

国家农业科技成果转化资金项目（2010GB2D000287）赞助教材

优质牧草 营养与施肥

郭孝 胡华锋 主编

中国农业科学技术出版社

责任编辑 闫庆健 李冠桥
封面设计 孙宝林 高 鋈

ISBN 978-7-5116-1038-6



9 787511 610386 >

定价：25.00元

国家农业科技成果转

) 赞助教材

优质牧草 营养与施肥

郭 孝 胡华锋 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

优质牧草营养与施肥 / 郭孝, 胡华锋主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2012. 12
ISBN 978 - 7 - 5116 - 1038 - 6

I. ①优… II. ①郭…②胡… III. ①牧草 - 施肥
IV. ①S54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 182843 号

责任编辑 闫庆健 李冠桥
责任校对 贾晓红 郭苗苗

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) 82106632 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)
传 真 (010) 82106632
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 各地新华书店
印 刷 者 北京科信印刷有限公司
开 本 850 mm × 1 168 mm 1/32
印 张 9.75
字 数 253 千字
版 次 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷
定 价 25.00 元

—— 版权所有 · 翻印必究 ——

《优质牧草营养与施肥》编委会

主 编：郭 孝 胡华锋

副主编：刘世亮 华党领 姜义宝

参编者：李建平 金 红 刘 芳
田春丽 李东华 刘党标

内容简介

该书在当前草业和畜牧业发展的大好形势下，针对牧草生产中存在的问题和未来发展趋势，从平衡施肥和营养调控的角度出发，探讨优质牧草生产的新技术，为当前牧草乃至畜牧业的绿色安全生产提供依据，更为中国食品安全提供保证。该书分为 6 章，共 20 多万字，该书在编写过程中力求通俗易懂，深入浅出，注重实践性、实用性和实效性，努力解决牧草生产中水平低和质量差的问题。该书既能为牧草科研工作者提供参考依据，又能为高等学校师生学习牧草生产提供学习资料，也能为牧草业生产企业和广大群众提供技术支撑。

前 言

牧草是具有一定饲用价值的野生或栽培的饲用植物，一般以草本为主，也包括一些半灌木和灌木，是发展畜牧业重要的物质基础。牧草再生力强，一年可收割多次，不但富含常规营养，而且富含各种微量元素和维生素，因此成为饲养家畜的首选，牧草品种的优劣直接影响到畜牧业经济效益的高低。另外，牧草除作家畜的主要饲料外，对改良土壤理化性状、维持土壤肥力、防风固沙、保持水土、绿化环境和调节气候，也有重要作用。

目前，随着畜牧业的迅速发展，世界畜牧业发达国家对多功能、高营养、适口性好的优质栽培牧草的种类要求越来越多，质量要求越来越好，特别是对绿色、营养、环保和高附加值的牧草要求越来越迫切，在发达国家，牧草种植业已经逐渐成为一个与农业具有同等地位的行业——草业，欧美和澳洲等一些国家对牧草业十分重视，将其看作“绿色黄金”，澳洲人更称其为“立国之本”，草业已经成为 21 世纪最具有朝气的新型产业。

在我国，由于种种原因，草业起步晚，基础薄弱，牧草生产技术没有得到很好的普及，草地资源远未达到高效开发与利用，其生产能力很低，2010 年我国草业产值仅相当于澳大利亚的 $1/8$ ，美国的 $1/18$ ，荷兰的 $1/50$ 。许多发达国家草地牧业的产值已占农业总产值的 50% 以上，有的甚至高达 80%，我国只有 12% 左右。目前，影响我国牧草业发展的重要原因是人们思想落后，牧草生产管理水平不高，生产出来的草营养水平较低，不能很好地满足我国蒸蒸日上的畜牧业发展。以“牧草之王”紫花苜蓿为例，中国奶业协会会长原农业部副部长刘成果在 2008 年



中国草学会青年工作委员会学术研讨会上讲“苜蓿草是奶牛高产优质的保障，以目前我国苜蓿发展现状来看，做到奶牛的高产优质是不可能的”。目前国内国际商品草市场年需求量 1 000 万吨，我国紫花苜蓿商品草年生产量不足 30 万吨，且多集中在甘肃、内蒙古。在河南，2009 年规模化苜蓿种植面积约为 10 万亩，奶牛需要 200 万吨苜蓿干草，但苜蓿干草年提供能力 10 万多吨，仅能满足本地需求量的 5%。种种现象表明，随着我国畜牧业由传统到现代化发展，优质牧草生产是迫在眉睫的。

