

基于“3S”技术的数字化烟草农业研究概况及展望

董志坚¹, 宋秀中², 程 彪¹

1 中国烟草总公司郑州烟草研究院, 郑州高新技术产业开发区枫杨街2号, 450001;

2 河南中烟工业公司 郑州 450016

摘 要: 介绍了数字化烟草农业的支撑技术基础, 即地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)以及遥感(RS)与遥测技术的主要内容及其在农业领域的研究概况, 以及数字化烟草农业生产技术的研究展望, 包括虚拟烟草生长模型与数字化设计、烟草-土壤系统过程模型与数字化设计、数字化烟草生产技术平台的构建与应用等。

关键词: 烟草; 数字化; 地理信息系统; 全球定位系统; 遥感与遥测

中图分类号: TS46

文献标识码: A

文章编号: 1004-5708(2008)03-0065-06

Prospect of digital technology based on 3S technique in tobacco agricultural research

DONG Zhi-jian¹, SONG Xiu-zhong², Cheng Biao¹

1 Zhengzhou Tobacco Research Institute of CNTC, Zhengzhou 450001, China;

2 China Tobacco Henan Industrial Corporation, Zhengzhou 450016, China

Abstract: Application of digital technology, such as geographical information system, global positioning system, remote sensing and telemetry in tobacco agricultural research was reviewed. Methods based on these technologies, including virtual tobacco growth simulation model, tobacco-soil system model, construction and application of digital platform were proposed.

Key words: tobacco; digital; geographical information system; global positioning system; remote sensing and telemetry

烟叶生产是一个物质流和能量流同时进行的物质能量转化过程。在此过程中如何根据环境如气候因素、土壤水肥状况以及烟株长势, 适时采用合理的农艺措施来调控烟株生长, 以获得理想的烟叶产量和优良品质, 同时实现资源的可持续利用并获得最大的经济效益是烟草农业研究的重要课题。随着人们对烟草农业生产过程研究的深入和以“3S”技术为代表的信息技术的日渐成熟, 适应效益与资源可持续发展的数字化烟草农业生产技术的研究和实施显得尤为重要。

1 数字化农业生产的支撑技术基础

数字化烟草农业生产, 是基于“3S”为代表的信息技术对烟草生产过程所需的海量数据进行管理和分析处理, 再通过专家智能决策系统进行生产过程调控。

“3S”技术是地理信息系统(Geographical Information System, GIS)、全球定位系统(Global Positioning System, GPS)以及遥感(Remote Sensing, RS)三大技术的总称。

GIS是一个“具有空间数据采集、存储、检索、分析、显示和输出功能的综合性技术系统”, 目前GIS技术已由单机GIS进入了网络地理信息系统(Web GIS), 并逐步向开放地理信息系统(Open GIS)迈进, 其信息共享程度进一步提高。GIS可以实现空间数据管理、空间指标量算、综合分析评价以及模拟预测等功能^[1]。

GPS是利用地面接收器, 若同时接收到3颗卫星的信号, 能准确定位(经度、纬度和高程), 若同时接收4颗卫星的信号, 就能准确定位并定时^[2]。GPS主要应用于以下3个方面: (1)智能化机械作业时实时动态定位, 并根据管理信息系统发出的指令, 实现田间精确到位。(2)农业信息采集样点定位, 即农田设置的数据采集点、自动或人工数据采集点和环境监测点。(3)遥感信息定位, 即对遥感信息的特征点利用GPS采集定位数据, 以便于与GIS配套应用^[3]。

作者简介: 董志坚, 女, 学士, 高级农艺师, 主要从事烟草农业科技信息工作。Tel: 0371-67672650, E-mail: yckj2256@yahoo.com.cn

收稿日期: 2007-09-05

RS技术是利用遥感平台,通过光学、红外等各种传感器,远距离不接触目标物体,仅根据接收物体反射或发射的电磁波判定、测量并分析目标物体性质的一种现代化探测技术,包括信息的获取、传输、处理和分析应用等内容^[4]。现代遥感是一个多维、多平台、多层次的立体化观测系统,具有周期性、动态性、多光谱等特点,获取的信息可直接以数字方式记录和传送,以便于计算机处理^[5]。

