

中国农业气象研究会农业小气候专业委员会编

中国农业小气候 研究进展



气象出版社

65.238
144

中国农业小气候研究进展

中国农业气象研究会农业小气候专业委员会 编

气象出版社

00865

(京)新登字 046 号

内 容 简 介

本书为中国农学会农业气象研究会农业小气候专业委员会主编的学术论文集;论文绝大部分来自于1991年秋季杭州全国农业小气候学术讨论会议论文。文章按内容分为下列几个部分:一、国内外农业气象学、农业小气候学和微气象学研究进展;二、农业气候与近地层微气象机制研究;三、不同种植方式的小气候效应;四、农业小气候特征与规律分析;五、地形与水域小气候;六、森林、林地和果园小气候;七、小气候和生态建设与灾害防御;八、农业小气候仪器设计和研究进展;九、塑料棚及人工保护设施小气候;十、学术活动的指导。本书是中国农业气象学者在农业小气候研究领域辛勤耕耘取得成果的汇集,既有运用现代科学理论与精密仪器进行理论分析与实际观测的研究,又有小气候知识在广义农业中的实践应用,是现代农业小气候研究与实践进展的汇总。

本书可供农业科技人员、农业气象研究人员、农业气象大专院校师生和农业实验研究工作者参考。

ADVANCES OF AGROMICROCLIMATOLOGY IN CHINA

Edited by Agricultural Meteorology Association of China

中国农业小气候研究进展

中国农业气象研究会农业小气候专业委员会 编

责任编辑 潘根娣

气象出版社出版·发行

(北京西郊白石桥路46号)

北京朝阳大地印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:28.5 字数:725千字

1993年4月第一版 1993年4月第一次印刷

印数:1—1000 定价:25.00元

ISBN 7-5029-1349-1/P·0588

《中国农业小气候研究进展》编委会委员

(以姓氏笔划为序)

于沪宁 吴毅明 张 理 赵名茶 周武锋
钟阳和 徐师华 徐兆生 董振国 谢贤群

中国农业气象研究会农业小气候专业委员会委员

(以姓氏笔划为序)

于沪宁 王秉昆 王新根 刘树华 李志超
吴毅明 张 理 陈万隆 赵名茶 钟阳和
徐师华 徐兆生 黄寿波 董振国 谢贤群
主 任：谢贤群
副主任：张 理 吴毅明

中国农业气象研究会负责主持农业小气候方面工作的副理事长：

于沪宁

序 言

小气候(microclimate)作为一门科学,由德国气候学家盖格尔(R.Geiger, 1927)首次提出,并奠定了科学基础。所谓小气候,一般指贴地气层和土壤表层与植被层内的微气候,也包括人工保护设施内的气候,泛指由于下垫面性质的差异以及人类和生物活动而形成的较小范围内的特殊微气候环境。研究小气候的特征、形成机制与变化规律的物理基础及其应用的科学,称为小气候学;在广义的农业中的应用,称为农业小气候学。

农业小气候学是有坚实物理基础,与农业生产实践紧密结合的新兴学科,一般认为包括农田小气候、作物地小气候、保护地小气候、森林与林地小气候、园林小气候、草地与牧场小气候、农业工程设施小气候、农业地形小气候、有限水域(及其邻近)小气候等等。这些都是农林牧渔业生产的实际环境,因此,在农业生产中有极其广泛的应用前景。对于当前发展优质、高产、高效农业,亦是必要的-一个研究侧面。

曾任世界气象组织农业气象专业委员会主席的英国学者史密斯(L.P.Smith, 1975)说:“一个科学家的最重要职责不是崇敬知识,而是探究知识。”农业小气候形成机制的探索与阐发有赖于微气象理论的解析。英国著名微气象学家萨顿(O.G.Sutton, 1952)曾指出:“微气象学是气象学中比较深入的和比较基本的问题,已经表明与现阶段物理学中任何课题同样艰深。”微气象学中特别是贴地气层物理机制过程本身极为复杂,而且较之于气象学更需考虑植物和土壤和微环境的反馈作用机制;基本过程机制的揭示所需的基础仪器设备则仰赖于现代科技进步;因此农业小气候的机制过程的揭示其理论与手段上的困难是显而易见的。本书在农业小气候与微气象学方面都有一定的理论探索,而更多的则着重于实践应用,以适应于中国农业发展形势的迫切需要。

