



iCourse · 教材
高等农林院校基础课程系列



自主创新
方法先行

数字农业技术基础

(第2版)

主 编 孙红敏
副主编 贾银江 李晓明
编 者 彭 静 杜 勇 刘文洋 王 艳
宋伟先 王 丹 张 宇
主 审 苏中滨

高等教育出版社



iCourse · 教材
高等农林院校基础课程系列



自主创新
方法先行

526
532

数字农业技术基础

(第2版)

主 编 孙红敏
副主编 贾银江 李晓明
编 者 彭 静 杜 勇 刘文洋 王 艳
宋伟先 王 丹 张 宇
主 审 苏中滨

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是农业院校大学计算机课程的配套教材,通过分析现代农业生产过程中面临的主要问题,提出了将信息技术应用于农业生产的各个环节,从而解决问题的实施方案,较为全面地介绍了信息技术与农业生产结合和发展的过程,以及当前国内外数字农业技术的发展和成果,农业信息化的应用前景,数字农业技术的技术组成和实施办法,通俗易懂地介绍了数字农业技术及其在农业领域的应用。全书共8章,主要内容有数字农业概述、农业数据采集处理技术、3S技术与精确农业、农业物联网、农业系统智能模拟、农业计算机视觉技术、农业生产及管理智能化、数字农业发展与新农村建设。

本书可以作为农业院校的本科学生数字农业技术课程的教材,同时也可以提供给从事数字农业研究的人员作为参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

数字农业技术基础 / 孙红敏主编;彭静等编. --2
版. --北京:高等教育出版社,2015.8 (2016.5 重印)
iCourse·教材. 高等农林院校基础课程系列
ISBN 978-7-04-042898-8
I. ①数… II. ①孙… ②彭… III. ①数字技术-应
用-农业-高等学校-教材 IV. ①S126
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 138643 号

Shuzi Nongye Jishu Jichu

项目策划 王 瑜 李光跃 陈琪琳 李艳馥 吴雪梅

策划编辑 陈 哲

责任编辑 张 龙

封面设计 张 楠

版式设计 王艳红

插图绘制 杜晓丹

责任校对 陈 杨

责任印制 田 甜

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京铭传印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 16.5
字 数 400千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
版 次 2011年2月第1版
2015年8月第2版
印 次 2016年5月第2次印刷
定 价 26.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 42898-00

iCourse · 数字课程 (基础版)

数字农业技术基础

主编 孙红敏

<http://abook.hep.com.cn/1880129>

登录方法

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/1880129>, 单击“注册”。在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”界面。
2. 课程充值: 登录后单击右上方“充值”图标, 正确输入教材封底标签上的明码和密码, 单击“确定”按钮完成课程充值。
3. 在“我的课程”列表中选择已充值的数字课程, 单击“进入课程”即可开始课程学习。

账号自登录之日起一年内有效, 过期作废。
使用本账号如有任何问题, 请发邮件至:
ecourse@pub.hep.cn



iCourse · 教材
高等农林院校基础课程系列



自主创新
方法先行

数字农业技术基础 (第2版)

主编 孙红敏

用户名 密码 验证码 4924 进入课程

注册

数字课程介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

重要通知

数字农业技术基础数字课程与纸质教材一体化设计, 紧密配合。数字课程涵盖微视频、电子教案、拓展阅读、图片资源等板块。充分运用多种形式媒体资源, 极大地丰富了知识的呈现形式, 拓展了教材内容。在提升课程教学效果同时, 为学生学习提供思维与探索的空间。

因系统升级, 所有用户都需要先注册 (不能用书后的明码暗码直接登录)。注册后的用户登录后, 请先点击页面右上方“充值”, 正确输入教材封底标签上的明码和密码完成课程选择。

注册 登录 充值

资源说明

与本书配套的数字课程资源按照章、节知识树的形式构成,每节配有电子教案、拓展阅读、图片文件、微视频资源,内容标题为:

1. 电子教案:教师上课使用的与课程和教材紧密配套的教学 PPT,可供课前预习或课后复习使用。
2. 拓展阅读:为丰富教材资源,数字课程中还提供了与教材中知识点内容紧密结合的拓展阅读材料。
3. 图片文件:数字课程中提供有部分彩色图片,便于直观地了解相关教学内容。
4. 微视频:内容为重要知识点的讲述,能够让学习者随时随地使用移动通信设备观看比较直观的视频讲解。这些微视频以二维码的形式在书中出现,扫描后即可观看。相应微视频资源在“视频点播”栏目中也可观看。

出版说明

“十二五”是继续深化高等教育教学改革、走以提高质量为核心的内涵式发展道路和农林教育综合改革深入推进的关键时期。教育教学改革的核心是课程建设,课程建设水平对教学质量和人才培养质量具有重要影响。2011年10月12日教育部发布了《教育部关于国家精品开放课程建设的实施意见》(教高[2011]8号),开启了信息技术和网络技术条件下校、省、国家三级精品开放课程建设的序幕。作为国家精品开放课程展示、运行和管理平台的“爱课程(iCourse)”网站也逐渐为高校师生和社会公众认知和使用。截至目前,已启动2911门精品资源共享课和696门精品视频公开课的立项建设,其中的1000多门精品资源共享课和600多门精品视频公开课已经在“爱课程(iCourse)”网站上线。

高等教育出版社承担着“‘十二五’本科教学工程”中国国家精品开放课程建设的组织实施和平台建设运营的重要任务,在与广大高校,特别是高等农林院校的调研和协作中,我们了解到当前高校的教与学发生了深刻变化,也真切感受到课程和教材建设所面临的挑战和机遇。如何建设支撑学生自主学习和校际共建共享的课程和新形态教材成为现实课题,结合我社2009年以来在数字课程建设上的探索和实践,我们提出了“高等农林院校基础课程精品资源共享课及系列教材”建设项目,并获批列入科技部“科学思维、科学方法在高等学校教学创新中的应用与实践”项目(项目编号:2009IM010400)。项目建设理念得到了众多农林高校的积极响应,并于2012年12月—2013年6月,分别在北京、扬州、武汉、哈尔滨、福建等地陆续召开了项目启动会议、研讨会和编写会议。2014年,项目成果“iCourse·教材:高等农林院校基础课程系列”陆续出版。

本系列教材涵盖数学、物理、化学化工、计算机、生物学等系列基础课程,在出版形式、编写理念、内容选取和体系编排上有不少独到之处,具体体现在以下几个方面。

① 采用“纸质教材+数字课程”的出版形式。纸质教材与丰富的数字教学资源一体化设计,纸质教材内容精炼适当,并以新颖的版式设计和内容编排,方便学生学习和使用;数字课程对纸质教材内容起到巩固、补充和拓展作用,形成以纸质教材为核心,数字教学资源配合的综合知识体系。

② 创新教学理念,引导自主学习。通过适当的教学设计,鼓励学生拓展知识面和针对某些重要问题进行深入探讨,增强其独立获取知识的意识和能力,为满足学生自主学习和教师教学方法的创新提供支撑。

③ 强调基础课程内容与农林学科的紧密联系,始终抓住学生应用能力培养这一重要环节。教材和数字课程中精选了大量有实际应用背景的案例和习题,在概念引入和知识点讲授上也总是从实际问题出发,这不仅有助于提高学生学习基础课程的兴趣,也有助于加强他们的创新意识和创新能力。

④ 教材建设与资源共享课建设紧密结合。本系列教材是对各校精品资源共享课和教学改革成果的集成和升华,通过参与院校共建共享课程资源,更可支持各级精品资源共享课的持续建设。

