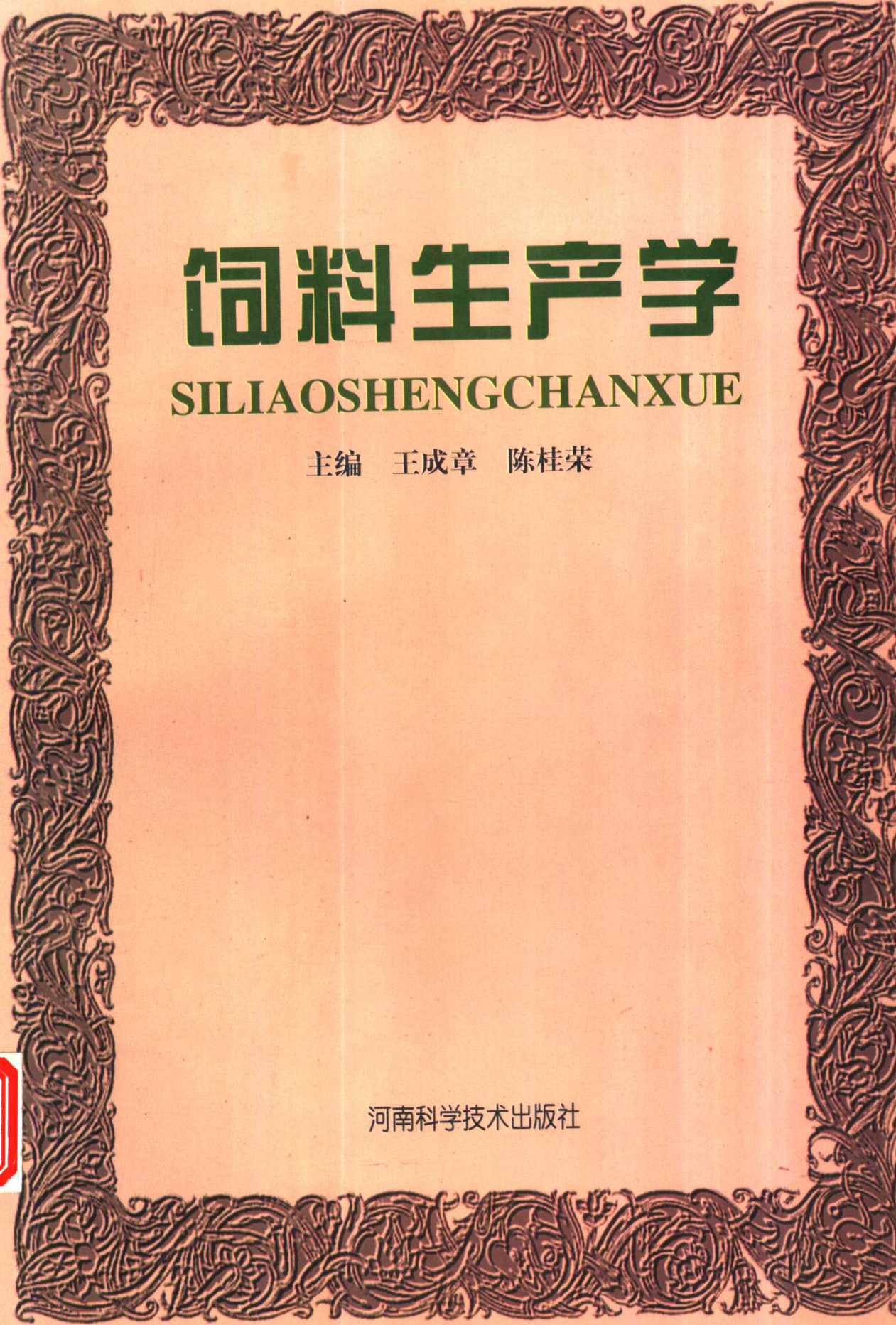




# 饲料生产学

## SILIAOSHENGCHANXUE

主编 王成章 陈桂荣

河南科学技术出版社



# 饲料生产学

主编 王成章 陈桂荣

河南科学技术出版社

## 内 容 提 要

本书共分 22 章, 系统、全面地讲述了饲料生产理论技术, 内容丰富。全书介绍了各种饲料作物的繁育、栽培、加工调制、饲养价值, 以及贮藏、生产计划制定、草地经营等知识, 书末附有实验指导。本书可作为农业本专科院校相关专业试用教材, 并可供农业科学技术人员参考。

## 饲料生产学

主编 王成章 陈桂荣

责任编辑 宋宇红

责任校对 王艳红

---

河南科学技术出版社出版发行

郑州市农业路 73 号

邮政编码: 450002 电话: (0371) 5721450

河南农业大学印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 30.5 字数: 689 千字

1998 年 7 月第 1 版 1998 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1—3 000

ISBN 7-5349-2077-9/S·491

定价: 30.50 元

---

## 《饲料生产学》编写人员

**主 编** 王成章 陈桂荣

**副主编** 曹社会 董宽虎 康玉凡 孙学钊 孔繁臻 郭 孝

**编 者**(以姓氏笔划为序)

王志祥 河南农业大学

王成章 河南农业大学

孔繁臻 莱阳农学院

龙明秀 西北农业大学

孙学钊 山东农业大学

刘玉民 山东农业大学

齐胜利 河南农业大学

李先芳 郑州牧业工程高等专科学校

陈桂荣 郑州牧业工程高等专科学校

杨云贵 西北农业大学

郭 孝 郑州牧业工程高等专科学校

赵云焕 信阳农业高等专科学校

赵 聘 信阳农业高等专科学校

康玉凡 洛阳农业高等专科学校

曹社会 西北农业大学

萧逵峰 安徽农业大学

董宽虎 山西农业大学



饲料是发展畜牧业的物质基础。

畜牧业是现代国民经济中的一个重要组成部分。我国的畜牧业包括农区的舍饲畜牧业、山区的半舍饲半放牧畜牧业和牧区的放牧畜牧业。这3种畜牧业都为我国人民物质生活提供了营养丰富的动物性食物和品质优美的毛皮衣物用品，为提高我国人民物质生活水平和国家现代化事业发挥了重要作用。上述3种畜牧业经营方式不同，其所需要的饲料资源和饲料的生产利用方式更有很大差异。为了满足各自对饲草饲料生产、供应和经营管理需要，因而形成了饲料生产学这一饲料科学。