纵观现今世界,我们必须深刻地认识到科学技术飞跃发展并向现实生产力迅速转化,日益成为现代生产力最活跃的因素和最主要的推动力。现在世界上一些发达国家乃至发展中国家农业科技界不仅对高新技术表现出浓厚的兴趣,对常规技术也给予密切注意,对发展农业有密切联系的应用基础理论亦给予充分重视。我国在这些方面都有不同程度的差距。农业气象学及其分支学科,包括农业小气候学,都是农业科学体系中的重要环节,其研究内涵既蕴蓄着应用基础理论,又包括着常规的和有创新意义的实践技术措施,是提高我国农业综合生产力所需要的科学技术知识的汇集。如果说农业工作者过去对这门科学缺乏深入的了解,那么通过本书可以观察其概貌,为提高农业科学素养提供教益。本书是中国农业气象学者在农业小气候研究领域辛勤耕耘所取得的初步成果的汇集,虽然其理论方法和实践技术仍有待于继续改进与修正,但对其农业生产实践科学技术水平的提高是有积极意义的,成效是卓著的。希望广大农业气象工作者、农业气候学者继续努力,为进一步提高我国农业科技水平,发展我国现代农业而作出新的贡献。

卢良恕 高亮之

1992年9月

目 录

序 言	卢良恕 高亮之
-----------	---------

第一部分 国内外农业气象学、农业小气候学和微气象学研究进展

1. 信息时代的农业气象学	高亮之 李秉柏 (1)
2. 近年来国际小气候学和农林气象学研究的某些进展	汪爱良 黄寿波 (7)
3. 微气象学研究的若干进展——兼评涡旋相关技术的作用	陈发祖 (18)
4. 试论现代农业气象学科学体系的形成和发展 ——兼论农业小气候学研究内涵	于沪宁 (26)
5. 农业生态系统中水热通量实验研究进展	谢贤群 (33)
6. 中国农业小气候研究进展	张 理 (40)
7. 现代国外农业气象学的主要进展及农业小气候实验研究的某些动向	汪永钦 (43)

第二部分 农业小气候与近地层微气象机制研究

8. 近地面层湍流通量研究方法概述	刘树华 (50)
9. 测定农田蒸散量的几种微气象方法	谢贤群 (59)
10. 近地面层普适函数和湍流通量的确定方法	孙卫国 (76)
11. 两种微气象方法估算农田蒸发实验研究	朱治林 谢贤群 (85)
12. 林网下垫面稳定大气近地面层温、湿和风廓线相似性及通量特征	刘树华 (92)
13. 农田微气象条件与气孔导性关系的模拟研究	于沪宁 卢振民 (101)
14. 小麦幼苗气孔阻力与某些环境因素的关系	陈宗瑜 刘 丹 (110)
15. 作物群体辐射特征与群体光合量的研究 ——门司方法的应用	张 理 钟阳和 江永和 (115)
16. 作物群体辐射特征和群体光合量的研究 ——辐射学方法的应用	钟阳和 张 理 (121)
17. 小麦群体的热储存量的估算	周武锋 (128)
18. 利用梨园冠层叶温计算模型估算凝露持续时间	王西平 方利英 赵春雷 (134)

第三部分 不同种植方式的小气候效应

19. 马铃薯玉米立体种植的小气候效应	叶修祺 罗继存 (139)
20. 不同种植方式对紧凑型玉米田间小气候和产量影响的探讨	王秉昆 张争俊 李振文 (144)
21. 麦棉套种方式对棉行辐射分布及棉株生长的影响	潘学标 邓绍华 崔秀稳 潘晓康 (150)
22. 枣粮间作中林带方向对间作地遮荫的影响 ——以山东乐陵的枣(金丝小枣)粮间作地为例	张福春 (156)
23. 粮粮草立体种植环境气候生态效应的研究	杨文彬 陆正铎 (163)
24. 烤烟单、双行栽培的产质与小气候效应分析	肖金香 肖文俊 (169)

第四部分 农业小气候特征与规律分析

25. 我国太阳辐射光谱网络观测试验研究 赵名条 (175)
26. 棉花生育期辐射及热量特征 徐兆生 (180)
27. 冬小麦光合“午休”的农田小气候条件 杜宝华 (191)
28. 棉花的群体结构及光分布研究 郑有飞 高亮之 陶炳炎 (196)
29. 北京地区冬小麦灌浆期高产限制因素的农田微气候分析 孙雷心 张 理 (203)
30. 冠层温度对冬小麦生长影响初探 刘瑞文 (211)
31. 黄土高原半湿润地区旱地麦田水分条件分析及其改善途径 赵聚宝 梅旭荣 (217)
32. 不同气候条件下棉花产量结构模型的研究
..... 潘晓康 蒋国柱 邓绍华 吴同礼 (225)
33. 优质商品金针菇形成的小气候条件 李志超 杨珊珊 (231)
34. 烟田小气候特征与优质烤烟栽培 张邦琨 王剑英 (236)

第五部分 地形与水城小气候

35. 下垫面对局地小气候的影响 董振国 (243)
36. 冷平流流经湖面过程中热能的变化
——冬季湖泊增温效应研究之一 陆佩玲 贺龄普 (248)
37. 小地形的气候效应及其在农业上的利用 虞静明 卢其尧 (254)
38. 长白山浅山区养蜂小气候条件的分析 张厚瑄 苏 燕 梁诗魁 吴 杰 (259)
39. 坡地小气候及其对油茶产量的影响 曹俊仪 (264)
40. 杨梅花期和品质与海拔高度的关系 陈志银 李山玉 叶明儿 俞忠伟 (272)
41. 山区某些地形气候特点及应用 李 义 (278)

