



现代农业高新技术成果丛书

中国蛋白质饲料资源

Protein Feedstuff Resources in China

李爱科 主编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

现代农业高新技术成果丛书

中国蛋白质饲料资源

Protein Feedstuff Resources in China

李爱科 主编

中国农业大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书针对我国蛋白质饲料资源缺口大、加工技术落后、利用率低的情况,介绍了提高我国现有蛋白质资源利用率、开发新型蛋白饲料的新技术、新工艺和新装备的潜力。尤其对油籽油料制油工艺、饼粕脱毒技术,以及动物蛋白、谷物蛋白和其他潜在蛋白资源开发技术进行了探讨,重点体现了 2009 年国家科技进步二等奖项目“蛋白质饲料资源开发利用技术及应用”的成果。

图书在版编目(CIP)数据

中国蛋白质饲料资源/李爱科主编. —北京:中国农业大学出版社,2012.12
ISBN 978-7-5655-0569-0

I. ①中… II. ①李… III. ①蛋白质饲料 IV. ①S816.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 156236 号

书 名 中国蛋白质饲料资源

作 者 李爱科 主编

责任编辑 梁爱荣

责任校对 王晓凤 陈 莹

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

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 40.75 印张 1 010 千字 插页 6

定 价 178.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

现代农业高新技术成果丛书

编审指导委员会

主 任 石元春

副主任 傅泽田 刘 艳

委 员 (按姓氏拼音排序)

高旺盛 李 宁 刘庆昌 束怀瑞

佟建明 汪懋华 吴常信 武维华

主 编 李爱科

编 委 谢正军 周瑞宝 何武顺 王瑛瑶 韩 飞
钮琰星 刁其玉 王黎文 印遇龙 金征宇
黄凤洪 张晓琳 王文杰 负婷婷 王安如

编写人员

国家粮食局科学研究院

李爱科 王瑛瑶 韩 飞 张晓琳
张忠杰 陆 晖 李兴军 负婷婷
魏翠平 綦文涛 段章群

河南工业大学

周瑞宝 马宇翔

中粮工程技术有限公司（国家粮食储备局无锡科研设计院）

何武顺 温 琦 王四维 苏从毅 陈志华

中国农业科学院饲料所

李艳玲 许贵善 屠 焰 郝淑红

江南大学

谢正军 金征宇

中国农业科学院油料作物研究所

钮琰星 黄凤洪

中国饲料工业协会

王黎文 杜 伟 丁 健

中国科学院亚热带农业生态研究所

李铁军

中粮工程技术有限公司（国家粮食储备局武汉科研设计院）

杨海鹏

饲用微生物工程国家重点实验室（北京大北农科技集团股份
有限公司）

王安如 闫 雪

天津市畜牧兽医研究所

乔家运

浙江经贸职业技术学院

周 兵

出版说明

瞄准世界农业科技前沿,围绕我国农业发展需求,努力突破关键核心技术,提升我国农业科研实力,加快现代农业发展,是胡锦涛总书记在 2009 年五四青年节视察中国农业大学时向广大农业科技工作者提出的要求。党和国家一贯高度重视农业领域科技创新和基础理论研究,特别是 863 计划和 973 计划实施以来,农业科技投入大幅增长。国家科技支撑计划、863 计划和 973 计划等主体科技计划向农业领域倾斜,极大地促进了农业科技创新发展和现代农业科技进步。

中国农业大学出版社以 973 计划、863 计划和科技支撑计划中农业领域重大研究项目成果为主体,以服务我国农业产业提升的重大需求为目标,在“国家重大出版工程”项目基础上,筛选确定了农业生物技术、良种培育、丰产栽培、疫病防治、防灾减灾、农业资源利用和农业信息化等领域 50 个重大科技创新成果,作为“现代农业高新技术成果丛书”项目申报了 2009 年度国家出版基金项目,经国家出版基金管理委员会审批立项。

国家出版基金是我国继自然科学基金、哲学社会科学基金之后设立的第三大基金项目。国家出版基金由国家设立、国家主导,资助体现国家意志、传承中华文明、促进文化繁荣、提高文化软实力的国家级重大项目;受助项目应能够发挥示范引导作用,为国家、为当代、为子孙后代创造先进文化;受助项目应能够成为站在时代前沿、弘扬民族文化、体现国家水准、传之久远的国家级精品力作。