遥测技术又称数据收集系统(Data Collection System, DCS),可将地面上的定位观测站(如气象站、水文站、生态站、土壤侵蚀监测站等)用直接接触方式记录的传感器接收到的物理量,经过模数转换,由天线将数据发射至卫星上的数据接收器,再经中继卫星或通信卫星集中传输到地面遥测接收站,经处理后制成规范数据提供给用户^[6]。

2 数字化在农业领域的研究概况

数字化在农业领域的应用即数字农业是近20年来科学技术迅速发展条件下产生的现代化农业的又一新型模式,是利用数字化技术,按人们的预定目标,对农业所涉及的对象和全过程进行数字化和可视化的表达、设计、控制、管理。是建立在现代农业理论以及数字地球技术的基础上,融合了RS(从1 km分辨率的气象卫星,到1 m分辨率的卫星遥感)、GPS、GIS、计算机网络等信息技术和土壤快速分析,自动滴灌与喷灌技术及其自动耕作与收获,处理与保存的智能化农机技术等新技术,将农田定位到中、小尺度,使每一平方米的土地得到最优化的使用。形成一个包括对农作物、土地、土壤从宏观到微观的监测,预测农作物生长、发育状况以及环境要素的现状和动态分析、诊断预测、耕作措施、管理方案决策支持在内的农业信息技术系统^[7]。它以农田地理信息系统为核心,作物生长模型和专家智能决策支持系统处理通过信息系统获得的大量数据,提出作物与农田的管理,并通过智能化的农田作业机械进行实施,从而达到资源利用的精确化。因此,数字农业又叫信息农业,精细农业、智能农业和虚拟空间农业等^[8]。

近年来,RS、农业地理信息系统(Agriculture Geographical Information System, AGIS)以及GPS在农作物长势、墒情、水旱灾害、病虫草害、农业资源的监测等方面的应用研究越来越多,并已取得一定成果^[9]。2003年中华人民共和国科技部启动国家863计划“数字农业技术研究示范”重大专项,从数字农业关键技术的

研究与产品开发、数字农业技术系统的集成与平台构建、数字农业示范区的建设3个方面入手,重点进行数字农业信息采集技术与产品开发。已取得的成果与未来的研究为数字农业的构建打下了坚实的理论和应用基础。

2.1 GIS 技术的研究与应用

GIS是20世纪60年代发展起来的一门基于计算机科学的新学科。数字农业的核心就是建立一套完善的农田地理信息系统^[10]。充分利用GIS在空间数据采集与管理方面的能力,融合决策支持系统(Decision Support System, DSS)、全球定位系统、遥感、人工智能技术等,建立作物栽培管理的辅助支持系统、投入产出分析模拟模型以及智能专家系统,用于决策、管理汇总和分析相关数据,再用于决策支持系统的各类模型中,从而对田间的不同管理区求解结果和制定计划。管理计划要考虑影响农田作业的特殊生物特性和环境条件变化,如翻耕、播种、施肥以及病虫害的控制等。产量检测可提供决定性的反馈信息,用于评价和调整下一作物生长周期的管理计划^[6]。在烟草种植方面,陈杰等^[11]进行了网络化烟草栽培专家系统和烟区土壤资源WebGIS的开发,可以实现烟区空间数据的查询与显示;刘建利等^[12]应用GIS进行植烟土壤肥力分区及施肥区划,根据土壤中氮磷钾等主要养分的分布状况和丰缺程度,提出了该区域的4个施肥分区,并针对每个分区的特点给出了相应的6个烟草专用肥配方;李志宏^[13]等采用GPS和GIS技术研究了贵州省凤冈县植烟土壤养分分布状况和烤烟区域养分管理技术,根据土壤中氮、磷、钾等主要养分的分布状况和丰缺程度,提出了该区域的3个施肥分区,并针对每个分区的特点给出了相应的3个烟草专用肥配方;张维理等^[14]综合利用了GIS、模拟技术以及烟草行业和中国农业科学院土壤肥料研究所近20年来在土壤肥力状况方面的研究结果,建立了包括我国十余个省,600多个县的植烟土壤肥力与养分资源状况信息系统。系统既可通过链指针方式,在地图上分省、县、乡多个层面查询植烟土壤肥力信息,也可进行优质烟叶生产的施肥推荐;龙怀玉等^[15]运用GIS技术进行了提高烟叶质量数据科学价值的初步试验,结果表明运用现代信息技术去弥补目前烟叶质量数据的不足是可行的;陈胜利等^[16]利用土壤养分数据库,以GIS和GPS为平台,研究了三门峡烟区土壤养分的空间分布,提出了河南三门峡烟区“增氮补磷稳钾和降氯补锌增硼”的平衡施肥建议;李文华等^[17]提出了应用GIS进行烟草适生性评

