

饲料营养研究进展

2010

ADVANCED RESEARCH IN
FEED NUTRITION

◎ 张宏福 主编



中国农业科学技术出版社

饲料营养研究进展

2010

ADVANCED RESEARCH IN
FEED NUTRITION

◎ 张宏福 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饲料营养研究进展——2010 / 张宏福主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2010. 9
ISBN 978 - 7 - 5116 - 0288 - 6

I. ①饲… II. ①张… III. ①饲料—营养学—文集
IV. ①S816 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 184372 号

责任编辑 李 芸
特约编辑 卢庆萍
责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010) 82109704 (发行部) (010) 82109709 (编辑室)
(010) 82109703 (读者服务部)
传 真 (010) 82109709
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 北京科信印刷厂
开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16
印 张 24.625
字 数 539 千字
版 次 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷
定 价 98.00 元

主 编：张宏福

副主编：王 恬 姚军虎

撰稿人：（以姓氏笔画排序）

刁其玉	门小明	马秋刚	王加启	王迪铭	王春阳
王 恬	王洪荣	王梦芝	王雪鹏	王康宁	王 蕾
毛胜勇	毛湘冰	计 成	计 峰	孔祥峰	左建军
卢德勋	冯仰廉	冯定远	冯 琳	成艳芬	印遇龙
朱伟云	刘 扬	刘红云	刘建新	齐广海	闫素梅
关 舒	江书忠	麦康森	杨小军	李树红	李胜利
李爱科	李福昌	李德发	佟建明	余 冰	汪以真
汪仕奎	汪 傲	张子仪	张旭晖	张克英	张宏福
张晓琳	张恩平	张海军	陈玉林	陈代文	陈立祥
陈 香	武书庚	林映才	林 海	罗海玲	岳洪源
金立志	周小秋	周远飞	周 恠	郑春田	郑 萍
单安山	赵 元	赵丽红	赵 峰	胡红莲	胡 凯
胡 琴	侯永清	姜 俊	姚军虎	秦贵信	夏建民
徐子伟	高 民	郭晓宇	黄瑞林	麻名文	彭 健
葛素云	董晓芳	董银喜	蒋金津	蒋宗勇	韩 飞
韩菲菲	鲍 男	薛凌峰	魏宏达	T. Zhou	V. Ravindran

前言

由中国畜牧兽医学会动物营养学分会主办，西北农林科技大学、动物营养学国家重点实验室承办的“第六次全国饲料营养学术研讨会暨动物营养学分会成立三十周年纪念大会”即将于10月16~18日在陕西杨凌国际会议中心召开。这是一次动物营养界的盛会，主办单位、承办单位及有关协办单位对本次会议的重视，多次研讨会议议程和组织事项、赴现场考察等。按照惯例，会前组织出版《饲料营养研究进展》。在分会秘书组、编委会和撰稿专家的共同努力下，《饲料营养研究进展——2010》终于得以付梓了，在此对大家的辛劳表示感谢！

2009年，全国肉、蛋、奶、水产品总产量分别达到了 $7\,642 \times 10^4\text{t}$ 、 $2\,741 \times 10^4\text{t}$ 、 $3\,518 \times 10^4\text{t}$ 和 $5\,120 \times 10^4\text{t}$ ，饲料工业产品总产量达到了 $1.43 \times 10^8\text{t}$ 。肉、蛋和养殖水产品产量居全球第一位，饲料产量居全球第二位。当前，我国养殖业和饲料工业进入了一个产量平稳发展、质量稳步提高、综合生产能力不断增强的新阶段，但可持续发展面临资源、环境、动物健康、食品安全等重大挑战。第六次全国饲料营养学术研讨会的主题是“饲料营养与低碳养殖”。其宗旨是通过研讨，确立我国养殖业和饲料工业实现由数量效益型向低耗、环保、优质、高效为一体的“又好又快”的产业形态转变的技术路径和方案。

本书收录了大会专稿39篇，包括：院士综论2篇，饲料养分生物学效价评定及需要量体系5篇，营养代谢与畜禽产品品质4篇，营养与低碳养殖8篇，养分生理功能5篇，营养与免疫、繁殖6篇，饲料添加剂4篇，饲料资源开发与安全5篇。由于时间紧，稿件收齐后的出版时间不足30天，编者无法对稿件进行深度加工。因此书中文章的体例、引文及标注格式不能完全一致。同时由于编者的水平有限，错误之处恳请读者批评、指正。

