

中国富硒农业 发展蓝皮书

(2017)

中国富硒农业产业技术创新联盟 编著

卷外情



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

中国富硒农业 发展蓝皮书

(2017)

① 中国富硒农业产业技术创新联盟 编著



图书在版编目 (CIP) 数据

中国富硒农业发展蓝皮书. 2017/中国富硒农业产业技术创新联盟编著.
—北京: 中国农业大学出版社, 2017. 12
ISBN 978-7-5655-1286-5

I. ①中… II. ①中… III. ①硒-作物-农业发展-研究报告-中国-2017
IV. ①F323

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 280985 号

书 名 中国富硒农业发展蓝皮书 (2017)

作 者 中国富硒农业产业技术创新联盟 编著

策划编辑	梁爱荣	责任编辑	梁爱荣 张 玉
封面设计	郑 川		
出版发行	中国农业大学出版社		
社 址	北京市海淀区圆明园西路 2 号	邮政编码	100193
电 话	发行部 010-62818525, 8625 编辑部 010-62732617, 2618	读者服务部	010-6273 2336
网 址	http://www.caupress.cn	出 版 部	010-6273 3440
经 销	新华书店	e-mail	cbsszs@cau.edu.cn
印 刷	涿州市星河印刷有限公司		
版 次	2017 年 12 月第 1 版		2017 年 12 月第 1 次印刷
规 格	787×1092 16 开本		27.25 印张 470 千字
定 价	180.00 元		

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编 委 会

总 顾 问 吴文良

主 编 郭岩彬 赵桂慎 于建泉

参编人员 谢 斌 张洒洒 李花粉 乔玉辉 孟凡乔
文育芬 杨云迪 苏志民 滕兆洪 向亿里
吴彦颀 邹孚昀 朱云芬 唐德剑 邹晓阳
彭天濺 颜送贵 陈楚寒 马 辉 吴承龙
姜化忠 刘 力 洪 喜 张华柱 郑毅雄
沈建明 王绪玉 胡俊来 翟宏伟 伊焕章
冯增锁

内 容 简 介

硒 (Se) 是人和动物必需的微量元素, 具有抗氧化、抗衰老、抗癌、提高机体免疫力等多种生物学功能。我国硒资源储量丰富, 但地理分布不均匀, 城乡居民硒摄入量不足, 是公认的缺硒大国。近 10 多年来, 我国富硒农产品备受市场关注和青睐, 呈现出广阔的发展前景。为了推动富硒农业产业健康发展, 从 2015 年开始, 中国富硒农业产业技术创新联盟发起并组织编写了《中国富硒农业发展蓝皮书》, 每年出版 1 部。《中国富硒农业发展蓝皮书 (2017)》在《中国富硒农业发展蓝皮书 (2016)》的基础上重点更新了国内外富硒农业发展产业数据、最新的技术研究进展、全国各天然富硒区和缺硒区富硒农业产业最新发展情况、相关标准及认证等内容。此外, 在天然富硒区和非富硒区的产业发展报告中还增加了区域品牌建设情况。

《中国富硒农业发展蓝皮书 (2017)》共分十四章, 第一章论述了富硒农业的含义、发展历程和基本特征; 第二章和第三章论述了国内外富硒农业产业的发展状况; 第四章至第七章论述了 2017 年我国富硒农业种植业、养殖业、加工业和新兴富硒产业的发展情况; 第八章至第十一章论述了我国富硒农业产业发展的技术、市场、标准以及认证等; 第十二章论述了我国富硒农业发展的建议与对策; 第十三章和第十四章论述了我国天然富硒区和非富硒区富硒农业产业发展状况。

前 言

2017 年是人类发现硒 (Se) 元素 200 周年, 在国际和国内相继开展了一系列纪念活动, 2017 年也是蓝皮书出版的第三年, 也借此为硒研究 200 年来做一点来自中国的贡献。

