

饲料资源的开发与加工技术

● 饶应昌 庞声海 主编



湖北科学技术出版社

饲料资源的开发与加工技术

饶应昌 庞声海 主编

湖北科学技术出版社

饲料资源的开发与加工技术

饶应昌 庞声海 主编

责任编辑：曾凡亮

特约编辑：肖琼玲

封面设计：秦滋宣

出版发行：湖北科学技术出版社

电话：6782508

地 址：武汉市武昌东亭路2号

邮编：430077

印 刷：湖北省农科院印刷厂印刷

邮编：430070

787毫米×1092毫米 32开

14.3125印张 310千字

1997年12月第1版

1997年12月第1次印刷

印刷数：0001—2100

定价：20.80元

ISBN 7-5352-2069-x/S·198

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

主 编 饶应昌 庞声海

副主编 (按章节顺序)

邱承光 谭鹤群 赵思明 朱舒平 庄建桥

编 委 (按姓氏笔画顺序)

庄建桥 朱舒平 邱承光 宗 力 庞声海

赵思明 谭鹤群 饶 斌 饶应昌 熊善柏

内 容 简 介

本书介绍了我国饲料资源开发利用和饲料加工技术发展的现状及国内外适用的先进技术,阐述了动物性蛋白饲料、工业副料与废渣废液再生饲料、秸秆饲草饲料和矿物质特种饲料的加工原理、方法、工艺流程和设备选型配套等。

本书可供饲料、畜牧、轻工、食品等专业的领导、管理干部及技术人员阅读,也可作为有关大专院校教学参考书。

作 者 简 介

饶应昌,教授。曾编写《配合饲料技术》、《非谷物饲料技术》、《饲料加工工艺与设备》等多种著作,现任《饲料工业》杂志编委。

庞声海,教授。曾编写《饲料加工机械》、《配合饲料机械》等多种著作,现任《农业机械学报》、《饲料工业》杂志编委。

序

随着我国饲料工业的迅速发展，配合饲料所需原料无论是能量饲料还是蛋白质饲料，供需之间矛盾日益增大。由于饲料原料紧缺，原料价格暴涨，致使饲料企业生产极不稳定，进而影响了畜牧养殖业生产。因而，广辟饲料资源是饲料工业发展的重大课题。

1996年全国生产商品配合饲料 $5\,118\times 10^4\text{t}$ ，浓缩饲料 $418\times 10^4\text{t}$ ，预混料 $72.7\times 10^4\text{t}$ 。近年来由于能量饲料和蛋白质饲料短缺，不得不从国外大量进口，尤其是蛋白质饲料进口量越来越大。根据规划，到2000年，我国配、混合饲料将发展到 $1\times 10^8\text{t}$ 左右，2010年发展到 $1.3\sim 1.5\times 10^8\text{t}$ ，因此，饲料原料缺口将更大。根据初步测算，饲料粮缺口，2000年和2010年分别为 $0.66\times 10^8\text{t}$ 和 $0.43\sim 0.83\times 10^8\text{t}$ ，蛋白质饲料供需缺口为 $0.24\times 10^8\text{t}$ 和 $0.38\times 10^8\text{t}$ 。为此，饲料原料不足将严重制约饲料工业的发展，而广辟饲料资源、挖掘我国一切可利用资源任务十分艰巨。特别是我国人均粮食到2000年乃至2010年不可能有较大增长，畜禽养殖业必须走一条节粮型道路，饲料资源加工新技术的应用尤为重要。

国家在“七五”、“八五”期间均把饲料资源开发利用技术引入了国家科技攻关重点和生产建设重点。10多年来，经过广大科技人员和饲料工业工作者的努力，已取得了相当大的进展，尤其是饲料资源开发应用技术取得了可喜成果，有

些技术已进入世界先进行列，并已建厂大规模生产。如：各种油料饼粕的脱毒利用和合理利用技术；利用加工食品废水废渣生产饲料酵母和其它饲料产品；利用动物屠宰下脚料生产的羽毛粉、肠羽粉、血粉；鸡粪膨化作饲料以及农作物秸秆青贮、氨化等都取得很大成绩。

为了将这些饲料资源的开发与加工技术进一步转化成生产力，饶应昌、庞声海先生编写了《饲料资源的开发与加工技术》一书，供广大科技工作者、饲料工业工作者以及有关教师、学生参考。该书是具有科学性、适用性、可读性的一本好书，一定会对广大读者有所教益。它的出版发行定能进一步推动我国饲料资源的开发利用。

