



“十一五”国家重点图书出版规划项目

10000个 科学难题

10000 Selected Problems in Sciences

农业科学卷

Agriculture Sciences

“10000个科学难题”农业科学编委会

“十一五”国家重点图书出版规划项目

10000 个科学难题

10000 Selected Problems in Sciences

农业科学卷

Agriculture Sciences

“10000 个科学难题”农业科学编委会

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是教育部、科学技术部、中国科学院和国家自然科学基金委员会联合组织开展的“10000个科学难题”征集活动的重要成果，书中的难题均由国内外知名的农业科学专家撰写。书中收集了有关农业科学很多分支学科及农业科学的应用等方面的大量问题，以及当今一些重要的农业科学问题。

本书可供高等院校和科研单位农业科学领域的研究生、科研人员阅读参考，也可供对农业科学感兴趣的其他读者阅读。有兴趣的读者可以在此基础上就其中的某一问题进行深入探索和研究，研究生也可以在导师的指导下选择其中的某一问题作为自己的研究课题。

图书在版编目 (CIP) 数据

10000个科学难题·农业科学卷/“10000个科学难题”农业科学编委会。
—北京：科学出版社，2011
ISBN 978-7-03-032166-4

I. ①1… II. ①1… III. ①自然科学-普及读物 ②农业科学-普及读物
IV. ①N49 ②S-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 171802 号

责任编辑：王海光 李晶晶/责任校对：张凤琴 包志虹 林青梅 宋玲玲
责任印制：钱玉芬/封面设计：陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 9 月第 一 版 开本：B5 (787×1092)

2011 年 9 月第一次印刷 印张：73 1/2

印刷：1—2 800 字数：1 454 000

定价：260.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换〈科印〉)

“10000 个科学难题” 征集活动领导小组名单

组 长 杜占元 王伟中 李静海 孙家广

副组长 钟 掘

成 员 (以姓氏拼音为序)

韩 宇 孟宪平 王延觉 吴学梯 张先恩 张尧学

赵玉海 周德进

“10000 个科学难题” 征集活动领导小组办公室名单

主 任 雷朝滋

成 员 (以姓氏拼音为序)

马晋并 吴晓东 鄢德平 朱蔚彤 朱小萍

“10000 个科学难题” 征集活动专家指导委员会名单

主 任 钟 掘 赵沁平 刘燕华

副主任 李家洋 赵忠贤 孙鸿烈

委 员 (以姓氏拼音为序)

白以龙 陈洪渊 陈佳洱 程国栋 崔尔杰 冯守华

冯宗炜 符淙斌 葛墨林 郝吉明 贺福初 贺贤土

黄荣辉 金鉴明 李 灿 李培根 林国强 林其谁

刘嘉麒 马宗晋 欧阳自远 强伯勤 田中群 汪品先

王 浩 王静康 王占国 王众托 吴常信 吴良镛

夏建白 项海帆 徐建中 杨 乐 张继平 张亚平

张 泽 郑南宁 郑树森 周炳琨 周秀骥 朱作言

左铁镞

“10000 个科学难题” 农业科学编委会名单

主 任 吴常信

副主任 戴景瑞 傅廷栋 官春云 尹伟伦 唐启升 刘秀梵

编 委 (以姓氏拼音为序)

蔡崇法	曹凑贵	曹卫星	陈雪忠	邓子牛	高旺盛
高希武	龚元石	弼于明	侯小龙	黄 健	黄巧云
姜道宏	金显仕	康绍忠	雷朝亮	雷霖霖	李 坚
李俊清	李里特	连林生	刘 燕	刘宗平	罗锡文
麦康森	庞广昌	彭大新	彭道黎	申双和	施季森
石雪晖	孙怀昌	孙其信	谭兴和	王建华	王奎武
王清印	吴圣龙	夏延斌	熊兴耀	许剑琴	薛长湖
杨肖娥	姚江林	于振文	张 勤	张志翔	周 禾
朱清科	朱士恩	庄志猛	邹思湘		

《10000 个科学难题》序

爱因斯坦曾经说过“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要”。在许多科学家眼里，科学难题正是科学进步的阶梯。1900年8月德国著名数学家希尔伯特在巴黎召开的国际数学家大会上提出了23个数学难题。在过去的100多年里，希尔伯特的23个问题激发了众多数学家的热情，引导了数学研究的方向，对数学发展产生的影响难以估量。

