

2004年版

动物营养 研究进展

ADVANCED RESEARCH
IN ANIMAL NUTRITION

李德发 主编

中国农业科学技术出版社

动物营养 研究进展

ADVANCED RESEARCH IN ANIMAL NUTRITION

李德发 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物营养研究进展: 2004 年版/李德发主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2004. 10
ISBN 7-80167-700-5

I. 动 …
II. 李 …
III. 动物营养
IV. S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 093107 号

责任编辑	沈银书
责任校对	李 刚
出版发行	中国农业科学技术出版社
	邮编: 100081
	电话: (010) 62121118; 68975144 传真: 62189014
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	北京金鼎彩色印刷有限公司
开 本	889 mm×1 194 mm 1/16 印张: 21.25
印 数	1~1 000 册 字数: 550 千字
版 次	2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷
定 价	100.00 元

编委会

主 编 李德发

副主编 王康宁 刘建新 单安山 刘作华 王金荣

撰稿者(以汉语拼音为序)

- | | | | |
|-----|------------------------|-----|-----------------|
| 蔡辉益 | 中国农业科学院饲料研究所 | 秦玉昌 | 中国农业科学院饲料研究所 |
| 陈代文 | 四川农业大学动物营养研究所 | 任泽林 | 中国农业科学院饲料研究所 |
| 冯定远 | 华南农业大学动物科学学院 | 单安山 | 东北农业大学动物营养研究所 |
| 吕于明 | 中国农业大学动物科技学院 | 佟建明 | 中国农业科学院畜牧研究所 |
| 侯水生 | 中国农业科学院畜牧研究所 | 汪以真 | 浙江大学动物科学学院 |
| 蒋宗勇 | 广东省农业科学院畜牧研究所 | 王 恬 | 南京农业大学动物科技学院 |
| 李爱科 | 国家粮食局科学研究院饲料
研究设计所 | 王洪荣 | 内蒙古畜牧科学院动物营养研究所 |
| 李德发 | 中国农业大学动物科技学院 | 王加启 | 中国农业科学院畜牧研究所 |
| 李胜利 | 中国农业大学动物科技学院 | 王康宁 | 四川农业大学动物营养研究所 |
| 林 海 | 山东农业大学动物科技学院 | 文 杰 | 中国农业科学院畜牧研究所 |
| 刘建新 | 浙江大学动物科学学院 | 熊本海 | 中国农业科学院畜牧研究所 |
| 卢德勋 | 内蒙古畜牧科学院 | 徐子伟 | 浙江省农业科学院畜牧兽医研究所 |
| 罗绪刚 | 中国农业科学院畜牧研究所 | 杨福合 | 中国农业科学院特产研究所 |
| 孟庆翔 | 中国农业大学动物科技学院 | 尹靖东 | 中国农业大学农业部饲料工业中心 |
| 齐广海 | 中国农业科学院饲料研究所 | 印遇龙 | 中国科学院亚热带农业生态研究所 |
| 谯仕彦 | 中国农业大学国家饲料工程
技术研究中心 | 张宏福 | 中国农业科学院畜牧研究所 |
| | | 张子仪 | 中国农业科学院畜牧研究所 |
| | | 朱伟云 | 南京农业大学动物科技学院 |

前 言

新世纪之初，中华民族正向更高更强的目标大踏步迈进。我国畜牧业和饲料工业也正面临着全新的挑战。随着国人对动物食品安全意识的增强，优质安全畜禽产品的消费呼声日益高涨；国际上，在畜产品市场总体趋向饱和的状况下，许多发达国家不仅以“绿色技术壁垒”将我国的畜产品拒之门外，而且还试图依靠其先进的肉类生产技术和优质的肉产品，伺机占据或分割我国巨大的肉类消费市场。为此，客观上要求我们必须从遗传育种和营养调控角度研究如何迅速提高畜禽产品的质量，为我国畜牧业和饲料工业的可持续发展提供技术支持。