本书由动物营养学国家重点实验室资助出版。

编者

2010年9月13日

目 录

院士纵论

- 前事不忘 后事之师, 再接再厉 再造辉煌 张子仪 (3)
- 中国水产养殖与水产饲料工业的成就与
展望 (摘要) 麦康森 (8)

饲料养分生物学效价评定及需要量体系

- 浅谈猪的能量代谢及饲料能量评价 薛凌峰 胡 琴 李德发 (13)
- 猪禽饲料 NE 测定及其需要量研究 王康宁 (21)
- 仿生消化法评定猪饲料生物学效价的研究进展 张宏福 赵 峰 张子仪 (36)
- 基于模拟消化液和开发仿生消化系统评定家禽饲料代谢能值的研究
进展 赵 峰 张宏福 张子仪 (44)
- 后备牛营养需要与培育的研究进展 刁其玉 周 恂 (56)

营养代谢与畜禽产品品质

- 牛奶乳脂肪和乳蛋白的合成与调控机理 王加启 (67)
- 蛋鸡及其产品的营养调控研究 齐广海 张海军 武书庚 岳洪源 计 峰 (79)
- 动物肌肉能量代谢特点及其与肉质性状的相关性 徐子伟 门小明 (87)
- 日粮 ω -3 多不饱和脂肪酸对猪骨骼肌的营养调控研究
进展 彭 健 魏宏远 江书忠 周远飞 (95)

营养与低碳养殖

- 提高农村奶牛饲料利用效率的措施及甲烷排放量的估测 冯仰廉 (109)
- 反刍动物甲烷的排放及其减排调控技术 胡红莲 卢德勋 高 民 (115)
- 反刍动物瘤胃甲烷产生机制及营养控制研究 朱伟云 毛胜勇 成艳芬 (124)
- 反刍动物内源尿素-N 再循环研究进展 张恩平 姚军虎 陈玉林 (136)
- 泌乳前期和中期不同蛋白质水平对高产奶牛能氮平衡以及
氮排放影响的研究 夏建民 董银喜 李胜利 (144)
- 肠道功能与生猪低碳养殖 汪仕奎 蒋宗勇 林映才 郑春田 (156)
- 蛋鸡养殖中的碳源分析及低碳产业新模式探讨 佟建明 董晓芳 (164)

饲料资源开发利用与节能减排	单安山 (169)
---------------------	-----------

养分生理功能

功能性氨基酸在反刍动物营养中的研究进展	刘红云 刘建新 王迪铭 (181)
α -生育酚及其衍生物对动物生长发育的调控	张旭晖 王恬 (190)
谷氨酰胺与鱼类消化吸收能力的关系研究	
进展	周小秋 姜俊 冯琳 胡凯 刘扬 李树红 (201)
维生素 A 营养对钙磷代谢的调节作用及其机制	闫素梅 郭晓宇 (210)
α -酮戊二酸对动物肠道黏膜作用的研究进展	王蕾 侯永清 (222)

营养与免疫、繁殖

畜禽免疫营养研究进展及其互作评价	杨小军 姚军虎 (233)
猪营养与肠道健康	陈代文 余冰 张克英 郑萍 毛湘冰 葛素云 (243)
家兔消化道微生物群对健康的影响及饲养	
对策	王雪鹏 王春阳 麻名文 李福昌 (255)
中药饲料添加剂调控仔猪肠道微生态平衡研究进展	孔祥峰 印遇龙 (262)
糖皮质激素影响养分分配的机制	林海 (269)
羊营养对繁殖机能的影响研究进展	罗海玲 葛素云 (276)

饲料添加剂

猪源抗菌肽抗菌、免疫、表达特性及其营养调控的研究	
进展	汪以真 韩菲菲 (291)
酶制剂的相关概念及新一代饲料酶制剂的划分	冯定远 左建军 汪傲 (302)
植物次生代谢物对瘤胃发酵与微生物的调控效应	王洪荣 王梦芝 (315)
植物提取物添加剂在单胃动物营养的研究进展	金立志 (323)

饲料资源开发与安全

GETTING MORE OUT OF RAW MATERIALS:

CHALLENGES AND POSSIBILITIES	V. Ravindran (345)
不同种属动物对大豆中主要抗营养因子反应敏感性的	
比较	秦贵信 赵元 鲍男 (355)
镰孢霉菌的侵染规律、霉菌毒素的形成过程及调控	
技术	关舒 印遇龙 黄瑞林 T. Zhou (365)
黄曲霉毒素生物降解的研究进展	计成 赵丽红 马秋刚 (373)
不同处理的棉菜籽粕在肉鸡消化道小肽释放特性的	
研究	蒋金津 李爱科 陈香 韩飞 张晓琳 陈立祥 (380)

院士纵论

前事不忘 后事之师，再接再厉 再造辉煌

——庆祝中国畜牧兽医学会动物营养学分会成立三十周年

张子仪

前赴后继 创业维艰

现代动物营养与饲料科学可溯及 Santorius^① (1614)，嗣后辈辈大者有 Lavoisier, Antoine-Laurent^② (1743—1794) 以及 19 ~ 20 世纪的 O. Kellner (1850—1911), Wilbur Atwater^③ (1844—), H. P. Armsby^④ (1917—), F. B. Morrison (1915—1923) 等。经过 200 ~ 400 多年的不断探索才逐渐步入现代动物营养科学的殿堂。在这一历史后期，我国正处于明末清初的应试教育制下的科举时代。崇尚“玄”、“儒”，而疏于自然科学。应该承认在动物营养科学范畴虽在典籍文物中也已有零星表述，但多系后人的总结性诠释。从汉、唐到明、清的古籍中虽有稿、菽、谷、秬、盐以斗、升、合、斤、两为计量单位的饲养实践方面的定性描述，但鲜见深入的科学记载。进入清末，“西学东渐”，在“师夷长技以制夷”的指导思想下，虽也有过七八代留学潮^⑤，但总的回顾，在动物营养科学方面无佳可陈。

① Santorius (1614) 意大利人曾以悬椅自称，研究“无觉性发汗”，探讨呼吸代谢原理，无果而终（引自王栋 1954《动物营养学》商务印书馆）。

② 拉瓦锡 (Lavoisier, Antoine - Laurent 1743—1794) 法国科学院院士、化学家，近代化学奠基人之一。首次创建豚鼠呼吸代谢装置，否定“燃素说”，命名氧元素为“oxygen”。阐明燃烧作用的氧化学说，再次肯定质量守恒定律。1794 年 5 月 8 日被其同行 Fourcroy 院士诬陷迫害致死。著《燃素概论》、《化学概论》。

③ Wilbur Atwater (1844—) 被誉称为“美国营养学之父”，提出“Atward 系数”。曾师从 Liebig，终身致力于动物能量代谢。1904 年中风不起。

④ H. P. Armsby，美国 Pennsylvania 大学教授著有《The Nutrition of farm Animal》(1917)。在大家畜能量代谢研究方面建树颇丰。

⑤ 容闳 (1828—1912) 耶鲁大学机械系毕业，1847 年首次建议清廷派学童 120 名赴美留学，后经曾国藩、李鸿章奏请慈禧批准，分 4 批成行，原拟先读中学，而后进大学，后因学童不遵清廷礼制，而触怒慈禧，全被遣返回国，其中著名“漏网者”詹天佑“叛逃”未归，后乃成大器。鸦片战争后大批学子通过“庚子赔款”赴美留学。在自然科学方面曾涌现出第四代至第六代大批精英，如周培源、竺可桢、梁思成、童第周、侯德榜等杰出的科学大师。

现代动物营养科学传入我国，可溯及 20 世纪民国初期。其中以刘运筹、崔廷瓚^①及陈宰均^②的译著^③的影响最大。用今日之标准评价先驱们的科研、教学活动应该是杰出的、严谨的、艰辛的。1949 年以后，王栋（1959）著《动物营养学》的问世，是一个重要标志，但从先生赴美留学、取材、编辑、撰文、脱稿到付梓前后用了近 20 年。但若从同期的欧美先进国家本身的水平回顾，基本属于启蒙跟踪阶段；也多处于从定性到半定量，从机体表观观察到逐步深入内部的发祥阶段。而我国在这一历史时期，正值外侮内患、民不聊生的动荡岁月。从动物营养科学整体回顾，一是先天不足，二是后天多恙，在科研水平上无创新，在生产上也收效甚微。虽有贤达，惜生不逢时。百年沧桑，壮志难酬。