饲料生产学研究的对象，主要是畜禽需要的多种饲料，而最主要的则是植物性饲料。其内容主要是研究牧草、研究饲料作物的形态特征、栽培技术、饲养利用价值、保藏调制方法以及研究如何提高秸秆营养价值等，以解决饲料问题。在农区，解决饲料问题主要采取以下途径：实行粮草轮作制，建立巩固的饲料基地；推广豆科青干草和玉米青贮饲料；提高秸秆粗饲料的消化率和营养价值的加工技术水平；发展工业饲料如尿素饲料、酵母饲料、微生物蛋白质饲料等；也可试行鸡粪烘干或发酵后作为饲料利用，以及草山草坡的开发利用等。

我国地域辽阔，地理气候条件十分悬殊。全国共分为九大农业区。我国的中原各省区，包括河南省、山东省全部以及安徽省淮河流域北部、相邻的山西省南部和陕西省中部，具有相似的地理气候条件和相似的种植业和畜牧业生产，为此饲料生产学（中原本）应运而生。

由河南农业大学等9所高等农业院校共同编写的《饲料生产学》（中原本），既注意了饲料生产学的学科系统性及其发展，又立足于适用的地域性，侧重特点、重点和难点。该教材的编写出版是对高等农业院校教材建设的推动和发展。我相信在试用中教材会起到它应有的作用，并希望不断提高和完善。

卢得仁

1997年7月20日

## 前言

本书是由河南农业大学等9所院校共同编写的高等农业院校试用教材。我国幅员辽阔，南北自然条件差异很大，而饲料生产又具有很强的地域性。因此本着地理位置相近、栽培及利用的饲料作物及牧草相似、充分体现地方特色和实用性的原则，我们编写了《饲料生产学》（中原本）教材，供中部各省的高等农业院校本、专科教学使用。因各校的教学内容安排不同，为了照顾全面，本书按80学时六十多万字编写，各校可根据需要，教学时作适当取舍。同时，为便于学习，将《实验指导》一并编入本书。

本书的教学大纲是在广泛征求了各位作者的意见后综合而成的。在编写过程中，各作者书稿经过主编及有关副主编的反复修改才确定，尽量避免了错误。大部分插图由郑州牧业工程高等专科学校郭孝老师完成。由于我们的学识较浅，编写时间短促，不当之处希望广大读者多加指正，以便再版时修改。

本书在编写过程中，参考了国内外大量文献，因篇幅有限，仅将主要参考文献注于书后。

编者

1997年12月

# 目 录

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| 绪 论 .....                            | ( 1 ) |
| 第一章 牧草饲料作物生长的生理基础 .....              | (10)  |
| 第一节 牧草饲料作物的生长和发育 .....               | (10)  |
| 第二节 牧草饲料作物器官的生长和发育 .....             | (15)  |
| 第三节 牧草饲料作物产量形成的生理基础——光合作用和呼吸作用 ..... | (25)  |
| 第二章 牧草饲料作物与土壤 .....                  | (34)  |
| 第一节 牧草饲料作物与土壤组成 .....                | (34)  |
| 第二节 牧草饲料作物与土壤肥力因素 .....              | (36)  |
| 第三节 牧草饲料作物与土壤主要特性 .....              | (39)  |
| 第四节 牧草饲料作物与土壤耕作 .....                | (45)  |
| 第三章 播种与田间管理 .....                    | (50)  |
| 第一节 种子与播种 .....                      | (50)  |
| 第二节 间、混、套作与灌溉 .....                  | (55)  |
| 第三节 病虫害防治和杂草防除 .....                 | (56)  |
| 第四节 肥料与施肥 .....                      | (63)  |
| 第五节 收获 .....                         | (70)  |
| 第四章 饲用植物的良种繁育与种子贮藏 .....             | (71)  |
| 第一节 国内外饲料作物及牧草种子生产概况 .....           | (71)  |
| 第二节 建立健全的良种繁育制度 .....                | (72)  |
| 第三节 种子贮藏 .....                       | (79)  |
| 第五章 田间试验技术 .....                     | (85)  |
| 第一节 田间试验的任务和要求 .....                 | (85)  |
| 第二节 田间试验误差及其控制途径 .....               | (86)  |
| 第三节 田间试验设计 .....                     | (89)  |
| 第四节 田间试验的方法和步骤 .....                 | (96)  |
| 第六章 豆科牧草 .....                       | (101) |
| 第一节 紫花苜蓿 .....                       | (101) |
| 第二节 三叶草 .....                        | (109) |
| 第三节 沙打旺 .....                        | (116) |

