

中国功能农业发展 与政策研究

Development and Policies for
Functional Agriculture in China

赵桂慎 郭岩彬 等 著



科学出版社

中国功能农业发展与政策研究

赵桂慎 郭岩彬 等 著

“农业部软科学委员会委托课题：中国功能农业发展与政策研究
(K201714-2)”资助出版

科学出版社

北京

内 容 简 介

近 10 年来,中国功能农业发展迅速,迎来了新的发展机遇。总体上看,我国农产品经历了从满足量的供给,到食品安全保障,再到营养强化 3 个发展阶段,本书旨在为我国功能农业发展和政策研究提供借鉴。本书共分 8 章,第 1 章详细介绍了我国功能农业的重点营养素及其农业载体;第 2 章总结了我国功能农业的发展现状;第 3 章分析了我国功能农业的市场容量、市场价格、市场认知度和消费行为特点;第 4 章阐述了我国功能农业开发关键技术及其应用情况;第 5 章论述了我国功能农业的相关标准及功能农产品认证;第 6 章剖析了我国功能农业产业链结构及竞争能力;第 7 章介绍了我国典型区域功能农业发展规划案例;第 8 章提出了我国功能农业发展的对策与建议。

本书可作为相关领域科研人员、企业管理人员和政府部门的专业参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

中国功能农业发展与政策研究 / 赵桂慎等著. —北京: 科学出版社, 2018.2

ISBN 978-7-03-056470-2

I. ①中… II. ①赵… III. ①农业发展—研究—中国 ②农业政策—研究—中国 IV. ①F32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 019992 号

责任编辑: 李秀伟 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 北京铭轩堂广告设计有限公司

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

*

2018 年 2 月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2018 年 2 月第一次印刷 印张: 13 1/4

字数: 267 000

定价: 108.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

著者名单

赵桂慎 郭岩彬 梁 龙 谢 斌 张洒洒

吴彦颀 文育芬 郝天娇 孟伟婷 王秋月

邓晓雅 贾 丁 王晨晖 彭 澎 张伟漫

前 言

简单地讲，功能农业是指通过生物强化技术生产出富含微量营养素和其他有益成分农产品的一种新的农业类型，根本目标是解决人体微量营养素摄入不足导致的“隐性饥饿”问题，实现营养均衡，维护人体健康。

2009年，赵其国院士提出“功能农业”概念雏形，2016年在《功能农业》一书中首次提出功能农业的定义，即功能农业是通过生物营养强化技术或其他生物工程生产出具有健康改善功能的农产品，认为功能农业是继高产农业、绿色农业之后农业的第3个发展阶段，是在满足于“吃得饱”和“吃得安全”以后，满足于“吃得健康”的社会新需求。功能农业是全球现代农业转型升级的主要方向之一，也是实施“健康中国”战略的重要举措。国务院于2017年7月发布的《国民营养计划（2017—2030年）》指出，“国民营养事关国民素质提高和经济社会发展”“将营养融入所有健康政策，不断满足人民群众营养健康需求，提高全民健康水平，为建设健康中国奠定坚实基础”。提出“以改革创新驱动营养型农业”“加大力度推进营养型优质食用农产品生产”“提升优质农产品的营养水平”“创立营养型农产品推广体系，促进优质食用农产品的营养升级扩版”“发展食物营养健康产业”。

近10年来，我国功能农业已经进入快速发展阶段，特别是以富硒农业为代表的功能农业已成为农民增收、企业增效的新的增长点。在全国20多个天然富硒区，富硒农业已经发展为带动区域经济发展的特色优势产业。从世界范围看，我国发展功能农业具有得天独厚的产业基础和优势，具备引领世界功能农业发展的潜力和能力。一是生鲜农产品在我国农产品消费中占主导地位，通过日常饮食补充微量营养素，具有成本低、简单方便、易于被消费者接受等优点；二是我国居民具有“食疗养生”的传统，药食同源农产品和新食品原料种类丰富，具有巨大的市场价值和开发前景；三是我国居民的健康需求不断提高和升级，普通农产品、安全农产品已经不能满足实际需要，高质量的功能农产品供给成为我国现代农业发展的新目标和新要求，蕴含巨大的市场潜能；四是中医药是我国传统文化

