

华南热带农业大学特色教材

热带牧草栽培学

刘国道 主编

 中国农业出版社

华南热带农业大学特色教材

热带牧草栽培学

刘国道 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

热带牧草栽培学 / 刘国道主编. —北京: 中国农业出版社, 2006. 1

华南热带农业大学特色教材

ISBN 7-109-10582-2

I. 热... II. 刘... III. 热带-牧草-栽培-高等学校-教材 IV. S54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 159904 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 李国忠

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 17

字数: 301 千字

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

华南热带农业大学特色教材 (专著)

编 委 会

主 任 委 员 周兆德

副主任委员 陈琼花 张银东

委 员 陈守才 胡新文 李绍鹏 郑服丛 廖建和
翁绍捷 傅国华 刘国道 田维敏 李均立

主 编 刘国道
副 主 编 白昌军 王东劲 李 琼
编 者 (按姓氏笔画排序)
 王东劲 白昌军 刘国道 李 琼
 何华玄 张如莲 易小平 易克贤
 周汉林 蒋昌顺 覃新导
审 稿 人 陈默君 张诒仙

前 言

牧草作物是从栽培植物中分化出来的一类特殊植物，早先用于饲养家畜，继而用于改良农田，后来用于绿化和水土保持，这些功能的深化和发展也反映了牧草作物与人类生存和发展的关系。牧草作物的广泛精细栽培是社会进步发展的标志之一。牧草在农业生产系统中已经发挥巨大作用，随着生活水平的提高、人们环境意识的增强以及社会发展的需要，其在农业生产系统中的作用还会越来越大。

为满足我国南方草业科研、教学的需要，中国热带农业科学院、华南热带农业大学组织长期从事热带牧草研究的科学工作者共同编写了《热带牧草栽培学》教材。本教材注重基础，加强实践，理论与实践相结合。在编写过程中注意热带牧草研究的最新成果及生产经验的介绍，使学生系统地掌握热带牧草的栽培原理及关键技术。

本书由刘国道主编，并编写第一章之第一节、第二章、第三章、第四章和第八章，蒋昌顺编写第一章之第二节和第五章之第一节至第四节，张如莲编写第五章第五节，白昌军编写第一章之第三节和第四节，何华玄编写第一章之第五节，覃新导编写第六章，易小平编写第七章。在编写和审稿过程中得到了苏如楷研究员、张自和研究员、胡自治研究员、陈默君教授、张诒仙副教授的指导和多方面的帮助，草业科学研究生张绪元、邹树乾参加本稿的校对工作，这里谨向他们表示衷心的感谢。

限于时间、资料及编者水平，不妥之处，敬请指正。

刘国道

2005年12月

目 录

前言

第一章 热带牧草的功能和作用	1
第一节 热带牧草与畜牧业生产	1
第二节 热带牧草与作物生产	2
第三节 热带牧草与水土保持	4
第四节 热带牧草与环境美化	9
第五节 草业在国民经济中的作用和地位	10
思考题	13
第二章 热带牧草的一般栽培技术	14
第一节 草种的选择	14
第二节 地面处理	15
第三节 播种前的种子准备	17
第四节 播种	18
第五节 田间管理	20
思考题	23
第三章 禾本科牧草	24
第一节 盖氏虎尾草	24
第二节 狗牙根	27
第三节 糖蜜草	29
第四节 坚尼草	31
第五节 稷	34
第六节 珊状臂形草	35
第七节 俯仰臂形草	37
第八节 网脉臂形草	39
第九节 巴拉草	41

第十节	刚果旗草	43
第十一节	地毯草	45
第十二节	毛花雀稗	47
第十三节	棕籽雀稗	48
第十四节	俯仰马唐	50
第十五节	卡松古鲁狗尾草	52
第十六节	南迪狗尾草	54
第十七节	粟	56
第十八节	杂交狼尾草	58
第十九节	东非狼尾草	60
第二十节	珍珠粟	61
第二十一节	象草	63
第二十二节	王草	66
第二十三节	扁穗牛鞭草	68
第二十四节	苏丹草	70
第二十五节	香根草	73
第二十六节	甘巴草	74
第二十七节	薏苡	77
第二十八节	墨西哥类玉米	78
第二十九节	玉米	81
第三十节	危地马拉草	85
	思考题	88