建设切实满足高等农林教育教学需求、反映教改成果和学科发展、纸质出版与资源共享课紧密结合的新形态教材和优质教学资源,实现“校际联合共建,课程协同共享”是我们的宗旨和目标。将课程建设及教材出版紧密结合,采用“纸质教材+数字课程”的出版形式,是一种行之有效的方法和创新,得到了高校师生的高度认可。尽管我们在出版本系列教材的工作中力求尽善尽美,但难免存在不足和遗憾,恳请广大专家、教师和学生提出宝贵意见与建议。

高等教育出版社

2014年7月

前言

数字农业 1997 年由美国科学院、工程院两院院士正式提出,是指将遥感、地理信息系统、全球定位系统、计算机技术、通信和网络技术、自动化技术等高新技术与地理学、农学、生态学、植物生理学、土壤学等基础学科有机地结合起来,实现在农业生产过程中对农作物、土壤从宏观到微观的实时监测,以实现对农作物生长、发育状况、病虫害、水肥状况以及相应的环境进行定期信息获取,生成动态空间信息系统,对农业生产中的现象、过程进行模拟,达到合理利用农业资源,降低生产成本,改善生态环境,提高农作物产品质量的目的。数字农业作为现代农业最前沿的发展领域,是农业信息化发展的最高表现形式和根本方向。发展数字化农业及相关技术,是发展现代农业必然选择的支撑技术,主导着农业现代化的方向。

本书面向农林类高等院校学生,作为计算机技术在农业领域应用的知识普及,通过本课程的学习,使学生从理论和实践上掌握数字农业的原理、组成和方法,建立关于数字农业系统框架,了解当今数字农业发展的新技术和新理论,重点理解数字农业所涵盖的各项技术的信息化、自动化、智能化的特点和应用原理,并掌握与所学专业相关的信息技术,为进一步将数字化技术应用于农业领域打下坚实的基础。

全书共分 8 章,第 1 章数字农业概述,通过介绍数字化的基本概念、发展以及应用领域,使学生了解数字化技术对农业发展的重要作用,能够将数字化技术与本专业领域应用结合起来,探讨农业数字化的前景。第 2 章农业数据采集处理技术,通过介绍农业数据信息采集设备和采集方法、应用数据库存储数据的基本方法,在此基础上,介绍常用数据分析软件。第 3 章 3S 技术与精确农业,对 3S 技术的基本工作原理进行介绍,并介绍 3S 技术在农业领域的应用现状,为农田信息采集和精确农业实施奠定基础。第 4 章农业物联网,介绍了物联网关键技术、信息获取与传输的基本方法以及物联网技术在农业领域的具体应用。第 5 章农业系统智能模拟,介绍农业模拟模型的建立方法和农业系统模拟技术,为进一步进行虚拟农业的研究打下基础。第 6 章农业计算机视觉技术,通过对计算机视觉基本原理和方法的介绍,使学生了解视觉图像的获取、表示、处理的基本方法,方便学生进行农产品无损检测、果实分类等方面的研究。第 7 章农业生产及管理智能化,通过对专家系统和决策支持系统基本结构和工作原理、知识的获取和表示以及推理策略的介绍,使学生了解专家系统的开发原理和过程。第 8 章数字农业发展与新农村建设,介绍农业信息化技术体系、发展趋势以及在新农村建设中发挥的重要作用。

本书第 1 章由孙红敏编写,第 2 章由彭静编写,第 3 章由贾银江编写,第 4 章由张宇、王艳编写,第 5 章由刘文洋编写,第 6 章由杜勇编写,第 7 章由李晓明、宋伟先编写,第 8 章由彭静编写。王丹参加了本书的数字资源收集和整理工作,全书由苏中滨教授审阅。

本书在编写过程中查阅了国内外大量的参考文献,并引用了国内外一些重要的文献资料,由

于篇幅限制,这里不能一一列出,谨代表所有参编人员在此一并表示感谢。

由于数字农业技术的研究尚处于发展阶段,若干理论和技术尚不成熟,同时书中涉及内容广泛,限于编者的学识水平,书中难免存在不足或不当之处,敬请广大读者批评指正,以共同推进数字农业技术教学和研究的发展。