在人类 200 年硒研究历史中, 认识到硒对人体和动物的有益作用约 60 年, 认识到硒是人体必需的微量元素约 40 年。近 20 年来, 国内外开展了大量关于硒与地方病、癌症、心血管疾病、抗病毒、调节人体免疫等多个方面的研究, 人们对硒与人体健康功能的认识逐渐丰富和深入, 对其关注程度也日益增加。总体上看, 国内外富硒农业的发展相对滞后于人们对硒生物学功能的认识。在我国, 富硒农业起始于 20 世纪 80 年代中期, 但发展速度较快, 特别是近 10 年来, 国内富硒农业进入快速发展阶段。但目前国内外尚缺少系统分析富硒农业产业发展状况的行业分析报告或专著, 因此, 系统总结我国富硒农业产业发展过程中的成功经验, 剖析行业共同面临的困难、问题和不足, 分享行业信息和发展动态, 共谋行业发展建议与对策, 已成为促进富硒农业产业持续健康发展的迫切需求, 也是全面展示我国富硒农业产业发展成效的重要“窗口”。

中国富硒农业产业技术创新联盟是以国家公益性行业 (农业) 科研专项“优质高效富硒农产品关键技术与示范”为基础, 在中国农业大学和中国产学研合作促进会的共同领导下, 由从事富硒农业产业的骨干企业、高等院校、科研院所和科技服务机构等单位, 遵照“自愿、平等、互利、共赢”的原

则，联合发起并成立的“产学研用”相结合的非营利性组织。从2015年开始，为了更好地推动我国富硒农业产业健康发展，由中国富硒农业产业技术创新联盟发起，中国农业大学国家公益性行业专项项目组负责组织专家团队，联合国内主要富硒区地方政府、富硒农业企业以及专业协会等共同编写了《中国富硒农业发展蓝皮书》，每年出版1部，汇总全国在富硒农业科学研究、技术应用、产品生产和市场销售以及品牌建设等各个方面的发展动态和行业信息，为从事富硒农业研究、生产和经营的科研院所和企事业单位及在生产一线的同仁们提供全面反映行业信息和发展动态的专业化交流平台，希望能为我国富硒农业产业健康发展尽我们的微薄之力。

本书在起草过程中得到湖北省恩施州硒应用技术与产品开发研究院、中国富硒产业研究院、江西财经大学、江西省丰城市中国生态硒谷现代农业管委会、重庆市江津区富硒特色产业办公室、湖南省桃源县富硒功能农业开发工作领导小组办公室、湖南省桃源县富硒产业协会、湖南省新田县富硒农产品开发办公室、青海省海东市平安区高原富硒现代农业示范园区管理委员会、安徽省石台县富硒产业办、山东省淄博市淄川区农业综合开发办公室、黑龙江省海伦市富硒产业开发办公室、海南省澄迈县热作局、福建省连城农民创业园管委会、福建省寿宁县生态硒锌产业开发工作领导小组办公室、福建省诏安县富硒资源产业开发利用领导小组办公室、山东省淄博市博山区农业综合开发办公室、山西省晋中市扶贫开发协会、黑龙江省方正县农业技术推广中心、黑龙江省绥滨县农业局、河北省柏乡县富硒产业办公室，以及中国富硒农业产业技术创新联盟各会员单位的大力支持和配合，为本书编写提供了全面系统的富硒农业产业发展信息，在此表示衷心感谢！

