

云南省省院省校合作项目“优良一年生牧草引种与产业化开发关键技术研究”(2003ZCBFB00A003)
云南省科技厅项目“构建云南热带亚热带水稻—黑麦草轮作饲养畜禽系统”(2000YP05)

云南草地农业实用技术

陈 功 管春德 薛世明 匡崇义 编著

云南出版集团公司
云南科技出版社

· 昆 明 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

云南草地农业实用技术/陈功等编著. —昆明: 云南
科技出版社, 2006. 11

ISBN 7-5416-2496-9

I. 云... II. 陈... III. 草地-农业技术-云南省
IV. S812

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 138811 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

云南省地质矿产勘查开发局印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 18.5 字数: 450 千字

2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1~1000 定价: 50.00 元

编写人员

主 编 陈 功 管春德 薛世明 匡崇义

参 编 贺兰芳 叶瑞卿 邓菊芬 杨家寿 杨培昌
徐 驰 张 文 张 晔 龙光强

前 言

草地农业是世界上广泛采用的先进的农业形式，在畜牧业发达国家尤其普及。我国许多学者在过去的几十年中，在北方以及南方的热带、亚热带地区对草地农业进行了长期的研究和探索，取得了丰富的研究成果，并建立了适宜不同地区推广应用的草地农业优化模式。云南省是一个传统农业省份，长期以粮食和经济作物种植业为主体，畜牧业和草业居于从属地位。随着社会经济的发展，人口、资源和环境之间的矛盾日益尖锐，传统农业已明显不能满足社会发展的需求，农业产业结构调整大势所趋。

近年来，退耕还林还草、农田种草养畜在全省迅速发展，为草地农业发展提供了前所未有的契机。引草入田，养殖节粮型草食畜禽，发展草产品和畜产品加工，被社会各界所认同，并且取得了良好的生态、经济和社会效益。人工草地逐年增加，草食畜禽逐年增多，畜牧业在农业总产值中所占比例不断提高。发展草地农业已成为农业结构调整、改善农业环境和农民脱贫致富的重要途径。

本书共分8章，第一章介绍了草地农业的基本特征，对草地农业和传统农业进行了多方面比较；第二章介绍了生态农业和循环经济的主要特征，并对两者与草地农业的关系进行了分析；第三、第四章以云南省农业气候资源、土地资源、草地资源和家畜资源特点为依据，分析了发展草地农业的必要性和可行性；第五、第六章阐述了云南省发展草地农业已具备的技术支撑，重点提出了山区和坝区发展草地农业的关键技术措施；第七章对目前云南省几种草地农业模式进行了简要介绍和分析；第八章简要介绍了世界和中国的农业发展趋势。本书可作为水土保持、水利、草业科学、林学、农学等类专业学生的相关课程教材，也可作为水土保持、水利、林业、农业、环境保护等部门和科研单位技术人员的参考用书。

本书在编写过程中，得到云南省肉牛和牧草研究中心、云南农业大学动物科技学院草业科学系各位同仁的热情支持。书中引用了云南省“十五”科技攻关项目“优质牛奶配套生产技术研究”、云南省省院省校合作项目“优良一年生牧草引种与产业化开发关键技术研究”、云南省科技厅项目“构建云南热带亚热带水稻—黑麦草轮作饲养畜禽系统”的部分研究成果，引用了书末所列参考文献中的研究成果和资料，在此致以深切的谢意。由于时间仓促，知识水平和实践经验有限，不足和错误之处难免，敬请业内专家和读者指正。

编 者

2006年10月

目 录

第一章 草地农业及其持续发展原则	(1)
第一节 草地农业及其特点	(1)
第二节 草地农业与传统农业的区别	(7)
第三节 我国发展草地农业的必要性和可行性	(10)
第四节 草地农业建设的基本原则	(21)
第五节 草地农业建设的关键技术措施	(24)
第二章 生态农业和循环经济	(47)
第一节 生态农业及其特点	(47)
第二节 生态农业建设的基本原则	(50)
第三节 循环经济及其特点	(62)
第四节 草地农业、生态农业与循环经济的关系	(67)
第三章 云南农业自然资源及其特点	(71)
第一节 农业自然资源及其特点	(71)
第二节 云南农业气候资源及其特点	(74)
第三节 云南土地资源特点	(77)
第四节 云南农业自然资源综述	(86)
第四章 云南草地资源及家畜资源	(90)
第一节 草地资源及其特点	(90)
第二节 畜禽资源及其保护利用	(96)
第五章 云南草地农业持续发展的技术支撑体系	(100)
第一节 提倡现代大农业, 实施草地农业	(100)
第二节 天然草地植被恢复及重建技术	(103)
第三节 人工草地建植及利用	(108)
第四节 优良牧草适应区域及人工草地适宜草种	(114)