第四章 豆科牧草 89

第一节	大叶相思	89
第二节	新银合欢	91
第三节	黄花羽扇豆	96
第四节	三尖叶猪屎豆	98
第五节	菽麻	100
第六节	蝶豆	102
第七节	大豆	104
第八节	三籽两型豆	108
第九节	大叶千斤拔	110
第十节	狗爪豆	112

第十一节 爪哇葛藤	114
第十二节 矮刀豆	116
第十三节 赤豆	118
第十四节 四季绿豆	123
第十五节 赤小豆	125
第十六节 利马豆	127
第十七节 绿豆	130
第十八节 菜豆	135
第十九节 豇豆	140
第二十节 豆薯	144
第二十一节 扁豆	146
第二十二节 田菁	148
第二十三节 头状柱花草	150
第二十四节 热研二号柱花草	152
第二十五节 矮柱花草	155
第二十六节 西卡柱花草	158
第二十七节 圆叶舞草	160
第二十八节 异叶山绿豆	161
第二十九节 银叶山蚂蝗	162
第三十节 绒毛山蚂蝗	164
第三十一节 蝴蝶豆	166
第三十二节 大翼豆	168
思考题	170
第五章 热带牧草种子生产	171
第一节 热带牧草种子生产的意义	171
第二节 热带牧草种子生产的品种及适宜区域	172
第三节 热带豆科牧草种子生产技术	174
第四节 热带禾本科牧草种子生产技术	177
第五节 热带牧草种子检验	178
思考题	192
第六章 热带牧草虫害及其防治	193
第一节 概述	193

第二节	国内外热带牧草虫害研究情况	195
第三节	银合欢害虫	198
第四节	柱花草害虫	201
第五节	王草害虫	204
第六节	其他主要热带牧草害虫	206
思考题		215
第七章	热带牧草病害及其防治	216
第一节	防治热带牧草病害的意义	216
第二节	柱花草病害	217
第三节	银合欢病害	226
第四节	热带牧草线虫病害	231
思考题		233
第八章	热带牧草的加工和利用	234
第一节	热带牧草的合理刈割	234
第二节	干草的调制及贮存	236
第三节	青贮饲料的调制	241
第四节	草粉加工	250
第五节	秸秆氨化	252
思考题		257
主要参考文献		258

第一章

热带牧草的功能和作用

第一节 热带牧草与畜牧业生产

一、牧草是家畜的主要饲料

家畜饲料种类很多，但就整个畜牧业而论，牧草还是占最大部分。在以畜牧业为主的广大草原区，牧草几乎是家畜的惟一饲料；在农耕区或城市附近，虽有秸秆、糠麸、工厂副产品等可作饲料，但栽种或野生的牧草仍属主要饲料。由于草田轮作和草地农业生态系统的逐步推行，畜牧业在农业中的地位正在不断提高，而牧草在饲料中的作用也将日益重要。

二、牧草是家畜的优质饲料

热带牧草所含营养物质丰富而完全。豆科牧草干物质含粗蛋白 15%~20%，并且含有动物生长所必需的各类氨基酸。蛋白质的生物学价值高，可以弥补谷物类饲料蛋白质之不足。豆科牧草还含有丰富的胡萝卜素和维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C、维生素 E、维生素 K 等以及钙、磷、钾、铁、镁、锌、铜等多种矿物元素。适时刈割利用的豆科牧草粗纤维含量低，柔嫩多汁，适口性好，易消化。禾本科牧草所含营养物质一般较豆科牧草低，其干物质含粗蛋白一般为 5%~10%，部分超过 10%，如 CIAT604 坚尼草 (*Panicum maximum* CIAT604) 干物质含粗蛋白 12%~14%。禾本科牧草含有丰富的精氨酸、谷氨酸、赖氨酸、聚果糖、葡萄糖、果糖、蔗糖等，胡萝卜素的含量也较高。