蹉跎岁月 匍匐前进

纵览我国现代动物营养与饲料科学史，大体上是从 20 世纪 20 年代开始的。粗略估计，与当时的先进国家同比，大体滞后 20~30 年。先有德人 O. Kellner 的淀粉价理论传入中国（1935），继而又有欧美总可消化养分（TDN）体系问世。建国初期先有以王栋教授的牛、猪饲养标准，继而有吴仲贤教授提出的役畜“马力单位^④”为标志的倡议，虽然以教材形式问世不久，未及经过生产检验，便湮灭于学会交流层次，但都是 20 世纪 50 年代，我国动物科学界先达们的创新作。在 1949 后，“一五”至“五五”期间，由于众所周知的种种原因，基本上是无所适从的蹉跎岁月。在此期间，国外倡导国根据本国的生产实际提出过的斯堪地那维亚的“大麦饲料单位”、原苏联的燕麦饲料单位以及美国的“TDN”、“NRC”净能系列等，碍我国当时的畜牧业正处于以粮为纲，以农业副产品为饲料资源的副业阶段。动物营养科学在漫长的历史时期一直被搁置、边缘化。有些年代作为畜牧业主体的养猪业也是为了积肥，而兼产肉，最终目的还是为了备

① O. Kellner (1850—1911) 德国人，早期动物营养学先驱之一，首创饲料淀粉价理论。著《农畜饲养学》。英译本（《The Scientific Feeding of Animals》）由崔廷瓚（音质）、刘运筹翻译，1935 年由商务印书馆初版，1951 年再版。原著德文曾被 13 个国家翻译出版。另有《饲料成分及营养价值表》1943 年由日本成美堂出版。均系早期动物营养学的经典专著。

② 陈宰均（字孺平 1897—1934）浙江杭州人，享年 38 岁，曾就学美国伊利诺伊、康乃尔等大学及德国柏林大学，攻读动物营养及生物化学。1926 年任浙江大学农学院教授，后转入北平大学任教授，是我国动物营养学界的先驱之一。

③ 《Feeds and Feeding》W. A. Henry (1898) 原著，以后由 F. B. Morrison 重著（1915 年），再版多次，1922 年前后由陈宰均译成中文。1935 年由原北平大学农学院陈氏遗著整理委员会（主要成员有：陈庆绵、张仲葛等），勘校，商务印书馆 1939 年初版，1950 年三版，书名为《饲料与饲养》。

④ “马力单位”：1954 年由原北京农学院（中国农业大学前身）吴仲贤教授提出，论文发表于中国畜牧兽医学学会 1954 年全国年会。吴仲贤原系数量遗传学家，当时苏联李森科主义肆虐中国农业科学界。时任该校党委书记、校委会主任（校长）乐天宇以遗传学是非生产性专业而改授饲养课。由于当时我国耕牛不足，人拉犁现象普遍，为解决畜力不足，乃有此段故事发生。乐天宇极力推行米丘林学说，批孟德尔、摩尔根为唯心主义。后被毛主席发现后，批“乐”作风不健全，思想有大毛病，必须彻查处理。乐调离，马力单位也旋即无果而终。

战、备荒、增产“粮食”。从经营目的、生产方式、生产资料的获取手段等方面分析，都与现代化养殖体系有着不同的内涵。从这一历史背景回顾，要想用别国的动物营养科学技术溶入刚从封建主义、殖民地半殖民地解放出来的新中国的养殖业生产体系，使其提高生产力，无疑是“脱离生产实际”的。在建国初期，农业大专院校的课程中还一度曾将动物营养科学列入“非生产性的学科”，从 50 年代初期到中苏交恶期间，苏联伊斯波波夫的《家畜饲养学》被译成中文，旋即成为全国统编教材，脱胎于凯尔纳淀粉价理论，在我国竟然“牛冠猪戴”，在我国养殖业中盲目推行 30 年之久。动物营养学列入教学议事日程，惜正当这门学科尚处于咿呀学语、蹒跚起步阶段，便被封杀。在“十年超英，15 年赶美”的政治口号下，又走向另一个极端，诸如在赶超中涌现的“万头猪场”、“猪公馆”、“卫星猪”、“牛精猪”、“一窝产 56 仔”、“三割催肥”、“日产两蛋”等闹剧过后，带来了“三年灾害”的炼狱。痛定思痛，20 世纪 60 年代初期有过短暂的“向科学进军”的理性年代，但随即进入四清运动及史无前例的“文化大革命”。政治挂帅，阶斗为纲，在此期间，动物营养科学基本上处于无所适从的真空状态，使动物营养学这一领域本就落后的距离又进一步拉大。