第五节	牧草高产栽培及优化利用技术	(139)
第六节	认识和运用草地农业的系统性原理	(153)
第六章	云南草地农业发展的关键技术	(160)
第一节	云南草地农业发展的必要性和可行性	(160)
第二节	云南山区草地农业发展的基本原则	(163)
第三节	云南山区草地农业可持续发展关键技术	(174)
第四节	云南山区水土保持适宜灌木及草种资源	(199)
第五节	云南坝区草地农业可持续发展技术措施	(210)
第七章	云南草地农业持续发展模式	(224)
第一节	小哨人工草地—肉牛模式	(224)
第二节	晋宁人工草地—奶牛模式	(227)
第三节	盈江冬闲田人工草地—畜禽模式	(243)
第四节	曲靖朗目山人工草地—山羊模式	(249)
第五节	牧草—饲用作物—鱼模式	(253)
第六节	牧草—饲用作物—鹅模式	(258)
第七节	牧草—饲用作物—鸵鸟模式	(260)
第八节	牧草—饲用作物—猪模式	(262)
第八章	世界及中国农业发展趋势	(264)
第一节	世界农业发展历史及其特征	(264)
第二节	世界农业发展趋势	(266)
第三节	中国农业自然资源及持续发展技术	(272)
参考文献		(287)

第一章 草地农业及其持续发展原则

第一节 草地农业及其特点

一、草地农业生态系统

草地农业生态系统是地球生物圈内主要的陆地生态系统之一，它是草地与农业相结合的生态系统。草地农业生态系统是在一定的非生物环境中形成的、有一定结构的、以草本植物为主或有一定树木和灌木存在，有家畜或野生动物存在，含有前植物生产、植物生产、动物生产、后生物生产4个生产层次的农业系统。它以收获饲用植物和动物及动物产品为主要生产方式，但同时兼有景观效益和产品加工流通等社会功能（任继周，2004）。

草地农业也称有畜农业，是集土壤改良技术、种植业技术和养殖业技术于一体的综合农业方式。它把草地和草食动物充分纳入到传统的农业系统之中，使植物生产（牧草、农作物、林木和果树等生产以及饲草加工调制）和动物生产（畜、禽、鱼养殖），草地与耕地、林地有机结合起来。其核心是生产大量优质饲草，养殖良种草食动物，加快发展农区畜牧业，突出发展草食型、节粮型畜牧业。在不断恢复和提高土壤肥力的基础上，不仅促进农作物和林木持续高产、稳产，而且能够增加和稳定人工草地面积，为畜牧业提供充足的优质饲草料。草地农业的根本目的在于不断改善农业生产条件和人类生活环境的同时，为人类提供大量优质、高产的畜产品和农产品。因此，草地农业已被公认为是最完整、最高产、最稳定和最容易取得平衡的一种生态农业系统。

草地农业属于生态农业的一种形式，也是有机农业的一种形式。它强调牧草和草食家畜在农业结构中的重要作用，突出了农田、草地、林地相协调，农业、草业、林业相结合的特点。可以解决用地、养地与畜牧业发展饲料不足之间的矛盾。因此，它既有利于促进农业生态平衡，又可增加农民收入和城乡畜产品供应。草地农业系统不仅能为人类创造较高的直接经济效益，而且还可以提供无法用价值概念表达的生态效益和社会效益。

草地是农业资源重要的组成部分，它主要包括天然草地和人工草地两大类，其涵盖的范畴随时代发展和认识角度的不同也存在一定的差异。草地是由旱生多年生禾草为主构成的植被类型，从植被景观的角度出发，主要指各类天然草地。草地泛指可刈割利用或可供放牧利用的草本群落或灌木植物群落，这一概念从利用价值的角度将草地的范畴扩大，既包含天然草地，也包含人工草地。在2001年出版的《中国的自然资源》一书中，将草地定义为一种土地类型，它是草本和木本饲用植物与其所着生的土地构成的具有多种功能的

自然综合体。全国农业区划委员会、农业部、林业部、国家土地管理局等有关部门商定,草地资源包括:①植被总覆盖度 >5% 的各类天然草地;②以牧为主的树木郁闭度 <0.3 的疏林草地和灌木郁闭度 <0.4 的疏灌丛草地;③弃耕还牧持续撂荒时间 >5 年的次生草地,以及实施改良措施的改良草地和人工草地;④沼泽地、苇地、沿海滩涂;⑤植被总覆盖度 >5% 的高寒荒漠、苔原、盐碱地、沙地、石砾地;⑥5 年内未更新的伐林迹地或火烧迹地、造林未成林地;⑦耕地范围中的宽度 >12m 的田埂、堤坝(南方宽 >1m,北方宽 >2m);⑧属于居民地、工矿、交通用地、风景旅游区、国防用地、村庄周围,道路两侧以多年生草本植物为主的各类空闲地。

草地农业生态学认为,天然草地、人工草地、观赏草坪、运动草坪以及用作生态环境保护的各种绿地均属于草地的范畴,草地的功能表现在许多方面,草地生产的产品也是多种多样的。

草食家畜是草地农业不可或缺的组成者,也是区别于传统农业(农耕地)的最主要标志之一。羊、牛、马、鹿、骆驼、鹅、鸭等草食家畜和家禽在草地农业中的地位和作用是不可替代的,它们能够将人类不能直接利用的植物有机物转化为可用畜产品,满足人类生产和生活需求。

二、草地农业系统的发展历史

纵观历史,随着人口数量增加和社会生产力的不断发展,人类进行农业生产,至今已经经历了原始农业、传统农业、现代农业和生态农业 4 个历史发展阶段。

早在 19 世纪末,当欧洲人看到谷物产量开始下降时,便意识到没有牧草和畜牧业的农业是不完备的农业,于是他们开始注重牧草和饲料作物的栽培。随后,前苏联农学家威廉姆斯进一步明确提出,草田轮作是一种合理的耕作制度。他指出:如果没有动物饲养参加,不论从技术方面还是经济方面来看,要合理地组织植物栽培业是不可能的。前苏联解体前农业和牧业并重,畜牧业相对比较发达,畜牧业产值在农业总产值中的比例达到 60% 以上。