的瑰宝，功能农业可以为中医药产业提供原料，二者的有机结合具有广阔的发展空间；五是我国功能农业的技术支撑能力不断增强，在功能农业领域的科研投入不断加大，尤其在富硒农业领域我国已经走在世界前列，为我国功能农业发展提供了强大的技术保障。然而，我国功能农业产业发展及相关政策研究还存在诸多问题与不足，今后需要进一步明确发展思路和重点任务，如根据“对人体健康重要、膳食摄入不足和可以由农业提供”三原则，重点确定哪些微量营养素；选择哪些作物或养殖动物作为其载体；重点开发哪些功能农产品或食品；针对哪些人群，达到什么样的营养改善目标；如何制订相关标准，建立认证监管体系；如何实现功能农业标准化、规范化发展；如何延伸功能农业产业链；如何提升我国功能农业的国际竞争力等，这些问题都需要进行系统深入的研究，从而有助于制订国家层面的功能农业发展战略方案。

本书受农业部软科学委员会委托课题（K201714-2）的资助，对上述问题进行了系统分析和论述，希望能够为我国功能农业的发展尽微薄之力。由于时间仓促和作者水平所限，不足之处在所难免，恳请专家学者和各位同仁批评指正。

作 者

2018年1月于北京

目 录

1 我国功能农业的重点营养素及其农业载体	1
1.1 功能农业的提出与发展	1
1.2 我国功能农业需重点强化的营养素	2
1.2.1 我国居民营养素摄入状况	2
1.2.2 需要重点强化的营养素	4
1.3 各类农产品中重点营养素的含量	4
1.3.1 硒 (Se)	4
1.3.2 锌 (Zn)	5
1.3.3 维生素 A	6
1.3.4 维生素 B ₁	8
1.3.5 维生素 B ₂	8
1.3.6 叶酸	9
1.3.7 限制性氨基酸	10
1.3.8 多不饱和脂肪酸	11
1.3.9 其他有益功效成分	12
1.4 重点营养素生物强化的农业载体分析	13
1.4.1 我国居民的膳食结构	13
1.4.2 富含重点营养素的农产品	16
1.4.3 农业载体分析	25
2 我国功能农业的发展现状	28
2.1 我国功能性种植业的发展情况	28
2.1.1 我国功能性种植业的产品种类及规模情况	28
2.1.2 我国功能性种植业的效益分析	29
2.1.3 我国功能性种植业的品牌培育及重点发展方向	30

2.2	我国功能性养殖业的发展情况	30
2.2.1	我国功能性养殖业的产品种类及规模情况	30
2.2.2	我国功能性养殖业的效益分析	31
2.2.3	我国功能性养殖业的品牌培育及重点发展方向	32
2.3	我国功能农业加工业的发展情况	32
2.3.1	我国功能农业加工业的产品种类及规模情况	32
2.3.2	我国功能农业加工业的效益分析	33
2.3.3	我国功能农业加工业的品牌培育及重点发展方向	34
2.4	我国新兴功能产业的发展情况	34
2.4.1	我国新兴功能产业的产品种类及规模情况	34
2.4.2	我国新兴功能产业的效益分析	38
3	我国功能农业的市场分析	40
3.1	功能农业的市场容量测算	40
3.1.1	潜在消费群体规模	40
3.1.2	市场容量的估算	41
3.2	功能农产品的价格分析	42
3.2.1	富含微量元素的功能农产品	42
3.2.2	高抗性淀粉功能农产品	43
3.3	市场认知度和消费行为分析	44
3.3.1	重点城市	44
3.3.2	典型富硒区	50
3.3.3	结论及建议	65
4	功能农业开发关键技术及其应用情况	67
4.1	功能农业开发技术在国际上的发展水平	67
4.1.1	土壤微量元素研究	67
4.1.2	富集微量元素的育种研究	68
4.1.3	综合技术研究与实践	69
4.2	专利技术及分布情况分析	69
4.2.1	申请年限分布	70
4.2.2	申请主体分布	70
4.2.3	申请地区分布	71
4.2.4	专利产业分布	75