从 20 世纪我国动物营养科学的起步、发展与欧美比，严重滞后，主要始于后期。在经过了一系列狂风暴雨的洗礼，有过成功的喜悦，也遭遇过折腾后的悔恨。前车之鉴，后事之师。学费不会白交，错误和曲折总是会使人们做出理性的思考，聪明起来。

亡羊补牢 卅年一剑

从拨乱反正到 21 世纪现在的这三十年，是我国现代饲料营养科学与养殖业、饲料工业生产密切结合，同步发展的盛世。20 世纪 70 年代末期，北京红星鸡场、北京实验猪场及南苑配合饲料厂的问世，标志着国家最高领导人对现代化饲料工业与养殖业的重视。但文革后遗症仍然在改革开放早期，有些人的思想中未能完全消除。有的领导公开批判认为：在饲料中添加维生素、微量元素是“资产阶级技术路线”者有之，观望者有之，附和者也有之。在民族饲料工业振兴初期，如何摆脱等、靠、要的大锅饭体制，如何将我国饲料工业从“拨改贷”、“双规制”推向市场，进行企业化改革，也有过圣婴面世前的阵痛。小平同志曾经指出：“饲料要作为工业来办，这是一个很大的行业”^①。在动物营养科学领域，“万寿路会议”^② 是一次解放思想的会议，原农林部召开这次会议被业内人士称为是动物营养学界“梦寐以求的会议”，也是为我国动物营养科学正名的翻身会。这次会议以务实的精神肯定了以服务于现代化养殖业与引导千家万户

① 1982—1983 年邓小平同志前后指出：“要搞饲料工业，这也是一个行业”。又指出：“全国都要注意搞饲料工业，要搞几百个现代化的饲料工厂。饲料要作为工业来办，这是一个很大的行业。”摘自：《建设有中国特色的社会主义》增订本中国饲料工业协会 1985—2005 年《中国饲料工业协会 20 年》。

② “万寿路会议”：1977 年 12 月 5 日，原农林部科教局委托原中国农业科学院养猪研究所在农业部万寿路招待所召开了“机械化饲料营养养猪、养鸡及饲料营养价值的评定会议”，全国知名动物营养学专家、教授基本全部与会，许振英教授在发言中称为“梦寐以求的会议”。

走科学养殖并举的政策为指导方针,并就如何开展饲料营养价值评定及制定畜禽饲养标准方面自发性地开展了全国性大协作。相继在“三江会议”^①之后,我国动物营养科学的奠基人许振英教授不失时机地在全国同行的自觉行动下,创建了“畜禽营养研究会”^②。在此同时,受原农林部科教司委托,许振英教授连续5年在原东北农学院主持了以全国高级教师补课为宗旨的饲料营养科学研讨班,人称这是营养科学实际应用于中国生产实践的“黄埔军校”,并于1989年创办了《中国动物营养学报》。这不仅为填补当时民族饲料工业科技力量中存在的师资质量提高与科技力量断层问题起到了学术交流、科技普及作用,同时加强了科技成果交流的及时转化,为避免“六五”至“七五”期间科技工作中的低水平重复,加强科技资源整合,开创了良好的开端。应该承认这是科技为生产服务,社会主义科研大协作的成功典范,“畜禽营养研究会”功不可没。

20世纪后期是我国科研成果信息化管理体系亟须完善的关键时期。“六五”期间原农牧渔业部下达了《畜禽饲养标准》、《饲料营养价值评定》、《矿物质、微量元素普查》等项目的全国性科研大协作项目。1983年,“国务院大型集成电路及电子计算技术振兴办公室”下达了《饲料数据库及优化猪鸡饲料配方软件开发》的任务。1989年,经原农牧渔业部批准,中国饲料数据库情报网中心正式成立。“七五”期间,原经委商业部下达了国家攻关级项目《饲料开发》。