我国是个人口众多、饲料资源不足的国家，饲料资源的开发利用任重道远，一些适用技术有待进一步发展完善，希望有关学者、专家、饲料工业工作者不断探索和总结经验，努力提高技术水平和经济效益，进一步推动我国饲料资源的开发利用，促进饲料工业迅速发展，为实现我国“九五”计划和2010年远景目标而努力。

中国饲料工业协会原副秘书长 齐文英（高级工程师）

1997年4月

前 言

我国饲料工业从 70 年代起步，现在已具有一定规模。到 1996 年，全国饲料生产企业达 1.2 万余家，其中时产 5t（即年班产 1×10^4 t）以上的饲料厂发展到 1 400 余家，生产商品配合饲料 $5\,118 \times 10^4$ t，产量居世界第二位（仅次于美国），浓缩饲料和添加剂预混合饲料也得到相应发展。

我国地少人多，粮食产量连年徘徊在 $45\,000 \times 10^4$ t，人口却每年平均增长 1 000 万，同时耕地面积又以每年约 1100×10^4 hm² 的速度递减。因此，我国粮食资源是不充裕的。随着饲料工业和养殖业的发展，配合饲料所需原料的供求矛盾更加突出，要解决这个矛盾，仅靠发展粮食作为饲料原料是困难的，也是不够的。因此，大力开发新的饲料资源，发展“节粮型养殖业”，是我国发展饲料工业和养殖业的一项长期的重要策略和措施。

在“七五”至“九五”期间，国家把饲料资源开发生产技术列入国家科技攻关重点和生产建设重点。10 多年来，经过饲料行业和广大科技人员的努力，在饲料资源开发方面取得了很大成绩，有些技术已进入世界先进行列，并已建成各类饲料资源生产厂，形成规模生产。如各种油饼粕的脱毒和合理利用技术；利用动物屠宰下脚料生产肉骨粉、羽毛粉、血粉等；利用轻工食品工业的废渣废液生产糟渣饲料和单细胞蛋白饲料；鸡粪饲料化处理；农作物秸秆青贮、氨化等。到

1995 年末，共有饲料资源生产企业 836 家，产品产量 $114 \times 10^4 \text{t}$ ，销售收入 18.6 亿元。

特别值得指出的是，我国饲料工业始终贯彻大家办的方针，充分发挥各部门的资源、人才和技术优势，分工合作，协调发展。农业、粮食、商业部门重点抓了添加剂预混合饲料、浓缩饲料、配合饲料以及血粉、肉骨粉、鱼粉和油饼粕脱毒等生产建设；化工部门主要抓化学合成添加剂生产建设（如广西赖氨酸厂、天津蛋氨酸厂等）；轻工、食品部门抓了饲料酵母和糟渣利用的加工建设；医药部门抓了各种维生素、抗生素和药物等生产建设；地质矿产部门和化工部门抓了矿物微量元素等的生产；机械部门抓了饲料机械设备的研制和生产。这样，使我国饲料工业和养殖业有了飞速的发展。

我国自 1980 年至 1994 年，粮食年递增仅 2.7%，而肉、蛋、奶、水产品的年递增分别为 10.5%、12.2%、12.5% 和 14.8%。其主要原因是生产了 $3 \times 10^8 \text{t}$ 配混合饲料和开发利用饲料资源的结果。由此节约了饲料用粮，15 年共节约粮食 $7\,500 \times 10^4 \text{t}$ 。

根据中国饲料协会在《1996~2020 年中国饲料工业发展战略研究》中预测，到 2000 年，全国能量饲料资源和蛋白质饲料资源缺口分别为 $6\,600 \times 10^4 \text{t}$ 和 $2\,400 \times 10^4 \text{t}$ 。

我国可供开发利用的饲料十分丰富，各种油饼粕年产 $1\,600 \times 10^4 \text{t}$ 左右，糟渣饲料约 $1\,000 \times 10^4 \text{t}$ （干），工业废液可生产单细胞蛋白饲料 $120 \sim 160 \times 10^4 \text{t}$ ，各种动物下脚料可生产动物蛋白饲料 $200 \times 10^4 \text{t}$ ，秸秆 $5.7 \times 10^8 \text{t}$ 。这些资源只要有计划地、积极地去开发生产，我国饲料原料的缺口是可以得到缓解和解决的。