作为现代养殖业和饲料工业支柱之一的动物营养学，责无旁贷地承担着这一历史性的研究任务。随着相关生物科学、数理科学以及现代生物技术的发展，免疫营养学和分子营养学的迅速崛起，使我们对优良肉品质性状形成的规律及其营养调控措施开展深入研究成为可能。本着“动物营养与畜产品质量”之宗旨，国内动物营养学界广大科研人员从饲料安全到产品安全、从营养需求到代谢调控、从营养素高效利用到环境安全等方面进行了深入研究和探讨。

本书是在中国畜牧兽医学会动物营养学分会第七届全国会员代表大会暨第九届学术研讨会特邀的专题报告的基础上汇编而成的。内容主要涉及饲料安全与畜禽产品质量、畜禽营养需要量与饲料营养价值评定、畜禽营养代谢与调控机理及饲料高效利用新技术四个方面，综述了目前动物营养学的研究方向和研究进展，基本上反映了目前国内外在动物营养学研究领域中的最新研究成果和动态。

《动物营养研究进展》是由中国畜牧兽医学会动物营养学分会组织出版、历届会长主编的具有综述性的学术著作系列。从著名的老一辈动物营养学家许振英先生主编的第一部以来，已出版四部，此次出版的2004年版是第五部。该书在内容的确定和选题过程中得到了中国工程院院士、动物营养学家张子仪先生的指导和支持。

本书在审定和编校过程中，由于版面所限，对部分论文进行了文字加工和适当删节。在本书编辑过程中得到了作者的密切配合和中国畜牧兽医学会动物营养学分会、责编及审校人员的支持和帮助，在此一并表示真诚的感谢。

中国畜牧兽医学会动物营养学分会会长 李德发

2004年10月

目 录

从科学发展观谈我国动物营养科研工作的跨越与回归 / 张子仪	(1)
营养调控肉品质量的研究现状及发展趋势 / 李德发	(7)

饲料安全与畜禽产品质量

营养对猪肉品质及其相关功能基因表达的影响 / 陈代文, 李梦云, 罗献梅	(17)
营养与鸡肉产品质量 / 文 杰	(35)
饲料营养与牛奶品质 / 李胜利	(46)
影响牛肉品质的饲料与饲养因素探讨 / 孟庆翔, 李艳玲	(58)
转基因饲料的生物安全评价 / 谯仕彦, 王 旭	(64)
猪抗菌肽 PR-39 和 Protegrin-1 的研究进展 / 汪以真, 许梓荣	(74)
鸡蛋产品品质的营养调控 / 齐广海, 武书庚, 尹靖东, 郑君杰	(80)

畜禽营养需要量与饲料营养价值评定

畜禽饲料可消化氨基酸测定及应用中的问题 / 王康宁, 贾 刚	(93)
水禽饲料营养价值评定与营养需要量研究进展 / 侯水生, 黄 苇, 谢 明, 樊红平	(102)
仔猪营养需要研究进展 / 蒋宗勇, 林映才, 郑春田	(111)
不同日粮类型对奶牛营养代谢影响的研究 / 王加启, 李树聪	(124)
反刍家畜限制性氨基酸的研究进展 / 王洪荣, 董晓玲	(134)

- 特种经济动物营养需要量与饲料评定 / 杨福合, 高秀华 (142)
氘水 (TOH) 法活体测定鸡体成分的技术要点 / 徐子伟, 李永明, 刘敏华, 邓波 (149)
26 种能量饲料原料对鲤生产性能的影响 / 任泽林, 刘颖 (157)

畜禽营养代谢与调控机理

- 营养与免疫互作 / 吕于明, 杨小军 (167)
猪应激监测与环境营养研究进展 / 张宏福, 顾宪红, 卢庆萍 (174)
不同免疫状态下动物营养代谢的特点 / 佟建明 (181)
有机微量元素的利用率及其作用机理研究进展 / 罗绪刚, 李素芬 (189)
高产奶牛主要代谢病的营养调控 / 王恬 (201)
反刍动物葡萄糖营养调控理论体系及其应用 / 卢德勋 (212)
仔猪胃肠道微生物区系发育规律及其调控 / 朱伟云, 姚文, 毛胜勇 (225)
胃肠激素及其营养生理功能的研究进展 / 尹靖东, 李习龙, 熊厚亮 (229)
家禽热应激状态下的营养与生理反应 / 林海 (237)
生长猪内脏器官氨基酸代谢及其营养调控研究 / 戴求仲, 印遇龙, 王康宁, 宾石玉 (250)