同时，感谢财政部、农业部对国家公益性行业（农业）科研专项“优质高效富硒农产品关键技术与示范”（201303106）项目的资助和指导！

由于时间仓促以及编写组人员能力所限，本书难免有遗漏、疏忽和错误之处，在此深表歉意，并请予以批评指正！

编著者

2017.10

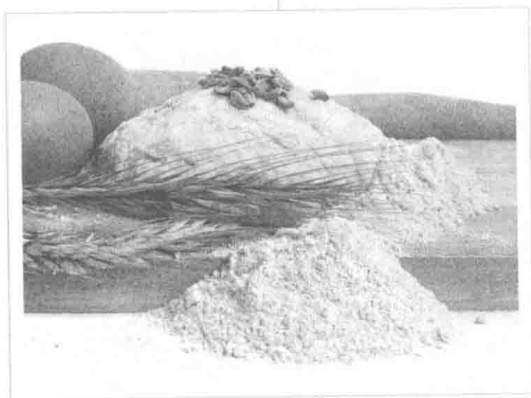
目 录

第一章 富硒农业概述	1
第一节 富硒农业的含义	2
第二节 富硒农业的发展背景	6
第三节 富硒农业的分类及特征	12
第四节 富硒农产品	13
第二章 国外富硒农业发展概述	17
第一节 国外富硒区的分布及特征	18
第二节 国外富硒农业的发展历程	22
第三节 国外富硒农产品发展情况	26
第三章 国内富硒农业发展概述	31
第一节 国内土壤硒资源分布状况	32
第二节 国内富硒农业的发展历程	36
第三节 国内富硒农产品发展布局及趋势	42
第四章 富硒种植业发展情况	45
第一节 富硒种植业的种类及规模	47
第二节 富硒种植业的企业、合作社、家庭农场及种植 大户	49

第五章 富硒养殖业发展情况	55
第一节 富硒养殖业的种类及规模	57
第二节 富硒养殖业的企业、合作社及家庭农场	58
第六章 富硒加工业发展情况	61
第一节 富硒加工业的种类及规模	62
第二节 富硒加工业的企业、合作社及家庭农场	64
第七章 新兴硒产业发展情况	67
第一节 新兴硒产业的发展现状	68
第二节 新兴硒产业的发展前景	89
第八章 富硒农业主要技术	91
第一节 富硒区富硒农业主要技术	92
第二节 缺硒区富硒农业主要技术	95
第三节 富硒农产品生产技术	100
第九章 富硒农产品市场分析	113
第一节 富硒农产品市场认知度和消费行为分析	114
第二节 富硒农产品品牌分析	117
第三节 富硒农产品价格分析	118
第四节 富硒农产品市场开发建议	120
第十章 富硒农业相关标准研究进展	123
第一节 硒日摄入量标准	124
第二节 我国现有富硒食品相关标准	125
第三节 国内富硒标准制定展望	143
第十一章 富硒农产品认证	145
第一节 我国富硒农产品认证的现状	146
第二节 我国富硒农产品认证展望	153

第十二章 中国富硒农业发展的建议与对策	155
第一节 中国富硒农业发展的思考	156
第二节 中国富硒农业发展的建议与对策	162
第十三章 典型贫硒地区 2017 年富硒农业发展情况	175
第一节 山东省淄博市博山区富硒农业发展情况	176
第二节 山西省晋中市富硒功能农业发展情况	182
第三节 黑龙江省方正县富硒农业发展情况	190
第四节 黑龙江省绥滨县富硒农业发展情况	216
第五节 河北省柏乡县富硒农业发展情况	225
第十四章 典型富硒地区 2017 年富硒农业发展情况	235
第一节 湖北省恩施州富硒农业发展情况	236
第二节 陕西省安康市富硒农业发展情况	241
第三节 江西省丰城市富硒农业发展情况	249
第四节 重庆市江津区富硒农业发展情况	259
第五节 湖南省桃源县富硒农业发展情况	279
第六节 湖南省新田县富硒农业发展情况	300
第七节 青海省海东市平安区富硒农业发展情况	306
第八节 安徽省石台县富硒农业发展情况	310
第九节 山东省淄博市淄川区富硒农业发展情况	316
第十节 黑龙江省海伦市富硒农业发展情况	327
第十一节 海南省澄迈县富硒农业发展情况	341
第十二节 福建省连城县富硒农业发展情况	349
第十三节 福建省寿宁县富硒农业发展情况	370
第十四节 福建省诏安县富硒农业发展情况	377
参考文献	393
附件	403
附件 1 国家公益性行业项目“优质高效富硒农产品关键技术研究与示范”简介	404

附件 2	中国富硒农业产业技术创新联盟简介·····	407
附件 3	联盟理事长单位——中国农业大学简介·····	410
附件 4	部分联盟副理事长单位及理事单位简介·····	412
附件 5	中国产学研合作促进会对联盟成立的批复·····	421



第一章 富硒农业概述

01

第一节 富硒农业的含义

一、硒的概述

硒 (Selenium, Se), 是一种类金属元素, 原子序数为 34, 位于元素周期表中第四周期, 第 VI 主族, 与硫同族, 二者具有相似的物理化学性质。硒也是一种稀有分散元素, 在地壳中含量极少但分布广泛, 能直接与各种金属和非金属反应, 可与氧、硫、碲等构成多种有机或无机的硒化合物。