20 世纪 30 年代以来,草地农业在世界各国发展很快。美国是草地农业发展较早的国家之一,既有成功的实践经验,也有水土流失、环境污染和“黑风暴”等的沉痛教训,在严峻的现实面前也不得不积极推崇草地农业制度。目前,美国的草地农业在整个农业中占有十分重要的地位,并产生了巨大的经济效益。例如,将优良牧草——紫花苜蓿作为四大作物之一,有改良品种 300 个以上,其地位仅次于玉米、小麦和大豆。用于干草生产的紫花苜蓿 $955.8 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (合 1.434 亿亩),干草平均产量 7.5 t/hm^2 (500 kg/亩),平均价格为 102.5 美元/t ,苜蓿草粉和草捆平均年出口获利 $4\,940 \times 10^4 \text{ 美元}$ 。苜蓿干草和种子生产处于世界领先水平,干草高产记录为旱作地 22 t/hm^2 ($1\,467 \text{ kg/亩}$),灌溉地 54 t/hm^2 ($3\,600 \text{ kg/亩}$)。苜蓿种子生产面积 1997 年达 $17.21 \times 10^4 \text{ hm}^2$,单产 267 kg/hm^2 ,总产 $4.595 \times 10^4 \text{ t}$ (1999 年 $5.22 \times 10^4 \text{ t}$),主要集中在西北部的加利福尼亚、爱达荷、内华达、俄勒冈、怀俄明和华盛顿州。

荷兰是世界上公认的农业发达国家,他们用 2/3 的耕地种草,发展草地畜牧业,将牧草称为“生命之本”。尽管荷兰是仅有 $3.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的土地和 $1\,400 \times 10^4$ 人口的小国,其

农产品的出口量却雄踞世界第二位，仅次于美国。他们的经验就是较好地实行了草地农业。1920 年以前新西兰的草地畜牧业还是一个没有辅助谷类作物生产的体系，但是现在已经成为土地、饲料、动物相结合的草地农业全面发展的国家。

20 世纪 50 年代，王栋教授等把植物—动物这一具有草地农业雏形的精髓介绍到国内。20 世纪 60 年代初，任继周教授提出了草原学的农学实质，把草原学纳入农学范畴。并提出农业与牧业、农区与牧区相结合，在同一生境条件下的小范围内，做到“草多、畜多、粮多”的良性循环体系，在不同生境条件下的大范围内（农区与牧区），要创造条件实行牧区放牧与农区肥育相结合以及其产品交换的良性循环和开放系统。在任继周院士倡导的草地农业生态系统理论的指导下，经过几十年不断的科学研究和生产实践，草地农业在全国各地得到广泛认同，并形成了许多适合不同生态区域推广利用的草地农业优化模式。发展草地农业已成为农业结构调整的重要措施之一，也必将成为实现我国农业可持续发展的必经之路。

三、草地农业的特点

（一）多组分性和多层次性

草地农业属于农业范畴，土壤、植物、动物和人类社会生产活动因素共同构成了草地农业生态系统。在这样的一种系统中，以土壤、植物、动物为主要的组成者，同时强调人类生产活动在整个系统运行中的重要性。因此，草地农业不仅包括传统农业结构中的种植业也包含养殖业；种植业中不仅包括各种粮食作物和经济作物，也包括可作为饲草料的各种牧草、灌木和林木；所饲养的家畜不但有猪等耗粮型动物，更要有牛、羊、鹿、鱼、鹅、鸭等草食型动物。根据任继周院士的观点，草地农业生态系统可以划分为 4 个层次，即前植物生产层、植物生产层、动物生产层和后动物生产层。

1. 前植物生产层

不以收获植物产品或动物产品为目的，而是以草地农业整体景观作为取得生产效益的手段，以风景旅游地、农牧场狩猎、自然保护区、观赏植物和动物、水土保持功能等提供社会化产品。观光农业是其中的一种具体表现。

草地农业生态系统地域分布广阔、组分构成复杂、生产层次多样、产业链条漫长，因此，草地农业具备十分丰富的自然景观资源以及人为景观资源（见表 1-1）。根据《中国的自然资源》一书中的论述，自然景观资源实际包含 3 层意思，即它是天生的，而不是人工的；它必须是人们能亲眼目睹的，能在人的大脑视觉中成像的，具有物质世界所必备的一维、二维和三维空间；它必须是可以用来为人们谋取某些利益，也就是说可以为人们所开发利用。人为景观是人类在一定的历史条件下为达到具体的生产、生活或其他目的而设计和构建的景观。

观光农业是近年来迅速发展起来的一种产业，它除了具有农业和旅游业的一般特性外，还有其自身的一些特点：①旅游资源的乡土特性。这是旅游观光农业最显著的特点，无论是民族风情，还是乡土文化，无不展示各民族的灿烂文明。通过旅游观光，游客可以扩展知识、丰富智慧、陶冶情操，从而推广民族文化，促进精神文明建设。②旅游过程的