为确保“现代农业高新技术成果丛书”编写出版质量,在教育部、农业部和中国农业大学的指导和支持下,成立了以石元春院士为主任的编审指导委员会;出版社成立了以社长为组长的项目协调组并专门设立了项目运行管理办公室。

“现代农业高新技术成果丛书”始于“十一五”,跨入“十二五”,是中国农业大学出版社“十二五”开局的献礼之作,她的立项和出版标志着我社学术出版进入了一个新的高度,各项工作迈上了新的台阶。出版社将以此为新的起点,为我国现代农业的发展,为出版文化事业的繁荣作出新的更大贡献。

中国农业大学出版社

2010 年 12 月

前言

我国是世界第一养殖大国,中长期内我国饲料业面临的一个主要问题就是蛋白质饲料资源的不足。我国现在大豆类产品年进口量达 5 500 万 t 以上,超过国内总产量的 3 倍。另外,我国年进口鱼粉平均在 100 万 t 以上,年进口蛋白饲料产品耗费近千亿元人民币。提高现有资源利用率,开发新型蛋白质饲料资源是我国饲料业发展的当务之急。

我国现有蛋白饲料资源不仅缺口巨大,而且利用率低。解决我国蛋白饲料资源缺口大的主要办法不能依赖进口,只能依靠科技进步,提高现有资源的利用率,开发新型蛋白质饲料,增加自给能力。国家“六五”科技攻关计划已开始组织全国攻关研究,主要是从油企以外棉、菜籽等饼粕的脱毒技术为突破口,但一直难以在饲料工业中推广应用。国家“八五”、“九五”攻关开始将重点放在改变制油工艺以提高饼粕资源的饲用效价。自“十一五”科技支撑计划以来,我国主要在提高饼粕资源粗蛋白质含量,提高其蛋白质、氨基酸利用率、脱除有毒有害物质的配套集成应用方面取得了突破。这样科研单位、制油企业、饲料企业及养殖企业就形成了一条集攻关研究、成果转化、产业化生产于一体的产业链,加快了商品化进程,提高了饼粕质量,促进了工业化生产的集成创新,真正起到了国家科技攻关成果为经济建设主战场服务的作用。

我国优质蛋白饲料资源供给有限,动物蛋白饲料原料量少、质量不稳定且有安全隐患,进口鱼粉价格甚至从 5 000 元/t 上涨到 15 000 元/t。我国大量进口大豆,国产大豆产业受到严重影响,发展潜力不好,如不采取措施,依赖大量进口的局面将长期存在。近年我国豆粕价格变化很大(2 500~5 500 元/t),而且对相关产业影响极大,饲料价格上涨也间接导致猪肉等物价的上涨,导致 CPI 指数上升。

我国是世界第一棉、菜籽生产大国,由于我国传统制油工艺主要重视出油率而忽视饼粕质量,使这一大宗蛋白质饲料资源在养殖业及饲料工业中没有得到有效的利用。传统棉、菜籽饼粕不仅蛋白质(氨基酸)含量低,利用效率低,有效能含量低,而且外观差,粗纤维含量高,加之传统棉、菜籽品种有毒有害物质含量高,直接应用造成畜禽生产性能下降,养殖业生产成本增大,效益低。因此,传统制油工艺制约饼粕在饲料中的合理应用,棉、菜籽饼粕饲用效价的改善,是提高饼粕蛋白质利用率的关键。

我国每年有上千万吨的水产(海产)加工下脚料、畜禽加工副产品和下脚料,这些原料蛋白

含量高,但是水分含量高,难以处理,大多未得到很好的利用,也造成了对环境的污染;或者被不法商贩掺入饲料中造假,有待开发利用。另外,我国有几千万吨食品、轻工、农业行业糟渣废弃物,其干物质中含蛋白 20%~40%,加工产品蛋白质生物利用率低,目前大多数也没有得到有效利用,而且污染了环境。

因此,本书以代表国家科学技术研究最高层次的“国家支撑(攻关)计划”、“863 计划”以及其他重大项目中的农业科技类项目为主体,以获得 2009 年国家科技进步二等奖项目“蛋白质饲料资源开发利用技术及应用”成果为基础,集成应用国内外新技术、新工艺、新成果改善传统工艺,应用高效低成本的生物技术、挤压膨化技术、干燥技术等新技术对现有资源进行处理,开发生产新型蛋白饲料,对缓解我国蛋白质饲料资源紧张状况,具有重要的现实意义,产生的经济效益和社会效益也是巨大的。