4.3 功能农业关键技术开发重点方向	76
4.3.1 育种强化技术	79
4.3.2 农艺强化技术	79
4.3.3 微生物强化技术	80
4.3.4 养殖强化技术	80
4.3.5 精深加工技术	80
4.3.6 监测和评估技术	80
5 我国功能农业相关标准与功能农产品认证	81
5.1 我国功能农业相关标准体系	81
5.1.1 与硒有关的功能农业标准	82
5.1.2 与锌有关的功能农业标准	85
5.1.3 与维生素有关的功能农业标准	86
5.1.4 与限制性氨基酸有关的功能农业标准	88
5.1.5 与其他有益功效成分有关的功能农业标准	89
5.1.6 我国功能农业标准体系的建立	90
5.2 功能农产品认证	91
5.2.1 认证认可的发展历史及相关法律法规体系	91
5.2.2 食品农产品认证	92
5.2.3 功能性食品认证	95
5.2.4 富硒产品认证及其他	98
6 功能农业产业链结构及竞争能力	100
6.1 陕西省安康市富硒功能农业产业分析	100
6.1.1 引言	100
6.1.2 富硒产业发展背景	101
6.1.3 富硒产业链结构分析	106
6.1.4 自然资源生态位的测算与分析	107
6.1.5 产品生态位的测算与分析	110
6.1.6 技术生态位的测算与分析	112
6.1.7 富硒产品市场生态位的测算与分析	115
6.1.8 核心能力生态位的测算与分析	117
6.1.9 提升策略分析	121
6.1.10 结论及建议	127

6.2	江西省丰城市中国生态硒谷产业园分析	128
6.2.1	引言	128
6.2.2	富硒产业发展背景	129
6.2.3	富硒产业链结构分析	131
6.2.4	富硒企业竞争关系及差异化分析	132
6.2.5	富硒企业连接度分析	135
6.2.6	结论与建议	136
7	我国典型区域功能农业发展规划案例	137
7.1	青海省海东市平安区	137
7.1.1	产业发展现状分析	137
7.1.2	主导产业体系	140
7.1.3	区域品牌与发展策略	147
7.2	陕西省紫阳县	150
7.2.1	产业发展现状分析	150
7.2.2	主导产业体系	153
7.2.3	区域品牌与发展策略	155
7.3	湖南省桃源县	157
7.3.1	产业发展现状分析	157
7.3.2	主导产业体系	162
7.3.3	区域品牌与发展策略	169
7.4	黑龙江省海伦市	171
7.4.1	产业发展现状分析	171
7.4.2	主导产业体系	175
7.4.3	区域品牌与发展策略	181
8	我国功能农业发展的对策与建议	184
8.1	我国发展功能农业的必要性	184
8.1.1	发展功能农业是未来世界农业的必然趋势	184
8.1.2	发展功能农业是消除我国居民“隐性饥饿”，提高我国居民健康水平的重要举措	184
8.1.3	发展功能农业是实现农业转型升级，推动农业供给侧结构性改革的客观要求	184
8.1.4	发展功能农业是促进农业科技创新，提升我国农业国际竞争	

力的必然选择	185
8.2 对策与建议	185
8.2.1 要高度重视和引导规范我国功能农业发展	185
8.2.2 要科学确定我国功能农业重点发展的微量营养素和其他有益 功效成分	186
8.2.3 要科学确定我国各类微量营养素生物强化的农业载体	186
8.2.4 要发展“载体农业”和建立跨学科的科技创新研究体系	186
8.2.5 要制订我国集中连片特困地区的营养改善及健康扶贫计划	187
参考文献	188
附表 我国主要农产品中重点微量营养素的含量（100 g 可食部分）	193

1.1 功能农业的提出与发展

功能农业是指通过生物营养强化技术生产出具有特定含量的微量营养素（矿物元素、维生素）和其他有益功效成分（膳食纤维、限制性氨基酸、植物化合物以及不饱和脂肪酸等）的农产品，强调农产品的营养功能和保健功效，与人体营养均衡和健康密切相关。