饲料高效利用新技术

- 优质环保饲料的营养理论基础与应用技术研究进展 / 蔡辉益 (263)
预处理改善农副产品饲料价值机理的研究进展 / 王佳堃, 刘建新 (272)
我国主要饼粕类饲料资源开发及利用技术进展 / 李爱科 (285)
饲料加工工艺与质量控制技术研究进展 / 秦玉昌, 李军国 (290)
数字农业精细养殖关键技术研究进展与展望 / 熊本海, 吕健强, 罗清尧 (302)
现代动物饲养体系的优化设计 / 单安山, 张忠远 (310)
饲用非淀粉多糖酶制剂作用机理及影响因素研究进展 / 冯定远, 汪傲 (317)

CONTENTS

A Review of the Scientific Development of Modern Animal Nutrition Research in China	(1)
<i>ZHANG Zi-yi</i>	
Advance and Trend of Modulation Effects of Nutrition on Meat Quality	(7)
<i>LI De-fa</i>	

Part I Feed Safety and Quality of Animal Products

Effects of Nutrients on Pork Quality and its Related Gene Expression	(17)
<i>CHEN Dai-wen , LI Meng-yun , LUO Xian-mei</i>	
Animal Nutrition and Meat Quality of Chicken	(35)
<i>WEN Jie</i>	
Feed Nutrients and Milk Quality	(46)
<i>LI Sheng-li</i>	
Factors Influencing Beef Quality: Aspect of Feeds and Feeding	(58)
<i>MENG Qing-xiang , LI Yan-ling</i>	
Biosafety Evaluation of Genetically Modified Organisms in Feed	(64)
<i>QIAO Shi-yan , WANG Xu</i>	
Advances in Antimicrobial Peptides PR-39 and Protegrin-1 in Pigs	(74)

WANG Yi-zhen, XU Zi-rong

Dietary Modification of Chicken Egg Product's Quality (80)

QI Guang-hai, WU Shu-geng, YIN Jing-dong, ZHENG Jun-jie

Part II The Nutrition Requirement of Farm Animals and The Evaluation of Feeds

The Problems in Determining and Application of Digestible Amino Acids (93)
in Swine and Poultry

WANG Kang-ning, JIA Gang

Advance in Nutrient Requirement and Feed Evaluation of Waterfowl (102)

HOU Shui-sheng, HUANG Wei, XIE Ming, FAN Hong-ping

Advance in Nutrient Requirement for Piglets (111)

JIANG Zong-yong, LIN Ying-cai, ZHENG Chun-tian

Effects of Forage to Concentrate Ratio on Nutrient Metabolism in Dairy Cattle (124)

WANG Jia-qi, LI Shu-cong

Advance in Limited Amino Acid Nutrition of Ruminants (134)

WANG Hong-rong, DONG Xiao-ling

Advance in Special Economic Animal Nutrition and Feed Evaluation in China (142)

YANG Fu-he, GAO Xiu-hua

Studies on the Key Points of Tritiated Water (TOH) Technique (149)

Used to Determine Body Composition in Live Chickens

XU Zi-wei, LI Yong-ming, LIU Min-hua, Deng Bo

Effects of 26 Energy Feedstuffs on the Performance of Carp (*Cyprinus carpio*) (157)

REN Ze-lin, LIU Ying

Part III The Metabolism of Nutrients and its Modulation Mechanism

Interactions between Nutrition and Immunity (167)