|             |                          |              |
|-------------|--------------------------|--------------|
| 第四节         | 小冠花·····                 | (120)        |
| 第五节         | 毛苕子·····                 | (124)        |
| 第六节         | 紫云英·····                 | (125)        |
| 第七节         | 红豆草·····                 | (127)        |
| 第八节         | 百脉根·····                 | (130)        |
| <b>第七章</b>  | <b>禾本科牧草·····</b>        | <b>(133)</b> |
| 第一节         | 黑麦草·····                 | (133)        |
| 第二节         | 无芒雀麦·····                | (136)        |
| 第三节         | 苏丹草·····                 | (139)        |
| 第四节         | 苇状羊茅·····                | (141)        |
| 第五节         | 羊草·····                  | (143)        |
| 第六节         | 鸭茅·····                  | (144)        |
| 第七节         | 早熟禾·····                 | (146)        |
| 第八节         | 披碱草·····                 | (147)        |
| 第九节         | 冰草·····                  | (148)        |
| <b>第八章</b>  | <b>牧草的混播·····</b>        | <b>(150)</b> |
| 第一节         | 牧草混播的原理·····             | (150)        |
| 第二节         | 混播牧草的组合·····             | (152)        |
| 第三节         | 混播牧草的管理·····             | (155)        |
| <b>第九章</b>  | <b>多年生栽培草种区划·····</b>    | <b>(160)</b> |
| 第一节         | 草种区划概述·····              | (160)        |
| 第二节         | 当家草种·····                | (161)        |
| 第三节         | 分区概述·····                | (162)        |
| <b>第十章</b>  | <b>禾谷类饲料作物·····</b>      | <b>(182)</b> |
| 第一节         | 玉米·····                  | (182)        |
| 第二节         | 高粱·····                  | (191)        |
| 第三节         | 大麦·····                  | (194)        |
| 第四节         | 燕麦·····                  | (198)        |
| <b>第十一章</b> | <b>豆类饲料作物·····</b>       | <b>(201)</b> |
| 第一节         | 大豆·····                  | (201)        |
| 第二节         | 豌豆·····                  | (209)        |
| 第三节         | 蚕豆·····                  | (212)        |
| <b>第十二章</b> | <b>块根、块茎及瓜类饲料作物·····</b> | <b>(216)</b> |
| 第一节         | 甘薯·····                  | (216)        |
| 第二节         | 胡萝卜·····                 | (225)        |
| 第三节         | 南瓜·····                  | (230)        |
| 第四节         | 西葫芦·····                 | (234)        |
| <b>第十三章</b> | <b>叶菜类及水生饲料作物·····</b>   | <b>(238)</b> |



|             |                       |       |
|-------------|-----------------------|-------|
| 第一节         | 苦荚菜                   | (238) |
| 第二节         | 聚合草                   | (243) |
| 第三节         | 千穗谷                   | (249) |
| 第四节         | 蕹菜                    | (253) |
| 第五节         | 串叶松香草                 | (257) |
| 第六节         | 水葫芦                   | (263) |
| 第七节         | 水浮莲                   | (268) |
| <b>第十四章</b> | <b>青贮饲料</b>           | (274) |
| 第一节         | 调制青贮饲料的意义             | (274) |
| 第二节         | 青贮的原理                 | (276) |
| 第三节         | 调制优良青贮饲料应具备的条件        | (281) |
| 第四节         | 青贮的容器与设备              | (285) |
| 第五节         | 青贮的步骤和方法              | (287) |
| 第六节         | 特种青贮法                 | (289) |
| 第七节         | 青贮饲料的品质鉴定及饲喂技术        | (293) |
| <b>第十五章</b> | <b>青干草及其调制</b>        | (296) |
| 第一节         | 干草调制的意义               | (296) |
| 第二节         | 牧草的收割                 | (297) |
| 第三节         | 牧草的干燥方式               | (300) |
| 第四节         | 干草的贮藏                 | (305) |
| 第五节         | 干草在调制、贮藏过程中的养分损失及预防办法 | (312) |
| 第六节         | 干草品质评定                | (315) |
| 第七节         | 干草新产品开发利用             | (317) |
| <b>第十六章</b> | <b>秸秆饲料的加工调制法</b>     | (321) |
| 第一节         | 秸秆氨化处理                | (321) |
| 第二节         | 秸秆的碱化处理               | (329) |
| 第三节         | 秸秆饲料微贮的制作             | (330) |
| <b>第十七章</b> | <b>根茎瓜类饲料的保藏</b>      | (331) |
| 第一节         | 概述                    | (331) |
| 第二节         | 根茎瓜类饲料安全贮藏的基本条件和原则    | (332) |
| <b>第十八章</b> | <b>林业副产品饲料</b>        | (339) |
| 第一节         | 松针叶                   | (339) |
| 第二节         | 阔叶树叶                  | (343) |
| <b>第十九章</b> | <b>蛋白质饲料</b>          | (354) |
| 第一节         | 动物性蛋白质饲料              | (354) |
| 第二节         | 植物性蛋白质饲料              | (359) |
| 第三节         | 单细胞蛋白质饲料              | (360) |
| 第四节         | 鸡粪再生饲料                | (364) |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 第五节 尿素等非蛋白氮饲料·····                | (367) |
| <b>第二十章 糟渣饲料</b> ·····            | (374) |
| 第一节 糟类·····                       | (374) |
| 第二节 渣类·····                       | (381) |
| <b>第二十一章 复种轮作制和饲料生产计划制订</b> ····· | (398) |
| 第一节 复种轮作制·····                    | (398) |
| 第二节 饲料生产计划制订·····                 | (402) |
| <b>第二十二章 草地经营</b> ·····           | (412) |
| 第一节 国内外草原发展概况·····                | (412) |
| 第二节 草地学基础·····                    | (416) |
| 第三节 草地生产力的经济指标·····               | (419) |
| 第四节 草地的合理利用及改良·····               | (424) |
| 第五节 人工草地的建立·····                  | (433) |
| <b>附实验一 土壤水分测定</b> ·····          | (439) |
| <b>附实验二 土壤速效养分的测定</b> ·····       | (441) |
| <b>附实验三 化学肥料识别与鉴定</b> ·····       | (448) |
| <b>附实验四 种子检验及发芽试验</b> ·····       | (451) |
| <b>附实验五 根瘤菌接种</b> ·····           | (455) |
| <b>附实验六 豆科牧草的形态观察及比较鉴别</b> ·····  | (456) |
| <b>附实验七 禾本科牧草的形态观察及比较鉴别</b> ····· | (458) |
| <b>附实验八 牧草物候期观察及产量测定</b> ·····    | (461) |
| <b>附实验九 饲料作物及牧草的无性繁殖</b> ·····    | (464) |
| <b>附实验十 青贮料的制作及品质鉴定</b> ·····     | (466) |
| <b>附实验十一 青干草调制及品质鉴定</b> ·····     | (470) |
| <b>附实验十二 氨化秸秆饲料制作及品质鉴定</b> ·····  | (473) |