第六部分 森林、林地和果园小气候

42. 森林的涵养水源功能研究 宋兆明 李春阳 (283)
43. 海涂桔园防护林网小气候效应研究 冯世祥 陈建军 宋桂河 (288)
44. 油茶林地小气候特点的研究 韦祖明 (295)
45. 茶树树冠小气候与新梢生育生化成分的关系 黄寿波 姚国坤 范兴海 (303)

第七部分 小气候和生态建设与灾害防御

46. 小气候在辽西生态建设评价中的应用 金广涛 张宝军 (308)
47. 滇西植胶避寒环境的选择 王 菱 (315)
48. 晴夜作物叶片温度的变化特点及其在霜冻防御上的应用
..... 何维勋 冯玉香 朱巨龙 (321)
49. 森林火灾与地形小气候关系的研究
——以鄂西山区为例 陈正洪 (326)

第八部分 农业小气候仪器设计和研究进展

50. 植物蒸腾仪的研制及问题分析 施生锦 张 理 梅建德 (331)
51. 小气候四要素同步监测八通道自动切换仪的研制 张 理 梅建德 施生锦 (336)
52. 高精度微气象梯度观测系统及试验研究 孙晓敏 周树秀 陈发祖 (340)
53. 热线脉动风速仪及其试验研究 孙晓敏 周树秀 陈发祖 (346)
54. 关于辐射表的温度补偿问题 白素莲 张 义 (351)

55. TBS-2 直接辐射表的研制及应用 张 义 白素莲 (355)
56. RYI2-12 型全自动太阳辐射测量系统 韩 冰 (362)
57. 一种用来测量紫外、可见光和红外区域的分光谱辐射表 白素莲 张 义 (370)

第九部分 塑料棚及人工保护设施小气候

58. 物料干燥环境对干燥速率的影响 王修兰 徐师华 (374)
59. 环状梯形虾池的设计及其高产性能论证 马玉堂 (380)
60. 塑料大棚内温度场的解析分析和数值模拟 李国生 钱妙芬 唐胜富 (384)
61. 寒地大棚葡萄(前期扣棚膜)生长的小气候环境指标的研究
..... 沈能展 谭 余 吴进昌 (389)
62. GP622C 型塑料大棚内温度时空分布 钱妙芬 罗秀陵 唐胜富 (394)
63. 地膜覆盖在棉花生产中的小气候研究 齐保谦 雷 涛 齐森林 (400)
64. 香石竹试管苗驯化环境指标初探
..... 洪佳华 吴毅明 徐师华 杨建荣 李佑祥 石 琼 杨 龙 谷乘风 (404)
65. 烤烟膜内移栽微气象特征研究
..... 刘耀武 刘 科 杜国治 胡文学 刘光荣 刘映宇 (409)
66. 上海市蔬菜塑料大棚农业气候条件评述
..... 王 晓 凡 段项锁 吴元中 王承刚 (414)
67. 大豆地膜覆盖栽培对土壤气候的影响及增产效应研究
..... 史占忠 张静兰 李寅宋 连成才 (420)
68. 地膜覆盖棉田小气候特点应用研究 刘峰青 (425)

第十部分 学术活动报导

- * 全国农业小气候学术讨论会简况记实 (432)
- * 全国农业小气候学术讨论会代表名单 (436)
- * 全国农业小气候学术讨论会论文目录 (439)
- * 编后记 (442)

ADVANCES OF AGRO- MICROCLIMATOLOGY IN CHINA

CONTENTS

Preface

Part I Advances of agrometeorology, agro - microclimatology and microclimatology

1. Agrometeorology in information age Gao Lianzhi, Li Binghai (1)
2. Advances in microclimatology and agrometeorology in recent years
..... Jiang Ailiang, Huang Shoubao (7)
3. Some progresses in micrometeorology and the eddy correlation technique
..... Chen Fazu (18)
4. Dissertation on the formation and development of the scientific system of modern
agrometeorology - — Concurrently discussing the research connotation of
agromicroclimatology Yu Huning (26)
5. A review of the water-heat flux experimental study on agroecological system in China
..... Xie Xianqun (33)
6. Advances of agro-microclimatology in China Zhang Li (40)
7. On the main progresses of modern agrometeorology and some recent trends for experi-
mental approach of agricultural microclimatology Wang Yongqin (43)

Part II Researches on mechanics of agro- microclimatology and near ground micro - me- teorology