本书适合高校教师、科研人员、饲料工业从业人员参考使用。感谢所有编写人员的辛勤劳动!本书各章负责人分别为:第 1 章,蛋白质饲料资源及其营养价值,李爱科;第 2 章,大豆及其他豆类蛋白质饲料原料,谢正军;第 3 章,棉籽类蛋白饲料原料,李爱科;第 4 章,菜籽类蛋白饲料资源,钮琰星;第 5 章,花生及其加工产品,王瑛瑶;第 6 章,小品种油料及其蛋白,周瑞宝;第 7 章,谷物蛋白饲料资源,韩飞;第 8 章,动物类蛋白饲料资源,何武顺;第 9 章,替代常规蛋白原料的饲料资源,李艳玲;第 10 章,蛋白质饲料资源开发新技术,张晓琳、王瑛瑶、张忠杰、李兴军、谢正军等。本书主编李爱科负责全书编写组织、协调和全书终稿审校、修订工作。谢正军、印遇龙、黄凤洪、何武顺、负婷婷分别负责了部分章节的审核、修订工作。

在编写过程中,由于时间紧迫以及编写人员水平有限,本书难免存在不足和错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2012 年 5 月

目 录

第 1 章 蛋白质饲料资源及其营养价值	1
1.1 我国饲料业及蛋白饲料资源简介	1
1.2 饲料蛋白质营养与安全	13
1.3 蛋白质饲料资源营养价值评定方法	24
第 2 章 大豆及其他豆类蛋白质饲料原料	31
2.1 大豆	31
2.2 豆粕	39
2.3 豆饼	54
2.4 膨化大豆和膨化豆粕	57
2.5 发酵豆粕	66
2.6 大豆深加工蛋白产品	77
2.7 其他豆类蛋白质饲料原料	92
第 3 章 棉籽类蛋白饲料原料	101
3.1 棉籽加工	101
3.2 棉籽饼和棉籽粕	112
3.3 棉籽蛋白	119
3.4 发酵棉籽加工产品	127
3.5 棉籽饼粕中棉酚的脱毒技术与检测方法	135
第 4 章 菜籽类蛋白饲料资源	147
4.1 菜籽加工	147
4.2 菜籽饼和菜籽粕	163
4.3 菜籽蛋白和菜籽肽	177
4.4 发酵类菜籽产品	181
4.5 菜籽饼粕中内源毒素检测及脱毒技术研究进展	189

第 5 章 花生及其加工产品.....	202
5.1 花生加工	202
5.2 花生粕	214
5.3 花生饼	218
5.4 花生饼粕防霉及储藏技术	220
5.5 花生蛋白和花生肽	228
第 6 章 小品种油料及其蛋白.....	236
6.1 葵花籽及其饼粕	236
6.2 芝麻籽及其饼粕	243
6.3 亚麻籽及其饼粕	255
6.4 月见草籽、红花籽、葡萄籽、紫苏籽和番茄籽.....	265
6.5 油棕榈果(仁)及其饼粕	284
6.6 椰子干及其饼粕	289
6.7 油茶籽及其饼粕	294
6.8 蓖麻籽和脱毒饼粕	303
6.9 花椒籽、橡胶籽、桐籽等木本草本油料及微生物油料	313
第 7 章 谷物蛋白饲料资源.....	339
7.1 谷物蛋白质简介	339
7.2 玉米类蛋白质饲料资源	342
7.3 稻谷类蛋白质饲料资源	350
7.4 麦类蛋白质饲料资源	359
7.5 其他谷物类蛋白饲料资源	371
第 8 章 动物类蛋白饲料资源.....	379
8.1 鱼、其他水生生物及其副产品.....	379
8.2 动物血液制品蛋白饲料资源	396
8.3 内脏、蹄、角、爪、羽毛及其加工产品	405
8.4 肉、骨及其加工产品.....	413
8.5 昆虫类及蚯蚓蛋白饲料资源	425
8.6 饲用乳制品及其副产品	436
第 9 章 替代常规蛋白原料的饲料资源.....	445
9.1 糟类蛋白饲料资源及其加工产品	445
9.2 渣类蛋白饲料资源及其加工产品	464
9.3 果汁渣类蛋白饲料资源及其加工产品	469
9.4 植物茎叶类蛋白饲料资源及其加工产品	475
9.5 块根、块茎类饲料资源及其蛋白加工产品.....	481
9.6 非蛋白氮	483
9.7 其他微生物发酵产品及副产品	488