编 者

2015 年 3 月

目 录

第 1 章 数字农业概述 1

- 1.1 现代农业发展需关注的问题 2
 - 1.1.1 农产品质量安全 2
 - 1.1.2 农业生态环境 3
 - 1.1.3 农业病虫害防治 6
- 1.2 信息技术在农业中的应用 8
- 1.3 数字农业基础 11
 - 1.3.1 基本概念 11
 - 1.3.2 数字农业的意义 12
 - 1.3.3 数字农业主要研究领域 13
 - 1.3.4 数字农业发展 16
 - 1.3.5 数字农业发展趋势 18
- 1.4 数字农业的体系与关键技术 19
 - 1.4.1 数字农业的技术体系 19
 - 1.4.2 数字农业的关键技术 21

第 2 章 农业数据采集处理技术 23

- 2.1 农业数据采集处理技术概述 24
 - 2.1.1 农业数据的主要特点 24
 - 2.1.2 农业数据的类型 25
- 2.2 农业数据获取技术 26
 - 2.2.1 生物信息的采集 26
 - 2.2.2 气候信息的采集 27
 - 2.2.3 土壤信息的采集 29
- 2.3 农业数据存储与处理技术 33
 - 2.3.1 概述 33
 - 2.3.2 数据存储技术 40

- 2.3.3 数据处理技术 46

2.4 常用数据处理软件 51

- 2.4.1 Microsoft Office Excel 51
- 2.4.2 SAS 52
- 2.4.3 SPSS 54
- 2.4.4 Minitab 56
- 2.4.5 Stata 57
- 2.4.6 DPS 58

第 3 章 3S 技术与精确农业 61

- 3.1 3S 技术与精确农业概述 62
 - 3.1.1 精确农业的基本概念 62
 - 3.1.2 精确农业的研究背景和必要性 62
 - 3.1.3 精确农业及其发展 63
 - 3.1.4 精确农业的目标 66
 - 3.1.5 精确农业效益评价体系 66
 - 3.1.6 精确农业的技术思想 68
 - 3.1.7 精确农业技术体系构成 70
 - 3.1.8 精确农业的分类与特征 70
- 3.2 全球定位系统 71
 - 3.2.1 GPS 系统组成 72
 - 3.2.2 GPS 的定位原理 75
 - 3.2.3 GPS 系统的特点 77
 - 3.2.4 其他卫星定位系统 78
 - 3.2.5 GPS 技术在农业中的应用 81
- 3.3 地理信息系统 84
 - 3.3.1 GIS 分类 85
 - 3.3.2 GIS 特征 85
 - 3.3.3 GIS 的组成 86