表 1-1

草地农业生态系统的景观资源

景观类型	自然景观资源	人工景观资源
地文景观	草地、森林草地、荒漠、戈壁、沙地、山川、河流、湖泊、冰川、泉、瀑布、火山岩溶景观、自然灾害遗迹、典型地质构造、标准地层剖面、生物化石点、奇特与象形山石、自然保护区等	人工草地（放牧地、割草地、草坪）、农田、人工林地、渔场、畜禽养殖场、水土保持区、古建筑、乡土建筑、观景地、纪念地、人类文化遗址、社会经济文化遗址、军事遗址、殿塔楼阁、雕塑、特色城镇与村落等
天象景观	日、月、星、云、雷、雨、风、雪等	—
生物景观	野生草食动物、野生肉食动物、昆虫、鸟类、草本植物、木本植物、奇花异草、药材等	家畜、家禽、鱼类、昆虫、特种经济动物、牧草、树木、花卉、蔬菜、药材、粮食作物、经济作物等

参与性。游客可亲自参加种植、采集、品尝和加工等活动，体验农村、牧区风情和农牧业生产活动的艰辛，也从中获取劳动的欢乐。③旅游消费的实惠性。在观光农园内，游客可以低于市场价的价格购买自己的“劳动成果”，获取经济上的实惠，尽管游客需花费门票和旅途费用支出，但他们看着自己亲手采集的蔬菜和果品等成果也会得到精神上的补偿。④经营项目的多样性。旅游观光农业是综合性较强的农业，涉及种植、放牧、采集、加工等许多项目。必须将各有关项目经营好，维持其良性循环和可持续发展。⑤旅游环境的优雅性。在旅游观光区内，通过各项目的合理组织布局，创造出一种既不失农牧业特色又具有美学价值的园艺场面，为游客提供恬静、幽雅的旅游环境。⑥较高的综合效益性。旅游观光农业不仅使农业的生态效益得到经济转化，而且能通过旅游消费带动农村的通讯、交通、加工、餐饮、娱乐等产业的发展。

2. 植物生产层

它是绿色植物利用环境资源固定太阳能的过程，也是把日光能和无机物转化为有机物，为整个系统制造物质的过程。该生产层的组成者不仅包括粮食作物、经济作物，也应包含多种牧草和饲用作物。植物生产层为整个农业系统的运行提供动力，生产的产品除了粮食、油料、蔬菜等之外，还要为饲养家畜家禽提供量多质优的饲草料。

植物生长发育要求一定的气候条件和土壤条件。气候因素主要有光照、热量、降水、温度等，土壤因素主要有土壤类型、土壤质地、有机质含量以及 pH 值等。影响植物生产的因素包括许多方面，除了环境因素之外，植物本身的生态适应性、抗逆性、种间相容性以及生产性能也是十分重要的决定因素。一方面，利用农业综合技术措施，可以在一定程度上改善植物的生存环境，使环境条件及其周期性能够与植物本身固有的周期性相吻合，有利于充分发挥植物生产力；另一方面，利用生物技术或其他技术措施，改变植物的遗传性状，培育新的作物或牧草品种，使其更好地适应所处的生态环境，提高对环境资源的利用效率，同样可以达到提高植物生产水平的目的。

3. 动物生产层

这是家畜或野生动物通过对植物的直接利用（草食动物）或间接利用（肉食动物）而制造有机物质，目的在于生产动物或动物产品以取得经济效益。草地农业生态学的观点认为：没有或缺少动物的农业结构是不完善的结构，动物产品产值比例小于 50% 的农业

生产结构是不发达的生产，也是不可持续的生产；在农业生产过程中，人类所不能直接利用的 75% 以上的植物产品，经过动物转化为动物产品，产生的效益不低于人类可直接利用的那一部分。同时，通过消化植物有机物，可以加速植物有机物的矿化速度，从而促进整个生态系统的活力，在草地农业生态系统中是不可缺少的重要环节。我国传统农业系统中缺少或忽视动物生产层，其生产效益至少减少了 50%。而草地农业十分重视动物的作用和地位，重视发挥各种动物的生物学效应，强调动物尤其是草食动物对农业可持续发展的重要性。

4. 后动物生产层

也称外生物生产层，指在生物生产活动之外，将植物和动物产品加工、流通、实现产品社会化的过程。通过该生产层，能够使产品增值，效益增高，劳动增效，社会增收，以充分发挥草地农业生态系统的功能，其生产效益可能超过其他生产层的若干倍。外生物生产层是我国传统农业中长期没有受到重视和解决的最薄弱的环节，蕴藏着巨大的产品增值和社会就业机会。

（二）系统的开放性

草地农业生态系统是一种对外开放型的农业生产系统。系统之外的物质和能量可以和系统内部进行交换与流动。人类生产活动可以将系统之外的能量引入到系统之中，作为辅助性的能量输入，目的在于对各种环境资源条件进行更高效的利用，提高系统的整体生产水平。系统中的物质和能量也可以多种产品的形式向外界输出，提高产品的商品率，实现更好的经济效益和社会效益。农田可以与草地、荒漠、绿洲等生态系统进行系统耦合，牧区繁殖与农区育肥相耦合，山区生态系统与平原区生态系统相耦合，各系统之间优势互补，通过物质、能量的交换产生更好的经济效益、生态效益和社会效益。

（三）产品的多样性

草地农业生态系统组分多样，层次复杂，产品类型多样化。草地农业属于农业的范畴，但是，其生产的目的与传统农业存在明显的不同。它不以生产粮食为单一目标，不以收获籽实为单一目的，而是在各个层次上均有产品产出。