## 一、国内外畜牧业发展概况

1949年以来,经过四十多年的建设,我国畜牧业发展取得了巨大成就。特别是自1978年实行改革开放以来,畜牧业已连续18年增产,我国畜牧业已由过去依附于农业的副业转变为与人民生活息息相关、对繁荣经济作用重大、相对独立的产业。1995年全国猪、马、骡、驴、山羊、鸡、鸭的存栏数分别达到 $4.25 \times 10^8$ 头、 $1\,003.9 \times 10^4$ 匹、 $555.2 \times 10^4$ 匹、 $1\,092.3 \times 10^4$ 匹、 $1.235 \times 10^8$ 只、 $27.98 \times 10^8$ 只和 $4.63 \times 10^8$ 只,均居世界第一位。牛的存栏数 $1.01 \times 10^8$ 头,居世界第四位。1996年全国肉、蛋、奶的总产量已跃居世界首位。1995年世界肉、蛋、奶的人均占有量平均水平为36.23kg、7.90kg和93.28kg。同年我国肉、蛋、奶的人均占有量为43.40kg、12.60kg、4.77kg,虽然人均奶类仍远低于世界平均水平,但人均肉、蛋占有量分别比世界平均水平高19.79%和59.49%。而1949年我国猪、羊、大家畜的存栏数分别为 $0.57 \times 10^8$ 头、 $0.42 \times 10^8$ 只和 $0.6 \times 10^8$ 头,人均肉类占有量只有4kg。按1990年不变价计算,1995年全国畜牧业产值 $3\,598.3 \times 10^8$ 元(人民币),占农业总产值的31%,本年度全国农业总产值增加 $1\,142.7 \times 10^8$ 元,其中畜牧业产值增加 $464 \times 10^8$ 元(人民币),占总增加值的41%。赶上了种植业。

虽然我国近二十年来在畜牧业发展上取得了举世瞩目的成就,但就目前的畜牧业水平而言,仍与世界发达国家有较大的差距。主要表现在以下几个方面:

### (一) 我国人均肉蛋奶占有量仍明显低于发达国家

1995年我国肉、蛋、奶人均占有量分别为43.40kg、12.60kg和4.77kg,而发达国家美国同年的肉、蛋、奶人均占有量分别为128.58kg、76.71kg和268.18kg,是我国的2.96倍、1.33倍和56.2倍。该年加拿大的人均肉、蛋、奶占有量分别为105.79kg、11.15kg和263.72kg,为我国同类产品人均占有量的2.44倍、0.88倍和55.29倍。澳大利亚1995年的人均肉、蛋、奶占有量分别为183.06kg、8.68kg和478.98kg,除蛋类人均占有量低于我国外,人均肉、奶占有量分别比我国高出4.22倍和100倍。这说明要赶超世界先进水平,仍需要做相当艰苦的努力。

### (二) 我国畜牧业产值占农业总产值的比重仍不高

现代化农业的主要标志之一就是畜牧业产值占农业总产值的比重相对较大,一般发达国家在50%以上。改革开放以来,我国畜牧业产值迅速增加,已由1978年的14.9%上升到1995年的31%,但与发达国家相比,仍有很大差距。发达国家20世纪80年代

畜牧业产值占农业总产值比重的水平是：西班牙 33.3%、意大利 40%、美国 43%、法国 56%、荷兰 68%、瑞典 75%、爱尔兰 82.5%、丹麦 90%。已经进入 90 年代后期，我国畜牧业产值的比重仍未达到 80 年代西班牙的水平，说明我国畜牧业在农业总产值中的比重要赶上或超过发达国家水平需要畜牧业相当时间持续稳定的高速度增长。

### （三）与发达国家相比，我国畜牧业生产水平还不高

肉猪、肉鸡、蛋鸡的料重比国内分别是：3.5:1、2.0~2.2:1、2.6~3.0:1，世界发达国家先进水平分别是：2.4:1、1.6:1、2.4:1。1996 年我国肉类总产量为  $5\,500 \times 10^4\text{t}$ ，假设这部分肉是以较先进的生产水平生产出来的，按每千克肉的耗料量比国内现有水平降低 0.5 计算，生产  $5\,500 \times 10^4\text{t}$  肉将要节粮  $2\,750 \times 10^4\text{t}$ 。换句话说由于生产水平的落后，我国每年将有  $2\,000 \times 10^4\text{t}$  以上的饲料在无形中浪费。

世界上畜牧业发达国家生产水平高和他们有较高的畜牧科技水平是分不开的。据中国农科院农业经济研究所的测算，1972~1980 年间，我国农业总产值增长量中，技术的作用占 27%；1980~1988 年间占 30%~40%；到 2000 年，我国在农牧业发展的总增长中将有 60% 来自科技。美国目前农牧业增长值中 80% 归功于技术进步。此外，在我国，即使已经取得的科技成果，推广也很不得力，推广率只有 35%~40%。发展我国畜牧业需要科技工作者投入更多的力量深入农村第一线，推广已取得的科研成果，使之迅速转化为生产力，为我国农业和畜牧业的现代化贡献力量。

为了缩短我国同畜牧业发达国家之间水平上的差距，我国制订了本世纪末和 2010 年的主要目标：①到 2000 年，人均肉类、禽蛋和奶类需求量分别达到 53kg、17kg 和 8kg。届时，全国肉类、禽蛋和奶类总产量分别达到  $6\,800 \times 10^4\text{t}$ 、 $2\,500 \times 10^4\text{t}$  和  $1\,000 \times 10^4\text{t}$ 。②到 2010 年，人均肉类、禽蛋和奶类分别达到 60kg、18kg 和 15kg。届时，全国肉类、禽蛋和奶类总产量分别达到  $8\,400 \times 10^4\text{t}$ 、 $2\,500 \times 10^4\text{t}$  和  $2\,100 \times 10^4\text{t}$ 。③畜牧业产值占农业总产值的比重每年增加一个百分点，2000 年达到 35%，2010 年达到 50% 左右。