1817 年瑞典科学家贝采利乌斯 (Berzelius) 发现了硒 (图 1-1), 在硒发现后很长一段时期内, 硒一直作为一种对人和动物健康有毒的元素来研究。直到 1957 年 Schwarz 和 Foltz 发现硒是阻止大鼠食饵性肝坏死的一种保护因子, 自此硒的生物学功能才初步被认识。1973 年 Rotruck 等发现硒是谷胱甘肽过氧化物酶活性中心的必需组成部分, 同年, 世界卫生组织和国际营养组织规定硒是人和动物必需的微量营养元素, 1988 年中国营养学会也将硒列为人体必需的微量营养元素。目前研究已证实, 硒是构成哺乳动物体内 30 多种含硒蛋白质与含硒酶如谷胱甘肽过氧化物酶、硫氧还原蛋白酶以及碘化甲腺原氨酸脱碘酶等的重要组成成分, 具有抗氧化、抗癌、提高机体免疫力等多种生物学功能。

硒与人体健康息息相关, 人体缺硒容易导致未老先衰、精神不振、精子活力下降, 严重缺乏硒时会引发心肌病、心肌衰竭、克山病和大骨节病等。全世界范围内大约有 10 亿人缺硒, 而我国也是世界上缺硒严重的国家之一。在我

国版图上，存在一条从东北到西南走向的低硒带，全国有 5 亿~6 亿人口因膳食结构中硒含量不足，造成人体低硒状态。硒不能由机体自身产生，必须通过外界摄取。

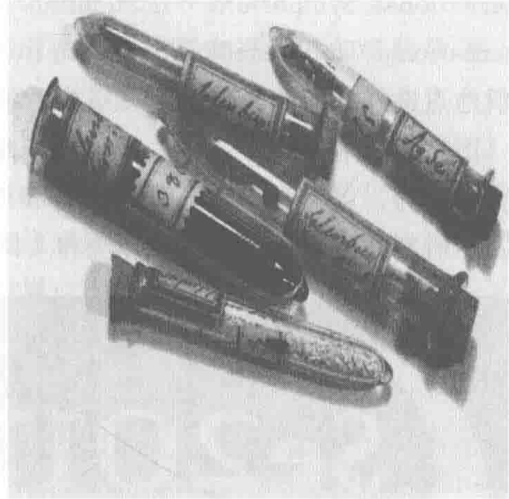


Jac. Berzelius (1779—1848)

Watercolour painting by L. H. Roos

af Hjelmsäter 1823

Uppsala University Library



From Jac. Berzelius's collection of
selenium compounds

Center for History of Science,

Royal Swedish Academy of Sciences

图 1-1 贝采利乌斯 (Berzelius) 及其收集的硒化合物 (Jan, 2016)

硒在地壳中分布广泛但相当稀少，丰度在 $0.05 \sim 0.09 \mu\text{g/g}$ ，排在化学元素丰度的第 70 位。硒在土壤中分布极不均匀，具有明显的地带性差异。自然土壤中的硒主要来自风化的岩石或流经风化岩石的水层，也可以降雨的形式来自大气。硒在土壤中主要以 Se^0 、 Se^{2-} 、 Se^{4+} 和 Se^{6+} 四种价态存在，按形态主要分为元素态硒、硒化物、有机态硒、亚硒酸盐和硒酸盐。元素态硒是土壤微生物还原亚硒酸盐或硒酸盐的产物，元素态硒在土壤中含量极小，在一定条件下可在水解、氧化剂及微生物作用下重新转换为有效性强的硒酸盐和亚硒酸盐；硒化物主要存在于透气性差的强酸性土壤中，大多难溶于水；有机态硒主要由土壤含硒生物体腐烂分解形成，是土壤有效硒的重要组成部分；亚硒酸盐和硒酸盐是土壤中硒的主要存在形态，亚硒酸盐和硒酸盐均是水溶性的，在酸性土壤及还原条件下，亚硒酸盐是主要存在形态，在碱性和氧化环境中，硒酸盐是土壤中的主要存在形态。