其后，许多自然科学领域的科学家们陆续提出了各自学科的科学难题。2000年初，美国克雷数学研究所选定了7个“千禧年大奖问题”，并设立基金，推动解决这几个对数学发展具有重大意义的难题。几年前，中国科学院编辑出版了《21世纪100个交叉科学难题》，在宇宙起源、物质结构、生命起源和智力起源四大探索方向上提出和整理了100个科学难题，吸引了不少人的关注。

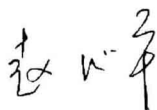
科学发展的动力来自两个方面，一是社会发展的需求，另一个就是人类探索未知世界的激情。随着一个又一个科学难题的解决，科学技术不断登上新的台阶，推动着人类社会的发展。与此同时，新的科学难题也如沐雨春笋，不断从新的土壤破土而出。一个公认的科学难题本身就是科学研究的结果，同时也是开启新未知大门的密码。

《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006~2020年）》提出建设创新型国家的战略目标，加强基础研究，鼓励原始创新是必由之路。为了引导科学家们从源头上解决科学问题，激励青年才俊立志基础科学研究，教育部、科学技术部、中国科学院和国家自然科学基金委员会决定联合开展“10000个科学难题”征集活动，系统归纳、整理和汇集目前尚未解决的科学难题。根据活动的总体安排，首先在数学、物理学和化学三个学科试行，并根据试行的情况和积累的经验，陆续启动天文学、地球科学、生物学、农学、医学和信息科学等学科领域的难题征集活动。

征集活动成立了领导小组、领导小组办公室，以及由国内著名专家组成的专家指导委员会和编辑委员会。领导小组办公室公开面向高等学校、科研院所、学术机构以及全社会征集科学难题；编辑委员会讨论、提出和组织撰写骨干问题，并对征集到的科学问题进行严格遴选；领导小组和专家指导委员会最后进行审核并出版《10000个科学难题》系列丛书。这些难题汇集了科学家们的知识和智慧，凝聚了参与编写的科技工作者的心血，也体现了他们的学术风尚和科学责任。

开展“10000 个科学难题”征集活动是一次大规模的科学问题梳理工作，把尚未解决的科学难题分学科整理汇集起来，呈现在人们面前，有利于加强对基础科学研究的引导，有利于激发我国科技人员，特别是广大博士、硕士研究生探索未知、摘取科学明珠的激情，而这正是我国目前基础科学研究所需要的。此外，深入浅出地宣传这些科学难题的由来和已有过的解决尝试，也是一种科学普及活动，有利于引导我国青少年从小树立献身科学、做出重大科学贡献的理想。

分学科大规模开展“10000 个科学难题”征集活动在我国还是第一次，难免存在疏漏和不足，希望广大科技工作者和社会各界继续支持这项工作，更希望我国专家学者，特别是青年科研人员持之以恒地解决这些科学难题，开启未知的大门，将这些科学明珠摘取到我国科学家手中。



2008 年 12 月

前 言

曾有人说农学没有什么基础科学问题，农学服务的对象是农业生产，所需要的只是应用科学，最多也只需要技术科学。我们希望有这种观点的人先看一下本书目录，他就会惊讶地感到农学也有这么多的基础科学问题，而且是难题。要是他有兴趣再阅读几篇本书中写的难题，他就会和我们站在一起希望国家和有关部门能给予农业科研和教育更多的支持。本书几乎包括了和农学有关的所有一级学科，共分成7个编写组：农学，植保和资环，园艺、食品和农业工程，林学，水产学，畜牧学和兽医学。每组都由1名院士作为负责人。

第1组 农学。下设4个小组：栽培与作物生理、耕作与农业生态、遗传与育种、种子科学，由戴景瑞院士负责。

第2组 植保和资环。下设7个小组：土壤及土壤微生物、农业资源与环境、植物营养学、农药学、植物病理学、农业昆虫学、农业气象学，由傅廷栋院士负责。

第3组 园艺、食品和农业工程。下设10个小组：遗传育种、栽培生态、种苗繁育、采收贮藏、食品化学、食品加工、食品营养、农业机械、农田水利、农业信息，由官春云院士负责。