“八五”至“十一五”期间,动物营养科学前后被列入国家攻关、“973”、“863”、自然科学基金。指导猪、禽、反刍动物、水生动物等民族饲料工业的更新换代及一大批杰出的企业家与科技创新人才的成长起到了不可磨灭的作用,这是我国动物营养与饲料科学在生产上初露端倪的曙光。动物营养学会的奠基人许振英教授在1993年辞世前给作者的信中曾指出:“动物营养学界这15年没有白过,下一代基本成熟,但要达到国际水平,还有待下一两代。总结历史,唐、宋文风,都在建国百年之后,美、日赶超德、英也是近70~80年的事。”这是已故先驱对下几代人的希望与重托。革命尚未成功,同志仍须努力。

来之不易 任重道远

动物营养学是服务于饲料工业与养殖业的基础科学。若从2010年现在的饲料工业生产水平与经济发达国家同比,则我国是用了40年时间完成了发达国家80年的养殖业与饲料工业的现代化进程。总结30年来正反两方面的历史经验与教训,由于政策的调整,国家的投入,科学技术的普及,特别是动物营养及饲料科学在养殖业及饲料工业上的广泛应用,从“六五”以后不仅使得我国民族饲料工业稳定地占领了国内市场,而且也保证了我国畜禽水产养殖业的持续健康发展,而且也成为东南亚一些国家同行业的榜样。2009年,全国肉、蛋、奶总产量分别达到了 $7\,642 \times 10^4 \text{t}$ 、 $2\,741 \times 10^4 \text{t}$ 和 $3\,518 \times$

^① “三江会议”:1978年8月由许振英教授主持在黑龙江省红兴隆友谊农场召开、研讨、酝酿饲料营养价值评定与猪饲养标准之“民间”协作工作。

^② 动物营养学会的前身。

10^4 t, 饲料工业产品总产量达到了 1.43×10^8 t。跃居全球第二位, 与此同时全国人均占有肉、蛋、奶量和配合饲料量也比改革开放初期增长了6倍、9倍、16倍和140倍。进入21世纪后, 在质量方面历年产品合格率也从早期的50%左右上升到96%以上。这是在人均年占有粮食量一直停留在仅相当于美国2/5的400kg以下水平的精饲料资源背景下取得的伟大成果。不仅否定了过去认为的“粮食不过关, 畜牧业不能大发展”的定论, 同时还减缓了城镇居民对成品口粮需求的压力, 成为保证人民币坚挺、不贬值的重要支柱。基于以上基本事实, 2002年, 我国“畜禽水产养殖技术”被中国工程院评为20世纪最伟大的工程科技成就之一^①, 与“两弹一星”、“种植业增产技术”相提并论。这是一个举世瞩目的伟绩。应该自豪地承认, 饲料营养与饲料科学界的参与功不可没。但是光荣、桂冠、成果只能属于过去, 若从科学发展观的角度展望, 我国畜牧业仍然面临着人均地少物薄, 环境容量日趋减小, 生态赤字凸现等一系列老大难问题的困扰。

因此, 首先我国动物营养科学必需走出传统动物营养科学的自我封闭理念, 不仅要从小维的高度以整体论与还原论交融的历史发展规划未来, 必须全面考虑本国上游产业中的种植业、化工业、医药卫生业、牧草业与下游产业中的养殖、水产乃至食品工业的供求循环经济关系; 同时还要密切关注国内发展与对外开放的需要, 乃至能源、环保、气候变化、三农、城乡差、地区差、经济社会现代化、人与自然等多方面的协调发展的需要。据专家估计我国所欠生态赤字(含“碳债”)是需要几代人去偿还的。不同的国度拖欠程度不同, 但这笔“欠债”是迟早要还的。我国目前面临的根本问题是在人均占有资源、国民文化素质、法制教育水准、公共道德修养、自主创新能力乃至国防实力等基本条件都不具备优势的条件下, 与具有强大经济、科技优势的发达国家竞赛。为此, 一切侥幸心理必须扫除干净。这将是一场必须动员全国各族人民, 经过长期全民不懈的努力, 才有可能屹立于世界强林之列的持久战。