在国际上，以硒研究为主题的学术性会议有两个：即“硒与生物学和医学

国际研讨会”和“硒与环境 and 人体健康国际研讨会”。2017年8月13—17日，在硒元素发现200周年之际，两个国际性会议首次联合召开，“第11届硒与生物学和医学国际研讨会”暨“第5届硒与环境 and 人体健康国际会议”(The 11th International Symposium on Selenium in Biology and Medicine and the 5th International Conference on Selenium in the Environment and Human Health)，会议地点选择在硒的发现地瑞典斯德哥尔摩，具体会议地点在卡罗琳斯卡医学院(图1-2)。有来自中、英、美、法、瑞、澳、加等41个国家的330多名硒研究者参与，以大会报告、分会报告和墙报等形式展示了200多份研究成果，涉及硒研究在生物学、医学、环境和人体健康等多个领域(图1-3)。

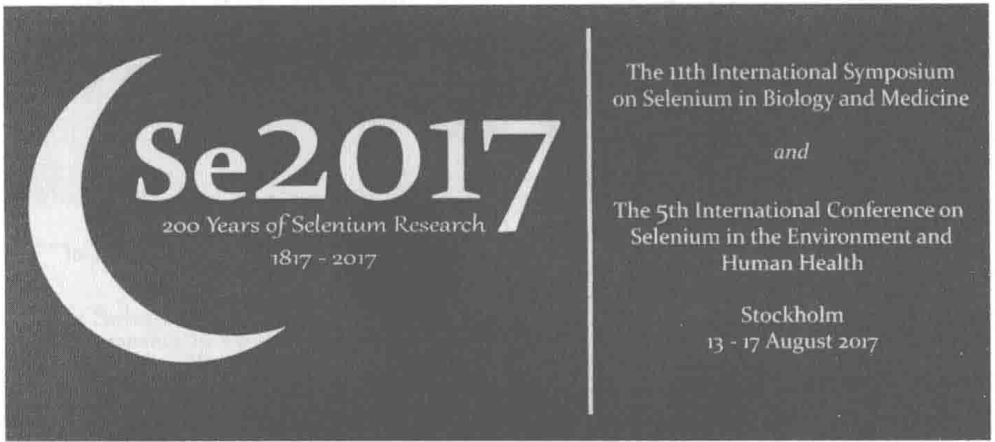


图 1-2 “第 11 届硒与生物学和医学国际研讨会”暨“第 5 届硒与环境 and 人体健康国际会议”



图 1-3 会议期间合影
(左图为会场合影；右图为 Berzelius 发现硒元素的实验室前合影)

二、富硒农业的含义

人们通常认为，天然富硒区利用本地区的硒资源优势进行富含硒农产品生产的农业生产方式，即可称为富硒农业，但这只是一种狭义的概念。广义的来讲，富硒农业是指以农产品为载体，利用农作物或畜禽进行硒的生物转化，使产品中的硒含量达到富硒农产品相关标准的农业生产方式。富硒农业生产的农产品为富硒农产品。

在天然富硒区，植物可以利用土壤中的硒资源，通过生物转化的作用使植物农产品中的硒含量得到积累；在土壤贫硒地区，通过对农作物采取施硒肥的方式而使植物农产品中的硒含量得到积累；或通过饲喂富硒饲料，家禽等动物中的硒含量得到积累，从而发展富硒养殖业。重点在于强调农作物或者畜禽对硒的生物转化过程。

富硒农业是现代农业的一个类型，属于功能农业的一种形式。农业发展可分为三个阶段：高产农业、绿色农业和功能农业（赵其国，2016）（图 1-4）。在新中国成立之初，粮食严重短缺，通过改良土壤、化肥农药施用及良种研发的高产农业被作为我国农业发展的首要任务；1989 年，注重农产品生态安全的“绿色农业”被引进中国，包括无公害农业、绿色农业和有机农业；功能农业作为农业发展的第三个阶段，侧重于农产品的营养与健康内涵。随着人们生活水平的不断提高，人们营养保健意识的日益增强，不仅想吃得安全，还想吃得健康，我国农产品最终要走向营养化、功能化，富硒功能性农产品正好迎合了人们的这种消费需求。我国农业目前迎来了农业发展第三个阶段（功能农业），富硒农业是功能农业最早开展的方向，具有广阔的发展前景。