GUO Yu-ming, YANG Xiao-jun

Advance in the Determination of Stress and Modulation of Nutrition and Environment in Swine <i>ZHANG Hong-fu, GU Xian-hong, Lu Qing-ping</i>	(174)
The Characteristic of Animal Metabolism in the Different Immunological Conditions <i>TONG Jian-ming</i>	(181)
Advance in the Bioavailability and Mechanism of Organic Trace Minerals in Animals <i>Luo Xu-gang, Li Su-fen</i>	(189)
Nutritional Regulation for Main Metabolic Diseases in Dairy Cows <i>WANG Tian</i>	(201)
Theoretical System of Glucose Nutrition Manipulation for Ruminants and its Application in Feeding Practice <i>Lu De-xun</i>	(212)
Development Mechanisms and Modulation of Microbial Community in Piglet Gastrointestine <i>ZHU Wei-yun, YAO Wen, MAO Sheng-yong</i>	(225)
Advance in Gastrointestinal Hormone and its Role in Nutritional Physiology <i>YIN Jing-dong, LI Xi-long, XIONG Hou-liang</i>	(229)
Physiological and Nutritional Responses of Heat-stressed Chicken <i>LIN Hai</i>	(237)
Regulation of Visceral Organs' Amino Acid Metabolism in Growing Pig <i>DAI Qi-zhong, YIN Yu-long, WANG Kang-ning, Bin Shi-yu</i>	(250)

Part IV New Techniques of Feed Use

The Development of Residue- and Pollution-Free Feed Technology <i>CAI Hui-Yi</i>	(263)
---	-------

- Recent Advance in Mechanism of Pretreatment to Improve the Feed Value (272)
of Agro-industrial By-products
WANG Jia-kun, LIU Jian-xin
- Advance in the Development and Utilization of Main Oil-cake Feedstuff (285)
Resources in China
LI Ai-ke
- Advances in Feed Processing and Quality Control Techniques (290)
QIN Yu-chang, LI Jun-guo
- Advance and Prospects on Key Techniques of Precision Feeding (302)
in Digital Farming
XIONG Ben-hai, LU Jian-qiang, LUO Qing-yao
- The Optimum Design of the Modern Animal Feeding System (310)
SHAN An-shan, ZHANG Zhong-yuan
- Recent Advances of Mechanisms and Affecting Factors of Non-starch (317)
Polysaccharide Enzymes on Animal Performance
FENG Ding-yuan, WANG Jing

从科学发展观谈我国动物营养 科研工作的跨越与回归

张子仪

(中国农业科学院畜牧研究所, 北京 100094)

A Review of the Scientific Development of Modern Animal Nutrition Research in China

ZHANG Zi-yi

(Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural
Sciences, Beijing 100094, China)

关键词: 科学发展; 动物营养; 跨越; 回归

Key words: Scientific development; Animal nutrition; Overleap; Regression

改革开放以来,我国养殖业有了很大发展。2003年全国肉、蛋、奶总产量分别达到6 850万t、2 535万t和1 625万t,跃居世界前列。人均年占有各种可食动物性产品总量也分别比改革开放前增长了4~8倍,稳居发展中国家前列,这是一个举世瞩目的伟大成就。但是,饲料资源问题、排污治理问题、传染病、应激综合症防治问题、养殖业产品的质量问题的质量问题乃至养殖业虚拟资源的科学配置问题等仍然是制约我国养殖业进一步科学发展的障碍。本文拟就上述老大难问题中与动物营养科学研究工作有关的若干问题提出一己之见,望同行们批评指正。

1 中国饲养标准的换“芯”问题

继“王栋饲养标准^①”(1952)之后,吴仲贤先生(1954)又从役畜营养需要的角度提出过“马力”能量单位的饲养标准。这些标准是在建国初期,百废待兴,能源以及畜力严重不足,农机不成体系,畜为耕用、猪为肥用的历史背景下提出的。这些倡议,当时是从中国生产实际出发,以解决中国自己的问题为指导思想的。从历史唯物主义观看,应该承认从科研服务于生产的角度分析,是正面的、积极的,是两朵含苞未放的花,功不可没。但随着批判孟德尔、摩尔根遗传学,也波及到我国尚处于