该书在牧草科学栽培基础上，主要介绍根据土壤特点，通过合理平衡施肥，实现肥料在“土—草—饲—畜系统”中的多级增效，达到既能提高牧草产量，又能提升饲草的营养水平，同时也提高了饲草的附加值，从而达到满足我国现代畜牧业发展的需要。为了使更多的群众能够更好地了解 and 掌握有关牧草栽培和营养调控的原理和技术，特组织了来自郑州牧业工程高等专科学校、河南农业大学和河南中荷奶业科技发展有限公司的一些长期从事牧草栽培和营养的，理论和实践经验丰富的一线专业技术人员，共同编写了该书。该书也得到了国家农业科技成果转化资金项目“土—草—饲—畜系统微量元素增效技术中试与示范”（2010GB2D000287）的赞助，同时由黄淮学院介晓磊教授主审。

该书共分六章，分别介绍牧草生产概述、全国土壤特点与草种区划、牧草的营养、牧草的耕作与施肥原理、牧草的施肥与生产技术和饲料作物的施肥与生产技术。其重点是牧草的施肥与生产技术。

由于时间仓促，加之水平有限，错误和不妥之处在所难免，敬请读者指正。

编者

2012 年 10 月于郑州

目 录

第一章 牧草生产概述	(1)
第一节 牧草生产现状	(1)
第二节 中国草业生产的有利条件	(3)
第三节 中国牧草生产面临的主要问题	(5)
第四节 中国草业生产的具体措施	(6)
第五节 目前草业生产的良好前景和美好机遇	(10)
第六节 牧草生产与土壤施肥	(13)
第二章 全国土壤特点与草种区划	(18)
第一节 草种区划的意义与原则	(18)
第二节 全国土壤特点与全国草种区划方法	(22)
第三章 牧草营养	(39)
第一节 牧草营养成分	(39)
第二节 牧草的大量元素营养	(44)
第三节 牧草的中量元素营养	(80)
第四节 牧草的微量元素营养	(91)
第四章 牧草耕作与施肥原理	(112)
第一节 土壤耕作	(112)
第二节 牧草施肥原理与技术	(119)
第五章 牧草施肥与生产技术	(140)
第一节 豆科牧草	(140)
第二节 禾本科牧草	(194)



第六章 饲料作物的施肥与生产技术	(240)
第一节 禾本科饲料作物	(240)
第二节 豆科饲料作物	(272)
第三节 其他饲料作物	(283)
参考文献	(299)

第一章 牧草生产概述

第一节 牧草生产现状

中国著名草业学家任继周先生于 1994 年提出了将草业划分为 4 个生产层的观点，即前植物生产层、植物生产层、动物生产层和外植物生产层，4 个层次贯穿于大农业发展的全过程。牧草生产实质上是农牧业经济的扩大再生产。草业有利于中国经济的可持续发展，有利于生态系统的良性循环，有利于建立人与自然和谐的社会，有利于增强中国的综合国力。所以说，草业生产是一个多层次生产与利用的产业，与自然和经济的良性发展关系重大（洪绂曾，1998）。中国是一个草地资源极其丰富的农业大国，要建立和谐美好的小康社会，就必须大力发展牧草的优质生产，原因有 3 个方面，第一，牧草生产能够增加绿色指数，提高光能利用率，实现“土—草—粮—畜”的良性循环，从根本上克服当前中国天然草地严重退化和因“二元农业”生产导致的土地荒芜的严重问题，从而实现现代草业和农业的协调发展；第二，优质牧草的生产，有利于现代绿色畜牧业的发展，有利于生产更多、更优的肉、蛋、奶、毛、皮等畜产品，促进中国畜牧业由规模数量型向质量效益型方向发展；第三，许多牧草体内含有高附加值成分，现在正在被越来越多的人所关注，它的工业和医药的开发与利用价值将是无穷的。

当前国内外草业生产的发展趋势是：通过现代科学技术手段，在有限的土地上，最大限度生产出优质、高产的草产品、畜



产品以及高附加值制成品，同时还能促进当地生态、经济和社会环境的良性循环 (R. A. Easter, 2002)。

中国是世界上最大的农业国，也是牧草资源最为丰富的畜牧业大国，自古以来就是世界重要的农业和畜牧业基地。但是，最近 30 年来，由于人口剧增，种植业结构单一，土地利用不合理，导致中国许多地区土地荒芜，土壤生产力下降，生态环境恶化，农牧业生产能力下降，农牧业经济得不到持续和稳定的发展。改革开放以来，随着中国政治和经济环境的不断改善，草业的重要性得到了党和政府的高度重视，草业生产发展迅速，推动了社会经济和生态环境的良性循环。