3.3.4 GIS 的数据结构	87		
3.3.5 GIS 技术在农业中的应用	92	第 5 章 农业系统智能模拟	129
3.4 遥感技术	94		
3.4.1 遥感系统的组成	94	5.1 农业系统智能模拟的必要性及研究进展	130
3.4.2 遥感技术的分类	95	5.1.1 农业系统智能模拟概述与必要性	130
3.4.3 遥感技术的特点	95	5.1.2 农业科学技术研究与应用中的常见农业数据模型类型	130
3.4.4 遥感信息获取与处理	96	5.1.3 农业系统智能模拟在数字农业中的作用	131
3.4.5 电磁波谱与地物波谱特征	96	5.1.4 农业系统智能模拟的研究现状	132
3.4.6 RS 技术在农业中的应用	100	5.2 虚拟植物与虚拟农业	133
3.5 我国精确农业面临的问题与对策	102	5.2.1 虚拟现实、虚拟植物和虚拟农业的基本概念	133
3.5.1 我国精确农业面临的问题	102	5.2.2 作物建模的一般步骤	138
3.5.2 我国发展精确农业的对策	103	5.2.3 作物建模与生长过程模拟的常用方法	139
第 4 章 农业物联网	105	5.2.4 虚拟植物与虚拟农业的应用	142
4.1 农业物联网概述	106	5.3 农业模拟模型	145
4.1.1 农业物联网的概念	106	5.3.1 概述	145
4.1.2 农业物联网架构	107	5.3.2 农业模拟模型构建方法	145
4.1.3 农业物联网关键技术	107	5.3.3 农业模拟模型应用	150
4.2 农业物联网信息感知获取技术	109	第 6 章 农业计算机视觉技术	153
4.2.1 常用农业传感器	109	6.1 计算机视觉技术缘起	154
4.2.2 射频识别 (RFID) 技术	111	6.2 现代农业与计算机视觉技术	156
4.2.3 条形码和二维码技术	112	6.3 计算机视觉的基本原理	158
4.2.4 3S (GPS、RS、GIS) 技术	113	6.4 农业视觉图像的模式识别	161
4.3 农业物联网信息传输技术	113	6.4.1 图像采集	162
4.3.1 无线传感器网络	113	6.4.2 图像预处理	167
4.3.2 移动通信网络	115	6.4.3 图像特征分析与提取	173
4.3.3 ZigBee 无线网络	116	6.4.4 特征优化	179
4.4 农业物联网信息处理技术	117	6.4.5 视觉信息的模式识别	180
4.4.1 多传感器信息融合技术	117	6.5 计算机视觉技术在农业中的应用	183
4.4.2 智能预测算法	118	6.5.1 监测与评价	183
4.4.3 智能控制算法	120		
4.4.4 其他常用信息处理技术	123		
4.5 农业物联网应用实例——畜禽舍养殖环境智能调控系统	123		
4.5.1 系统简介	123		
4.5.2 畜禽舍养殖环境智能调控系统总体框架	124		

6.5.2	农产品加工检测	184	7.3.1	什么是农业专家系统	205
6.5.3	农业视觉机器人	186	7.3.2	农业专家系统的特性与 作用	205
6.5.4	农业资源调查与评估	187	7.3.3	农业专家系统的类型	206
第7章 农业生产及管理智能化		189	7.3.4	农业专家系统的功能与 结构	208
7.1	农机作业调度指挥系统	190	7.3.5	如何开发农业专家系统	210
7.1.1	什么是农机作业调度指挥 系统	190	7.3.6	常见农业专家系统开发 平台	213
7.1.2	农机作业调度指挥系统的 特点	190	7.3.7	农业专家系统开发实例	214
7.1.3	农机作业调度指挥系统的 功能	191	7.4	现代农业物流	222
7.1.4	农机作业调度指挥系统的基本 构成要素	191	7.4.1	什么是现代农业物流	222
7.1.5	农机作业调度指挥系统的优化 原则	192	7.4.2	现代农业物流体系	228
7.1.6	农机作业调度指挥系统的 开发	193	第8章 数字农业发展与新农村建设		233
7.2	农业电子商务	196	8.1	我国数字农业发展趋势	234
7.2.1	农业电子商务的概念	196	8.2	新农村建设	235
7.2.2	农业电子商务的优点	196	8.2.1	新农村建设的内涵、要求、 意义	236
7.2.3	农业电子商务的不足	197	8.2.2	新农村建设面临的问题	238
7.2.4	农业电子商务的现状	198	8.3	数字农业与新农村建设	239
7.2.5	农业电子商务模式	198	8.3.1	数字农业与新农村建设的 关系	239
7.2.6	农业电子商务的分类	199	8.3.2	数字农业在新农村建设中的 作用	239
7.2.7	农业电子商务模式现状	201	8.4	数字农业发展的战略与措施	241
7.2.8	农业电子商务平台	202	参考文献		246
7.3	农业专家系统	204			