第 10 章 蛋白质饲料资源开发新技术	496
10.1 发酵与酶解技术在蛋白饲料原料开发中的应用.....	496
10.2 制油新工艺、新技术在新型蛋白饲料原料开发中的应用	507
10.3 挤压膨化技术在新型蛋白饲料原料开发中的应用.....	523
10.4 高效干燥技术在新型蛋白饲料原料开发中的应用.....	542
10.5 应用现代育种技术提高饲料作物蛋白品质.....	558
10.6 蛋白质饲料的显微镜快速鉴别与掺假识别技术.....	577
参考文献.....	595

蛋白质饲料资源及其营养价值

我国作为世界第一养殖大国、饲料消耗大国,配合饲料产量也已达全球第一,年需蛋白质饲料原料 8 000 万 t 以上,目前每年缺口 4 000 万 t 左右;而且优质蛋白饲料资源有限,年进口大豆类产品 5 500 万 t 以上、鱼粉 100 万 t 以上,均为世界第一进口大国。与此同时,我国传统制油工艺主要以出油率为前提,饼粕的蛋白质、氨基酸破坏严重,内源毒素及抗营养因子含量高,残壳量大,饲料业对这些低质饼粕的脱毒技术一直难以解决,长期以来饲用率低、浪费大。“六五”期间,我国即对蛋白质饲料资源开发及脱毒技术组织了全国科技攻关;自国家“八五”科技攻关计划实施以来,通过革新制油工艺、研制新型设备及加工技术,开发了制油工艺中直接生产脱毒、高蛋白、高生物利用率棉籽粕和菜籽粕及其他饼粕的产业化新技术,完成脱皮(剥壳)及仁壳分离、高效大豆加工产品以及非常规蛋白质饲料原料生产新技术的研究与实际推广,并且建立了饲料蛋白资源品质的关键检测技术、制订了相关标准,使我国优质蛋白饲料原料产量得到显著提高,对解决我国蛋白饲料资源长期短缺的现状提供了示范和解决途径。

1.1 我国饲料业及蛋白饲料资源简介

1.1.1 我国养殖业对精饲料和蛋白饲料原料的需求

1.1.1.1 我国动物性产品产量及分析

我国动物性产品产量主要根据国家农业部、国家统计局和 FAO 数据库资料进行统计分析,现简述如下。

1. 肉类总产量和生产结构

我国的肉类生产在世界上有着重要地位。回顾改革开放以来我国肉类总产量的变化,可

以将其分为超高速发展期、平稳发展期和调整期三个阶段。第一阶段为 1978—1995 年,全国肉类总产量从 1 109 万 t 增至 5 260 万 t,年均增长率为 9.59%;第二阶段为 1996—2005 年,全国肉类总产量从 4 584 万 t 增至 2005 年的 7 743 万 t,年均增长率为 5.38%;第三阶段为 2006 年以来,全国平均年肉类总产量达到 7 333.16 万 t 以上。依据联合国粮农组织(FAO)数据统计可知,1961—2008 年我国肉类总产量增长速度变化明显存在波动,平均周期为 5~6 年。结果表明,1995 年以来我国肉类总产量增长速度在逐步降低。国家统计局发布数据显示,2010 年全国肉类总产量 7 925 万 t,比上年增长 3.6%。其中,猪肉产量 5 070 万 t,牛肉产量 653 万 t,羊肉产量 398 万 t,肉类总产量自 1990 年以来连续位居全球第一。

2. 蛋类生产

1961 年以来,我国禽蛋生产总量持续增长,根据增长速度的变化将其划分为缓慢加速期、超高速发展期和缓慢加速期三个阶段。第一阶段为 1961—1983 年,全国禽蛋总产量增长从 154.55 万 t 增至 350.89 万 t,年增长率从 1.46% 逐渐升高至 8.37%,年均增长率为 3.8%;第二阶段为 1984—1996 年,全国蛋类总产量从 451.13 万 t 增至 1996 年的 1 999.19 万 t,年均增长率为 $(14.57 \pm 7.8)\%$;第三阶段为 1998 年至今,在经历了 1997 年的调整之后,我国禽蛋总产量年增长率从 1998 年的 6.36% 降至 2001 年的 1.27%,近几年保持在 2.5% 左右。我国禽蛋生产结构稳定,鸡蛋在其中占据绝对主导地位,2002 年以来在禽蛋总产量中所占的比重保持在 $(85 \pm 0.14)\%$ 。国家统计局发布数据显示:2010 年全国禽蛋产量 2 765 万 t,稳居全球第一。