8. A survey of the turbulence flux study methods in the surface layer --- Liu Shuhua (50)
9. Some micrometeorological techniques for determining evapotranspiration
..... Xie Xianqun (59)
10. Determination of the universal functions and turbulent fluxes in the surface layer
..... Sun Weiguo (76)
11. The experimental study of evaluating field evapotranspiration using micrometeoro-
logical methods Zhu Zhilin, Xie Xianqun (85)
12. The turbulent fluxes and similarity of temperature, humidity and wind profiles under
stable stratified windbreak ground layer Liu Shuhua (92)
13. The simulation study on the relationship between field micro-meteorological conditions
and stomatal conductance Yu Huning, Lu Zhenmin (101)
14. The relationship between stomatal resistance of wheat seedling and some environmental
factors Cheng Zhongyu, Liu Dan (110)
15. Study on radiant feature and population photosynthetic quantity in crop population
--- Application of Monsi's method

- Zhang Li, Zhong Yanghe, Jiang Yonghe (115)
16. Study on radiant feature and population photosynthetic quantity in crop population
— Application of radiological method Zhong Yanghe Zhang Li (121)
17. Estimating heat storage in a wheat canopy Zhou Wufeng (128)
18. Estimating dew duration with a leaf temperature model of pear canopy
..... Wang Xiping, Fang Liying, Zhao Chunlei (134)

Part III Microclimatic effects of different planting patterns

19. The effects of intercropping and interplanting potato and corn on the microclimate
..... Ye Xiuqi, Luo Jichun (139)
20. A study on the influence of different planting pattern on microclimate and yield in
dense corn field Wang Bingkun, Zhang Kuijun, Li Zhenwen (144)
21. Effects of wheat-cotton interplanting types on distribution of radiation and growth of cotton
plants Pan Xuebiao, Deng Shaohua, Cui Xiuwen, Pan Xiaokang (150)
22. Influence of row direction of jujube tree belts on the shading hours to the crops between
two adjacent tree belts Zhang Fuchun (156)
23. A study on environment, climate and ecology effects of interplanting of grain and grass
..... Yang Wenbin, Lu Zhengduo (163)
24. An analysis of the mature and microclimate effects of flue-cured tobacco in single and double
rows Xiao Jinxiang, Xiao Wenjun (169)

Part IV Agro-microclimate regime and its analysis

25. Experimental research on Chinese solar spectrum radiation observation net
..... Zhao Mingcha (175)
26. The characteristics of radiation and heat during the growth period of cotton
..... Xu Zhaosheng (180)
27. The effects of microclimate condition on the photosynthetic midday depression of
wheat Du Baohua (191)
28. The architecture of cotton and solar light regime
..... Zheng Youfei, Gao Liangzhi, Tao Bingyan (196)
29. The analysis of wheat field microclimatological factors in the milking stage of winter
wheat in Beijing region Sun Leixin, Zhang Li (203)
30. Investigation of the influences of canopy temperature on winter wheat growth
..... Liu Ruiwen (211)
31. Analysis and improving ways for water condition in the wheat field of dryland to
subhumid areas in Loess Plateau Zhao Jubao, Mei Xurong (217)
32. Studies on the models of components of cotton yield under different climatic conditions
..... Pan Xiaokang, Jiang Guozhu, Deng Shaohua, Wu Tongli (225)
33. Microclimate condition for high grade mushroom formation
..... Li Zhichao, Yang Shanshan (231)
34. On the relation between the microclimate feature of tobacco fields and the production

- of high grade flue-cured tobacco Zhang Bangkun, Wang Jianying (236)
- Part V Topographic microclimate and water body microclimate**
35. The influence of underlying surface on microclimate Dong Zhenguo (243)
36. The heat content change of cold air passing above lakes
..... Lu Peiling, He Lingxuan (248)
37. Climatic effects of microtopography and their utilization in agriculture
..... Yu Jingming, Lu Qiyao (254)
38. Analysis of micrometeorological factors for apiculture in Changbai mountains
..... Zhang Houxuan, Su Yian, Ciang Shikui, Wu Jie (259)
39. The influences of slope microclimate on the yield of tea-oil tree ... Chao Junyi (264)
40. The relationship between the flowering stage and the quality of bayberry and the height
above sea level Chen Zhiyin, Li Sanyu, Ye Minger, Yu Zhongwei (272)
41. A study on the climate characteristics of certain types of terrain in mountain re-
gion and its application Li Wen (278)
- Part VI Forest or orchard microclimate**
42. Study on water conservation effect of forest Song Zhaomin, Li Chunyang (283)
43. A study on the microclimate effect of forest shelter network of orange orchard
along coast Feng Sixiang, Cheng Jiangjun (288)
44. Studies on the characteristics of tea-oil tree forest microclimate
..... Wei Zuming (295)
45. The relationship between the microclimate in the crown of tea plants and the growth,
development and the biochemical composition of the new shoot
..... Huang Shoubo, Fan Xinghai, Yao Guokun (303)
- Part VII Microclimate, ecological construction and disaster and protection**
46. The application of microclimate to appraising of ecological construction in western
Liaoning Jin Guangtao, Zhang Baoxi (308)
47. Choice of environment for preventing rubber trees from cold damage in western part of
Yunnan province Wang Ling (315)
48. The characteristic of leaf temperature change during clear night and its application in against
frost damage He Weixun, Feng Yuxiang, Zhu Julong (321)
49. Relationship between forest fire and topographic microclimate A case study in
west Hubei province Chen Zhenghong (326)
- Part VIII Design and research progresses of agromicroclimatic instrument**
50. The development of the instrument for measurement of the single leaf's transpiration
..... Shi Shengjin, Zhang Li, Mei Jiangde (331)
51. The development of channel-auto-changed instrument for a microclimate factors
synchronous measurement with 8 channels
..... Zhang Li, Mei Jiangde, Shi Shengjin (336)
52. A new high precision system of micrometeorological profile measurements and its