2009年，以赵其国院士为组长的中国科学院农业领域战略研究组编纂的《中国至2050年农业科技发展路线图》（中国科学院农业领域战略研究组，2009）中提出“功能农业”的概念雏形，2016年在《功能农业》一书中首次提出功能农业的定义，即功能农业是通过生物营养强化技术或其他生物工程生产出具有健康改善功能的农产品（赵其国和尹雪斌，2016）。功能农业是继高产农业、绿色农业之后，农业的第3个发展阶段，强调农产品的营养化、功能化，主要是希望解决人们“吃得健康”的问题。功能农业也是一项新兴的农产品增值技术。功能农业能够提升农产品营养品质，满足消费者健康需求，把农业从“吃饭产业”变为“健康产业”。

功能农产品，是功能农业所生产的产品，广义上指对人体健康有益的农产品，狭义上指所含功能物质能够达到规定标准的农产品。它有两个重要的衡量标准：一个是在宏观感知上或者微观指标上有促进身体机能改善的作用，例如，血硒水平提高，免疫活性增强；另一个是能够标准化生产，生产的农副产品中某一种或者几种必需营养元素能够达到规定的标准（赵其国和尹雪斌，2016）。赵其国院士预测：2020年，全球将推出80~100种功能农产品，仅我国产值就将达1000亿元；2020年我国功能农业占我国可食用农作物耕作面积的比例会达到1%；2030年我国功能农业的占比会上升到10%，产值将达1万亿元；2050年我国功能农业的占比将达到50%以上，产值将达5万亿元。

1.2 我国功能农业需重点强化的营养素

1.2.1 我国居民营养素摄入状况

20 世纪 50~70 年代，我国食物的生产、加工还不能满足我国居民的需要，困扰居民健康的主要营养问题是能量 - 蛋白质缺乏引起的营养不良，以及维生素 A 缺乏病、克山病、佝偻病和贫血等营养缺乏病（陈学存，2003a，2003b）。20 世纪 80 年代以后，随着国家改革开放的进程，城乡居民食物消费数量与质量明显提高，能量和营养素摄入量均发生变化。到 2012 年，我国居民的膳食能量供给充足，蛋白质、脂肪、碳水化合物三大宏量营养素摄入充足，而膳食纤维、维生素和矿物质摄入不足的问题仍然突出。

如表 1-1 所示，根据中国疾病预防控制中心报道的“2002~2012 年中国居民能量营养素摄入状况及变化趋势”（于冬梅等，2016）可知，2010~2012 年，我国居民平均每标准人日能量摄入量为 9079 kJ、蛋白质摄入量为 64.5 g、脂肪摄入量为 79.9 g、碳水化合物摄入量为 300.8 g，表明我国居民能量和三大宏量营养素摄入量充足。其中，优质蛋白质摄入量仍有不足，脂肪摄入量超出营养素参考值较多；膳食纤维和微量营养素方面，我国居民每标准人烟酸、维生素 E、钠、铁、锰、铜、磷的日摄入量均超过推荐值，维生素 C、镁、钾的摄入量略有不足，而膳食纤维、维生素 A、维生素 B₁、维生素 B₂、钙、锌、硒的摄入量均未达到推荐量，存在摄入不足风险。

表 1-1 2010~2012 年中国居民平均每标准人日营养素摄入量

类别	摄入量	营养素参考值	摄入量占营养素参考值的比例 /%
能量 /kJ	9079	8400	108.1
蛋白质 /g	64.5	60	107.5
脂肪 /g	79.9	60	133.2
碳水化合物 /g	300.8	300	100.3
膳食纤维 /g	10.8	25	43.2
视黄醇当量（维生素 A）/μg	443.5	800	55.4
硫胺素（维生素 B ₁ ）/mg	0.9	1.4	64.3
核黄素（维生素 B ₂ ）/mg	0.8	1.4	57.1
烟酸 /mg	14.3	14	102.1
抗坏血酸（维生素 C）/mg	80.4	100	80.4
维生素 E/mg	35.9	14	256.4

续表

类别	摄入量	营养素参考值	摄入量占营养素参考值的比例 /%
钾 /mg	1616.9	2000	80.8
钠 /mg	5702.7	2000	285.1
钙 /mg	366.1	800	45.8
镁 /mg	284.9	300	95.0
铁 /mg	21.5	15	143.3
锰 /mg	5.9	3	196.7
锌 /mg	10.7	15	71.3
铜 /mg	1.9	1.5	126.7
磷 /mg	954.6	700	136.4
硒 /μg	44.6	60	74.3