进入 21 世纪后，随着世界草业空前发展，中国草业发展也进入了一个崭新的发展时期，全国上下掀起一股种草的热潮，现已发展成为一个方兴未艾、前景广阔的新兴产业。全球草业发展和草产品价格不断上升，促进了广大群众自觉利用荒山荒坡地、河滩地和退耕地来种草种树，大力发展林草经济，林草混作、草田轮作和种草养畜已成为广大农村科技致富的重要手段。最近几年来，由于全球性资源短缺问题日益突出，资源性产品将成为短缺产品，而优质饲草作为蛋白质补充饲料，需求量越来越大。目前，中国只有年产 200 万 t 的生产能力，缺口很大。国际市场对草产品的年需求量约 1 000 万 t，仅亚洲地区就达 700 万 t，供不应求。在目前国际市场上，优质饲草的商品价格不断上扬，每吨约在 200 美元左右，是玉米的 2 倍。多年生牧草一次种植，可多年多次收获，省种、省工、易收、成本较低。例如，苜蓿的产地价格为 1 000 元/t 左右，每亩产草可达 1t，年纯收入约为 600~700 元/t，比较效益超过种粮。西南一些地区种黑麦草，据测算，农家每亩投入种子、化肥等成本约 77 元，亩产收入 600~1 000 元，纯收入可达 500~900 元，效益比种稻、甘蔗高出许多。据山东、河北、天津等地试验，种植从美国引进的冬



牧 70 黑麦草发展养殖业，每头猪可节省精饲料 100kg 以上，奶牛产奶量可提高 15% ~ 25%；在精饲料喂量相同条件下，若粗饲料加入 40%，肉羊可增重 70%，养兔可增重 60% 以上，养鱼效益也很可观。2001 年，广西在约 4 000 万亩（1 亩 $\approx 667\text{m}^2$ ）的耕地和 1.3 亿亩的荒山草坡上，仅利用 2 000 万亩冬闲田就生产 1.2 亿 t 黑麦草，销售额达 120 亿元。这个数字比 1997 年全区蔗粮总值的 9 285 亿元还多。若折算成精饲料，则为 166.2 亿 kg，相当于 1999 年全国年精饲料用量的 11% 之多。近几年来，大连市投资 20 多亿元用于大规模种草植树，使城区污染大幅度降低，其中氮氧化物降低了 40%，若按照传统治理污染的方法，大气污染每降低 20%，至少要花费 20 多亿元，可见种草绿化的生态、经济、社会效益之大。

中国的草产业在国际市场上也具有较强的优势。据了解，草产品的国际市场主要集中在日本、韩国等一些亚洲国家。它们主要从美国、加拿大等国进口草产品，因路途较远，同样的草产品比中国价格要高出 1 ~ 1.5 倍。中国本身就是一个巨大的草产品市场。在国际市场需求总量与日俱增的情况下，中国确实是一个广阔的草业生产基地和草业市场，极易创汇。

总之，中国草产业是刚起步的新兴产业，未来发展潜力是巨大的。

第二节 中国草业生产的有利条件

一、优越的社会和自然环境

当代经济发达国家实现农业现代化的历史表明，发展现代化农业经济，根本取决于对国土资源特别是对牧草资源的优化开发和科学利用。中国是个人口多，耕地少，粮食紧，肉、奶和毛皮



产品短缺，水土环境严重恶化的发展中国家；同时，中国也是世界上重要的农业大国，农副产品资源极为丰富，另外，草地面积极其广阔，牧草资源非常丰富，得天独厚，居世界各国之前列。因而，在中国农业现代化中，大力开发草地资源，发展草食家畜，具有极其有利的群众基础和资源条件，意义深远。