三、牧草是家畜的廉价饲料

牧草适应性强，对土地的要求较其他作物低；生活力强，一个生长季节可刈割多次，多年生牧草一次种植之后可连续利用多年；管理较粗放，成本低。因此，发展草食动物，牧草是最廉价的饲料。

第二节 热带牧草与作物生产

热带牧草在作物生产系统中有重要作用。合理选择热带牧草品种，探索最佳的牧草与作物种植模式，进行间作、轮作，可以提高土地的利用率，促进作物生产的可持续发展。

一、热带牧草在作物生产系统中的作用

1. 增加土壤肥力 豆科牧草可以将土壤深层的钙移至表层，从而使土壤溶液的反应接近于中性，这对根瘤菌的发育十分有利，因为根瘤菌最适宜生活于中性（pH 6.5~7.4）的土壤中，因此，豆科牧草根上能形成大量的根瘤。众多的根瘤菌通过共生作用，吸收并固定空气中游离的氮素，增加土壤的含氮量。豆科牧草生长所需要的氮肥，2/3 是靠根瘤菌从空气中吸收的，只有 1/3 来自土壤。根瘤菌不仅可以提高土壤的氮素含量，而且可以使磷的含量增加。

豆科牧草的根瘤菌犹如生产氮肥的“天然工厂”。据测定，豆科牧草地上部分每生产 3 t 干物质，就可以固定 100 kg 氮素。按目前海南种植豆科牧草最低干物质产量为每 7.5 t/hm² 计，可固定氮素 250 kg，相当于向土壤中施用优质硫酸铵化肥 1 200 kg/hm²。根据广东惠来县土肥站测定，种植柱花草两年后，土壤有机质由 0.42% 增至 0.86%，全氮由 0.049% 增至 0.052%，速效磷由 2 mg/kg 增至 7 mg/kg，速效钾由 17 mg/kg 增至 58 mg/kg。另外，广东省国有黎明农场在橡胶园种植爪哇葛藤的结果表明，土壤肥力明显提高（表 1-1）。

表 1-1 橡胶园种植爪哇葛藤的土壤养分含量比较

项 目	有机质 (%)	全 氮 (%)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH
橡胶带种植爪哇葛藤	1.83	0.076	0.81	35.5	5.6
橡胶带不种爪哇葛藤	1.56	0.055	0.41	34	5.5
种爪哇葛藤比不种爪哇葛藤提高(%)	10.9	16.9	97.5	4.4	

2. 改良土壤结构 热带牧草根系十分发达，主根长，侧根密集，特别是豆科牧草，主根入土深，一般可达 1~3 m。热带牧草的根系在土壤中生长时能产生挤压力量，挤压其旁边的细碎土粒，使其与土壤中的钙结合，有利于形成团粒结构，从而改善土壤结构，使土壤的水、肥、气、热得以协调。

热带牧草作为绿肥、覆盖作物能增加土壤有机质和氮素等养分。其中，有

机质分解之后能产生腐殖质，而腐殖质是高分子化合物，能与土壤中的无机化合物相结合，并使黏土疏松、砂土团聚，形成团粒结构，改善土壤理化性状，从而增强土壤保水、保肥和通气的能力。