- field experimental test Sun Xiaomin, Chen Fazuo, Zhou Shuxiu (340)
53. A practical hot-wire fluctuating anemometer and its experimental researches
..... Sun Xiaomin, Zhou Shuxiu, Chen Fazuo (346)
54. On the temperature compensation of radiometer Bai Shulian, Zhang Yi (351)
55. Design and application of TBS-2 solar direct radiometer
..... Zhang Yi, Bai Shulian (355)
56. RYJ2-12 automatic solar radiation measurement system Han Bing (362)
57. Design of radiometers for measuring ultraviolet, visible and infrared radiation
..... Bai Shulian, Zhang Yi (370)

Part IX Microclimate regime in greenhouse or other protection device

58. The effects of microenvironment for drying materials on drying rate
..... Wang Xiulan, Xu Shihua (374)
59. The design of prawn pond and the comment on its property for high prawn production
..... Ma Yutang (380)
60. The numerical analysis for the spatial and temporal distribution of temperature in plastic shed Li Guoping, Qian Miaofen, Tang Shengfu (384)
61. Study on environment index of microclimate about Kyoho grape growth in plastic greenhouse (covered in earlier stage)
..... Shen Nengzhan, Tan Yu, Wu Shichang (389)
62. The spatial and temporal distribution in plastic shed of type GP622C
..... Qian Miaofen, Luo Xiuling, Tang shengfu (394)
63. Studies on microclimate of plastic film mulching cotton field
..... Qi Baoqian, Lei Tao, Qi Senlin (400)
64. Preliminary examination on the taming environment index of the camation test tube seedling Hong Jiahua, Wu Yiming, Xu Shihua, Yang Jianrong, Shi Qong, Li Youxiang, Zhu Julong, Tong Chenfeng (404)
65. A study on micrometeorological features of film interior transplanted flue-cured tobacco
..... Liu Yaowu, Liu Yi, Du Guozhi, Hu Wenxue, Liu Guorong, Liu Yangning (409)
66. An analysis on the characteristics of agricultural microclimate in plastic vegetable greenhouse Wang Xiaofan, Duan Xiangsuo, Wu Yuanzhong, Wang Chenchu (414)
67. The influence of soybean film mulching on soil, microclimate and soybean yield
..... Shi Zhanhong, Zhang Jinglan, Gukou Lize (420)
68. The characteristics of microclimate in film mulching cotton field and its application
..... Liu Xiaoqing (425)

Part X Academic activities

- * Report on the national agro-microclimatology conference
- * Attendent list of the conference
- * Contents of Conference Papers
- * Postscript

信息时代的农业气象学

高亮之 李秉柏

(江苏省农业科学院)

摘 要

本文阐述了信息科学与农业气象学的关系。分别探讨了信息技术在作物气象、农业气候、农田小气候和农业气象情报预报等方面的应用,并对农业气象这门学科的发展提出了展望。

关键词: 信息技术、农业气象学。

当代科学技术突飞猛进,已广泛渗透到社会生活各个领域,越来越深刻地影响着世界经济和社会发展的进程。今后 10 年到下个世纪中叶,一系列新兴科学技术领域将出现重大突破。新的生产技术和对自然现象的新认识将会改变当前科学研究状况,改变目前社会生产的面貌,成为推动历史发展的巨大力量。在科学技术高度发展的今天,农业气象面临着新的挑战。信息技术是当代一门最活跃的新兴科学技术,它几乎对所有学科都产生或将产生重要的渗透和影响。关于信息技术与农业气象学存在什么样的内在联系,农业气象学又是怎样受信息技术的影响,其发展趋势又将是如何?这些都是农业气象工作者所关心的问题。本文试就这些问题谈一些看法,旨在加强学科建设,提高本学科研究水平。

一、信息科学的日新月异

信息科学属于当代国际新技术革命中的先驱性科学领域。信息技术主要包括两个方面:计算机技术、通讯技术和传感器技术。而其中最主要的是计算机技术。从 1946 年第一台电子管计算机问世以来,计算机技术得到了迅速发展。不仅是计算机的体积日趋小型化,速度越来越快,成本越来越低,而且通过计算机网络化,把若干台微机及外围设备联接起来,形成地区、国家或全球的网络,实行软硬件资源共享。与此同时,计算机软件系统也得到了迅速的发展,CAD(计算辅助设计)、CAM(计算机管理)、GIS(地理资源信息系统)、现代办公管理软件、人工智能软件以及不编程应用的软件工具等在许多行业都得到广泛的应用。信息技术正逐步地渗透到国防、工业、农业、教育、金融、医药等几乎人类所有的部门,迅速改变各行各业的面貌。