价分析的方法、步骤,解决了综合模型的分层次建模问题;中国烟叶生产购销公司等^[18]进行的烟草平衡施肥技术试验与推广研究项目中,利用 GPS、GIS 和数据库技术建立了主要烟区植烟土壤养分数据库、土壤物理性状数据库和土壤类型空间分布数据库,并建立了我国烟区数字土壤模型。在此基础上,构建了烟草平衡施肥信息系统,基本完成了植烟土壤养分分区评价,为烟草分区施肥推荐、区域性烟草专用肥配方的快速决策提供了依据。

2.2 GPS 技术的研究与应用

GPS 原由美国国防部为满足其军事设施高精度导航、定位要求而建立的一种卫星定位系统,近年来在经济领域、生活领域中已得到广泛应用。随着 GPS 技术的迅速发展,美国、英国、加拿大等国开发了与智能化农业机械相配套的差分定位 DGPS(Differential GPS,)定位系统,它具有 12 个通道,动态条件下每秒可自动提供 3D 定位数据,并具有与农机智能监控装置的通用标准接口,用于处理差分校正的 DGPS,定位精度能达到厘米级^[19]。可用于土壤、苗情、病虫害等的信息采集,通过传感器和网络传输给计算机,从而根据田块具体情况安排农事活动。

农机智能监控装置与 GPS 结合,农业基本生产情况与 GIS 分析相结合可从信息收集到处理实现高科技操作,从而为农业生产的科学决策提供可靠的依据。在英、美等国,许多带有 GPS 设备的智能化农业机械已经商品化,主要是利用 GPS 加上联合收割机类的大型农业机械,实时实地收集农田基本信息,然后将存贮的信息在室内与 GIS 基本数据相结合进行分析,最后生成能满足各种需要的专题地图^[8]。据 1996 年美洲一家公司的调查^[20],在北美洲面积大于 300 hm² 的农场,有 19% 已利用 GPS,有 2000 台联合收割机安装有产量计量传感器,因此,通过连续几年监测分析和计算,就能初步掌握区域范围内农业生产的规律。

2.3 RS 技术的研究与应用

RS 是 20 世纪 60 年代发展起来的综合性学科。遥感技术在数字农业中发挥着信息采集与动态监测的优势。气象卫星可提供每天的天气状况信息,测雨雷达进行降雨预报,通过高空间和高分辨率遥感影像,可及时提供作物长势(平均 2~3 天一次)、水肥状况和病虫害情况,称之为“征兆图”(SymptoMaps),供诊断、决策和估产等使用^[21]。为了定时获取数据,需要反复利用遥感或利用小卫星建立完整的、具有时间序列的数据采集网络。1995 年,美国地球物理环境公司(GER)提

出了一个对地球卫星观测的计划,利用卫星群对农作物的生长过程进行监测,采用 6 个载有 16 个波段,分辨率为 10 m 的高光谱遥感卫星,定期采集卫星影像,然后通过技术分析提出预测和预报,再通过广域网向农户提供作物长势、耕作方法、施肥、灌溉、病虫害等方面的信息,以便农户及时采取措施^[8]。