注：营养素参考值根据 GB 28050—2011《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》而确定
资料来源：于冬梅等，2016

根据《中国居民营养与慢性病状况报告（2015 年）》可知，2002~2012 年 11 年间，我国 18 岁及以上居民超重率和肥胖率分别上升了 7.3 个百分点和 4.8 个百分点。慢性病成为中国居民的主要死亡原因，2012 年我国慢性病死亡人数占全部死亡人数的 86.6%，其中心脑血管疾病、癌症和慢性呼吸系统疾病占总死亡人数的 79.4%，为主要死因。2002~2012 年，高血压、糖尿病的患病率均呈上升趋势。2012 年，我国 18 岁及以上居民的高血压和糖尿病的患病率分别为 25.2% 和 9.7%，高胆固醇血症患病率为 4.9%，高甘油三酯血症患病率为 13.1%，低高密度脂蛋白胆固醇血症患病率为 33.9%，血脂异常患病率为 40.4%。而脂肪供能比过高、油盐摄入过量、微量营养素摄入不足等不合理膳食是导致慢性病高发的重要因素。

2014 年 11 月，联合国粮食及农业组织（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）和世界卫生组织（World Health Organization, WHO）在意大利罗马 FAO 总部共同举办了第二届国际营养大会，发布了《营养问题罗马宣言》，指出全球超过 20 亿人患有微量营养素缺乏症，表现为“隐性饥饿”，尤其缺乏维生素 A、碘、铁、锌等微量营养素，强调食品供给的健康化、均衡化和多样化。

2016 年 10 月，中共中央和国务院印发《“健康中国 2030”规划纲要》，指出：重点解决微量营养素缺乏等问题；到 2030 年，营养缺乏疾病发生率显著下降。

2017 年中央农村工作会议和中央一号文件都明确指出，在保障国家粮食安全的基础上，发展特色优势农业和食品加工业，加强新食品原料、药食同源食品

的开发和应用,加强现代生物技术和营养强化技术研究,挖掘开发具有保健功能的食品,壮大新产业新业态。

2017年7月,国务院发布《国民营养计划(2017—2030年)》提出“发展食物营养健康产业”“加大力度推进营养型优质食用农产品生产”,强调以改革创新驱动营养型农业发展。

1.2.2 需要重点强化的营养素

根据“对人体健康重要、膳食摄入不足和可以由农业提供”三原则,确定现阶段我国功能农业需要重点强化的营养素主要是矿物质和维生素等微量营养素、限制性氨基酸、多不饱和脂肪酸及植物化合物等其他有益功效成分,包括:①矿物质,以硒和锌为主;②维生素,以维生素A、维生素B₁、维生素B₂和叶酸为主;③限制性氨基酸,以赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸为主;④多不饱和脂肪酸,以 α -亚麻酸(AIA)、二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳五烯酸(DPA)、二十二碳六烯酸(DHA)、亚油酸(LA)、花生四烯酸(AA)等为主;⑤植物化合物,以叶黄素、番茄红素、虾青素、姜黄素、大蒜素、大豆异黄酮、植物甾醇等为主。

1.3 各类农产品中重点营养素的含量

1.3.1 硒(Se)