3. 奶类生产

1984 年以来,我国奶业发展经历了缓慢增长期、过渡期和超高速发展期三个阶段。缓慢增长期,我国奶类总产量从 1984 年的 259.6 万 t 缓慢增至 1996 年的 736 万 t,年均增长率为 8.35%;过渡期,我国奶类总产量曾出现减产现象(1997 年为 681 万 t),但总体仍以年均 10.8% 的速度由 1997 年的 681 万 t 升至 2001 年的 1 123 万 t;2001 年以后进入我国奶类生产的超高速发展期,期间奶类总产量从 2002 年的 1 400 万 t 增至 2007 年的 3 633 万 t,年均增长率高达 17.25%。20 世纪八九十年代,我国奶类总产量中牛奶所占的比重保持在 $(87.02 \pm 1.37)\%$ 。1997 年以后,国家推出了一系列如“菜篮子”工程和奶牛良种补助等政策。在其鼓励下,我国奶牛养殖发展迅速,牛奶在奶类总产量中所占的比重也进一步升高,从 1997 年的 88.27% 升至 2007 年的 97.03%。国家统计局发布数据显示:2010 年全国牛奶产量达 3 570 万 t。

4. 养殖水产品

1989 年以来,中国的水产品产量,尤其是养殖水产品产量已经连续 20 多年居世界首位。1984—2007 年,我国水产品总产量中人工养殖所占的比重已从 39.6% 升至 69%,是世界主要渔业国中唯一养殖产量超过捕捞产量的国家,中国养殖产量占全球养殖产量的 70%。1984 年以来,我国人工水产养殖业的发展主要分为两个阶段:高速发展期和调整后稳定发展期。1984—1996 年为我国水产高速发展期,人工养殖水产品总产量从 245 万 t 增至 3 278.3 万 t,年均增长率达 18.7%;经 1997 年的调整后,我国人工养殖水产品产量年均增长速度降低至 1998 年的 7.61%,然后一段时间保持在 $(5.6 \pm 0.78)\%$,为调整后稳定发展期。随着海水人工养殖业的发展,我国人工养殖水产品中海水产品所占比重从 1984 年的 26.08% 逐渐增至 1996 年的 41%,然后 10 年间稳定保持在 41.07% 以上。2010 年全国水产品总量达 5 366 万 t。

1.1.1.2 我国养殖业饲料粮和精饲料需求预测分析

国家“十一五”科技支撑计划项目“粮食宏观调控信息保障关键技术研究与应用示范”中,开展了饲料粮需求预测分析研究。在对我国肉、蛋、奶及水产品产量、集约化养殖比例、饲料转化效率相关资料和数据统计分析及预测研究基础上,对我国中短期内饲料粮及精饲料的需求量进行了预测分析。2010—2015 年我国养殖业精饲料和饲料粮需求预测结果详见表 1.1。