遥测技术在数字农业中的应用主要是实时采集田间信息。目前亟待解决的问题是田间信息实时采集装置中涉及土壤水分、肥力状况、杂草、病虫害以及作物苗情识别的传感器的开发^[22]。这些信息受自然条件的影响其时空变异性大,实时采集难度高、大量信息的采集和处理耗资费时,尚无有效解决措施^[23],是未来研究的主要方向。

2.4 作物生长模拟的研究

作物生长模拟模型是应用系统分析和计算机技术,综合作物生理学、生态学、栽培学等理论建立数学模型,定量而系统地描述作物生长发育、器官建成和产量形成等生理过程与生态环境之间相互作用数量关系的动态数学模型。在此基础上把实验或数值计算获得的大量抽象数据转换为人的视觉可以直接感受的计算机图形,建立作物的三维模型,模拟作物在三维空间中的生长发育过程^[24]。是以作物生长和发育机理为建模基础,考虑了作物生长的一些主要过程,如光合作用,养分摄取(地下根系的生长动态),同化产物分配,蒸腾作用,呼吸作用,叶片的生长与扩展和形态发育与衰老等^[25],采用一些经验方法对某些复杂的过程、参数或变量进行简化处理,从而使模型便于应用。

20 世纪 80 年代作物模型的研究向综合化与应用化方向发展,最具有代表性的是美国 CERES(Crop - Environment Resource Synthesis,作物与环境资源综合系统)系列作物模型的研制成功。CERES 系列作物模型包括了玉米、小麦、高粱及水稻等多种作物^[26-27]。这类模型具有相似的模拟过程,包括土壤水分、养分平衡,发育阶段,作物生长等。用积温模拟发育阶段,根据叶片数、叶面积增长、光的截获及其利用、干物质在各个器官中的分配等模拟作物生长。已被广泛应用于不同环境条件下的作物估产、干旱评价和作物品种培育等^[28]。Wilkerson 等^[29]建立的大豆模型(SOYGRO),可帮助农户进行灌溉和病虫害的防治。此模型是基于作物生长过程,包括作物本身生理过程和环境因子的影响,如光合作用、呼吸作用、生育期模拟、干物质分配、叶片生长和凋落等,并考虑水分胁迫问题。与其它作物模型不同的是,该模型强调了豆科作物的氮素循

环和平衡过程。澳大利亚热带害虫控制研究中心(CPTM)开发出了自己的软硬件系统,可模拟棉花生长,害虫在棉花群体中的运动规律,研究最佳农药喷施方法。美国的 Clausnitzer 和 Hopmans 利用有限元的方法进行了三维根的生长和瞬时土壤水流的模拟建模,并编程实现了其模型。新西兰 HORT 研究所利用相关技术开发了虚拟猕猴桃树系统,使人们能在计算机显示器上观看猕猴桃树的生长发育过程,并用于品种改良和植株形态的研究^[24]。

我国作物模型的研究开始于 20 世纪 80 年代中期,目前在作物生长模拟上也积累了丰富的经验。已经相继建立了小麦、水稻、棉花等多种作物生长的模拟模型^[30],并在生产上得到应用。如高亮之等^[31]建立的水稻模型(RICEMOD),并应用此模型对长江流域不同区域水稻生产进行了播期、移栽期、密度的模拟与优化分析。这些模型能够反映作物生长和发育的基本生理生态机理和过程,具有动态性和通用性。戚昌翰等^[32]利用自主开发的 RICAM 模型编制了水稻生长日历,并进行调控措施和产量预测运用。冯利平^[33]综合考虑了光合作用、呼吸作用 and 同化物在器官中分配等生理过程以及温度、日长、CO₂、水分、N 素等因子的影响,研究建立了我国华北冬小麦生产影响评估模型 WHTMOD,可模拟小麦生长发育与产量形成动态,反映气候异常对研究区域小麦生产的影响。潘学标^[34]建立了棉花生长发育与产量形成的模拟模型 COT-GROW 等。这些模型对农业生产具有重要的指导意义。