第1章

数字农业概述

1.1 现代农业发展需关注的问题

1.2 信息技术在农业中的应用

1.3 数字农业基础

1.4 数字农业的体系与关键技术

21 世纪是社会高度信息化、经济高度知识化的时代,知识和信息已经成为促进经济发展的基本因素。信息科学技术的高速发展以及世界范围内信息基础设施的迅速完善,加速了知识经济时代的全面发展,同时也为我国实施农业信息化、迎接知识经济的挑战、推动新的农业科技革命提供了良好技术支撑和机遇。

1.1 现代农业发展需关注的问题

发展现代农业是社会主义新农村建设的首要任务。与传统农业相比,现代农业具有更高的土地产出率、资源利用率和劳动生产率,具有更加完备的物质保障、更加强大的科技支撑、更加发达的产业体系、更加完善的经营形式、更加先进的发展理念和新型的农民。从总体上看,促进传统农业向现代农业转变,既应遵循全球农业发展的一般规律,又应考虑我国经济社会发展的实际。

1.1.1 农产品质量安全

1. 农产品质量安全的重要性

随着我国工业化、信息化、城镇化、农业现代化的快速推进,农产品质量安全与农业产业发展的关联度越来越大,一旦质量安全问题处理不好,就会对整个产业造成巨大冲击,给广大农民造成重大损失。“三鹿奶粉”事件重创奶业,海南“毒豇豆”事件影响海南蔬菜,湖南“镉大米”影响粮食生产及加工等,这些负面影响至今还没有完全消除。可以说,没有农产品的质量安全,就没有农业产业的健康发展,就没有农民收入的持续增长,就没有农村社会的和谐稳定。

食品安全直接关系到每个人的身体健康甚至生命安全。对于影响巨大的食品安全事件而言,危害不仅仅局限在受害的消费者,往往还会延伸到行业和国家声誉的层面。前段时间一些调查机构和主流媒体公布了当前我国社会高度关注的六大问题,其中食品安全问题以 70.4% 的认同率高居榜首,这说明社会公众对当前食品安全问题的担忧。

食品安全体现的是对食品按其原定用途进行生产或食用时不会对消费者造成损害的一种担保,这种担保是无须说明也不能附加条件的。所谓“民以食为天”,消费者对于食品质量的要求和关注应该高于其他商品。从过往的案例查处和实际了解来看,国内食品安全事件确实是进入一个多发期,这与当前的经济、社会发展阶段水平密不可分。因此我们有必要把当前食品安全事故频发的现象放在中国经济、社会转型期的大背景下进行观察。食品安全事故频发的原因,表面原因是不良生产者的违法行为,但更深层次原因是中国农业生产方式的转变、社会对食品安全重视程度的提高和政府检测监

督机制的失灵。面对形形色色的食品安全事件,很难简单地把问题归结于某一个环节。在食品生产、加工、储运、检测和消费的产业链上,每一个环节都可能存在不同程度的问题。

2 农产品质量安全监控措施

党的十八届三中全会指出:建立最严格的覆盖全过程的监管制度,建立食品原产地可追溯制度和质量标识制度。习近平总书记在中央农村工作会议上强调:能不能在食品安全问题上给老百姓一个满意的交代,是我们执政能力的重大考验。提出了农产品质量安全是“产出来”、“管出来”等重要论断,要用最严谨的标准、最严格的监管、最严厉的处罚、最严肃的问责“四个最严”治理食品安全问题。可见,中央把农产品质量安全监控提得很高、看得很重、抓得很严。

(1) 建立农产品质量安全追溯制度

农产品质量安全追溯制度主要采取3种方式。第一种是直接追溯方式,如农超对接、农居对接、农企对接、农校对接等直供模式,以农业龙头企业、农产品营销企业、农民种植专业合作社为供应平台,由企业、合作社将统一品牌、统一包装的农产品直接提供给居民、学校、企事业单位,实现农产品基地和市民餐桌直接对接。第二种是纸质追溯方式,即生产者做好农业生产过程中的各项记录,如农药、肥料的采购记录,农药、肥料的使用记录,检测记录,采收记录,销售记录等。第三种是电子信息追溯方式(远程追溯),即通过现代化的电子技术,记录上传各种农产品生产数据,监管部门给产品配发条形码或二维码,消费者通过电子产品(如手机、计算机等)可追溯到生产源头。