第4组 林学。下设7个小组：基础森林生物学、森林培育、林木遗传育种、森林生态、水土保持与荒漠化防治、木材科学、园林植物，由尹伟伦院士负责。

第5组 水产学。下设7个小组：资源与环境、遗传育种、水产养殖、水生动物营养与饲料、水产病害、捕捞、水产加工与食品安全，由唐启升院士负责。

第6组 畜牧学。下设5个小组：遗传育种、繁殖、营养饲料、草学、生态与环境，由吴常信院士负责。

第7组 兽医学。下设5个小组：基础兽医学、临床兽医学、预防兽医学、中兽医学、实验动物学，由刘秀梵院士负责。

2010年1月12日在北京召开了农业科学、医学和信息科学三卷“难题”的征集和编写的启动大会。农业科学卷由中国农业大学为立项牵头单位，参加的有华中农业大学、湖南农业大学、北京林业大学、扬州大学和中国水产科学研究院黄海水产研究所共6个单位，成立了包括有关领导和管理人员在内的编委会，经过初审（2010年3月2日，北京）、二审（2010年4月28日，扬州）和终审（2010年10

月 10 日, 青岛), 最后确定本卷收录 320 个难题。

在编审过程, 对有些农业领域中的不同学科共有的问题, 如林和草都有碳源和碳汇问题, 植物和动物都有杂种优势问题, 尽管机理相同, 但各有特点, 所以还是分为两个难题来写。有些共同的问题在不同卷中也会出现, 如一些人畜共患病, 在医学卷和农学卷的兽医科学难题中都会出现, 但研究的侧重点不同, 所以也都分别保留。

本书的编撰和出版要感谢联合发起本次难题征集活动的教育部、科学技术部、中国科学院和国家自然科学基金委的有关领导, 正是他们远见卓识的决定, 为推动我国科技事业的发展, 建设创新型国家和培养人才做了一件大好事; 要感谢“难题”征集活动领导小组和办公室的全体人员, 他们为“难题”的征集、撰写和出版做了大量艰巨而细致的工作, 保证了任务的完成; 要感谢主编和副主编单位的有关部门和工作人员, 他们出色的组织协调使全书的编写工作得以顺利推进; 要感谢编委会和全体撰稿人员, 他们中多数是在本学科领域中卓有成就的、年富力强的中青年学者, 是完成本书的中坚力量; 要感谢出版部门的编辑、设计、校对和印刷的各方面的工作人员, 他们是最后把关本书质量的守门人。

尽管我们也不知道本书是否有再版的机会, 但如果读者发现其中的问题或错误, 还是希望能提出来让我们知道, 至少可以使撰写人有机会改正。

农业科学编委会

2011 年 3 月

目 录

《10000 个科学难题》序

前言

农 学

间套作中的化感作用·····	3
土壤耕层结构·····	7
作物复合群落的互补与竞争·····	9
农田生物多样性的结构与功能·····	13
农业生态系统服务功能·····	17
农作物的气候变化适应机理·····	20
农田温室气体排放与固碳·····	23
种子贮藏物质积累的调控机制·····	27
种子休眠·····	31
种子萌发与萌发期间修复机制·····	36
种子活力·····	40
种子的劣变与种子抗衰·····	43
影响种子寿命和贮藏行为的遗传机制·····	47
种子耐脱水损伤的生理与分子机制·····	51
种子干燥的热力学机制·····	55
种子出苗性状的遗传与分子机理·····	57
种子生态学特性与植物繁衍·····	60
作物杂种优势及超亲变异遗传机理·····	63
作物多倍体优势的形成机理·····	65
作物雄性不育·····	67
作物诱发突变产生机理·····	69
作物单倍体的自然加倍·····	72
作物远缘杂交不亲和性及其克服方法·····	74
作物自交不亲和性·····	76

作物细胞核质关系	79
作物骨干亲本	83
小麦玉米杂交诱导小麦单倍体的稳定性机理	85
寄主植物-寄生物的协同进化	88
作物数量性状变异	90
配合力的遗传和分子基础	94
作物的感温性和感光性	97
组织培养再生能力差异的机理	100
体细胞培养变异的分子机理	103
农作物结实期叶片早衰的机理与调控	105
粮食作物产量与品质协同提高	108
作物产品器官退化和败育的机理与调控	111
作物产量差距及其成因	115
禾谷类作物弱勢籽粒的充实	120
旱地作物“根-土系统”的综合调控研究	123