与其他农作物相比,烟草模拟模型的研究相对滞后,建立的烟草模拟模型多为经验模型,在生产中的应用尚不广泛。在烟草生长发育模型研究方面,Wann 等^[35]建立了烟草干物质积累的模拟模型,Mcneil 等^[36]建立了烟草体内氨基酸的合成途径的模拟模型。我国的马新明等^[37]在分析烟草根系生长发育规律的基础上,采用作物模拟技术,定量地描述了根系生长与环境之间的动态关系,建立了烟草根系形态发育的数学模型。通过模型运行,以较少的参数实现了烟草根系数量、长度、根长指数和根长密度等指标的输出,为根系的研究提供了新的手段;熊淑萍等^[38]以大田试验为基础,根据农业气象学和植物生理学的基本原理,构建了烟草生育期动态模拟模型(TDSM),模拟了不同品种类型烟草的发育与环境因子的数量关系。模型预测结果播种期至出苗期,模拟值与实测值的误差为 1 d;其它生育时期的误差均为 2~3d;马新明

等^[39]还采用数据库和多媒体技术建立了烟草氮肥运筹知识模型系统,用于确定不同地区和生产条件下的烟草氮肥运筹方案。系统包括数据管理、生长动态、氮肥运筹和生产技术 4 个部分,可根据烟草发育时期和长势长相为管理者提供烟田氮肥丰缺状况、烟株氮素分布情况等有效信息,同时还具有智能学习,实时掌握根系生长时空分布等功能。

烟草病虫害模型研究方面,美国应用 GIS 将不同年度、不同地域间的信息包括气象、农作物品种抗性、有益有害生物、生态变化等信息集合在一起分析,建立了病虫害的发生预测模型^[40],密歇根州立大学的 Gage 建立了当地一些病虫害发生预测的 IPM 模型^[40];Richard 等^[41]利用模拟模型对烟草蚜虫发生进行预测;Main 等^[42]对烟草霜霉病孢子的传播进行了预测研究;保加利亚的 Dimitrov^[43]根据日平均气温、相对湿度和日照时数以及当前和前一段时间烟蓟马的群体数量,研究了烟蓟马的发生量和发展趋势的预测模型,用来预测和确定烟蓟马和番茄斑萎病毒病(TSWV)的最佳防治期。

3 数字化烟草农业生产技术研究展望

烟草是主要的农作物之一,在生产技术上与其它农作物有相似之处,但又有其特殊性。因此,在进行数字化烟叶生产技术的研发上除借鉴其他农作物的研究成果外,应重点考虑烟草生长的特点。其研究内容主要包括:

3.1 虚拟烟草生长模型与数字化设计

(1)烟株器官形态描述模型库与参数库的建立,实现数字烟草设计的三维可视化系统的开发;(2)基于烟草形态-功能互反馈机制,能精确模拟烟草随环境条件而改变的生长状况的虚拟模型的建立;(3)基于数字烟株和冠层光分布模型,对烟草形态结构优化系统、优质烟草的数字化形态结构设计系统原型的开发;(4)烟草根系构型模型与养分、水分吸收最优化根系构型的数字化系统的建立。

3.2 烟草-土壤系统过程模型与数字化设计

(1)不同种植制度下基于生理生态过程的烟草产量与品质形成模拟模型的建立,实现烟草的年度动态数字化模拟;(2)基于土壤水分、养分运移过程及土壤-烟草系统养分和水分平衡模拟模型的研究,实现农田水肥动态的数字化模拟;(3)烟草-环境-技术关系的烟叶生产管理技术模型的构建,实现烟叶生产方案及管理调控指标的数字化设计;(4)整合烟草生长