^① 指已故我国动物营养学界先驱王栋教授提出的以TDN、DCP为主要指标的家畜饲养标准。

启蒙阶段的动物营养科学领域。嗣后在向“苏联一边倒”的政治背景下，波波夫的“燕麦饲料单位”在中国“牛冠猪戴”，流传甚广。一直到泰安会议（1982年）才提出了能量单位是用消化能还是用代谢能表示？是以“卡”为基准，还是用“焦”为基准的问题。从学界对畜禽营养需要的认知水平与当时经济发达国家同比，大约滞后了30年。一直到“七五”期间才与国际上有零星交流，从近期国家安排的动态分析，基本上处于被遗忘的角落。

指导思想是行动转变的前奏，从国内近10多年的科研选题分析，有不少是以国际上的热门课题马首是瞻。环顾全球，许多国家的科研内容都以其本国利益及其生产上存在的问题立项，这是市场经济决定的。饲养标准的“芯”是参数，是模型。毋庸讳言，我国饲料数据库中的数据多年不见更新，而“十五”经修订后的中国各类畜禽饲养标准的“芯”则基本上是NRC“芯”。“NRC”的对象是以美国生产水平为目标设置的。结合中国生产实际，从近期任务看，大概有以下空白可补，仅供参考。

- (1) 统一饲料营养价值评定方法，全面修改、补充中国饲料数据库，尽快更新换代库存信息；
- (2) 从国情国力出发，起码建立5~10个不同养殖模式、不同畜禽、不同生理阶段、不同生产水平为基础的不同营养物质需要量的动态模型；
- (3) 应用GIS技术与(1)(2)密切结合，分期分批逐年完成不同地区、不同饲料资源背景的动态营养需要量参数决策依据；
- (4) 加强三元结构农业的内涵性改造与外延性开发，构建不同类型营养体农业的基本类型及其典型国产饲料资源产、供、销体系的科学配置；
- (5) 结合养殖业的上游及其下游虚拟资源的科学配置，优化日粮（饲料）配方设计软件的更新换代
- (6) 饲养标准与“TMR”生产技术的结合，基础应用科学与实用技术的结合，科技参数的更新换代工作与开发优化饲料配方软件的结合。

2 从“线性经济”向“循环经济”的回归

20多年来，我国农区规模化养殖业有了极大发展，其中最为突出的是养禽业。2002年通过规模化养殖模式提供的禽肉、禽蛋总产量分别已达全国禽肉、禽蛋总产量的70%和40%以上，在缓解我国肉、蛋产品供应方面起到了决定性作用（图1、图2）。但高速增长也带来了诸如排泄物对环境的污染，由于饲养逆境而引起的产品风味下降，以及药残等带来的隐患等负面效应。

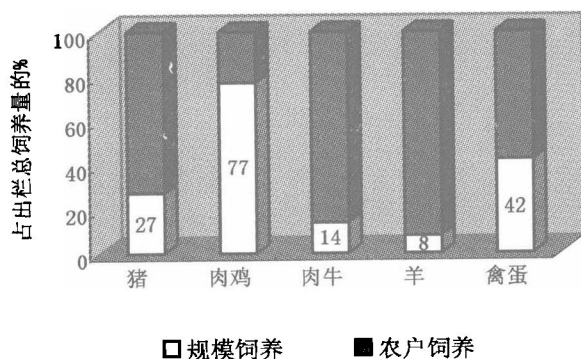


图1 2002年全国规模化养殖业比重
(根据出栏总头数测算)

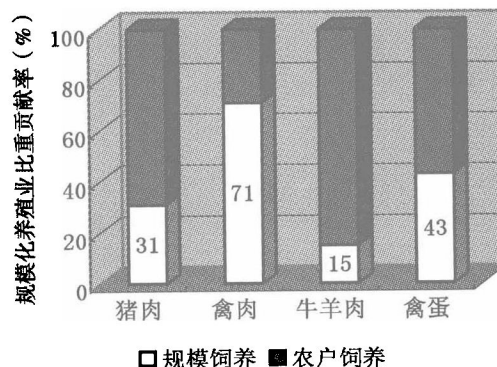


图2 2002年全国规模化养殖业比重
(根据不同类型饲料资源生成的产肉量推算)