计算机与遥感等信息技术的农业应用在一些发达国家已进行得相当广泛。在作物、土壤、肥料、植保、灌溉、畜禽饲养等方面,各种计算机模型不断涌现,并已在生产上扩大应用。当前计算机在农业上的应用已成为国际上农业科技发展的热点,也是国际农业科技竞争的一个重要方面。当代的作物计算机模拟模型在美国以 CERES 和 EPIC 模型为代表正在进一步发展,而以荷兰学者的 ELCROS 和 MACROS 模型为代表的系列也正在加紧发展。以专家经验为基础,实行定性推理和非单调推理的专家系统,因其实用性强,在农业各个领域应用更多。

我国在作物计算机模拟方面的工作虽然起步较晚,但进展很快。“七五”计划期间,农业部组织有关单位开展了计算机农业应用研究,各地先后在小麦、水稻、玉米和棉花等作

物上建立或发展了作物计算机模拟优化决策系统(如江苏农科院的水稻系统),作物生产管理决策系统(如北京农业大学的小麦系统),有的已在生产上推广应用,对指导当地生产发挥了较大的作用,展现出这门新技术在农业上应用的广阔前景

二、信息时代的农业气象学

信息技术特别是计算机技术使整个农业科学进入一个新时代。这个趋势尽管还没有为我国农业科学工作者所普遍认识,但是从国际潮流来看,它是一个不可逆转的发展趋势。农业科学从植物生理学发现光合作用以来,已有近 200 年历史,对农业生产无疑发生了巨大的作用。但是农业科学发展至今存在两个较为突出的问题:第一,以定性研究为主,数量化研究在农业各个领域的开展始终较为薄弱,以致于农业科学至今还是一门较为不精确的科学;第二,农业科学中各个专业学科之间内在联系较少,以致于影响对农业整体性的深入了解,影响农业科学在实践中的应用效果,而信息技术和计算机技术的发展必然会使农业科学摆脱以上两个缺陷,使农业科学从定性研究发展到定量的研究,从专业分割的研究发展到专业综合的研究。而计算机技术与通讯技术、遥感技术相结合大大加快农业信息的收集、传递与处理。这对农业商品经济的发展,国际国内贸易的展开,国内外农业技术与经验的交流以及制定宏观农业决策,实现农业现代化、自动化等都将产生深刻的影响。总之,由于信息技术与计算机技术的发展与渗透,农业已进入一个新的时代。

农业气象是农业科学中的一个专业学科,又是气象科学中的一个专业学科。信息技术、计算机技术必然要对农业气象产生极为深刻的影响。在农业科学各个专业学科中,农业气象学是比较注意定量研究,比较注重信息交换的。农业气象学的这个特点使得农业气象学更加需要也更容易与信息技术相结合。根据国内外农业气象学科的研究进展以及最新的研究经验来看,信息技术将要改变整个农业气象学科的面貌,使农业气象学提高到一个全新的水平。农业气象学与信息技术相结合必然会使农业气象学科与其他专业学科联系更紧密,也使农业气象与农业生产联系更加紧密,使农业气象学对农业科学的发展以及对农业生产发挥更为明显的指导作用。可以这样说,信息技术会使农业气象学科在农业科学与农业生产中成为一门决不可缺少的十分重要的专业学科,从而可以大大加快农业气象学的发展。

三、信息技术与作物气象

作物气象主要研究农作物生产与气象因子、环境条件之间的关系。以往的研究主要是偏重于指标的确定,如何利用指标对作物生长进行分析,做得还不够深入,只能采用一些经验公式进行半定量的分析。至于农作物生长的模拟,由于需处理的数据太多,工作量太大,无法进行动态的模拟,只能进行静态的或不连续的描述。信息技术的发展,为作物气象研究开辟了新的道路。利用传感器和计算机技术可以使作物生长的气象指标更为精确与可靠,而且运用计算机技术模拟作物的生长过程,既能实现快速动态的模拟又能做到连续描述。使作物生长发育、光合、呼吸、氮素吸收、器官构造、产量形成等一系列生理生态过程研究的深度和广度大大超过以往作物气象的水平。在研究方法上也有重大突破,即从简单的指标化研究提高到动态的规律性的研究。以 C.T.De Wit 教授为首的荷兰学者用数

学方法描述作物生长与其环境之间的关系,建立的作物生长模拟器 ELCROS,可计算出任何时候或任何环境条件下作物生长量与发育阶段。美国建立的 GOSSYM 和 COTCROP 模型模拟棉花生理生态过程的每一细节,主要包括碳水化合物平衡、气象、土壤、水分、氮肥以及作物品种特性决定的蒸发、蒸腾、净光合作用、植株生长和形态发生等,并已在 200 多个农场中使用。苏联的 ОЛ 西罗坚科创立的“土壤—作物—大气模拟模型”可以按作物的个别器官计算春—夏生育期内作物生物质量动态和 1m 内每 10cm 层的土壤温度、湿度、日蒸发量等温度水分状况,还可以模拟三种形态氮的动态,土壤中代换性钾和可给态磷,以及在植物体内氮、磷、钾的累积动态。