表 1.1 2010—2015 年我国养殖业精饲料和饲料粮需求预测 万 t

品种	项目	年 度					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
生猪	精饲料	19 635.94	19 531.38	19 390.32	19 217.35	19 015.95	18 791.43
	饲料粮	12 689.30	12 633.29	12 553.65	12 487.17	12 333.94	12 268.98
产蛋禽	精饲料	5 600.37	5 625.62	5 641.76	5 649.33	5 649.06	5 641.86
	饲料粮	3 702.13	3 725.26	3 742.48	3 754.09	3 760.57	3 763.97
肉禽	精饲料	3 142.41	3 226.16	3 311.43	3 362.52	3 428.31	3 490.62
	饲料粮	2 155.27	2 208.87	2 263.28	2 294.37	2 335.22	2 373.56
肉牛	精饲料	1 477.93	1 471.47	1 454.06	1 438.88	1 419.83	1 398.75
	饲料粮	551.76	561.83	568.10	575.55	581.78	587.48
羊	精饲料	1 310.26	1 379.51	1 436.55	1 493.03	1 546.35	1 593.91
	饲料粮	599.81	645.86	688.22	732.29	776.95	820.86
奶牛	精饲料	2 137.02	2 244.61	2 352.08	2 459.44	2 566.68	2 674.54
	饲料粮	1 498.94	1 574.05	1 649.04	1 723.92	1 798.68	1 873.90
淡水养殖	精饲料	2 760.99	2 873.61	2 986.24	3 098.86	3 211.49	3 324.48
	饲料粮	1 380.49	1 436.81	1 493.12	1 549.43	1 605.74	1 662.24
海水养殖	精饲料	244.63	250.74	257.01	263.44	270.02	276.77
	饲料粮	81.54	83.58	85.67	87.09	89.27	91.50
养殖业共计	精饲料	36 309.55	36 603.10	36 829.45	36 982.85	37 107.69	37 192.36
	饲料粮	22 659.24	22 869.55	23 043.56	23 203.91	23 282.15	23 442.49

新中国成立后,粮食(grain)在我国被界定为谷物类、豆类和薯类的总称。我国的粮食有几百个品种,最主要的是小麦、稻谷和玉米三大品种,其产量约占全部粮食总产量的 2/3。我国传统上的粮食是对谷物类的总称,亦称谷、五谷等;国际上通用的粮食范畴,也与谷物类等同。但目前我国粮食一般泛指粮、油资源,包括所有谷物、油料籽实和薯类及其加工产品。根据《国家粮食流通统计制度(2009—2010 年)》主要统计指标解释可知,饲料用粮是指饲料企业生产饲料所用粮食、养殖企业和农户直接饲喂畜禽等所消费的粮食数量之和。我国饲料用粮主要为玉米和豆粕,其他还包括小麦、稻谷、大麦和薯类等。精饲料(fine feed 或 concentrate)是相对粗饲料(roughage)而言的,也称精料,为单位体积或单位重量内含营养成分丰富、粗纤

维含量低、消化率高的一类饲料,一般泛指粮食类、动物类及微生物类来源的饲料原料及其配合饲料。而按营养价值分类,凡每千克干物质含消化能 11 077 kJ 以上,粗纤维含量低于 18%,天然水分低于 45% 的一般均属精饲料。精饲料可分为高能量精料,如禾谷类籽实及加工副产品;高蛋白质精料,如动物性饲料、油料籽实等粮油加工副产品。

《国家粮食安全中长期规划纲要(2008—2020 年)》中预测我国 2010 年饲料粮需求总量只有 1.87 亿 t,占粮食消费需求总量的 36%,该数据可能不包括饲料用大豆及其加工产品。而且该数据显著低于“十一五”科技支撑计划项目中饲料粮需求预测分析研究结果,认为主要有以下原因:《国家粮食安全中长期规划纲要(2008—2020 年)》预测我国 2010 年粮食需求总量为 5.25 亿 t,实际 2010 年粮食产量已达 5.4 亿 t 以上,加上进口大豆、玉米等粮食,减去出口,2010 年粮食总供求达到 5.9 亿 t 以上,两者是有差异的。我国目前蛋白质饲料资源年缺口达 4 000 万 t 以上,而食用油对外依存度达 70% 以上,需要大量进口大豆及相关产品,可能造成预测、统计口径不一。以 2010 年为例,我国进口大豆已达 5 500 万 t,加上国产大豆 1 500 万 t,大豆年总供给达 7 000 万 t,豆粕年产量达 4 800 万 t 以上。按照联合国粮农组织测算,2002 年我国居民人均每日食物热量、蛋白质和脂肪含量即已超过世界平均水平,因此养殖业消耗饲料数量是巨大的,这也是国外知名学者曾预测我国粮食难以满足国内需求的一个重要因素。20 世纪 90 年代中叶,美国世界观察研究所所长 Lester R. Brown 先生以一篇《who will feed China?》长文引起了全世界对于中国粮食和饲料问题的关注。原农业部畜牧兽医局(2004)提供数据显示,我国养殖业饲料用粮消耗量已从 1978 年的 4 575 万 t 升至 2003 年的 16 558 万 t,其在粮食消费总量中所占的比重相应地从 15.0% 提高至 38.0%,其中 1990 年和 1995 年分别为 24.4% 和 31.2%。原农业部畜牧兽医局(2004)和刘晓俊(2006)也曾预测,2010 年我国饲料用粮需求量分别达 2.45 亿 t 和 2.8 亿 t,这也与“十一五”支撑项目中研究预测结果相近。