为将这些潜在的饲料资源变为现实饲料原料，把现代饲料资源开发利用与加工新技术进一步转化为生产力，我们结合教学、科研工作，吸收国内外最新科研成果和生产实践经验，编写了本书。

本书在编写过程中，得到许多企业和同志的大力支持和帮助，可以说，本书能如此迅速呈献给广大读者，是许多热心同志和我们共同努力的结果。我们借此机会，向一切提供资料和支持帮助该书出版的朋友表示衷心感谢。

本书内容的选择，力求反映我国饲料资源开发利用与加工技术发展的需要和水平，介绍国内外适用先进技术。阐述的重点是饲料资源开发利用方向、加工原理和方法、工艺流程和设备选型配套。本书简明扼要，图文并茂，具有科学性、实用性和可读性。本书可供具有中学以上文化程度的有关饲料、畜牧、水产、轻工、食品、机械、环保等专业的技术人员、管理干部阅读，也可以作为大专院校动物营养与饲料加工、饲料工程、粮油加工和其它有关专业的教学参考书。

本书共分4篇14章。第一、二章由邱承光副教授编写；第三、九章由谭鹤群讲师编写；第四章由宗力副教授编写；第五章由饶应昌教授编写；第六、七、八章由赵思明、熊善柏副教授编写；第十章由朱舒平讲师编写；第十一章由庞声海教授编写；第十二、十四章由庄建桥讲师编写；第十三章由饶娣教授编写。

全书由饶应昌、庞声海教授统稿，中国饲料工业协会原副秘书长齐文英高级工程师审定，插图由方红描绘。

饲料资源开发与加工新技术是一门新兴的学科，学术性、综合性、交叉性很强，加之我们水平有限，错误之处在所难

免，敬请读者批评指正。

编 著 者

1997 年 7 月于华中农业大学

目 录

第一篇 动物性蛋白饲料的加工技术

第一章 动物性蛋白饲料资源及其加工工艺和设备	1
第一节 动物性蛋白饲料资源的种类及特性	1
第二节 动物性蛋白饲料加工工艺及其设备	7
第二章 鱼粉生产技术	51
第一节 概述	51
第二节 鱼粉加工工艺	54
第三章 屠宰下脚料的加工技术	66
第一节 概述	66
第二节 血液的开发利用	68
第三节 肉骨粉的加工	78
第四节 角蛋白资源的加工技术	85
第五节 皮革蛋白饲料的加工技术	95
第四章 昆虫及蚯蚓蛋白饲料资源的加工和利用	107
第一节 概述	107
第二节 昆虫的饲养和加工	109
第三节 蚯蚓的养殖和采收	117

第二篇 工业副料、废渣废液的加工利用

第五章 油饼粕饲料的加工处理	128
----------------	-----

第一节	概述·····	128
第二节	棉籽饼粕脱毒·····	137
第三节	菜籽饼粕脱毒·····	151
第四节	其它油饼粕的开发利用·····	156
第六章	糟渣饲料生产技术·····	172
第一节	概述·····	172
第二节	直接脱水干燥法·····	177
第三节	发酵法·····	194
第七章	废液的利用——单细胞蛋白 (SCP) 的生产	
	·····	202
第一节	概述·····	202
第二节	工业废液生产单细胞蛋白饲料的工艺·····	210
第三节	生产单细胞蛋白饲料的主要设备·····	221
第八章	饲用酶制剂的生产和应用·····	232
第一节	饲用酶制剂的种类和应用效果·····	232
第二节	饲用酶制剂的生产技术·····	240
第九章	鸡粪饲料的处理和利用·····	250
第一节	概述·····	250
第二节	鸡粪处理方法·····	253
第三节	鸡粪再生饲料加工工艺与设备·····	255

第三篇 秸秆饲草加工利用技术

第十章	秸秆饲料处理利用·····	266
第一节	秸秆养畜·····	266
第二节	秸秆的化学处理·····	268

第三节	非蛋白氮及尿素制品·····	283
第四节	粗饲料热喷技术·····	291
第五节	微贮秸秆饲料技术·····	294
第六节	秸秆切(粉)碎机械·····	298
第七节	叶蛋白饲料生产技术·····	304
第十一章	叶草粉、颗粒及草块生产·····	312
第一节	概述·····	312
第二节	牧草粉的生产·····	315
第三节	松针粉的生产·····	325
第四节	草粉压粒和干草制块(饼)·····	330