### （四）我国畜牧业的结构仍以猪占较大比重

1995 年世界肉类产品的结构比例为：猪肉占 40.16%、牛肉 26.97%、羊肉 4.96%、禽肉 26.03%、其他肉类 1.88%。畜牧业发达的美国，猪、牛、羊、禽肉所占的比例依次为：23.92%、34.13%、0.39% 和 40.84%，同年法国上述肉类所占的比重为：32.94%、29.23%、2.26% 和 30.92%。无论是世界平均水平还是畜牧业发达国家，猪肉在肉类中的比重均低于 40% 或在 40% 左右。与我们饮食习惯相近的日本，猪肉的比例也只有 41.83%。据研究，人体对肉食需求的合理结构大体应该是猪肉占 40%、牛羊肉占 30%、禽肉占 20%、鱼肉占 10%。猪又为耗粮型动物，因此无论从人体的需求还是从节粮角度，均需要改变我国的畜牧业结构。

长期以来，我国畜牧业结构是以猪为主体。1978 年以前，猪肉占肉类的比重为 94%。根据世界畜牧业先进国家的肉类结构、发展趋势以及中国人多地少的国情，更进一步走节粮畜牧业道路是畜牧业发展所面临的重大任务。

## 二、饲料在发展畜牧业中的基础地位

畜牧生产实际上是通过畜禽把饲料转化为畜产品的过程。家畜个体生产能力的提高

是各项综合措施的共同结果，但饲料是重要因素。在畜牧业生产成本中，饲料成本占70%，饲料是人类用以取得经济而良好的畜产品、畜力和优良畜种的最重要的保证。没有良好的饲料条件，不可能发挥畜禽的生产性能，也不可能培育出优良的畜禽品种，而且还直接影响畜禽的繁殖与健康。因此，饲料是发展畜牧业的物质基础。

### (一) 国内外畜牧业解决饲料问题的途径

世界畜牧业，根据其解决饲料问题的途径不同，可分为四大类型：一类是以澳大利亚、新西兰、阿根廷等国家为代表，国土面积较大，人均有较多的耕地来种植饲料作物和牧草，粮食资源非常丰富。他们的畜牧业是以消耗粮食为代价的，高投入高产出。第二类如最大的粮食出口国美国，在发展畜牧业中投入了大量的耕地和饲料粮。1994～1995年度世界玉米总产为 $55\,540.8 \times 10^4 \text{t}$ ，美国玉米总产 $25\,662.9 \times 10^4 \text{t}$ ，占世界总量的46.2%，除满足本国生产近 $1.5 \times 10^8 \text{t}$ 的配合饲料所需要的玉米外，还向国外出口 $0.55 \times 10^8 \text{t}$ 。全美以耕地9.5%的面积种植苜蓿和三叶草等优质牧草，紫花苜蓿种植面积已达 $2\,023 \times 10^4 \text{ha}$ ，人工草场占草场总面积的10.2%。第三类是以荷兰、日本、英国、德国为代表，国土面积小，人均耕地面积不多，不可能占用较多的土地种植饲料作物品种和牧草。但这些国家经济实力雄厚，除本国少量的粮饲轮作外，靠大量进口饲料粮和草粉发展畜牧业。如日本1994～1995年度玉米的进口额达 $1\,600 \times 10^4 \text{t}$ ，占玉米国际贸易总额的24.1%，并从美国进口大量的苜蓿草粉，从中国东北吉林省进口大量槐叶粉和羊草草粉。第四类以中国、印度及一些发展中国家为代表，人多地少，用于生产饲料粮的土地有限。这些国家虽有一定的草场面积，但生产力水平低，经济力量薄弱，进口饲料缺少外汇，除通过种植业生产部分饲料粮外，要充分挖掘当地的各种饲料资源，包括常规和非常规饲料资源，发展畜牧业。

### (二) 我国饲料生产的现状和问题

从目前的情况看，我们获得动物性食物的来源主要是农区，特别是养猪业。据预测到2000年，全国每年约需饲料粮 $1.5 \times 10^8 \text{t}$ 。但我们的基本国情是：人多地少，用占世界7%的耕地，养活占世界22%的人口。我国现有12亿人口，而且每年以1600万人的速度在增长；人均占有耕地较少，并且每年以 $30 \times 10^4 \text{ha}$ 以上的速度在减少。因此，我们正面临着人口增长和耕地减少这两个不可逆因素的严峻挑战。随着人们膳食结构的改善和生活水平的不断提高，对肉、奶、蛋的需要量增加，就要大力发展畜牧业。我国目前每年生产粮食约 $4.5 \times 10^8 \text{t}$ 。按照“九五”规划，到2000年，粮食生产要达到 $5 \times 10^8 \text{t}$ ，增产的 $5\,000 \times 10^4 \text{t}$ 粮食，刚刚能满足新增人口的粮食需要，根本无法满足迅猛发展的畜牧业的需求。全国饲料工业办公室在《1996～2020年中国饲料工业发展战略研究》中预测，到2000年、2010年和2020年，全国能量饲料资源缺口分别为 $6\,600 \times 10^4 \text{t}$ 、 $4\,300 \times 10^4 \sim 8\,300 \times 10^4 \text{t}$ 和 $4\,200 \times 10^4 \sim 8\,000 \times 10^4 \text{t}$ ；蛋白质饲料资源缺口分别为 $2\,400 \times 10^4 \text{t}$ 、 $3\,800 \times 10^4 \text{t}$ 和 $4\,800 \times 10^4 \text{t}$ 。这两项饲料资源的缺口高达 $1 \times 10^8 \text{t}$ 左右。

有人认为农区只适宜发展以粮食饲料为主的猪禽养殖业，而草食家畜的主产区应是占我国国土面积40%的大草原，这是一个认识上的误区。我国有 $4 \times 10^8 \text{ha}$ 草原，但由于几十年的掠夺性经营，草场退化现象非常严重。目前我国1公顷草地产出24个畜产品单位，生产力水平仅为美国的1/27，澳大利亚的1/10，新西兰的1/82。事实上我国