模拟模型、土壤-烟草系统水分与养分平衡模型、作物管理模型、基于GIS的生产要素空间变异模型、烟草生产力与效益分析模型,建立数字化的土壤-烟草系统模型及烟草管理决策系统和数字化种植设计系统,实现烟草系统预测、分析、调控、设计的数字化和科学化。

3.3 数字化烟草生产技术平台的构建与应用

(1)在烟草种植较分散条件下,基于网络技术、“3S”技术和农田信息快速获取技术构建精准生产过程远程诊断和智能决策平台;(2)构建高度机械化规模生产条件下的精准生产技术体系,包括支持精准播种、精准施肥、精准灌溉、精准施药等关键环节的软件和硬件技术平台,基于该平台实现农业精准生产;(3)构建设施农业精准生产环境信息采集、分析、处理和工程控制技术平台,实现设施农业生产过程关键环节的自动化和半自动化。

4 结语

烟草作为一种重要的经济作物,在我国国民经济中占有重要的地位。实现烟草种植的精细化、集约化和高效化,将从根本上改变我国目前烟草农业生产的“粗放式”作业方式,实现烟草生产全程精确化监测与控制,如种子、土壤、施肥、灌溉、病虫害防治、收获、调制等各方面精细测量与调控,实施数字化管理,最终建立起数字化烟草农业生产模式。可以预言,随着现代信息技术的发展,“数字烟草农业”将成为21世纪的新型烟草生产模式。

参考文献

- [1] 林联盛.地理信息系统的发展及前沿问题[J].江西水利科技,2000,26(3):137-143.
- [2] 汪懋华.“精细农业”技术发展与农业装备技术创新[A].数字地球[C].北京:中国环境科学出版社,1999:47-54.
- [3] 肖志刚,张曙光,么永强,等.精确农业的现状与发展趋势的研究[J].河北农业大学学报,2003,26:256-259.
- [4] 崔伟宏.建立“数字地球”农业科学工程的探讨[A].数字地球[C].北京:中国环境科学出版社,1999:157-164.
- [5] 陆登槐.遥感技术在农业工程中的应用[M].北京:清华大学出版社,1997.
- [6] 刘长岐,甘国辉.数字农业与中国农业可持续发展[J].科技导报,2002(12):46-48.
- [7] 彭鹏,谢炳庚,侯伊林.关于“数字农业”[J].农业现代化研究,2000,21(4):254-256.
- [8] 承继成,易善植.数字农业——数字地球的应用之一[J].地球信息科学,2000(1):15-19.
- [9] 章练红.计算机技术在我国农业上应用的现状[J].计算机与农业,1999(3):3-6.
- [10] 刘爱民,封志明.发展精确农业应有的放矢[N].科学时报,1999-07-13.
- [11] 陈杰.网络化烟草栽培专家系统和烟区土壤资源 WebGIS 开发[D].华中农业大学硕士论文,2005.
- [12] 刘建利,李志宏,陈江华,等.GIS 应用于植烟土壤肥力分区及施肥区划的研究[J].中国烟草学报,2004(3):19-24.
- [13] 李志宏,刘宏斌,石俊雄,等.基于GIS的烤烟区域养分管理技术研究——以贵州省凤冈县为例[J].中国农业科学,2004,37(增刊):80-86.
- [14] 张维理,刘建利,徐爱国,等.我国烟草土壤肥料信息系统的开发与应用[J].中国烟草学报,2003(增刊):1-8.
- [15] 龙怀玉,刘建利,张维理,等.运用GIS技术提高我国烟叶质量数据科学价值初探[J].中国烟草学报,2002(4):42-46.
- [16] 陈胜利,乔红波,王红旗,等.基于GIS和GPS的烟田养分管理[J].烟草科技,2007(2):58-62.
- [17] 李文华,王树会,邵岩,等.基于GIS的云南烟叶适生性评价方法[J].测绘信息与工程,2006,31(4):22-24.
- [18] 中国烟叶生产购销公司.烟草平衡施肥技术试验与推广[R].北京:中国烟草生产购销公司,2005.
- [19] 唐世浩,朱启疆,闫广建,等.关于数字农业的基本构想[J].农业现代化研究,2002,23(3):183-187.
- [20] 赵群,王志刚.数字农林业浅析[J].北京农学院学报,2002,17(1):84-88.
- [21] 李德仁.空间信息技术与农业发展[J].大自然探索,1999(1):1-6.
- [22] 汪懋华.信息科技:农业可持续发展的加速器[N].科学时报,2000-01-18.
- [23] 邢素丽,张广录.我国农业遥感的应用现状与展望[J].农业工程学报,2003,19(6):174-178.
- [24] 艾施荣,何火娇,吴瑞梅.虚拟作物研究综述[J].江西农业大学学报,2003,25:44-47.
- [25] 杨京平,王兆寿.作物生长模拟模型及其应用[J].应用生态学报,1999,10(4):501-505.
- [26] Jones C A, Kiniry J R. CERES-Maize: A simulation model of maize growth and development [M]. College Station, US: Texas A & M Univ. Press, 1986.
- [27] Ritchie J T, Otter S. Description and performance of CERES-Wheat: auser-oriented wheat yield model [R]. Willis W O. ARS wheat yield project. US: USDA-ARS, ARS-38, 1985: 159-175.
- [28] 谢云, James R Kiniry. 国外作物生长模型发展综述[J].作物学报,2002,28(2):190-195.
- [29] Wilkerson G G, Jones J W, Boote K J, et al. Modeling soybean growth for crop management[J]. Trans A S A E, 1983, 26: 63-73.
- [30] 曹卫星,李存东,李旭,等.基于作物模型的专家系统预测和决策功能的结合[J].计算机与农业,1998(2):8-10.
- [31] 高亮之,金之庆.水稻栽培计算机模拟优化决策系统[M].北京:中国农业科技出版社.1992:124-134.
- [32] 戚昌翰.水稻生长日历模拟模型与应用研究[J].江西农