热带牧草的茎叶和根系经翻压作绿肥后，能够改善土壤的松紧度和通透性，主要原因是土壤容重变小，孔隙度增加。据马来西亚胶园调查，种植热带牧草的0~15 cm土层中，与其他类型地面覆盖对比，其团粒百分率最高(93.9%)，团粒平均粒径最大(3.78 mm)，容重较低(1.04 g/mL)，总孔隙度较大(60.6%)，渗透度最好(110.7 cm/h)。中国热带农业科学院对胶园绿肥压青的土壤理化性状进行了测定，绿肥压青比不压青的土壤容重降低0.14~0.21 g/mL，总孔隙度增加5.4%~9.8%，饱和水增加10%~14.5%，毛细管水增加2.4%~4.2%，100 g土代换性盐基总量增加2~6.7 mg。福建省农业科学院果树研究所在永春县天马山红壤柑园的试验结果表明，用热带牧草压青的30~60 cm土层土壤容重较对照减少0.11~0.20 g/mL，总孔隙度增加3.90%~8.66%，孔隙度增加8.40%~28.67%。以上例子都说明了在胶园、果园间作热带牧草能改良土壤结构。

3. 降低土壤温度 影响土壤温度的主要热源是太阳辐射。如果种植园地面有了热带牧草作为覆盖作物，就会减少到达土壤表面的辐射量，从而降低土壤温度。根据广东省揭西县测定，种植热带牧草的果园，土壤水分含量为20.6%，不种草的则为13.8%，增加6.8个百分点；有牧草覆盖的土表温度31℃，15 cm土层为28.5℃，25 cm土层为27.6℃，无牧草覆盖的则相应为36℃、30.6℃和29.3℃。可见，种植热带牧草，可使果园土壤温度降低2~4℃。在炎热季节，由于有热带牧草覆盖的土壤温度比裸露地要低，可减缓高温对主作物根系的不良影响。

4. 提供绿肥和饲料 热带牧草作为绿肥、覆盖作物能产生大量的绿色体，这些绿色体含有植物所需要的养分。它们既可以直接作肥料施用，如直接压青、堆肥或沤肥等；又可以作为饲料，通过家畜再转化为肥料。很多热带牧草的茎叶和种子含有丰富的营养物质，并且无毒，适口性好，适宜作家畜饲料，对发展家畜生产起着促进作用。用作饲料的方法有：①刈割鲜茎叶直接喂养；②制备干草或干草粉作为牲畜饲料；③青贮作饲料；④种子作饲料；⑤直接放牧。如海南省三亚市农业局种鸡场在芒果园大量推行果园间种柱花草、象草，既用于芒果园的压青，又作为鸡、猪的青饲料，效果十分显著。

5. 促进主作物生长 在种植园间作热带牧草，为主作物创造一个良好的生态环境，有利于其根、茎、叶、花、果的生长发育，从而促进主作物速生高产。据中国热带农业科学院调查，胶园间种爪哇葛藤等热带豆科牧草，橡胶树

的茎粗比在天然禾本科杂草覆盖的粗 7%~25%，能提早半年至一年达到开割标准。另据中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所调查，在荔枝园间种热研二号柱花草，能促进荔枝生长，增加荔枝树的茎围（表 1-2）。

表 1-2 荔枝园间种热研二号柱花草的效果

项 目	株 高	茎 围
间种热研二号柱花草 (cm)	78	4
对照 (cm)	73	3.1
比对照增加 (%)	6.8	29

二、热带牧草在作物生产系统中的种植模式

1. 方格林（防风林）—天然草地改良或人工种草 可在面积较大的草地上发展林牧结合的人工草场，用于刈割或放牧牛羊。

2. 疏状林或种植园—牧草 如橡胶园、椰子园或油棕园中种植柱花草、银合欢、坚尼草、旗草等热带牧草，可用于养牛、羊。

3. 果树—牧草 如在芒果园、荔枝园种植柱花草、王草，可作为禽畜的青饲料或加工干草粉，还可用来养鱼。

4. 旱稻—牧草 在海南省中部山区，部分农民习惯种旱稻，播种时，混上牧草种子。旱稻收获后，放牧或收割青饲料。

5. 瓜果菜园—热带豆科牧草 生产鲜草或干草，用作饲料。

6. 柱花草—木薯轮作 种植木薯 2~3 年，轮种柱花草一造，利用 3 年，最后一次将柱花草全都犁翻入地下作肥料。

第三节 热带牧草与水土保持

种植牧草是一项见效快、成效显著的水土保持措施，与造林一起称为“生物措施”或“植物措施”，是水土保持的基础措施之一。

一、牧草保持水土的作用

（一）截留降水

热带牧草植被层草体截留降雨，防止雨滴直接击溅地面，保护土壤，减少径流，延缓径流速度，是保持水土的第一道防线。海南省雨季集中，且暴雨多，雨滴直接击溅地面，溅蚀严重。据观测，在东方唐麻园飞播牧场 5 年后，凡有牧草覆盖之处，下大雨时水流清澈，地表冲刷现象少，而没有牧草覆盖处