肉、蛋、奶安全生产是当前众所关注的问题。所有食物的安全生产都应包括有三重涵义；一是根据人民生活对食物的总需求，从量与品种的供应上要平衡有余；二是从可食产品的原料生产开始，经过产、供、销各个流通环节，最后进入食物链的全过程要保证其安全、卫生、营养；三是要健全养殖业上游的种植业、饲料工业、草业与其下游的食品工业、餐饮业直至经过食物链，再循环到种植业的良性循环保障体系。这三者是互为因果的一个整体。先建立安全保证体制，然后再通过法规保证体制的正常运作才是长治久安之策。

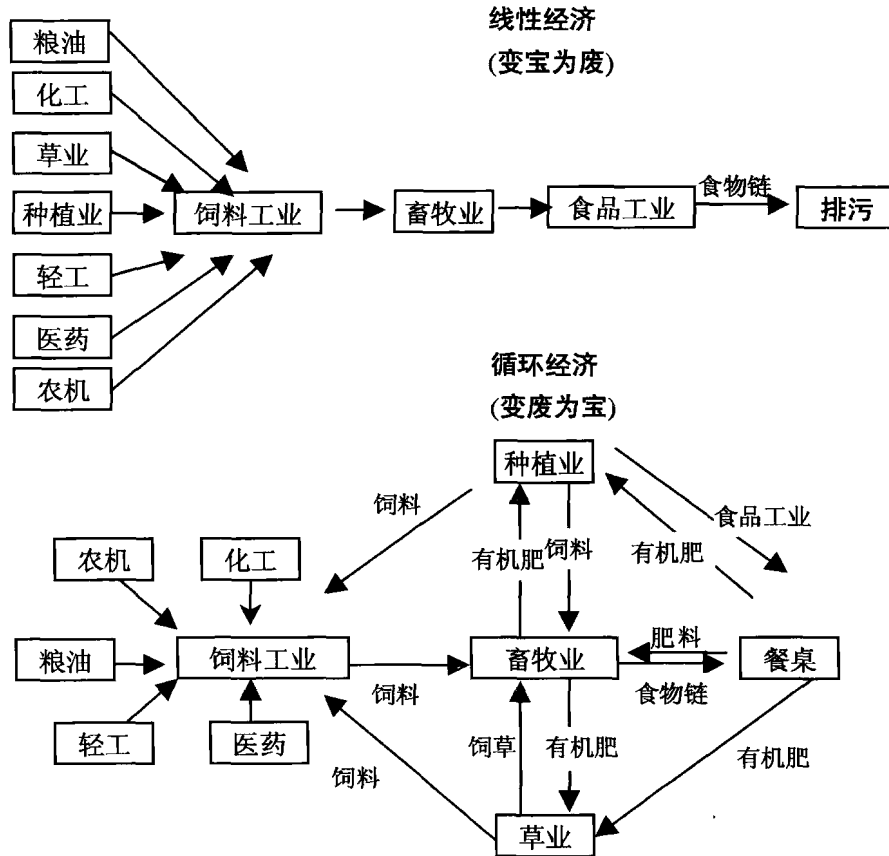


图3 两种经济模式概要

我国养殖业及饲料工业是一个微利行业。20多年来，我国有不少养殖大户及饲料工业企业是靠低科技投入、常规技术、无序市场、经营手段及无偿的环境资源而积累资金的。为了争取更多的利润，惟一的手段便是扩大规模，这是一般规律。

把规模化等同为现代化是一个认识上的误区。规模化是手段，而现代化才是目的。现代化除了GDP指标外，还应包括人文指标、资源指标、环境指标等在内，有人誉称为“绿色GDP”，这才是总目标。

当前对所有以牺牲自然资源、污染环境为代价的线性经济必须以科学发展观为指导思想，从“线性经济”向“循环经济”、从“多快好省”向“省好快多”的方向作战略转移。“省”是前提，“好、快、多”是目标。我们这一代人不仅肩负着偿还上几代人和我们这一代人所欠下的“生态赤字”的艰巨任务，同时还承担着如何教育下一代人，如何接过这个接力棒的重任。要将统筹人与自然的和谐发展、人与万物和谐共处的理念世代传承下去。这是在社会主义现代化建设中每个人都不能推卸的