结 语

工业革命给人类带来了物质文明, 但同时也给人类赖以生存和发展的地球村造成一系列生态失衡。21世纪将是人类面向重建生态文明的又一次万里长征。党和政府在科学发展观、生态文明观方面指出了一系列战略方针。21世纪头20年是我国科学发展的战略黄金机遇期。因此, 动物营养科学的宏观决策首先应从生态伦理观重新审视人与自然的关系, 批判基于无节制地向自然攫取有序物质, 任意地向自然排放无序物质的“无极限观”。要批判由此派生的盲目追求“快大欠”的价值取向。要在“省”的前提下, 求“好”, 在“好”的基础上争取“多快”, 这是为子孙后代少留些“生态赤字”, 多保留些生存、发展空间的需要, 也是人类与自然共存共荣和谐发展的需要。

^① 中国工程院. 20世纪我国重大工程技术成就. 暨南大学出版社, 2002.

中国水产养殖与水产饲料工业的成就与展望(摘要)

麦康森

(中国海洋大学教育部海水养殖重点实验室, 青岛 266003)

文章回顾了我国水产养殖、水产动物营养研究与饲料工业的发展历程, 尤其是改革开放以来所取得的巨大成就, 分析了我们所面临的问题和挑战, 指出亟待回答和解决的关键科学问题和技术问题。并从经济社会和产业发展的角度, 预测我国水产养殖和水产饲料工业的发展趋势。

虽然我国水产养殖具有3 000多年的历史, 但是, 最近30年是现代水产养殖业的兴起与快速发展的时期。我国1978年的水产养殖总产量仅为 $238 \times 10^4 \text{t}$, 到2008年猛增至 $3\,600 \times 10^4 \text{t}$, 30年增长15倍, 占世界水产养殖总产量的70%。随着水产养殖迅猛发展, 我国的水产动物营养研究与水产饲料工业在过去短短30年, 经历了一个从无到有, 从小到大, 到饲料产量雄踞世界第一的波澜壮阔的发展过程。从1991年仅有 $75 \times 10^4 \text{t}$, 至2008年增加到 $1\,300 \times 10^4 \text{t}$, 17年增加了17倍, 占世界水产饲料总产量的58%以上。我国水产动物营养研究与水产饲料工业的高速发展成为支撑世界上最大规模的水产养殖业健康快速发展的坚实基础。

我国水产养殖的养殖种类、摄食习性、地理分布和养殖模式等方面都体现了高度多样性的特点。我国水产养殖动物种类多达100多种, 涵盖从腔肠动物到爬行动物十多个动物门类。而我们水产动物营养研究起步晚、投入少, 不可能在短时间内为如此多的养殖动物种类建立完善的营养参数数据库。因此, 我国水产动物营养学家和产业管理部门决定, 根据养殖种类的分类地位、摄食习性、地理分布和养殖模式, 并考虑其养殖经济规模和中国特有种等因素, 选择有限代表种, 进行系统的营养研究与饲料开发。然后把这些研究结果辐射应用到所有其他相关的养殖种类。实践证明, 这种研发战略非常成功, 我国仅用30年时间赶超了发达国家80年所走的路, 成为世界第一水产饲料生产大国。

本文也讨论了我国水产饲料添加剂和水产饲料加工机械工业的现状和发展趋势。对水产动物营养研究前沿热点领域——营养调控机理与调控技术进行了更深入的讨论。

文章指出随着我国经济社会的发展, 本来就缺乏的水资源和土地资源将更加紧缺, 水产养殖的空间必将进一步受到挤压。由于十多亿人对水产品的需求是刚性需求, 因此, 水产养殖将逐步朝着高度集约化和离岸化的方向发展。这将对水产饲料质量提出更高的要求。我国水产饲料工业的最严重挑战就是将长期缺乏鱼粉等优质饲料蛋白源。水产品的质量、安全和水产养殖的可持续发展将很大程度上取决于鱼粉的成功替代。因此, 我国水产动物营养研究与饲料开发的一个重要任务就是利用现代分子营养学的理论

和技术，开发新的非鱼粉蛋白源，探索水产动物对鱼粉与非鱼粉蛋白源摄食、消化吸收与代谢的差异，从而开发提高非鱼粉蛋白源利用效率的相关技术。逐步为更多的养殖种类，包括同一养殖种类的不同生长阶段建立一个系统的营养需求和饲料原料生物利用率的公共数据平台，为更加精准的饲料配方设计、提高饲料利用率、开发更加精准的营养调控技术奠定基础，以节省饲料原料和保证食品安全与环境的可持续利用。