流水混浊且湍急，地表被冲刷成沟；种草比不种草的地方土壤冲刷减少80%~90%。

牧草、地被植物丛生或匍匐地面生长，枝繁叶茂，能有效地拦截降水。同时枝叶拦截的雨水缓慢下滴或沿枝条往下流，延缓了径流速度，防止或减弱土壤冲刷，有效地保持了土壤。广东省兴宁县水保站径流小区试验结果表明，糖蜜草和松树覆盖小区比裸露的地年径流量分别减少22.0%和3.4%，年侵蚀模数减少99.2%和58.2%（表1-3），当年种植当年覆盖的糖蜜草水土保持效果显著。

表 1-3 不同植被下径流泥沙试验结果

小 区	降水量 (mm)	径流量 (m ³)	径流系 数 (%)	径流模数 (m ³ /hm ²)	土壤流失 量 (kg)	侵蚀模数 (m ³ /km ²)	含沙量 (kg/m ³)	备 注
糖蜜草	326.6	4.512	0.46	150 414	3.6	128.9	0.8	覆盖度 93%
松树	326.6	5.585	0.57	186 175	195.6	6 983.9	34.98	覆盖度 93%
裸露地	326.6	5.783	0.59	192 760	467.5	16 697.0	80.89	

（二）分散、延缓、减弱径流

热带牧草分蘖多，丛状生长，能够有效地分散、延缓、减弱径流。同时，热带牧草根系发达，根系浅而致密，多分布在0~30 cm土层，纵横交织，形成紧密的根网，可以疏松土壤，增加土壤的孔隙度，加大渗透，并抵抗侵蚀，减轻土壤冲刷，是水土保持的第二道防线。地表径流集中是土壤侵蚀的主要动力，土壤侵蚀的强弱决定于径流速度的大小及所具有的能量。牧草不仅分散径流，还能阻截径流，改变径流形态，径流在草丛间迂回曲折流动，使径流由直流变为绕流，增大了流程，延长径流历时，减弱流速，增加了土壤入渗，径流减少，减弱了土壤冲刷能力，减轻了土壤侵蚀。试验结果表明，在种植木薯或旱粮的坡地间作热带牧草或沿等高线建植绿篱后，可有效减少水土流失。种植野花生 (*Arachis pintoi*) 当年比对照减少流失土壤 72.8 t/hm²，次年减少 104.9 t/hm²，分别减少了 85.45% 和 95.28%。种植热研二号柱花草 (*Stylosanthes guianensis* cv. Reyan No. 2) 当年减少流失土壤 48.3 t/hm²，次年减少 78.7 t/hm²，分别比对照减少了 56.69% 和 71.48%；种植香根草 (*Vetiveria zizanioides*) 绿篱，当年减少流失土壤 9.2 t/hm²，次年减少 81.4 t/hm²，分别减少 10.8% 和 73.93%（表1-4）。