历史任务。

3 从“有啥喂啥”到“喂啥种啥”

动物营养科学的服务对象是畜牧业，而我国畜牧业产值的 97% 出自农区养殖业，是我国畜牧业的主体长期以来由于农区养殖业的饲料来源是依附于种植业的副产品，因此，一度曾被列入“副业”范畴。从 20 世纪末期开始，对饲料工业的依存率有明显上升，养殖业将成为种植业的主要用户。

三元结构农业提倡多年了，但从近年来看全国粮、经、饲的播种面积的格局与 20 年前比较，基本上变化不大。粮食作物的比重始终占 2/3 以上。从严格意义上讲，种植业提供给养殖业的原材料是“粮食”而不是“饲料”。首先在认识上要统一以下观念：

- (1) 要改变解决食物问题不一定全靠粮食的认识；
- (2) 要区别广义的饲料作物与粮食作物的概念；
- (3) 要树立养殖需要什么，种植业就必须科学安排种什么的概念；
- (4) 要澄清过去不能用于食物的农作物主、副产品都可以满足饲料工业、养殖业生产所需营养物质的认识误区；
- (5) 要建立将养殖动物所需营养物质安排在种植业生产计划之前的“三元结构大农业生产观”；
- (6) 要科学发展不以获取籽实为惟一目标，而以增产可饲用总营养物质量（含种子、茎、叶、根之和）为目标的“营养体农业”生产体系。

种植业不仅要基本满足养殖业全年平衡供应所需饲料中的主要“营养物质”，同时还需要有计划地把从饲料中提走的所有养分，科学合理地进行补偿回报。不管是农区养殖业，还是牧区畜牧业，不仅要在局部范围内处理好排污的良性循环，“回报”农田或草地，同时还要统筹区域发展，处理好“虚拟水资源”、“虚拟农业资源”的合理配置与循环有效利用。

作者根据有关资料粗略估计^①，种植 1 ha 玉米（含秸秆）、大豆（含秸秆）和苜蓿（3~4 茬总产量），每年大约需要从土壤中分别索取氮 151 kg、133 kg 和 309 kg，磷 24 kg、18 kg 和 25 kg，钾 74 kg、65 kg 和 270 kg。如长年累月“只取不与”，最后将会导致耕地肥力耗竭或草地退化是可以想见的。很明显，这里也存在着安全隐患。

水是农业的命脉。最近国内外许多学者都提出了“虚拟水^②”（Virtual water）的科学配置问题。虚拟水是以虚拟的形式包括在某产品中的水资源。我国在 20 世纪中叶，是“南粮北调”，而到了后叶则由于沿海各省饲用需求量的不断增长，逐渐转变为“北粮南调”。据有关资料粗略估计，生产 1 kg 风干谷物大约需要 1 200~2 700 kg 虚拟水，而生产 1 kg 畜产品鲜货则需要 2 800~16 000 kg 虚拟水。如果从一些水资源稀缺的西部地区向外地区供应饲草或粮食，岂不等于用本来就紧缺的能源变相地向外地销售，从而使西部资源进一步匮乏。

为此，从我国农业资源、水资源及土地资源现状分析，建立畜多—肥多—粮多的良性循环农业生产体系十分必要。畜禽粪肥必须根据能源自给半径的水平尽可能就地通过农田自然消化。这样既可节约化肥用量、减少排泄物污染、减少运输能源、降低生产成本，又可维护土壤肥力、提高农民收入，在增加肉、蛋、奶产量的同时，缓解城镇居民对粮食的压力。这是对党中央提出的“统筹城乡发展、

① 玉米秸秆中的氮、磷、钾不计，大豆、苜蓿的固氮部分不计，根瘤菌固氮部分未计，每公顷产量以 2001 年全国平均单位面积产量计：玉米 4 598 kg、大豆 1 656 kg、苜蓿 11 250 kg。