在植物生产层，可直接或间接利用的产品种类繁多，如粮食作物和经济作物的籽实、秸秆，青草、干草、草籽、草捆、草粉、叶蛋白等，灌木的嫩枝、叶片、花序、果实，树木的落叶、嫩枝等；在动物生产层，可提供的产品有肉、蛋、奶、皮、毛、绒、动力以及大量有机肥。前植物生产层，以多种景观价值在维护生态系统的同时获取可观的经济效益。外生物生产层实际上已超出了农业生产的范畴，但是，通过对植物、动物产品的多级加工和深加工，获取多种产品来满足社会需求。因此，草地农业是一种长链条的生产体系，也是一种强调对资源再利用、再循环的生产体系。草地农业不仅生产多种植物性产品，也生产多种动物性产品；不仅以生物的繁殖和再生性产生经济效益，同时也以环境的景观价值产生经济效益。

（四）效益的综合性

草地农业以不破坏生态环境为前提，不断提高农业整体生产水平，追求经济效益的最

大化。草地农业生态系统组分多样,既有作物也有牧草,既包含植物也包含动物。植物与动物相结合,动植物生产与动植物产品加工相结合,短期效益与长期效益相结合,生态效益、经济效益和社会效益相结合。

没有经济效益的生态效益是难以维持的,同样,没有生态效益的经济效益也是不可持续的。实施草地农业,可以将生态环境建设与农牧民增收致富统筹安排,使环境保护与资源利用相协调,有效缓解人口、资源、环境三者之间的矛盾。有利于农村生态环境改善、农业生产水平提高和农牧民增收。因此可以说,研究和实施草地农业的目标集中体现在两个方面,一是实现农业经济效益生态化,二是农村生态效益的经济化。

正确处理草地农业生产经营过程中的生态目标和经济目标的关系,是生态经济管理的核心问题。不断获得最佳的生态经济效益,就需要实现生态和经济双重管理目标的不断优化。实现双重管理目标的优化,最基本的一点是要求我们在认识上将两个目标放在同一平等的位置上,在管理中要力争使两个目标达到最优。在实践中,要求我们充分利用两者之间的相互推动、相互依托的关系,使经济效益和生态效益相互促进、共同提高。通过良好的生态效益为实现经济目标创造环境条件,通过良好的经济效益为维护生态环境提供物质基础。

就我国西部大开发而言,因生态环境严酷,经济水平落后,其经济发展的实际载体是土地生态经济系统,受经济和生态两种客观规律的双重制约。西部要实现统一而协调发展的生态经济,必须强调经济目标与生态目标的有机结合,其实质是在发展经济的进程中,局部利益与整体利益相协调,目前利益与长远利益相结合。如果在草地农业生产过程中,经济目标和生态目标配置得当,经济有效性和生态安全性都能得到保障,则两者的作用相得益彰;反之,当两者的配置不合理或片面追求单一目标时,只能是互为障碍。事实证明,西部地区生态环境不断恶化,经济发展水平落后,其根本原因在于生态经济系统的结构失调、功能降低以及平衡破坏。

四、营养体农业

营养体农业(vegetative agriculture)是指以生产植物茎、叶等营养体器官为主要目的的农业系统。如牧草、青饲料、蔬菜、花卉、根茎类及纤维作物等农业生产系统。它是相对于传统农业,即籽实农业(seed agriculture)而提出来的,与传统农业的主要区别是收获目的物不同。传统农业主要是以收获籽粒为目的,栽培作物必须完成整个生育期,籽粒产量越高越好;营养体农业则是以收获茎叶等营养体为目的,营养体的可利用养分产量越高越好,不需要完整生育期,在整个生长期内任何时候都可以收获而获得经济产量。营养体农业的主要特点是农作物在生长期内对水、热、光、气等气候资源和土地资源的时间性匹配要求不高,能在全部生长季内比较充分地利用气候和土地资源,生产较多的有机物质。

表1-2中以黑麦草营养体(牧草)产量和大麦籽粒产量为对象,对两者的多种营养物质进行了比较,可以看出,黑麦草营养体干物质产量和粗蛋白质产量分别达到大麦籽粒的2.5倍和5.2倍,其他营养物质产量也是成倍增加。说明在同样的土地面积和生态条件下,营养体农业具有更高的生产力,这一点对于我国人口多耕地少的现状而言,其经济和社会意义显得尤其重要。

表 1-2 传统农业与营养体农业收获产量的比较

收获器官	黑麦草营养体	大麦籽粒	黑麦草/大麦
收获次数 (次)	2~3	1	2.5
蛋白质产量 (kg/hm ²)	1 755.8	334.5	5.2
脂肪产量 (kg/hm ²)	460.5	93.0	5.0
碳水化合物产量 (kg/hm ²)	5 409.0	1 947.0	2.8
钙 (kg/hm ²)	83.3	5.3	15.9
磷 (kg/hm ²)	30.6	6.9	4.4
产量 (kg/hm ²)	65 790.0	3 000.0	2.5

(引自 刘国栋等, 1999)

任继周院士研究发现, 在温度年较差 16°C 以下的地区, 总辐射量 $418\text{ kJ}/\text{cm}^2$ 以下的地带以植物营养体生产为宜; 在 $544\text{ kJ}/\text{cm}^2$ 以上的地带, 以生产籽粒为宜; 在 $418\sim 544\text{ kJ}/\text{cm}^2$ 的地带, 则两者都可以生产, 但仍以生产营养体较为丰产、稳产。