- 业大学学报, 1989(增刊):8-15
- [33] 冯利平, 孙宁, 刘荣花, 等. 我国华北冬小麦生产影响评估模型的研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(4): 73-76
- [34] 潘学标, 韩湘玲, 石元春. COTGROW: 棉花生长发育模拟模型[J]. 棉花学报, 1996, 8(4): 180-188.
- [35] Wann M, Paper C D, Lucas H L. a Dynamic model for plant growth: a simulation of dry matter accumulation for tobacco[J]. Photosynthetica, 1978, 12:121-136.
- [36] Mcneils D, Rhodes D, Russell B L, et al. Metabolic modeling identifies key constraints on an engineered glycine betaine synthesis pathway in tobacco[J]. Plant Physiol, 2000, 124: 153-162.
- [37] 马新明, 杨娟, 熊淑萍, 等. 烟草根系形态发育模拟模型[J]. 中国农业科学, 2005, 38(12):2421-2427.

- [38] 熊淑萍, 马新明, 石媛媛, 等. 不同生育时期烟草生长与生态因子关系动态模拟模型研究[J]. 河南农业大学学报, 2005, 39(3): 321-325.
- [39] 马新明, 石媛媛, 席磊. 烟草氮肥运筹知识模型系统的设计与实现[J]. 河南农业大学学报, 2006, 40(1): 91-94.
- [40] 全国农技推广服务中心. 美国病虫害综合防治概况介绍[J]. 植保技术与推广, 1999, 19(5):38-39.
- [41] Richard A, David W. User's manual for a simulation model of genetic control of the tobacco the budworm[M]. Mississippi State: Mississippi Agricultural and Forestry Press, 2000.
- [42] Main C E, Davis J M, Thomas Keever. Forecasting transport of spores and spread of tobacco Blue Mold[M]. Departments of Plant Pathology and Marine, Earth and Atmospheric Sciences, 2001.
- [43] Dimitrov. 1996年 CORESTA 大会论文集[C]. 1996.