第四篇 饲用矿物原料加工及液体原料添加

第十二章	饲用矿物原料加工·····	340
第一节	饲用矿物原料的作用及特性·····	340
第二节	石灰石·····	343
第三节	磷矿石·····	346
第四节	沸石·····	352
第五节	海泡石·····	358
第六节	凹凸棒石·····	363
第七节	膨润土·····	367
第八节	饲用矿物原料的粉碎与分级设备·····	372
第十三章	微量矿物饲料的前处理与预混合·····	392
第一节	预混合料及其前处理·····	392
第二节	前处理的典型工艺·····	404
第三节	微量矿物质预混合料生产工艺·····	414

第十四章	饲用液体原料添加	420
第一节	饲用液体原料的特点.....	420
第二节	<u>油脂</u> 添加.....	422
第三节	氯化胆碱添加.....	428
第四节	<u>糖蜜</u> 添加.....	434

第一篇 动物性蛋白饲料的加工技术

第一章 动物性蛋白饲料资源 及其加工工艺和设备

第一节 动物性蛋白饲料资源的种类及特性

一、概述

动物性蛋白是生产配合饲料的主要蛋白原料之一。因其氨基酸品种比较齐全，平衡性好，消化率高，与植物蛋白互为补充，是畜禽饲料中不可缺少的蛋白来源。在各种配合饲料中，动物性饲料蛋白的添加量为 2.5%~18%。

世界各国传统的动物性蛋白饲料来源于鱼粉。目前全世界鱼粉的年产量在 $600 \times 10^4 \text{t}$ 左右。我国作为一个主要的畜禽养殖大国，鱼粉资源却严重缺乏，仅 1994 年，全国进口鱼粉 $66.3 \times 10^4 \text{t}$ ，耗用外汇 2.7 亿多美元，仍然不能满足养殖业发展的需要。与此同时，我国每年又有 $200 \times 10^4 \text{t}$ 以上的非鱼粉动物蛋白资源未得到有效利用。这些资源主要包括畜禽屠宰加工厂的下脚料（碎肉渣、骨骼、血液、内脏、皮毛、蹄角等），水产品加工厂下脚料（鱼的头、骨、内脏、贝壳类），以及可大量生产的昆虫和蚯蚓。只要经过科学合理地开展利

用,可获得数十万吨的动物性蛋白饲料,这将大大缓解我国动物性蛋白饲料的严重不足,促进畜禽养殖业更大地发展,并且综合利用食品水产加工工业废弃物,对防止环境污染、提高经济效益也有显著的积极作用。

可加以利用的动物性蛋白饲料资源种类繁多,性质各异,它们多是一些特别容易腐烂变质的生物物料,加工处理比较困难,与粮谷和油脂饼粕的加工工艺有显著的不同。要充分地利用这些资源,生产高质量的动物饲料蛋白,必须根据各种原料的特性,采用合理的工艺技术和设备,才能获得良好的效益。

二、我国动物性蛋白饲料资源状况

动物性饲料资源主要包括鱼粉、畜禽屠宰加工下脚料、水产品加工下脚料、昆虫和蚯蚓等。

(一) 饲料鱼粉资源

1. 海水鱼类 相对我国养殖业规模而言,我国可用来生产饲料鱼粉的海水鱼类奇缺。虽然近年来海洋渔业有了较大的发展,但所用的鱼粉原料只能是一些不能供人食用的小杂鱼及下脚料,每年约可生产 $10 \times 10^4 \text{t}$ 鱼粉,远远满足不了需求量。海水鱼类主要分布于沿海各省,其中以浙江省产量最高,具有年产 $3 \times 10^4 \text{t}$ 各类鱼粉的能力。另外,新近发现东、黄海海域拥有 $350 \times 10^4 \text{t}$ 左右的鳀鱼,有希望成为鱼粉的一个新的来源。

2. 淡水鱼类 自 80 年代中期起,我国的淡水渔业发展迅速,1994 年全国淡水鱼总量达 $1\,000 \times 10^4 \text{t}$ 以上,已超过全国水产总量的一半。主要分布在湖南、湖北、江西、安徽、浙