由于农业研究的对象涉及多种因素,传统方法的试验一般周期长、费用高,有些试验因条件限制不能进行。而用计算机进行模拟试验却可以获得相当满意的效果,不仅可以进行单因子的控制试验,同时还能进行多因素的综合试验,估算出多重因子的互作效应与协同效应。在运用计算机进行各种优化措施、辅助决策过程中,作物计算机模拟模型的重要性更为突出。高亮之等人研制的 RCSODS 模型(水稻计算机模拟、优化和决策系统)只要输入常年气候资料和水稻品种遗传参数,就可以作出常年优化决策。根据前期苗情和未来的天气预报或趋势预报可以提出当年肥水和其他管理措施及对策,该系统还可以在计算机上进行播期、密度、肥料和水浆管理等模拟试验,分析各种措施的增产效益,明确不同地区的增产关键;也可以为新品种在大范围内种植提出相应的良种良法,确定该品种的推广区域,不仅有利于新品种的推广应用,又可节省大量人力、物力和时间,受到生产部门的欢迎。由此可见,作物气象通过计算机模拟技术可以发挥更大的作用,直接指导农业生产。

四、信息技术与农业气候

过去的农业气候研究主要偏重于农业气候指标的确定和农业气候区的划分,应用信息技术,建立各种农业气候的计算机模型,可以更深入地进行农业气候资源的综合评价,有利于农业气候资源更有效的开发与利用。

在农业气候资源的评价、分析、利用方面,可利用 GIS(地理信息系统)模型。GIS 把地理、环境、气候、土壤等因素结合起来,可对各种资源的合理利用提出决策意见。GIS 集数据库、数字图像与图形处理、统计与结构模式识别、人工智能分析四大尖端技术于一体。它以地理坐标平面为基础,利用不同的坐标系统,将各种资源信息转绘成图形,形成一种多层次的立体结构数据库,只要输入某一信息或信号,就可以得到一系列的响应。例如土地管理系统可以告诉人们土地类型、土壤肥力,这块土地在何种气候条件下适宜生长的作物,适宜推行的种植方式,作物产量效益以及农产品加工销售等信息。美国和加拿大不仅有全国性的 GIS,还有一些专题性或区域级的 GIS,如多边形信息迭加系统 PLOS、明尼苏达州土地管理系统 MLMIS、橡树地区模式信息系统 ORRMIS。GIS 在我国已经引进并开始应用,例如北京农业大学气象系、江苏农科院南京遥感分中心等单位应用 GIS 进行我国人口土地承载力的研究,北京大学等单位也举办了 GIS 培训班,但是,怎样更有效地将 GIS 应用到农业气候资源的综合开发还有待于进一步研究。

农业气候计算机模型、作物计算机模拟模型和农业经济模型相结合,可以指导各类地区农业气候资源的开发利用。在各大农业区,可提高粮棉油等主要作物生产基地对农业气

候资源开发利用的水平,并提高产品质量,以适应人口增长和人民生活水平不断提高的需要;在山区可利用不同高度农业气候资源的优势,发展林、果、药、茶、菜等名优特产。同时可加快热带、亚热带地区农业气候资源开发利用,生产国民经济特需和经济价值高的农产品,发展创汇农业。

五、信息技术与农业气象灾害和气候变化的农业对策研究

农业气象灾害对农业生产和人民生活的危害非常大,是发展农业生产的一个制约因素。努力减轻农业气象灾害的影响,是实现农业高产稳产中必须解决的一个重大问题。

以往对农业气象灾害的研究,由于测试手段和计算速度的局限,只能进行经验性、概念性描述和定性分析,缺乏定量的动态模拟。运用信息技术可以从根本上改变农业气象灾害研究的面貌。

首先,运用信息技术建立农业气象灾害的发生模型和危害模型,将此模型与作物模型结合,可以对气象灾害的发生规律了解得更为全面透彻,不仅能模拟出不同区域历年的受灾面积和受灾作物,完成对农业气象灾害模型的验证、修改和完善,还能对农作物的受害程度进行分析。

其次,将经过验证的农业气象灾害模型与决策系统、专家系统相结合,提出正确的综合防御措施,指导大面积农业生产。

第三,与遥感技术相结合,通过卫星遥感监测大气环流变化,直接用于天气预报和灾害预警报,并且通过对农作物长势监测,准确及时地提出农作物受灾情况和受灾面积的报告,为指导抗灾或减轻灾害损失服务。