现代大农业的观点认为, 食物不等于粮食, 更不等于谷物, 营养体生产是农业生产的重要组成部分。种植、收获和利用牧草是营养体农业的重要组成部分, 也是发展畜牧业的物质基础。

我国南方约有 10 亿亩草山草坡和数量极可观的冬闲田以及果园田处于待开发阶段。我国南方气候温和、雨量充沛, 适宜牧草生长, 且我国南方经济较为发达, 对农业的投入较大, 从某种意义上说在南方发展营养体农业的潜力要比北方大得多。在草山草坡、冬闲田和果园田种植牧草不仅可以大大促进当地畜牧业的发展, 给人们提供大量的肉、奶、蛋、皮、毛, 还可以起到改善当地环境、保持水土的作用。若以农田当量 (cropland equivalent unit) 计算, 青贮玉米和冬种黑麦草均显著高于稻谷、小麦和玉米, 多年生人工草地与 3 种粮食作物平均值相当 (见表 1-3)。

表 1-3 粮食作物与牧草的干物质、粗蛋白、代谢能比较

作物种类	干物质产量 (kg/hm ²)	利用系 数	可利用干物质 产量 (kg/hm ²)	粗蛋白		代谢能		田当量
				(%)	(kg/hm ²)	(MJ/kg)	(MJ/hm ²)	
稻 谷	5 303	1.0	5 303	8.5	524	13.0	80 163	1.00
小 麦	2 756	1.0	2 756	13.0	416	13.0	41 665	0.52
玉 米	3 614	1.0	3 614	9.5	399	13.0	54 634	0.68
冬种黑麦草	16 500	0.7	11 550	20.0	2 310	10.0	115 500	1.44
青贮玉米	20 000	0.7	14 000	8.0	1 120	10.0	140 000	1.75
多年生人 工草地	12 000	0.5	6 000	20.0	1 200	10.0	60 000	0.75

(引自 李向林, 2000)

第二节 草地农业与传统农业的区别

长期以来, 以粮食作物为主导的种植业是我国农业的主体, 而农业的其他相关产业如

畜牧业、林业、水产业所占比重极低。这种经营方式与我国的国情有关,因为我国人口多、底子薄、生产力水平低下,首先必须解决人们的温饱问题。但随着人民物质生活水平的提高,温饱问题已逐步解决,人们在日常生活中需要有更多的肉、蛋、奶等高营养食品来提高生活质量,食物结构在逐渐发生变化。人们对肉、蛋、奶消费的增加促进了相关行业特别是畜牧养殖业的发展,据统计,1990~1998年我国畜牧养殖业的产量平均以14%的速度递增。今后畜牧业的发展将进一步改善我国人民的食品结构,提高人民的生活水平。

传统农业与草地农业的区别是多方面的,主要体现在两者对于食物认识的不同、对于农业结构认识的不同、生产采用的技术不同、农业生产的结果不同等几个方面。

一、对于食物认识的不同

传统农业的观点认为,食物就是粮食,甚至认为粮食就是谷物。这是一种十分狭隘的观点,它将人类赖以生存的食物限定在非常狭窄的范围内。因此,有必要对食物的概念及其所包含的种类作出科学的认识和理解。

人们习惯于将传统上的主食统称为“粮食”,但在国际上,与中文对应的“粮食”这一概念并不存在,国际化的“食物”概念包括9大类100多种,即谷类、薯类、豆类、动物食品、蔬菜、水果、动植物油、淀粉、食用糖。其中,动植物油、淀粉和食用糖三者又统称为热能食物。在中国传统认识中,所谓的“粮食”仅包含淀粉类作(植)物和豆类作物,如通常所见到的小麦、水稻、玉米、马铃薯、大豆、蚕豆等;将生产植物油、食用糖的作物和蔬菜等划分为经济作物;将动物性食品看作食物组成之中可有可无的一部分(如图1-1)。