表 1-4 中国热带农业科学院水土保持试验结果

小 区	1997 年			1998 年		
	流失干土 (t/hm ²)	比对照减少		流失干土 (t/hm ²)	比对照减少	
		t/hm ²	%		t/hm ²	%
蓝花毛茛豆	28.5	56.7	66.55	15.2	94.9	86.19
铺地木蓝	32.0	53.2	62.44	18.4	91.7	83.29
圆叶决明	50.9	34.3	40.26	62.5	47.6	43.23
野花生	12.4	72.8	85.45	5.2	104.9	95.28
热研 2 号柱花草	36.9	48.3	56.69	31.4	78.7	71.48
黄花灰叶豆	46.7	38.5	45.19	13.0	97.1	88.19
卵叶山蚂蝗	47.8	37.4	32.90	44.9	65.2	59.22
香根草	76.0	9.2	10.80	28.7	81.4	73.93
臂形草	63.7	21.5	25.23			
王草				39.4	70.7	64.21
甘蔗				35.0	75.1	68.21
对照	85.2			110.1		

(三) 提高土壤渗透率, 减少地表径流

水土流失的动力是超渗径流, 土壤渗透率增大, 地面径流减少, 水土流失相应减弱。牧草枯枝落叶所形成的土壤腐殖质与土壤相结合, 可形成良好的水稳性团粒结构, 土壤容重变小, 增加土壤非毛细管孔隙, 提高土壤的透水性。据报道, 林地土壤透水性比植被稀疏的荒地高 35.5%, 土壤入渗率提高 14.9%~48.9%, 林草地土壤含水量等于荒地土壤含水量的 2~3 倍。采用条带式改良草地和天然草地相比较, 改良草地比天然草地地表径流量平均减少了 9.30m³/hm², 径流平均减少 13.4%; 土壤冲刷量平均减少 8.55 t/hm², 平均减少了 28.08% (表 1-5)。

表 1-5 改良草地和天然草地的地表径流量和土壤冲刷量

草地类型	坡 度	径流量 (m ³ /hm ²)	土壤冲刷 (t/hm ²)
改良草地	23.5°	52.35	14.25
	31.2°	62.10	22.95
	30.3°	70.20	28.50
	平均 28.37°	61.50	21.90

(续)

草地类型	坡 度	径流量 (m^3/hm^2)	土壤冲刷 (t/hm^2)
天然草地	23.7°	62.25	21.30
	32.9°	71.85	31.95
	39.5°	78.15	38.10
	平均 32.03°	70.80	30.45

二、牧草保持水土的特点

牧草形成土壤保护防线,可有效地保持水土。与造林相比,种植牧草在保持水土方面有以下几个方面的特点。

1. 牧草生长迅速,见效快 一般播种后当年或次年即可获保土蓄水的功效,而且在水土流失最严重的雨季,生长最快,作用最大。如播种柱花草(*Stylosanthes* spp.)、臂形草(*Brachiaria* spp.)一般7~15 d即可发芽,2~3个月即可完全覆盖地面,有效地保持水土。而林木则生长较慢,见效较迟,一般栽培3~5年方可奏效。

2. 牧草种植密度大,植株稠密 牧草的播种密度一般为75万~750万株/ hm^2 ,每平方米有100~800枝(条)。而林木的种植密度为:乔木为3400~4500株/ hm^2 ,灌木约为15000株/ hm^2 。因此种植牧草后,其间土地裸露面积小,初期效益极大;而林木间土地裸露面积大,初期效益较小。如柱花草一般播种量为7.5~15 kg/ hm^2 ,每公顷播种350万~495万粒,每平方米350~500粒,种子发芽率按80%计,每平方米约有280~400棵苗,在建植之初的2~3个月内即可形成高20~30 cm的草层;臂形草建植6~12个月内每平方米有200~400枝条(分蘖)覆盖地表,可有效地保持水土;牧草的根系也能起到保土效果(表1-6)。

表 1-6 象草根量、根密度与保土效果

土层深度 (cm)	根量 (kg/ hm^2)		根系密度 (cm/ cm^3)		截获表土 (t/ hm^2 , 6个月)	
	象草	壮丽草	象草	壮丽草	象草	壮丽草
0~10	3 560	1 120	23.0	5.04	96±31	60±30
10~20	2 770	1 330	14.8	4.23		
20~40	1 610	1 210	5.74	2.26		
40~80	1 360	590	2.97	0.65		
平均			11.6	3.04		
总量	9 300	4 250				