牛羊的 2/3、牛羊肉的 3/4 已经出自农区。因此，在相当长时间内，我国畜牧业的发展应以农区作为主战场。

粮食的紧缺，将是中国在本世纪末和下世纪初及至中叶的一个长期存在的困扰。而草场的退化，也是制约我国放牧畜牧业发展的一个重要因素。但是作为饲料用粮的危机以及草场生产力低下，是否就无法克服和解决了呢？实际上，只要我们把饲料生产问题摆在重要的位置，根据我国的国情，因地制宜地制定相应政策，问题还是能够得到解决的。

### 1. 调整种植业结构

要调整种植业结构，使长期以来形成的农业种植二元结构（粮食作物、经济作物），有步骤、有计划地调整为三元结构（粮食作物、经济作物、饲料作物），实现人畜分粮，逐步建立专业化的饲料产业，保证养殖业有稳定的饲料供应。广大农区，种植业要建立起良好的粮饲轮作和粮草轮作体系。在玉米、大豆的主产区东北、华北及山东、河南等地，建立一批玉米、大豆等饲料粮基地，并力求做到小麦、玉米、大豆等作物的间作套种，以提高单位面积的粮食产量，保证能量和蛋白质饲料的供应。实践证明：玉米和大豆以适宜的比例间作，可在不影响玉米产量的情况下，多收一季大豆作物。玉米和小麦套种，能延长玉米生长期，种植的玉米单交种可选用生育期较长、产量较高的中晚熟品种。大豆既是高能量饲料，又是高蛋白饲料，应提到畜牧业用粮的重要位置。近年来对全脂大豆作为肉鸡、育肥蛋公雏、高产蛋鸡和肥育猪饲料进行了大量研究，证明在上述畜禽日粮中不加油脂情况下适量添加大豆是解决玉米虽能量高但蛋白质含量低、豆粕虽蛋白质含量高但能值较低的有效途径。此外，要扩种蛋白质含量高的豆种牧草，以缓解我国蛋白质饲料不足的矛盾。例如紫花苜蓿的干物质量是小麦的 4.7 倍，蛋白质产量是小麦的 7 倍，需要化肥等项经济投资低于小麦，同时因提高了土壤有机质的含氮量，是谷类作物、薯类作物的良好前作，有利于轮作倒茬耕作制度的实施。早在 1983 年著名农学家卢良恕教授等就提出了“三元种植结构”。以后，农学家们又系统地提出了实施“三元结构工程”的建议，但进展十分缓慢。长期以来，我国一直实行以粮食为主的农业生产方式，经多年调整，主要增加了经济作物的种植面积，饲料作物仍未占到相应的位置。而实际上每年生产的粮食中，通过各种渠道，以各种形式用于饲料的粮食大约  $1 \times 10^8 \text{ t}$  以上，约占全国总产量的 23%。也就是说，实际上我国粮食播种面积中的 23%，即  $2700 \times 10^4 \text{ ha}$  耕地已用作饲料地，只不过没有把饲料用粮纳入农业生产计划之中，而长期依附于种植业。如把饲料生产作为独立的产业纳入农业生产计划中，形成粮食作物—饲料作物—经济作物有计划按比例三元结构的农业生产体系，就为我国养殖业的稳定发展奠定了坚实的物质基础。近期，国务院有关领导批示，同意在南北方选点试验，并要求做出战略安排。安徽、河南等 9 省的部分地区已作出了实施计划，农业部在河南鄆城县、湖南望城县开展试验工作。“人畜同粮”的传统将要被打破，“三元种植结构”将会逐步推广。

### 2. 改变农民养畜的传统习惯，节约粮食

目前在我国广大农区，有不少农民仍把畜牧业当作一项副业，饲养几头猪、几只鸡，不专门生产饲料，也不购买饲料，而是采用传统的饲喂方法，喂鸡一把玉米，一把



小麦,喂猪大多依靠糠、麸等农副产品或玉米、甘薯、大米等原粮,也不进行饲料的合理搭配。这种饲喂单一饲料的方法畜禽生长缓慢,产蛋少,饲料报酬低,影响生产性能的发挥,并造成了饲料粮的大量浪费。用传统的喂单一饲料的养殖业,一只100kg的肥育猪1年才能出栏,饲料转化率高达4:1;一只产蛋鸡从出雏到产蛋约需8~9个月时间,年产蛋50~80枚。据测算,饲喂单一饲料的畜禽比饲喂配(混)合饲料的畜禽多消耗饲料粮25%~30%。1995年我国以消耗粮食为主的猪存栏数达 $4.25 \times 10^8$ 头、鸡 $27.98 \times 10^8$ 只、鸭 $4.63 \times 10^8$ 只,居世界第一位。美国在猪禽的存栏数上低于我国,处在第二位,但是美国的配合饲料生产量为 $1.5 \times 10^8$ t,处在世界首位,基本上畜禽100%喂全价饲料,而我国1995年配合饲料生产量仅 $4\,000 \times 10^4$ t,大量的畜禽仍以农户散养所长期沿袭下来的有啥喂啥传统方法所饲养,浪费粮食数千万吨。在我国人多地少、饲料粮紧缺的今天,国家必须有政策、有措施去改变农民的这种落后的习惯,把节约下来的粮食用于进一步满足畜牧业发展的需要。把这一问题解决了,谷物饲料的缺口问题就会得到缓解。

分散饲养的小农畜牧业,在满足人均口粮、耕地尚有剩余的情况下,可以考虑种植玉米、大豆、苜蓿等饲料作物和牧草,并充分利用糠、麸等农副产品资源及购买适量的蛋白质饲料、矿物质饲料及添加剂,实现种植业、养殖业的系列化配套经营,使畜牧业生产上一个新的台阶。