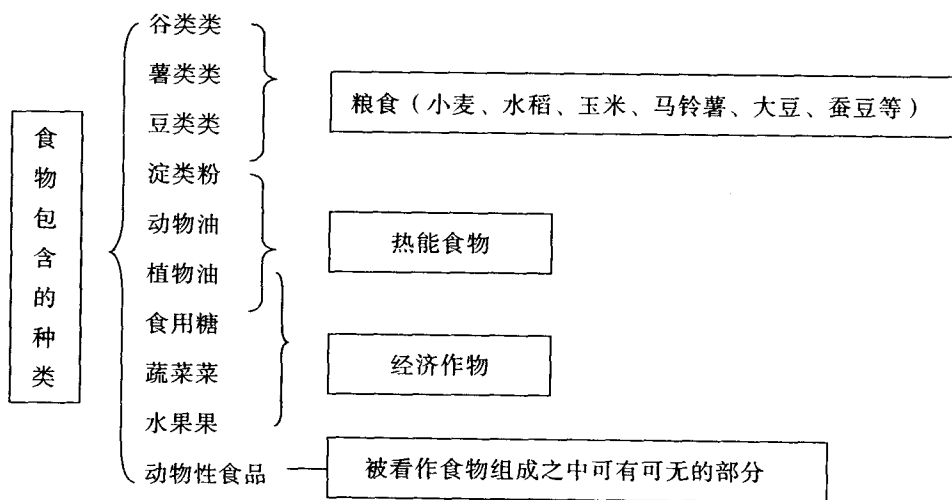


图 1-1 食物构成及其分类

二、对于农业结构认识的不同

任继周院士(2005)认为:我国传统的“以粮为纲”的农业系统,至少存在三重缺陷:①在植物生产层中把谷类作物以外的植物摒弃不用或利用不足,损失了一半以上的生

产力,扰乱了植物生产层的结构,降低了植物的多样性水平,削弱了它的功能,远未达到植物生产层可能达到的水平。②动物生产层的缺失,拦腰斩断了生态系统,割裂了植物生产层与动物生产层的自然耦合机制,使提高农业系统生态生产力的人为耦合无法施行,这是传统农业生态系统效益低下的致命“硬伤”。③动物生产层中“以猪为首”,降低了动物生产层的生物多样性水平,实际上建立了一种很特殊的“粮—猪”系统。没有给草食动物以应有的地位,又损失了一半以上的生产力。凡是农牧业并举,农业结构比较合理的国家,牧业产值都在60%~90%左右,而且以反刍动物为主,道理就在这里。而我国与之相反,在“以粮为纲”基础上建立了“粮—猪”系统。经常听到这样一种错误说法:西方人喜欢吃肉喝奶,而中国人只习惯吃五谷杂粮,因此不需要更多的畜产品。但是生态学告诉我们,食物环境决定生物的食性而不是生物的食性决定食物环境。

传统农业结构的特点:重粮、轻牧、缺草,重生产、轻加工、缺服务(张自和,2000)。草地农业将牧草和家畜引入传统的农业系统中,牧草和家畜构成了草地农业不可或缺的组成部分,这是草地农业的特点,也是与传统农业在组成结构上的最本质的区别。若以“草地农业”取代“粮猪农业”,种植业不仅包含以收获籽实为目的的作物种类,也包括以收获营养体为目的的多种饲用作物和牧草,草地在农业用地中占有较大的比例,以50%左右为宜。养殖业不再以耗粮型养猪为主体,而更加强调发展各种草食动物,逐步增加草食家畜在养殖业中所占的比例。农业产品中不但有“粮食”,还包括大量的畜产品,通过生产和利用各种畜产品,一方面可以减轻人们对于耕地的巨大依赖性,缓解人口与耕地的矛盾;另一方面,丰富人们的食物来源,改善食物结构,提高人民生活水平。

三、农业生产过程中采用的技术不同

传统农业以种植业为主体,收获粮食几乎成为农业生产经营的惟一目的。在人口数量不断增加和耕地面积不断减少的双重压力下,增加粮食产量来满足社会需求,是各级政府和农民最主要的农业生产任务。在我国传统农业模式下,采用一定的科技成果,如选用高产优良品种、先进的栽培措施等,可以在一定程度上达到粮食增产的目的。但是,增加粮食产量的最主要途径却是扩大耕地面积、提高化肥用量、增加灌溉用水、加大农药使用量等。

草地农业强调在不破坏农业生态环境的前提下,不断提高农业的整体生产水平。要实现这一目的,单纯依靠传统的农业技术措施是不可能的。在传统农业模式中,牧草和草食家畜不被重视,也没有发挥它们应有的作用。而草地农业恰恰相反,它把牧草(尤其是豆科牧草)引入到农田之中,增加草地在农业用地中的比例,草地的类型可以是多年生的,也可以是一年生或者越年生的;重视草食家畜和草食家禽在现代大农业系统中的作用和地位。豆科牧草的生物固氮作用和草食动物产生的有机肥,能够使土壤的营养元素得到有效补充和提高,土壤理化性状得到逐步改善,土壤肥力持续增加,单位土地面积的生产力才能持续提高。

四、农业生产带来的后果不同

传统农业与草地农业相比较,所采用的技术措施不同,其后果也必将截然不同。当一

个地区后备耕地资源非常有限时,毁林造田、毁草开荒、坡地耕作等不合理的行为必将成为扩大耕地面积的主要方式。将林地、草地和坡地变为农田种植粮食作物,在较短时间内可以增加一定的粮食数量,但水土流失、土壤干旱、肥力下降、荒漠化等现象是植被破坏的必然后果。据有关统计资料,我国现有耕地面积中,约 33% 来源于草地开荒。通过增加化肥用量、灌溉用水和农药使用量也能够在这段时间内增加粮食数量,但付出的环境代价、经济代价也是十分巨大的。长期大量使用化肥,土壤理化性状变差,保水保土能力下降,土壤肥力也随之下降。增加灌溉用水,一方面增加了农业投入的成本,另一方面使本来就缺乏的水资源更加紧张。不断加大农药使用量来控制病虫害,不仅提高了农业生产的成本,而且对土壤和环境造成日益严重的污染,直接对食品安全构成威胁。

草地农业以保护和改善生态环境为前提,牧草与农作物间种、套种、复种或轮作,能够更加有效地利用各种环境资源,提高土地单位面积的生产力水平。同时,牧草通过根系活动、生物固氮、覆盖地面等形式达到多种有利于农业生产的目,如改善土壤理化性状、防止水土流失、增加植物性生产、为发展养殖业提供饲草料等。饲养草食动物,可以有效提高对秸秆、谷壳等农作物副产品以及各种饲草料的利用效率,在生产肉、奶、蛋、皮、毛等动物产品的同时,产生大量廉价的有机肥。有机肥返还到土壤中,不仅改善土壤的肥力,而且减少化肥使用量,降低生产成本。