《烟草科技》第六期目次

·烟草工艺	
湿空气特性对烟片松散回潮过程的影响	堵劲松, 李善莲, 李 斌, 等 05
加料加香系统管路的改进	李跃峰, 李华杰, 姜焕元, 等 11
湖南烤烟还原糖含量区域特征及其对评吸质量的影响	邓小华, 周冀衡, 陈冬林, 等 13
·设备与仪器	
工业称量系统在香料厨房中的应用	张 岩, 任 军, 崔庆育, 等 20
滤棒成型机组圆周控制系统的对比分析	甘蔚钰 23
·计算机应用	
卷烟工业企业自动化物流系统效能优化	卢子奎, 郭天文, 罗旺春, 等 26
面向精细化管理的卷烟企业制造执行系统(MES)的应用	郭如军, 罗应龙, 王 军 29
·烟草化学	
国内外几种知名品牌卷烟化学特性比较	谢 焰, 吴 达, 金永明, 等 33
微波谐振腔微扰技术快速检测烟丝含水率	邱 晔, 彭金辉, 黄 铭, 等 38
反相 HPLC 法同时测定烟草中的甲酸、乙酸和乳酸	王文领, 王 宁, 宋金勇, 等 41
卷烟纸灰分的连续流动分析	彭丽娟, 李 苓, 杨文凡, 等 44
·栽培与调制	
晾制湿度对白肋烟碱向降烟碱转化的影响	蔡联合, 杨 军, 尹启生, 等 46
γ 射线与 NaN_3 处理对烟草种子活力的影响	任学良, 王 轶, 史跃伟, 等 51
·病虫害防治	
精甲霜灵在烟叶和土壤中的残留量和降解规律	李义强, 曹爱华, 马 强, 等 56
3 种防护剂对烟草甲和烟草粉蛾的防治效果	周汉平, 宋纪真, 齐凌峰, 等 60
·工作研究	
世界各国卷烟包装标识现状与分析	邢 军, 雷樟泉, 刘 锋, 等 63
2006 年美国《化学文摘》收录《烟草科技》刊登论文统计分析	中国烟草科技信息中心 66

《中国烟草科学》第三期目次

·专 论·	
烟叶风格特色的定位	唐远驹
·遗传育种·	
白肋烟新品种 YNBS1 选育及生产试验示范	柴家荣
几个烤烟新品种在永州的试种表现	高春洋, 杨全柳, 周正红, 等
·烟草经济·	
烟叶标准化生产与可持续发展	杜传印, 王兆群, 周 建, 等
·生物技术·	
烟草 Nt - syrl 基因实时荧光定量 PCR 检测方法	代晓燕, 苏以荣, 魏文学, 等
·植物保护·	
烟蚜重寄生蜂—蚜虫宽缘金小蜂的行为学特性初步研究	柴正群, 况荣平, 朱建青
·测试分析·	
烟草叶片中自由水含量测定方法比较分析	王传义, 张忠锋, 徐秀红, 等
·调制分级·	
密集式烤房导热耐火材料散热器在烘烤上的应用	童旭华, 姜林灿, 赖碧添, 等
·工业利用·	
烤烟复烤片烟在济南自然陈化期间化学成分含量变化	郝廷亮, 厉昌坤, 田昊庭, 等
·生理生化·	
烤烟品种耐寒性及相关生理指标的研究	陈卫国, 李永亮, 周冀衡, 等
·栽培技术·	
双行凹型垄及地膜覆盖对烟叶和土壤中磷含量的影响	魏 嵬, 汪 健, 毕庆文, 等
豆浆灌根对豫西烤烟香气含量和评吸质量影响研究初报	韦凤杰, 张国显, 王海涛, 等
驳枝及追施氮肥量对烤烟主脉化学成分的影响	相智华, 陈建军, 吕永华, 等
·研究简报·	
庆阳塬区不同覆膜期对土壤水分和烤烟产质量的影响	许建业
安徽皖南烟区青枯病原菌生化型研究	顾江涛, 许大风, 李 英, 等