1.1.1.3 我国饲料业对蛋白饲料原料的需求

蛋白质是动物生长和养殖产品生产不可或缺的营养物质,为各种动物必需氨基酸的重要来源,同时也是水生动物最有效的供能物质。工业饲料所用的蛋白饲料原料一般是指粗蛋白质含量为 15%~20% 的产品,根据来源的不同,可将蛋白质饲料分为植物性蛋白质饲料、动物性蛋白质饲料、微生物蛋白质饲料和非蛋白氮饲料、合成氨基酸等。一般来说,饲料业中的蛋白质原料是为了满足养殖动物的蛋白质需求,而养殖产品中的蛋白质是为了满足人类对动物产品不断增长的需要,同时这这也是一个农副产品氮元素低效利用的过程,因为饲料蛋白质转化为动物蛋白的效率只有 30% 左右。

1. 我国居民食物蛋白质营养现状及发展

根据 FAO 统计分析(表 1.2),1978 年以前我国居民一直处于食物营养贫困期,人均每日食物热能、蛋白质摄入量分别低于 8 884.18 kJ 和 52.45 g。改革开放前后,我国居民食物营养开始慢慢步入温饱期。从 1976 年开始,我国居民人均每日食物热能和蛋白质摄入水平分别以 2.3%、2.7% 的速度稳定增至 1984 年的 10 465.70 kJ、64.54 g。我国居民人均日蛋白质摄入量在 1985—1990 年经历了一个缓慢的增长之后,又开始以 2.92% 的速度从 1991 年的 66.14 g 增至 1998 年的 84.64 g。1998 年以后我国居民人均食物日热能和蛋白质摄入量增长缓慢,截至 2007 年年均增长速度分别为 0.23% 和 0.55%。

表 1.2 我国居民主要营养物质每人每天摄入量

营养物质	年 度						
	1978	1990	1995	2000	2005	2006	2007
热能/(kJ/d)	8 884.18	10 936.22	11 821.39	12 173.58	12 452.72	12 421.36	12 478.92
蛋白质/(g/d)	52.45	67.46	79.15	86.15	89.38	89.12	88.89

来源:FAO 数据库。

我国人均蛋白质总摄入量自 1961 年以来一直在增长,其动力主要来源于 1961—1985 年人均谷物蛋白摄入量的持续增长和 1961—2007 年人均动物性蛋白质摄入量的不断增加。我国豆类蛋白质人均摄入量从 1962 年开始不断地降低。对应于我国居民蛋白质来源中,动物性蛋白质所占的比例从 1961 年的 8.96%持续增长至 2007 年的 38.14%;豆类蛋白质所占比例从 1962 年的 18.68%持续降低到 2007 年的 8.78%;谷物蛋白质所占的比例在 1983 年达到高峰 66.57%之后降至 2007 年的 39.98%。根据台湾的发展经验,我国内地居民食物人均日蛋白质摄入量在 2007 年以后的一段时间内可能会延续前几年的缓慢增长态势,在达到一定的高峰(可能在 90~100 g)以后像日本一样呈现降低趋势。如果我国居民膳食营养结构在经济发展过程中继续受欧美饮食习惯影响的话,居民食物人均日蛋白质摄入量最高水平可能会超过 100 g。

2. 我国饲料业对蛋白饲料原料的需求

随着我国经济的高速发展和人口的增长,我国居民必将消费更多的动物产品。养殖业的迅猛发展拉大了蛋白饲料资源的需求,造成优质蛋白饲料资源如大豆的进口猛增,所以积极寻求新的蛋白资源,以及提高现有低质蛋白资源的利用成为当务之急。