② 张志强，程国栋．2004．科技导报，(3)：7~10。

统筹区域发展、统筹经济社会发展”中跨时空结构的科学发展观的体现。作者确信，预期我国在理顺几大产业的关系之后，一定能够在科学发展的道路上开创新局面。

4 从“防重于治”到“养重于防”

对于人畜共患病首先要正视人类认识自然规律的滞后性，逐步采取从“防养并举”到强化“养重于防”的对策。早期号召“防重于治”，这是对的。靠“治”（治疗）传染病当然不是办法，但养殖业发展到今天，我国家禽和大中家畜的年饲养量已分别达 130 多亿只和 10 多亿头。试想全靠“防”（打防疫针、消毒、隔离）需要建立多大规模、多少品种的疫苗产、供、销体系？要培养多少防疫卫生队伍？更有甚者，如果像对付 SARS 那样的人畜共患病，那么又事先需要建立类似于 SARS 专用的“ICU^①”及其相应的技术、医药储备、相关基础设施和情报交换体系，为保障这些技术措施，国家需要多少投入？谁来管理？如何管理？都是难以想象的。

人类是万物之灵，但彻底消灭所有传染病几乎是不可能的。据史料记载，公元前 1500 多年便在埃及发生过黑死病，到 14~17 世纪，大约经过 3000 多年之后，又肆虐欧亚，死数千万人。到 20 世纪末期，一直时隐时现，及至 1994 年在印度又卷土重来。事实上，许多传染病都是此起彼伏的。因为“人”在明处，“病”在暗处。一方面随着人居环境的不断改善，人类的抗病能力在不断地下降，而“病”的攻击能力却随着药物的滥用而不断增强。因此，用烧光、活埋的办法只能是权宜之计。况且为了人类的健康把久经考验优化出的已经是受害者的物种全部斩尽杀绝，不仅不应该，而且也是不可能的。解决的途径首先是人类要管好自己，要耻“暴殄天物”，要崇“厚德载物”，人类不仅要解决对肉、蛋、奶不断增长的需要，同时还要树立以开源与节流并重的科学消费观。首先在“防重于治”的基础上强调“养重于防”；或在“养防并举”的基础上，向“养重于防”逐步过渡。要像防治“SARS”时期提出的号召那样，要改善人居环境，要普及科学营养膳食知识，增强人体自身免疫能力等。同样的理念也适用于现代化养殖业中的疫病防治决策方面。要给动物以友好的舒适饲养环境，要给畜禽提供符合正常生理需求的养殖环境和营养条件，要增加人与动物自身的抗逆能力，在“养”字上狠下功夫，通过改善饲养环境、平衡日粮营养水平、科学管理饲料营养资源，不断提高养殖动物自身的免疫能力，要在尊重科学发展观的原则下，寻求人类和饲养动物长期共存共荣之路，这是一场持久战。

5 应激与动物福利

“应激”（Stress）或称“胁迫”是动物（包括植物）介于健康与疾病中间的一种“违和”状态。事实证明，在规模化养殖业中出现的种种应激综合症大都是非传染性的，但它又是许多传染病的温床。“环境应激综合症”可以理解为由于不良饲养环境而引起的在亚临床状态的种种过渡性症候群。研究应激源（Stressor）和研究细菌性或病毒性病原一样，都是难度很大的课题。应激不仅有强、中、弱之分，而且还有温、湿、气、生物等不同应激源及其综合效应。目前许多应激源都是来源于封闭的、高密度的饲养逆境。当前一个堪忧的倾向是人们对抗应激饲料添加剂的过分依赖。应该承认，目前常见的抗应激剂的功能大多是以清除机体自由基、防止过氧化物的积累、调控糖代谢、缓解热应激为目标的临床措施，多数是治标不治本的。从根本上讲，解决应激问题还应从研究应激源着手，从加强畜禽舒适环境的研究、改善动物饲养环境做起。这在某种意义上是人—动物友好文明的开始，也是人类在

① “ICU”：加强监护治疗病房（Intensive care unit）。