(2) 加大涉及农产品质量安全案件执法处置力度

依法查处销售、使用高毒农药和非法添加禁用高毒农药成分等行为。加强对农业生产中禁用、限用、滥用高毒高残留农药处置力度。

图片 1-1:
食品安全监控
体系

1.1.2 农业生态环境

“农业污染”主要指过度施用化肥、农药造成的土壤污染,焚烧秸秆造成的环境污染和土壤氮、磷、钾的流失,大量畜禽粪便对水体的污染,新兴的温室农业产生的塑料等废弃物对环境的污染等。这些污染由于发生范围广、持续时间长,并疏于治理,已给农业生产乃至社会经济的可持续发展亮起了红灯。

在从事种植业生产过程中,通常要实施灌溉、外部投入(化肥、农药等)、机械作业等措施。然而这些农业生产的最常规措施也会对生态环境带来不利影响。在干旱地区,大约10%的灌溉土地受到盐渍化影响,并且受影响的面积还在不断增加。农药化肥过量和不合理使用,污染和破坏了水环境,一些大城市郊区蔬菜农药检出率超出50%,农药污染直接危害人们身体健康,同时也严重影响了有益生物的生存,如鸟、青蛙、蛇和蜜蜂等在农区已经越来越少见。在牧区由于大量施用农药灭鼠,也同样毒死了鼠的天敌,破坏

了自然的生态平衡,使一些害虫、害兽更加猖獗。目前我国化肥施用量已达 380 kg/ha ,超过世界平均数量 3 倍。长期使用化肥,再加上农业机械作业,使土壤理化性能恶化板结,有机质含量下降。同时,农用地膜也带来了白色污染,不仅影响景观,而且破坏土壤,影响农作物产量。

随着科技进步,人们开始对土地如何施肥提出更多的要求。然而现实中,粗放的农业生产对环境造成的污染往往被忽视。因此专家呼吁:要科学施用化肥农药,注意化学品农业污染。

调查显示,我国化肥使用量占世界的 35%。大量盲目施用化肥已成为一种掠夺性开发,不仅难以推动粮食增产,反而破坏了土壤的内在结构,造成土壤板结、地力下降。有数据表明,建国初期我国大部分土地有机质含量是 7%,现在下降至 3%~4%,流失速度是美国的 5 倍。而在发达国家,为了保护土壤,施用化肥就像我们吃盐一样仔细。

农药的过量施用对环境的危害更大。中国工程院张子仪院士指出,解放初期我国施用的 666 农药,化学成分到现在还没有完全分解。目前国际市场上对农产品的首要要求是安全清洁,否则就会被拒之于“绿色壁垒”之外。

过度施用化肥使土壤中有机质含量不断下降,而大量焚烧秸秆又烧掉了氮磷钾等土地宝贵的营养。据专家介绍,我国目前年产秸秆约 6 亿吨,还田的只有 1 亿多吨,还田面积只占全国耕地面积的 $1/3$,像农业大省河南,每年几乎有一半的秸秆被烧掉。专家指出,大力发展秸秆还田,补充土壤营养,优化农田生态环境已是当务之急。

1. 农业生态环境破坏的原因

① 对农药的使用在认识上存在偏差。农村实行家庭联产承包责任制后,确实调动了农民生产的积极性,但由于缺乏正确的引导,市场经济的趋利性使农民大量使用农药防治农作物病虫害,大量高毒农药的使用,导致的后果是虫害天敌锐减、过剩农药流入自然环境、农产品中残留农药超标,严重影响人类安全。

② 对化肥的过分迷信。在农业生产中,化肥的使用确实对农作物增产产生过重大作用,但大多数农民对平衡施肥知之甚少,不能根据作物生长规律、土壤养分状况进行测土配方施肥,只是一味单纯地加大剂量盲目施肥,结果造成化肥利用率不高。过分使用化肥,让人们丢掉了过去使用农家肥的传统,其直接的后果就是使土地严重酸化、板结,土地自身肥力不断下降。