如图1-1所示,在我国主要农产品中,鱼虾蟹贝类、茶叶、蛋类、畜禽肉类和菌藻类的硒含量较丰富,坚果种子类、乳类、谷薯类的硒含量较低,蔬菜类、水果类的硒含量更低。

在硒含量较丰富的农产品中,鱼虾蟹贝类平均硒含量为29.14 $\mu\text{g}/100\text{g}$,其中硒含量较高的为小黄花鱼55.2 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、沙丁鱼48.95 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、大黄花鱼42.57 $\mu\text{g}/100\text{g}$;茶叶平均硒含量为19.81 $\mu\text{g}/100\text{g}$,其中红茶的硒含量最高,为56 $\mu\text{g}/100\text{g}$;蛋类平均硒含量为20.69 $\mu\text{g}/100\text{g}$,其中蛋黄中的硒含量要高于蛋白,鸡蛋黄为27.01 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、鸡蛋白为6.97 $\mu\text{g}/100\text{g}$;畜禽肉类产品平均硒含量为24.65 $\mu\text{g}/100\text{g}$,其中硒含量较高的为肾脏、肝脏,猪肾111.77 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、牛肾70.25 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、羊肾58.90 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、鸭肝57.27 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、猪胆肝42.69 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、鸡肝38.55 $\mu\text{g}/100\text{g}$;菌藻类的平均硒含量为19.96 $\mu\text{g}/100\text{g}$,其中硒含量较高的为干松蘑98.44 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、干蘑菇39.18 $\mu\text{g}/100\text{g}$;坚果种子类中平均硒含量为8.25 $\mu\text{g}/100\text{g}$,其中腰果的硒含量达34 $\mu\text{g}/100\text{g}$,显著高于其他种类;而乳类和谷薯类的平均硒含量分别为4.3 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 和3.92 $\mu\text{g}/100\text{g}$;蔬菜类、水果类中的硒含量普遍较低,平均值分别为1.18 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 和0.87 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 。

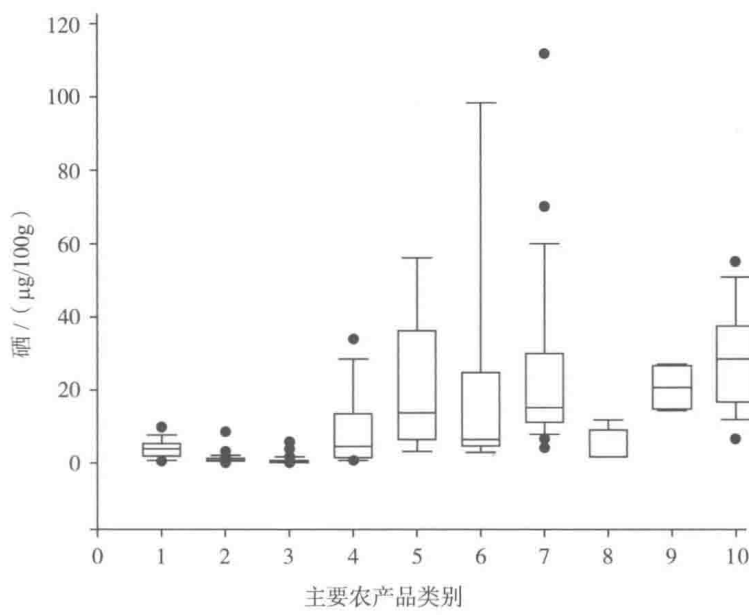


图1-1 我国主要农产品的硒含量(杨月欣等,2009)

1- 谷薯类, 2- 蔬菜类, 3- 水果类, 4- 坚果种子类, 5- 茶叶, 6- 菌藻类,
7- 畜禽肉类, 8- 乳类, 9- 蛋类, 10- 鱼虾蟹贝类

1.3.2 锌 (Zn)

如图 1-2 所示,我国主要农产品中锌的含量相对丰富,菌藻类、茶叶、坚果种子类的锌含量较高,畜禽肉类、谷薯类次之,蛋类、鱼虾蟹贝类、乳类则相对较低,而蔬菜类、水果类锌含量更低。

具体来说,菌藻类平均锌含量为 3.95 mg/100g,其中香菇、干蘑菇、干松蘑含量较高,分别为 8.57 mg/100g、6.29 mg/100g 和 6.22 mg/100g,海带含量最低,为 0.65 mg/100g;茶叶平均锌含量为 4.18 mg/100g,其中,甲级龙井含量最高,为 5.88 mg/100g,铁观音含量最低,为 2.35 mg/100g;坚果种子类平均锌含量为 3.14 mg/100g,其中,山核桃(干)、干榛子、芝麻的含量较高,分别为 6.42 mg/100g、5.83 mg/100g 和 5.17 mg/100g,西瓜子仁、葵花子仁、白果含量较低,分别为 0.39 mg/100g、0.5 mg/100g 和 0.69 mg/100g;畜禽肉类平均锌含量为 2.66 mg/100g,肝脏中的锌含量较高,猪胆肝 11.25 mg/100g,猪肝 5.78 mg/100g,牛肝 5.01 mg/100g,而血中锌含量较低,猪血 0.28 mg/100g,羊血 0.67 mg/100g;谷薯类平均锌含量为 2.33 mg/100g,其中大麦和黑豆含量较高,分别为 4.36 mg/100g 和 4.18 mg/100g,甘薯和马铃薯含量较低,分别为 0.15 mg/100g 和 0.37 mg/100g。蛋类、鱼虾蟹贝类、乳类中的平均锌含量则相对