### 3. 非常规饲料资源的利用

1978年到1995年,我国粮食产量的增长速度仅为2.5%,玉米也不超过4%。粮食的有限增长不能满足我国日益增长的人口需要,十多年中国粮食人均占有量每年都在减少。但是,我国畜牧业实现了快速稳定增长,每年增长幅度在10%以上,其主要原因是我国在一定程度上开发了当地饲料资源,如农作物秸秆、树叶、饼粕等。据资料介绍,1994年美国生产 $3\,119 \times 10^4$ t肉,消耗粮食约 $2 \times 10^8$ t、优质牧草 $3 \times 10^8$ t。中国1994年肉类总产量达 $4\,499 \times 10^4$ t,仅消耗饲料用粮 $1 \times 10^8$ t,生产牧草 $1\,000 \times 10^4$ t,其余全部使用的是非常规饲料。我国非常规饲料资源的开发利用所取得的巨大成就受到了联合国粮农组织的高度评价。第一届、第二届“利用当地资源发展畜牧业国际会议”相继在北京和湛江召开,就是为了向世界推广中国的经验。

我国非常规饲料资源非常丰富,目前开发利用还很不充分,现就其开发利用现状和存在问题作如下说明。

(1) 秸秆饲料资源:我国每年生产 $4.5 \times 10^8$ t粮食,产生秸秆 $5.7 \times 10^8$ t。我国农作物秸秆生产量约占世界秸秆总量的20%~30%,具有非常大的资源优势。

秸秆作饲料在我国有着悠久的历史,传统的方法是把秸秆切短,经浸泡、拌以少量精料后饲喂牛羊等草食家畜,或将晒干的薯秧、玉米秸等粉碎后喂猪。由于秸秆的主要成分为纤维素、半纤维素和木质素,且形成牢固酯键不易被牲畜消化,因此近年来在我国各地相继推广了秸秆氨化、微贮等技术,改善了秸秆饲料的营养价值、适口性和消化率,因而产生了良好的饲喂效果。80年代中期,联合国FAO派专家亲临我国指导秸秆氨化,并给予经济资助。1992年,国务院在全国实施秸秆养牛示范项目,重点推广了秸秆氨化、青贮,提高其营养价值后喂牛,目前已建立国家级示范区13个,国家级示

范县 208 个, 在全国范围内已初步形成了中原、东北和华南三大肉牛带, 实现了我国畜牧结构向节粮型逐步转变。1996 年全国青贮饲料  $8\,521 \times 10^4 \text{ t}$ , 氨化秸秆  $3\,047 \times 10^4 \text{ t}$ , 两项合计节约饲料  $2\,000 \times 10^4 \text{ t}$  以上。1996 年, 全国生产牛肉  $490 \times 10^4 \text{ t}$ , 羊肉  $236 \times 10^4 \text{ t}$ 。秸秆的利用和畜牧业发展, 促进了农牧结合和生态农业的建立, 全国每年有  $10 \times 10^8 \text{ t}$  厩肥投入农业生产, 增加了土壤肥力。秸秆饲料资源的开发利用, 在我国成效显著。

但是, 目前我国秸秆资源的利用仍存在不少问题。第一, 我国秸秆饲料的利用率仍很低, 仅为总产量的  $1/4$ ; 第二, 秸秆的青贮和氨化量只占农作物秸秆总量的 8% 左右, 其余秸秆的利用仍采用传统的不加处理的饲养方法, 营养价值较低; 第三, 秸秆粉碎喂猪占不小比例, 实际上某些低营养价值的秸秆粉碎后喂猪, 能为其提供的有效能值很低。

目前, 我国农作物秸秆资源的利用现状为: 占总量的 50% 被农民作了燃料。秸秆作燃料, 利用的只是能量部分, 蛋白质及维生素在燃烧中被挥发或破坏, 造成浪费。但要解决这个问题, 首先应解决农村的能源问题, 才能使秸秆从燃料的家族中解放出来。秸秆中少部分作为造纸工业原料, 该部分用量不大, 利用上基本合理。有近 5% ~ 10% 的秸秆被农民在田间地头烧掉, 既浪费资源又污染环境。秸秆中 15% ~ 20% 用于直接还田作肥料, 其目的是为了增加腐殖质, 提高土壤肥力, 但从秸秆的利用效率和经济效益方面综合考虑, 秸秆应过腹还田, 即作为牛羊等草食家畜的饲料, 然后利用牲畜的粪便还田, 既生产了肉, 又有了优质肥料, 可谓一举两得。为了充分利用我国的秸秆饲料资源, 农业部制订了《1996~2000 年全国秸秆养畜过腹还田项目发展纲要》, 要求不仅扩大秸秆饲料利用率, 而且加大秸秆氨化、青贮的工作力度。《纲要》规定, 到 2000 年, 我国牛肉产量将达  $700 \times 10^4 \text{ t}$ , 力争  $1\,000 \times 10^4 \text{ t}$ ; 羊肉产量  $300 \times 10^4 \text{ t}$ , 力争  $400 \times 10^4 \text{ t}$ 。届时牛羊肉将占肉类总产量的 20% 左右。《纲要》规划, 到 2000 年, 秸秆青贮将达  $1.2 \times 10^8 \text{ t}$ , 氨化秸秆  $6\,000 \times 10^4 \text{ t}$ , 两项合计年节约饲料用粮  $4\,000 \times 10^4 \text{ t}$  以上, 差不多相当于本世纪末计划增产的全部粮食。到 2000 年, 饲用秸秆将占秸秆总量的 40% 以上, 全国农区存栏牛羊年产有机肥  $20 \times 10^8 \text{ t}$ , 可供  $4\,000 \times 10^4 \text{ ha}$  农田施用。至于对秸秆养猪, 各科研部门、大专院校应进一步开展此方面的研究, 并努力在农村推广其成果, 以保证秸秆饲料资源的有效利用。