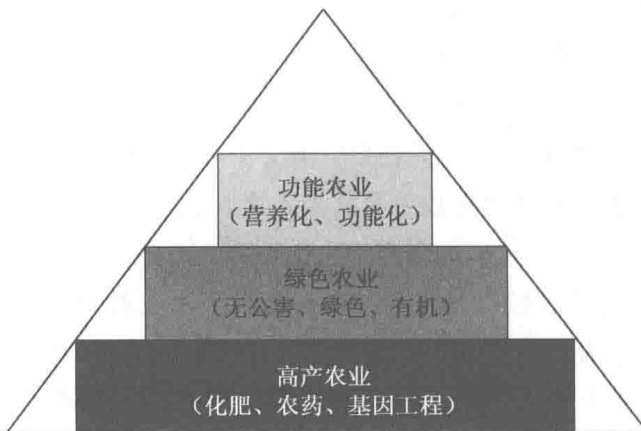


图 1-4 农业发展的三个阶段（赵其国，2016）

第二节 富硒农业的发展背景

一、硒的研究历史

(一) 硒的毒性研究

动物硒中毒主要体现在碱毒症和蹒跚症。家畜碱毒症是 1860 年最早由 Madison 提出的, 属于一种慢性硒中毒, 在家畜中的中毒症状主要表现在食欲降低、脱毛、蹄损伤及内脏受损等, 主要是由于家畜持续服食高于 $5 \mu\text{g/g}$ 但低于 $40 \mu\text{g/g}$ 的饲料所引起的; 蹒跚症由家畜长期少量食用一级指示植物 (含硒 $100\sim 10\,000 \mu\text{g/g}$) 所引起, 前期症状为食欲减退、继而四肢及全身肌肉麻痹、呼吸困难, 最终会因呼吸衰竭而死。而急性中毒主要由于家畜大量食用天然高硒植物所致 (黄开勋, 2009)。

人体硒中毒会引起毛发脱落、指甲褪色及神经系统衰落等 (谭见安, 1990)。20 世纪 60 年代在湖北恩施地区鱼塘坝地区暴发脱发脱甲症等, 最严重村庄的发病率可达到 82.6%, 后来在陕西紫阳等地也出现过类似症状, 由此发现了湖北恩施和陕西紫阳地区是世界上的高硒地区 (黄开勋, 2009; 谭见安, 1990; 程静毅, 1980)。

(二) 硒的生物必要性与营养性研究

自 19 世纪 30 年代开始, 在我国黑龙江省克山县发现了克山病 (后来命名), 随后在其他地区如西南地区也发现了这种病, 但很长一段时间内, 克山病病因一直不清楚, 直到 20 世纪 60~70 年代才证实缺硒是导致克山病发生的最主要因素。由缺硒引起的地方病在我国主要体现在克山病和大骨节病上。自 1957 年发现硒可以阻止大鼠食饵性肝坏死, 1966 年第一届生物和医学中硒的国际讨论会上提出了硒是动物必需的营养元素, 直至 1980 年中国人向全世界宣布硒可以有效控制克山病, 硒的研究进入生物需求必要性及营养性研究新阶段。

1982 年, 杨光圻教授等开始在四川省克山病区开展研究工作, 得到成人膳食的硒最低需要量为 $17 \mu\text{g/d}$, 膳食硒最低供给量为 $22 \mu\text{g/d}$; 1983 年, 得到成人膳食硒平均需要量为 $41 \mu\text{g/d}$; 1992 年得到成人膳食硒推荐摄入量 (RDA 或 RNI) 为 $50 \mu\text{g/d}$ 、可耐受最高硒摄入水平 (UL) 为 $400 \mu\text{g/d}$ 及硒的中毒剂量为 $800 \mu\text{g/d}$ (夏弈明, 2011; 秦俊法, 2014); 1988 年, 中国营养学会推