根据我国居民食物蛋白质营养现状及发展预测,现阶段每天人均蛋白质消耗约为 90 g,其中动物蛋白接近 35 g,已超过世界平均水平,但仍比美国等西方发达国家相差甚远。由于饲料蛋白质转化为动物蛋白质的利用效率约为 30%,根据我国养殖业饲料粮和精饲料需求预测分析,我国近年精饲料需求量达到 3.7 亿 t 以上,如果按我国集约化和传统养殖动物日粮平均含粗蛋白质 15%估计,我国年需蛋白质饲料资源(折合为豆粕)1.2 亿 t 以上,扣除能量等非蛋白饲料提供的蛋白,我国年需蛋白质饲料原料达 8 000 万 t 以上。因此,根据全国养殖业对蛋白饲料需求预测或根据我国居民动物蛋白需求预测分析,我国饲料业对蛋白饲料原料的年需求量相近,已达 8 000 万 t 以上。

我国蛋白饲料原料长期严重短缺,大豆类产品、鱼粉需长期大量进口,蛋白类相关饲料原料、养殖产品价格不断上涨且大幅波动,间接导致不法原料商通过加入三聚氰胺等违禁非蛋白氮以提高饲料粗蛋白质含量的掺假事件发生,蛋白饲料原料短缺已成为制约我国饲料业及养殖业发展的“瓶颈”,甚至有专家提出我国将要发生“蛋白质饲料危机”。

1.1.2 我国蛋白饲料资源开发利用现状及发展战略

1.1.2.1 国际蛋白质饲料原料供需情况

根据国家粮油信息中心《世界粮油市场月报》分析(2011),近年世界油籽及油料市场变化很大,始于 2009 年的油籽及其加工产品的价格上涨一直持续到 2010/2011 年,2011 年 2 月油籽及其产品的价格已经接近 2008 年的历史高位。价格飙升主要反映出全球供应的逐步趋紧

和稳定的需求增长以及主要进口国强烈的购买兴趣。日益紧张的粮食市场供应的外溢效应也加剧了这种趋势。虽然由于大豆和棕榈油的产量预期改善,但价格的回落是不可持续的。对2011/2012年的初步预测显示,世界豆油/豆粕市场目前的紧张情况很可能将持续,并有可能进一步加强。因此,2011/2012年将以一个较低的结转库存开始,油料作物的总产量仅会略有提高,特别是在油籽和谷物之间的耕地竞争愈发激烈的情况下。这意味着2011/2012年供应可能不足以满足不断扩大的豆油和豆粕需求,这将进一步降低全球油籽库存和库存消费比,最终导致在未来一段时间,油料作物及其产品的价格持续坚挺。近年世界油籽和油料市场情况见表1.3。

表 1.3 世界油籽及油料产品市场一览表

×10⁶ t

项 目	年 度			
	2009/2010	2010/2011 估算	2011/2012 预测	本年度变化/%
油籽合计				
产量	409.7	456	464.7	1.9
油和油脂				
产量	161.2	172.2	175.2	1.7
供应量	184.5	195.6	201	2.8
利用量	161.7	170.1	175.1	3
贸易量	86.3	89.1	91.2	2.3
库存量与利用量之比/%	14.5	15.2	14.7	
粮农组织价格指数(以2002—2004年为100作基数)				
油籽	161	172	221	40.8
油籽饼粕	194	217	231	6.5
油	150	193	267	56.1

另外,世界各国椰子仁粕、棉籽粕、棕榈仁粕、花生粕、油菜籽粕、大豆粕、葵花籽粕等主要蛋白质饼粕资源近10年的供求平衡统计见表1.4。

表 1.4 世界主要蛋白质饼粕供求平衡表

kt

项 目	2003/ 2004 年	2004/ 2005 年	2005/ 2006 年	2006/ 2007 年	2007/ 2008 年	2008/ 2009 年	2009/ 2010 年	2010/ 2011 年	2011/ 2012 年 (预测)	本年度 变化/%
期初库存	6 255	6 720	6 935	7 530	7 382	7 590	5 996	7 308	7 891	8.0
生产量	185 511	200 786	212 131	219 388	226 623	223 838	239 403	254 374	261 506	2.80
进口量	54 658	55 955	62 511	64 346	66 442	63 984	65 753	71 615	73 323	2.40
各国国内饲 用消费量	171 491	186 161	196 114	202 506	210 352	207 996	218 859	234 294	242 384	3.50
各国国内 其他消费	2 501	3 170	3 127	3 123	3 171	3 229	3 496	3 572	3 724	4.30
出口量	55 902	57 597	63 829	67 019	69 424	66 323	69 782	75 999	76 276	0.40
期末库存	9 454	10 243	11 001	11 053	11 743	10 496	12 001	12 741	12 693	-0.40