二、草业生产与农业结构的调整

为了大力发展农村经济，中国正在逐步进行农业内部结构的调整，积极发展农区畜牧业。目前，中国正在推行种植结构调整，把“粮食作物—经济作物”的二元型种植结构向“粮食作物—经济作物—牧草及饲料作物”的三元型结构转化。据研究证明，如果把二元种植结构转化为三元种植结构，综合经济效益可提高 50%，具体的办法：一是调整用地结构，扩大牧草及饲料作物的种植面积。二是改变目前“人口用粮”与“饲料用粮”的矛盾，大力发展高产型、精料型饲料作物。三是改革耕作制度。在不减少粮食产量的前提下，实行粮草间作、套种与轮作，种植高蛋白、高能量的高产牧草及饲料作物，增加复种指数，提高产出率。实行三元型农业结构，有利于“土—草—畜”良性循环，有利于经济发展，也有利于农业生态环境的根本改善。

三、草业生产与西部大开发

随着中国西部大开发的进行，西部生态环境的保护与草业工程的建设摆到具体日程上来。当前困扰西部经济大发展的主要因素是当地脆弱且日益恶化的生态环境。要促进经济发展就要种草种树保护环境。中国西部的土地面积占全国土地面积的一半以上，种草的潜力极为巨大。许多多年生牧草适应性强，根系发达，能保持水土，改善土壤肥力，增加土壤中的团粒结构，是改善西部生态环境的先锋植物。有了多年生牧草的种植，才能有利



于中国整个西部绿色工程的建设，才能彻底改变西部目前非常严峻的生态问题，才能促进西部经济的腾飞与可持续发展。

四、草业生产与 WTO

随着中国加入 WTO，中国畜牧业生产将面临极大的挑战，过去传统落后的经营管理模式已不能适应新形势的发展需要，必须走低成本、高效益、集约经营和科学管理的道路。目前，困扰中国畜牧业大发展的因素主要有：家畜品种差、饲料质量差、管理水平低以及发展规模小等。其中饲料质量差是最主要因素，特别是缺乏青饲料的周年轮供，饲料质量不能满足家畜四季生长的需要，而种植优良牧草及饲料作物就能从根本上解决这个难题。

第三节 中国牧草生产面临的主要问题

一、生态环境不断恶化

主要表现在以下几个方面：第一，草地严重退化、沙化，鼠害猖獗，沙尘暴频繁发生；草地严重退化以后，草地涵养水分、防风固沙的能力下降；近些年来全球性气候变化，气温升高，蒸发量增大而降水量又在减少，导致冰川后退，河流径流量锐减，小溪断流，草原湖泊沼泽干涸，地下水位下降，干旱缺水的草场增多。第二，生物多样性遭到破坏，天然草地野生物种种群数量剧减，有些珍稀物种濒临灭绝，许多药用植物几乎绝迹。

二、超载过牧，加剧了草地退化

随着畜牧业的高速发展，草业生产远远落后于经济发展的需求，由此带来的是中国天然草地普遍超载过牧。超载过牧对草地掠夺式利用，使优良牧草不能正常生长发育，加剧了由于气候变



暖干旱造成的草地退化、沙化和干旱化趋势，同时又为鼠害发生创造了有利条件。而害鼠啃草掘洞，严重破坏了草地土壤和植被，也进一步加剧了草地退化、沙化，使草畜矛盾更为突出，形成了一种恶性循环。

三、草原建设和畜牧业投资严重不足

据统计，1978～1999 年国家投入草地建设的资金累计仅为 21 亿元，平均每年每公顷草地投入为 0.30 元，仅为同时期美国在西部草地投入的 1/5。投入与产出极不平衡，草地生态环境继续恶化，草地畜牧业的可持续发展受到严重威胁。

四、草地生产力水平普遍低下

草地生产力包括牧草第一性生产能力和家畜第二性生产能力。到 20 世纪 80 年代中期，中国天然草地牧草固定、转化太阳能的能力与世界同类草地大体相当。由于气候暖干化造成草地环境恶化、草地退化，单位面积草地产草量下降，牧草第一性生产能力已经降低。特别是在草地生产力形成的全过程中，中国家畜生产阶段对光能的利用和转化效率太低，这是提高中国草地生产力水平的主要制约因素之一。同时，中国草地生产力水平各地相差比较悬殊。

第四节 中国草业生产的具体措施

要发展现代化的畜牧业，优质饲草饲料的生产是关键。生产优质饲草饲料，种植优良牧草是核心。世界上一些发达国家特别注意优良牧草的生产，以美国为例，自 20 世纪 50 年代以来，每年种草面积平均达 3 000 万～4 000 万亩，目前，人工种草面积达到天然草地的 20% 以上，紫花苜蓿种植面积达到 3.5 亿亩，