植 保

夜行性昆虫趋光机理	129
迁飞昆虫的定向机理	132
捕食性昆虫定向猎物	135
农林害虫暴发的预测	138
植食性昆虫的食性分化	141
昆虫与植物病毒传播	145
<i>r</i> -对策型害虫暴发成灾	149
气候变暖及其对昆虫的影响	152
由 <i>Wolbachia</i> 诱导产生的昆虫“后天”孤雌生殖	155
植物诱导抗虫性	158
作物抗病性丧失与病原物致病型变异	161
植物病害生物防治	164
作物多样性调控病害的机理	172
植物病原菌与寄主的协同进化	175
植物抗病基因容易被病原物克服的难题	177
活体营养型病原物和死体营养型病原物	180

植物病原真菌衰退·····	184
植物病原细菌致病机理·····	187
植物脱病毒的机理·····	190
RNAi 与新农药·····	193
杀菌剂与植物病原毒素·····	198
农药残留与农药污染修复·····	202
昆虫基因组与农药新靶标·····	206
除草剂的选择性·····	209
害虫抗药性·····	212

资 环

土壤水分的遥感监测·····	217
气候变化与作物生产·····	221
作物的气象灾害·····	224
温室小气候与作物相互作用·····	227
作物系数与作物需水量·····	230
气候变化中的气候变率·····	233
土壤-植物-大气系统·····	237
耕地肥力形成与演变·····	240
根际互作过程及机理·····	244
植物的有机营养·····	248
植物抗营养逆境的机制·····	251
丛枝菌根的营养机理·····	254
微量元素生物强化·····	258
植物根系的向性·····	262
农业面源污染·····	266
植物共生固氮·····	270
土壤腐殖物质的形成与结构·····	274
土壤团聚体·····	277
土壤有机无机复合体·····	280
土壤生物成矿·····	284
土壤微生物多样性·····	288
土壤干层的时空变化·····	291

土壤养分光谱特性·····	294
土壤退化·····	297
土壤食物网·····	303
土壤有机质与农业生产力·····	307
土壤缓冲性·····	309
土壤侵蚀·····	312
土壤中的基因转移·····	317
土壤磷有效性·····	321
作物养分高效利用·····	325

园 艺

果树童期·····	331
蔬菜作物的育性及其调控·····	334
蔬菜作物性型分化·····	340
茶树白化现象·····	344
亲本倍性配备与三倍体胚败育·····	347
设施蔬菜连作障碍·····	350
果实着色的成因·····	356
果实糖代谢的信号系统·····	360
果树花芽分化机制·····	363
设施园艺条件下的光效应·····	367
茶叶成香机理·····	370
园艺作物砧穗互作·····	373
园艺作物种子萌发障碍·····	377
植物的无融合生殖·····	381
木本植物外植体幼态化培养·····	384
柑橘黄龙病·····	386
植物组培苗玻璃化·····	392
采后果实衰老的信号调控·····	397
果实冷藏低温伤害·····	401
鲜切果蔬变质机理·····	405
果实采后病害的生物防治机理·····	410
茶树氟铝富集·····	413

茶红素和茶褐素·····	416
电磁场对采后果蔬生理及保鲜的影响·····	419

食 品

淀粉结构与食品品质·····	425
淀粉老化·····	428
味觉解析与度量·····	431
水的聚集态及功能性质·····	435
食品加工中的美拉德反应·····	437
食物蛋白质功能特性形成机制·····	442
食品温热凉寒属性的科学基础·····	446
食品营养与肠道微生态·····	449
非营养物质的保健作用途径·····	452
中华饮食保健理论中现代科学基础·····	456
药食两用食物的保健机理·····	459
营养性疾病与单核苷酸多态性的关系·····	461
食物组分的致癌与抗癌机制·····	464
食品生物活性物质体内作用途径·····	468
食欲及其肠道信号通路·····	470

农 业 工 程

农作物拟人采摘·····	477
农业机械耕作部件仿生降阻·····	481
农药靶标界面行为与对靶喷雾·····	487
农药雾滴与农药有效利用率·····	491
土壤氮磷钾养分原位测定·····	495
土壤-农业机器互动系统的力学表征·····	499
植物工厂全封闭环境控制·····	503
农业水文尺度理论与不确定性·····	506
作物生命需水信息与过程控制·····	509
精量灌溉·····	514
农田水分溶质运移转化的定量表征·····	519
农业水旱灾害预警·····	522