第四,可以通过灾害模型提出农业气候灾害防御的工程设备要求与合理布局,提出综合防御的战略与应变防御策略,直接用来指导各地防灾与减灾。

由于人类活动影响,肇因于 CO_2 和其他痕量气体的温室效应将改变全球气候,气候变化反过来又将会给人类赖以生存的生态环境和农业生产等带来巨大冲击。全球气候变暖对我国粮食生产提出新的挑战 and 威胁,这迫使我们必须从现在开始就对这一重大的环境问题加以认真的研究。这是一项有重要战略意义的工作,各国政府都很重视,目前正在围绕这一课题开展全球合作研究。

信息技术为这项研究提供了一个有效的手段,应用天气环流模型模拟气候变化,生成 CO_2 倍增时的气候情景,然后再与作物模型耦合,模拟在各种气候情景下作物生长、发育和产量,探讨气候变化对全球粮食生产的影响以及人类生活的影响,并结合各地的天气、土壤和作物资料,对未来的农业发展战略进行分析与评价。我国在研究气候变化对粮食生产的影响方面已经起步,江苏农科院农业气象研究室参加了这项国际合作课题,就气候变暖对我国南方水稻和北方冬小麦的影响分别进行深入的研究,在国内外产生了一定影响,这项研究的顺利开展无疑依赖于信息技术的发展。

六、信息技术与小气候

80年代以来,随着信息技术的发展与普及,测量控制技术和计算机技术在微气象研究中得到了广泛的应用,从而促进了小气候研究方法和手段的发展,使小气候的理论研究

摆脱了 50、60 年代以来的徘徊局面，在某些方面(例如湍流脉动)取得了突破性进展。

小气候仪器的研制不仅反映出研究的水平，也直接关系到小气候理论的发展。由于设施园艺、环境保护、生态农业和农田微气象等项目的研究对农业气象仪器的种类、测量范围和精度提出了更高的要求。各种新型电子元件、传感器、数据采集测量装置及其软件系统应运而生，这些小气候仪器都有如下几个特点：1 测量精度大幅度提高，对温、湿度的反应比较敏感，精度可达 $\pm 0.001^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 1\sim 2\%$ 。2 通过传感器与计算机联接可实现测量自动化，在某一时段或整个过程能进行连续测定。3 数据采集的记录速度大大提高。例如，对空气微粒轨迹的跟踪可实现一秒种采样 1000~1500 个数据，从而可搞清湍流微粒运动的规律。4 这些仪器多半都是重量轻、体积小、便于携带。

由于小气候仪器的不断改进，使得测试手段大大加强，丰富与发展了小气候理论的发展。例如在测定和计算农田蒸散和显热通量的技术和方法中，利用热量测定仪(Fluxatron)基于测定温、湿度脉动的温度相关法，比较传统的波文比—能量平衡法和基于梯度观测的空气动力学方法都要更为精确与直观。对植被层的能量传输有更深刻的了解。

在农田小气候研究中，将小气候与作物模拟相结合，利用传感器技术与计算机相联接，不仅可测出植被冠层内温、光、水等气象要素的分布规律，而且能分析出各种气象因子对农作物生长的影响。同时将小气候研究与灾害防御和决策系统结合，既能确定各种灾害指标又能根据最优化理论和作物苗情，制定恰当的防御措施，减轻气象灾害造成的损失。

用计算机对农业现代化设备进行自动检测、记录、统计、监视，实行局部环境内小气候因素的自动控制，是小气候研究的必然发展趋势。荷兰学者在用计算机控制温室方面走到了世界前列，特别是 J.C.Bakker 等建立一个多层次、多用户控制系统，每分钟采集 8 个大温室约 2000 个数据，然后传送给上一层，长期保存，以便统计分析。作为一个标准的人工气候控制系统，它还提供了专用程序，自动控制温室的温、湿度，使作物处于最佳的生态环境。日本和欧美发达国家采用电脑控制温室，一切管理措施实现自动化操作，把人们从繁琐的农事操作中解放出来，出现了一种新型的所谓“假日农业”(Holiday farm)。

在畜牧气象中，禽舍的微气象条件控制则是通过具有高性能和高可靠微电脑的软硬件逻辑功能来实现的。借助传感器，微型计算机可快速准确地对禽舍所有环境因子，畜禽的性能指标进行监控、数据采集的处理，同时通过控制程序，实现不同要求的最佳环境组合和控制，为家禽提供最优的生长环境。例如，国外大型肉鸡舍内通风、光照和加热基本实现了自动调控，并开始用微机对肉鸡舍的环境进行综合控制，可以提高肉鸡生产的经济效益。

总之，小气候学在信息科学的渗透和影响下，在理论研究和实际应用等方面将会获得进一步发展。

七、信息技术与农业气象情报预报

气候条件的时空分布、变化规律及其对农业的影响，对农业发展规划、区域开发、优化结构、合理布局、改革耕作制度等都具有不容忽视的重要意义。现代化的农业生产需要不断监测气象条件对农业生产的影响；及时提供农业气象信息，分析并提出趋利避害的对