③ 对环境污染危害性认识的不足。环境污染的危害,在没有危及自身利益或自身安全前,并没有引起人们的高度重视,普遍采取“事不关己,高高挂起”的明哲保身处世哲学,对污染事件听之任之,不加关注。由于认识不足,关注不够,农业环境污染比较严重。

2. 过量施用化肥的危害

① 削弱庄稼生产能力。庄稼就和人一样,吃得太饱不仅不利于成长,反而会不利

于健康。施肥过量对庄稼造成的危害主要有两个方面:一方面是容易倒伏,倒伏一旦出现,就必然导致粮食减产;另一方面是容易发生病虫害,氮肥施用过多,会使庄稼抗病虫害能力减弱,易遭病虫害侵染,继而造成消灭病虫害的农药用量增加,直接威胁了食品的安全性。

② 加剧环境污染。过多施用的肥料量超过土壤的保持能力时,就会流入周围的水中,形成农业水源污染、造成水体富营养化,导致藻类滋生,继而破坏水环境。据统计,中国每年因不合理施肥造成1 000多万吨的氮素流失到农田之外,直接造成经济损失约300亿元。过量的肥料还会渗入20 m以内的浅层地下水中,使得地下水硝酸盐含量增加,造成水体污染。

③ 浪费大量紧缺资源。化肥产业是典型的高耗能产业,特别是氮肥,其所需的原料和燃料均严重依赖包括煤、天然气和石油在内的各种化石能源。以氮肥主要品种之一尿素为例,其能源组成的60%来源于煤炭,25%来源于天然气,其余15%来源于重油。由于目前我国化肥利用率较低,每年损失化肥所消耗的煤、天然气、重油和电分别占全国总产量的14%、13%、1%和0.8%。

3. 改善农业生态环境的措施

对于“农业污染”的治理,专家们也提出了一些好的建议和思路。全国政协常委、著名农业专家路明说,治理工业污染,需要大量的工程措施,而治理“农业污染”要用自然之法,即按生态规律建设现代生态农业,往往收到事半功倍的效果。中国传统农业是符合生态原理的。它讲究农牧结合,施用粪便等有机肥,用豆科作物固氮,还有许多土壤保护措施,都是值得继承和发扬的。

20世纪70年代起我国开始注意土壤和农作物条件的变化与改善管理的关系。农学家在生产实践、栽培管理、测土施肥和病虫害防治等工作中,揭示农田内小区作物产量和生长环境条件具有明显的时空差异性。美国一些农业科研部门、大学及农业装备企业纷纷组织起来,寻求一种可行的经营管理模式,这种模式能依据当地当时的具体情况,制定灌溉、排水、中耕、施肥和喷药等农业作业措施,并在高度发达的农业机械化和信息化技术指导下进行控制作业,提出了精准农业或类似概念。20世纪80年代初已有精准农业概念的商业化应用,20世纪80年代后期以来,随着全球定位系统、地理信息系统、遥感技术、数据采集传感器、变率处理技术、智能化农业装备及决策支持系统技术的发展,精准农业技术在美国等发达国家蓬勃兴起。

精准农业变量施肥是精准农业中最核心技术之一。精准农业强调田间不同地点之间的差异性,克服肥料、种子、水分、农药等使用的不合理性,即依据土壤条件的差异实施有区别的管理。精准农业从理论上讲,可以使肥料投入合理,在基本稳定产量的前提下,提高品质、降低过量施肥对农业生态环境的危害。精准农业变量施肥技术研究内容包括:土壤养分数据空间信息和产量信息获取;产量限制因子、控制因子的分析;施肥模型的研制和选用;确定处方单元大小;生成处方图并交智能农机作业;精准施肥单项技术环境经济效益分析和评价并反馈到施肥模型。