(2) 林业副产品资源: 林业饲料资源包括树叶、嫩枝和木材加工副产物等, 以树叶为主。我国现有森林面积  $1.3 \times 10^8 \sim 1.4 \times 10^8 \text{ ha}$ , 与耕地面积相当, 每年树叶产量约  $5 \times 10^8 \text{ t}$  以上。其中, 针叶林面积约  $0.65 \times 10^8 \text{ ha}$ , 平均每公顷产叶量  $4.1 \text{ t}$ ; 全国阔叶林年产叶量可达  $2.7 \times 10^8 \text{ t}$ 。具有较高饲用价值的各种树籽  $100 \times 10^4 \text{ t}$ 。间伐和主伐后残留在林地或伐区上的嫩枝  $1 \times 10^8 \text{ t}$  以上。木材加工时的下脚料如树皮、木屑、刨花等约  $1 \times 10^8 \text{ t}$  以上。除以上森林副产品资源以外, 还有农区及城市零星分布的树叶、树籽等, 资源量也非常可观。据不完全统计, 我国农区房前屋后、沟旁路边及农田间作的树木中仅杨树叶达  $1 \times 10^8 \text{ t}$ 、槐叶  $200 \times 10^4 \text{ t}$ 、泡桐叶  $1\,540 \times 10^4 \text{ t}$ 。因此, 林业副产品具有很大的资源量。

大多数林业副产品资源饲用价值较高, 如松针叶粗蛋白含量为 6% ~ 13%, 粗脂肪

7%~12%，胡萝卜素和叶绿素含量分别高达121~290mg/kg和1280~2220mg/kg，是畜禽十分理想的饲料添加剂。将松针叶粉按适宜比例添加到畜禽配合日粮中，可提高其生长发育和生产性能，增强抗病能力。紫穗槐、刺槐、银合欢、胡枝子、葛叶及构叶其粗蛋白含量在20%以上，在目前蛋白质饲料日益紧缺的情况下，可用其代替一定量的豆粕。我国山区广泛分布的栎属植物，在早夏柞蚕收后，可在夏秋收获其叶片青贮后作为牛羊冬春的饲料。树叶的开发前景非常广阔。

但是，到目前为止，我国林业饲料资源的利用率很低。以树叶为例，放牧家畜直接采食、人工采集树叶加工及收集落叶加工，总利用量仅 $1.5 \times 10^8$ t，占森林树叶总量的33%左右，尚有 $3.7 \times 10^8$ t以上的树叶资源有待于进一步开发。多年来，制约树叶利用的因素主要为林牧矛盾。如有些山区，长期封山育林，影响了树叶资源的利用。为了解决这个问题，采摘树叶的季节可选在秋季，这时对树木的生长影响很小，又利用了资源，促进了畜牧业的发展。

(3) 蛋白质饲料：除鱼粉、豆粕等常规的蛋白质饲料资源外，我国非常规的饼粕及其他蛋白质饲料资源也很丰富。1993年我国饼粕类蛋白质饲料资源量为：棉籽饼（粕）生产量 $497.70 \times 10^4$ t，菜籽饼 $428.48 \times 10^4$ t，花生饼 $268.42 \times 10^4$ t，芝麻饼 $15.48 \times 10^4$ t，向日葵饼 $25.64 \times 10^4$ t，胡麻籽饼 $31.25 \times 10^4$ t，亚麻籽饼 $10.40 \times 10^4$ t，油茶籽饼 $32.94 \times 10^4$ t，茶籽饼 $12.30 \times 10^4$ t，还有少量其他饼类 $13.32 \times 10^4$ t，总计产量为 $1335.94 \times 10^4$ t；动物性蛋白饲料资源量为：血粉 $21.52 \times 10^4$ t，肉骨粉 $5.30 \times 10^4$ t，猪毛水解粉 $31.50 \times 10^4$ t，制革下脚料 $24.60 \times 10^4$ t，羽毛粉 $79.56 \times 10^4$ t，蚕蛹粉 $37.80 \times 10^4$ t，还有其他动物性下脚料 $9.37 \times 10^4$ t，合计 $209.65 \times 10^4$ t。1993年各种畜禽排出的湿粪 $13.67 \times 10^8$ t，含蛋白质 $7098.2 \times 10^4$ t。

我国整个饼粕资源的饲用率在40%以上，对非常规的饲用率更低，约25%~35%。以1992年为例，仅有 $354 \times 10^4 \sim 496 \times 10^4$ t非常规饼粕被用于饲料，其中约有 $321 \times 10^4$ t棉籽、菜籽饼用于畜牧业。目前由于畜牧业的发展和蛋白质饲料的日益紧缺，提高了非常规饼粕的利用率，但植物饼粕作肥料的仍占较大比例。加强饼粕资源的利用，是提高蛋白质饲料不足的重要途径。

动物性下脚料存在含水量大、蛋白质含量高、易腐败变质等特点，再加上目前国内屠宰加工点过于分散，很不易收集加工利用，导致了大量浪费。如1993年全国生产的肉骨粉仅相当于资源量的9%，因该类饲料资源量大，利用率低，必须进一步努力开发利用。鸡粪等再生饲料的利用已取得了不少成功经验，问题是如何扩大利用量和规模。

(4) 糟渣类：糟渣类饲料资源主要指酿造业、副食加工业及医药下脚料。据1992年资料，我国白酒糟产量 $2051 \times 10^4$ t，啤酒糟 $796 \times 10^4$ t，果酒糟 $26 \times 10^4$ t，合计 $2873 \times 10^4$ t。酱油糟和醋糟 $43 \times 10^4$ t，豆渣 $3245 \times 10^4$ t，粉渣 $7381 \times 10^4$ t，玉米淀粉渣 $44 \times 10^4$ t，饴糖渣 $38 \times 10^4$ t，甘蔗渣 $1665 \times 10^4$ t，甜菜渣 $678 \times 10^4$ t，废糖蜜 $282 \times 10^4$ t，还产生 $620 \times 10^4$ t果渣（药渣未统计，约 $100 \times 10^4$ t以上）。累计该年糟渣类总资源量 $16869 \times 10^4$ t。其中能用作精饲料的 $14584 \times 10^4$ t，粗饲料糟渣 $2285 \times 10^4$ t。除此之外，还可产生麦芽根 $9.16 \times 10^4$ t，啤酒酵母 $14.96 \times 10^4$ t等，可谓资源丰富。

我国糟渣类作饲料有许多有利条件。一是糟渣类产出量大，来源稳定，售价低，就