综上所述,传统农业是一种组分和结构简单、目标和产品单一、投入和产量低、生产成本高的不合理的农业发展模式,其抵御自然灾害和市场波动的能力也较低。因此,要实现农业持续稳定发展,必须改变现有生产和经营模式,调整农业产业结构。而草地农业是一种组分合理、产品多样、生产力高、成本较低的先进农业发展模式,它将传统农业的精华与现代科学技术有机地结合起来,以维护生态环境为前提不断提高农业整体生产水平,能够以产品的多样化来有效提高抵御自然灾害和市场波动的能力。国内外大量的科学研究和生产实践证明,实施草地农业可以形成草多一畜多一肥多一粮多的良性循环体系,生态效益与经济效益兼顾,有利于改善农业结构,提高农业生产力,促进农业可持续发展(见表 1-4)。

第三节 我国发展草地农业的必要性和可行性

在 20 世纪的后半叶,世界人口快速增长,世界经济也增长了 6 倍。随着经济的增长,各种需求使得地球不堪重负,许多方面超出了地球提供食物、水和人类日常生活基本需求的自然能力。其结果导致森林面积缩小,沙漠化范围扩大,草原大面积退化,同时诸如土壤侵蚀、气温上升、水位下降、冰川融化、海平面上升、河流干涸、物种消失等现象,几乎所有这些环境趋势都关乎世界粮食安全。而众多变化中以气温上升、水资源匮乏和耕地退化对人类食品安全尤为重要。

一、我国发展草地农业的必要性

长期以来,我国的农业实行以农耕业为主的传统模式。种植业是农业的主体,畜牧业

表 1-4

草地农业与传统农业的区别及联系

项目和指标	草地农业	传统农业
组成成分	农田、草地、林地 粮食作物、经济作物、饲用作物、牧草、林木 逐渐提高草食动物在家畜、家禽中的比例	农田 粮食作物、经济作物、林木 以猪为主，少量草食畜禽
生产目的	收获各种作物籽实，多种草产品、畜产品、林业产品及其加工产品	收获各种作物籽实
增产措施	草田轮作、间作、套种、复种、大量使用有机肥、恢复和提高土壤肥力 充分发挥豆科牧草优质高产和生物固氮能力、提高土地单位面积的植物性生产力 通过草食家畜转化饲草料和农业副产品，提供可用畜产品现代生物技术	间作、套种、复种 扩大耕地面积 增加化肥使用量 增加灌溉用水 加大农药使用量
生产力水平	系统结构合理，整体生产力持续稳定提高	系统结构不稳定，生产力逐步下降
产品类型	谷类籽实、薯类、豆类籽实、油料籽实、糖类 草籽、青草、青干草、草粉、青贮饲料 肉、奶、蛋、皮、毛、绒、有机肥 果品、药材、木材、燃料	谷类籽实、薯类、豆类籽实、油料籽实、糖类、秸秆、少量有机肥、少量畜产品
生态效益	以不破坏生态环境为前提，高效利用农业环境资源，不断恢复和提高土地肥力，减少化肥和农药使用量，对农业废弃物再利用或再循环，减少环境污染	以不断破坏生态环境为代价换取有限的农业产品，人口、资源、环境之间的矛盾日益尖锐，土地退化现象日趋严重，农业废弃物大量排放，环境污染得不到有效防治
经济效益	充分利用生态系统的自我恢复和维持功能，充分发挥各种生物的生物学效应，降低投入和生产成本，在系统中输入一定的人工辅助能，不断提高农业整体生产力，输出产品的多样性可较好地应对农业自然灾害和市场波动	系统组分单一，结构简单，对土地及环境资源利用效率低，生产水平较低，依靠不断增加的人工辅助能达到增产目的，产品单一，成本高，效益差，增产不增收，应对自然灾害及市场波动的能力差
社会效益	生产和生活环境逐步改善，膳食结构改善，食物种类多样化，有效减轻人口对耕地的压力和依赖性。农业生产层次多，增加社会就业机会，农业产品多级增值，农民增收，农业持续稳定发展	人口增加、环境恶化、贫困化形成恶性循环现象，耕地缺乏、水资源供求紧张极大地限制了农业生产力的提高，饲料粮严重不足，人与畜争粮矛盾得不到有效解决，制约农村发展的燃料、饲料、肥料、木料得不到有效解决

处于从属地位；粮食生产几乎成为农业生产的惟一目标，而动物性产品、动物油等食物的重要构成部分被忽视；依靠大量使用化肥、农药、灌水、地膜等生产资料获取粮食增产，农业生态环境不断恶化，农业可持续发展面临极大的威胁。目前，我国人口、资源、环境的相互矛盾日益突出，如何改变传统农业生产模式，摆脱农业发展所面临的困境和劣势，成为确保粮食安全，逐步实现农业可持续发展的重大课题。传统农业有其不可克服的缺陷之处，集中体现在耕地资源、水资源、粮食安全和人畜争粮等几个方面。

1. 土地资源

土地资源一般指能供养生物的陆地表层，包括内陆水域，但不包括海域。土地除农业