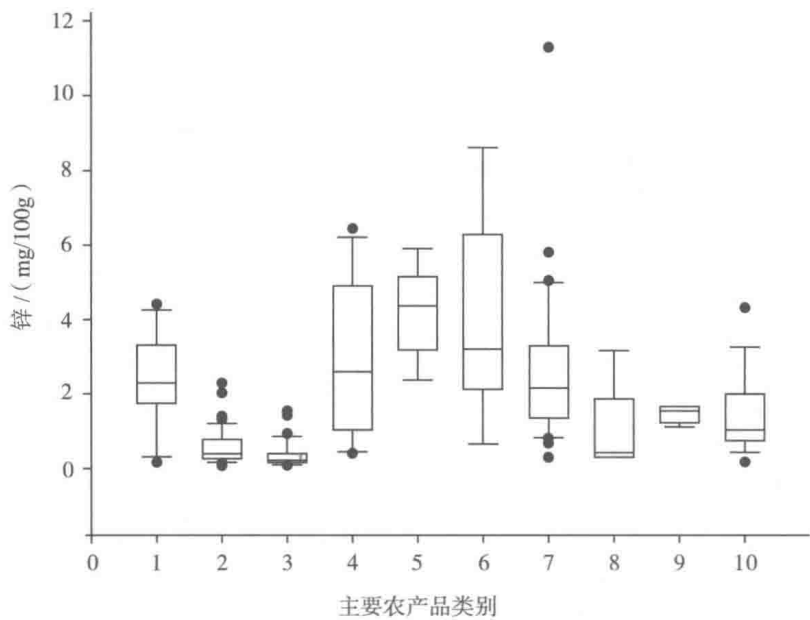


图1-2 我国主要农产品中锌的含量(杨月欣等,2009)

1- 谷薯类, 2- 蔬菜类, 3- 水果类, 4- 坚果种子类, 5- 茶叶, 6- 菌藻类,
7- 畜禽肉类, 8- 乳类, 9- 蛋类, 10- 鱼虾蟹贝类

较低, 分别为 1.45 mg/100g 和 1.37 mg/100g 和 0.93 mg/100g; 而蔬菜类、水果类平均锌含量更低, 分别仅为 0.55 mg/100g 和 0.33 mg/100g。

1.3.3 维生素 A

膳食维生素 A 主要有两类来源: 一类是视黄醇, 主要存在于动物性食品中, 能够被人体直接吸收和利用; 另一类是 β -胡萝卜素等胡萝卜素, 主要存在于植物性食品中, 可在人体内转化为维生素 A, 属于维生素 A 原。由图 1-3 和图 1-4 可知, 在我国主要农产品中, 动物肝脏、蛋黄、深色蔬菜、茶叶的维生素 A 含量丰富, 其中, 动物肝脏维生素 A 的含量高达 20 000 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 远高于其他农产品。而谷薯类、水果类、坚果种子类、菌藻类、畜禽肉类 (动物肝脏除外)、乳类、鱼虾蟹贝类的维生素 A 含量较低, 多数不超过 100 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 。

动物肝脏中的维生素 A 最丰富, 其中牛肝、羊肝维生素 A 的含量超过 20 000 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 鸡肝达 10 414 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 鹅肝、猪肝、鸭肝也都在 2000 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 以上。鱼肝油是商业上维生素 A 的最丰富来源, 是从鲨鱼、鳕鱼等的肝脏中提取出的脂肪, 富含维生素 A 和维生素 D。鸭蛋黄、鹅蛋黄、鸡蛋黄等蛋类中维生素 A 的含量也较丰富, 蛋黄中的含量远高于蛋白, 其中鸭蛋黄 1980 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、鹅蛋黄 1977 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、鸡蛋黄 438 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 。