官形成期,在栽培上应尽可能将此时期安排在最适于养分积累的季节和气候环境中。

对于二年生及多年生蔬菜,在产品器官形成后还有一个营养休眠期,如大白菜在叶球形成后可休眠相当长时期,当温度、水分等条件都适宜时,才开始茎伸长并抽苔、开花、结实,完成其生长周期。

(三)生殖生长期

分为花芽分化期、开花期和结果期。植株在花芽分化后即由营养生长期转入生殖生长期。开始营养生长比重大大超过生殖生长比重,以后生长重点逐渐转向生殖生长,最后营养生长趋于停滞,生长完全转为生殖生长。

开花期包括现蕾、开花、授粉、受精等过程。这个时期虽短,但对外界环境却抗性很弱,对温度、水分、养分的变化均很敏感,外界条件稍不适宜,都可能影响授粉、受精,造成落蕾、落花或落果。

结果期是瓜果菜类和豆类产量形成的重要时期,许多蔬菜营

养生长和生殖生长并进,需要保持二者平衡。如营养生长不足,则产品器官的形成和生长就缺乏足够的物质基础难以高产。反之,如营养生长失控枝叶疯长,养分不能移到产品器官,而是用于枝叶徒长,虽然总的光合效率较高,但由于大量落花落果,经济产量是严重下降。

对于叶菜类、根菜类等以营养器官为可食部分的,在生产上到产品器官形成就收获,作为生产周期就结束了,只有留种用的植株才继续生长直至种子成熟,其营养生长期与生殖生长期的界限比较明显。

二、蔬菜生长发育的环境条件

蔬菜作物生长发育的环境条件包括三个方面:

(一)气象条件

包括温度、光照、水分和空气等条件。

温度条件:包括空气温度和土壤温度,对于水生蔬菜还有一个水温问题。对于温室(保护地)栽培则温室内气温起着直接影响,外界气温只是间接影响着温室内气温。对温度的要求,可分为喜温、耐热、耐寒、半耐寒和适应广五类。

光照条件:包括光照强度、日照长度和光谱构成。对光照的要求:瓜类和茄果类大多要求较强光照,绿叶类大多饱和点较低,十字花科和胡萝卜等要求中等。

水分条件:包括土壤水分状况和空气湿度状况。对水分的要求:可分为耐旱力强、耐旱中等、耐旱力弱、水生等类型。

空气条件:包括大气和土壤中的气体成分,特别是氧气、二氧化碳和有毒气体的浓度及风向风速、气压等。

(二)土壤条件

包括土壤结构、质地、化学成分、养分含量,特别是氮、磷、钾和微量元素含量及有效性、有机质含量等。

(三)生物条件

包括土壤微生物、病虫害、杂草、鸟兽危害及作物之间的相互