农业水资源系统对变化环境响应的辨识..... 525

作物生产力定量预测..... 529

作物理想株型虚拟设计..... 532

作物遥感监测机理..... 536

作物生长信息感知..... 540

土壤养分空间变异与精准管理..... 545

农产品质量信息探测..... 549

林 学

应力木是怎样形成的..... 555

木质材料的无胶结合理论..... 558

人体对木材视觉的生理信号涨落的 $1/f$ 频谱分布是如何形成的? 561

林木生物质超微结构的分子解译..... 566

木材细胞壁纳米结构单元及其结合关系..... 570

木材变色诱因..... 573

木材-塑料复合时的界面相容性问题 576

森林群落内树种是如何空间布局的? 579

雌雄异株树种参与的森林群落树种共存机制..... 582

湿地的退化与恢复机理..... 585

天然林和人工林碳汇功能评价..... 588

全球气候变化与生物灾害发生的关系..... 591

为什么森林群落能够多物种共存..... 594

森林生态系统的多样性与病虫害消长的关系..... 597

植物内生菌转变为病原菌的生物学机理..... 600

寄生性天敌对林木蛀干害虫的定位机制..... 603

林木扦插不定根发生机理 607

天然林退化与恢复机制..... 611

林木生长参数的地域分异规律..... 614

森林植被遥感识别..... 617

森林碳源汇精确估算与尺度问题..... 621

解码林木基因组..... 625

木材形成的遗传调控..... 630

林木干细胞..... 633

林木基因型与环境·····	639
林木高效光能利用和抗逆性遗传操作·····	642
林木理想型育种·····	645
几种中华名花的起源与形成问题·····	647
花卉器官瓣化及变型的原因·····	652
病毒影响花卉花色的机理·····	657
植物花香物质的形成与释放机制·····	660
花的衰老·····	665
兰科植物种子萌发及生长为何需要菌根真菌? ·····	668
植物组织培养变异·····	671
无融合生殖·····	674
荒漠化过程与全球变化的互作机理·····	678
黄土高原生态环境退化过程及其修复机理·····	682
森林植被与大气降水·····	685
林草植被对径流影响的尺度如何辨析与转换? ·····	688
木本植物营养生长向生殖生长转变的机理·····	691
动物对地震的感知·····	696
高大树木如何运输水分·····	700
森林树木地理格局的形成·····	702
树木体内生长素的运输·····	706

水 产 学

鱼类早期死亡与补充·····	715
水生全程食物网能量传递与食物产出·····	718
渔业资源优势种类更替与海洋生态系统转型·····	721
增殖放流的生态学效应·····	724
濒临灭绝鱼类物种保存与恢复·····	727
水生生物多样性与生物资源变动·····	731
海洋生态灾害的发生机制·····	734
鱼类性别决定与性别控制·····	737
贝类杂交之谜·····	741
水产选择育种的分子基础·····	744
水产生物的分子设计育种·····	747

水产生物的家系识别和溯源·····	751
主要水产养殖生物基因组基础·····	754
贝类多倍体产生机理及其应用·····	757
养殖鱼类早期发育阶段为什么死亡率高·····	760
鱼类免疫因子的亲子传递及其对子代保护作用·····	764
温度与光照如何影响鱼类的繁殖周期·····	767
生态系统水平水产养殖的科学基础·····	771
滤食性贝类的增养殖生态容量·····	774
工厂化循环水养殖系统·····	778
深水网箱高海况安全作业·····	782
鱼类为什么不能很好地利用糖类物质? ·····	785
鱼类的 HUFA 合成能力及进化 ·····	789
维生素 C 合成能力与水生动物的协同进化 ·····	793
水产养殖动物摄食及其营养调控·····	797
鱼类对植物蛋白源的利用·····	802
提高水生动物免疫力的营养基础·····	806
鱼会学习么? ·····	810
养殖活动对水生动物病原演化的影响·····	814
鱼类适应性免疫系统的起源与进化·····	817
水生动物病毒的基因在感染中是如何发挥作用的? ·····	820
海水虾、贝类细胞体外建系难题解析·····	823
鱼能抵抗寄生虫感染吗? ·····	826
水产养殖病原微生物的耐药性·····	829
鱼群行为与精准捕捞·····	832
渔网水动力学与网具设计·····	835
中心渔场的形成机制·····	839
鱼类对外界刺激的行为反应与渔法·····	842
声学探鱼的目标识别与数量评估·····	845
卫星遥感能直接识别鱼群吗? ·····	848
人工鱼礁及其生态功能·····	851
水产品保鲜的生物化学基础及品质控制·····	855
水产蛋白质凝胶特性及其加工意义·····	858
海洋微生物酶的特定功能·····	861