

粮农组织
农业栽培文集

42

禾本科牧草

中国
农业科技出版社
北京 1988



联合国
粮食及农业组织

禾本科牧草

作者：R. O. 怀特
T. R. G. 莫伊尔
J. P. 库珀

粮农组织植物生产及保护司

粮农组织
农业研究文集
42

中 国
农业科技出版社
北京 1988



联 合 国
粮食及农业组织

禾本科牧草

责任编辑 段道怀

中国农业科技出版社出版 (北京海淀区白石桥路30号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国农业科学院区划所印刷组印刷

开本: 850 × 1168毫米 1/32 印张 11.4 字数467 千字

1988年8月第一版 1988年8月第一次印刷

印数: 1—3000 定价: 19.00元

ISBN 7-80026-092-5/S 62

前 言

本书对旱地和灌溉农业中栽培牧草的适应性、管理、改良和利用从全球的角度进行评述。它是根据世界各地的技术人员提供的资料（通过或者直接由各国的粮农组织国家委员会和农业部提供）、较近的文献和本书各位作者个人的经验编写成的。

由于大力协作提供原始材料和校对各章初稿的技术人员人数很多，在此不可能列出一份协助者的名单。本组织和本书各位作者谨对所有协助本书编写工作的人员表示衷心的感谢。

三位作者负主要编写责任的各章如下：R·O·怀特，第1、2、3、10和12章；T·R·G·莫伊尔，第4、5、6、7、8、9、11章和第三部分；J·P·库珀，第13、14和15章。

本书第三部分使用的术语，由英格兰皇家植物园（萨里，基乌）C·E·哈伯德先生作校对。

目 录

第一部分 禾本科牧草的农艺学

	页 数
第一章 序 言	3
第二章 经济利益和估价	7
牧草栽培的经济学	9
农场规划	20
第三章 限制种草业发展的因素	22
第四章 牧草和土壤肥力	27
温带地区土壤肥力的保持	31
亚热带地区土壤肥力的保持	37
热带地区土壤肥力的保持	44
第五章 人工牧草和饲草的培育及早期管理	52
整 地	52
播种和种植	59
第一个季节内的管理工作	66
第六章 栽培牧草和饲草的管理和利用	67
影响管理的因素	68
指导管理的原则	69
放牧的管理	72
制作干草的处理	76
青贮料和禾本科牧草干燥的处理	78
对热带和亚热带牧场和青刈牧草的管理	80
永久性草地的更新	80
第七章 粪便和尿及人造肥料在栽培草场上的使用	81
放牧草场上养分的循环	84

放牧的禾本科牧草/豆科牧草草场的施肥	90
放牧的纯禾本科牧草草地的施肥	94
对刈割条件下草地的施肥	97
第八章 灌溉牧草与饲草及其管理	102
灌溉牧草和饲料作物与畜牧生产制度的关系	102
灌溉草场的管理	110
灌溉草场需水量	113
第九章 热带地区牧草和饲草的饲用价值	118
热带天然草地利用所存在的问题	120
热带地区人工草场的饲用价值	125
热带牧草和饲草中的矿物质和维生素缺乏问题	134
第十章 种子的生产与分配	136
生产、消费和需求	136
种子生产的农艺学	139
隔离	141
播种量	142
产量	143
热带牧草	143
品种鉴定	145
牧草种子鉴定标准	149
营养繁殖的牧草的鉴定标准	152
种子质量	153
种子生产者协会	154
种子的供销	155
第十一章 草原研究的程序与设计	158
作物引进	160
对引进的和本地的植物材料及新培育品系的测定和评定	161
种子生产	162
培植的方法	162
对不同管理和使用制度下牧草和饲料作物产量和饲用价值的评价	163

附 件

1. 植物引种和测定	173
2. 草原研究项目的简单试验设计	176
3. 轮作试验的实验设计	182

第二部分 禾本科牧草的生态学

第十二章 生态与生物的关系	189
---------------	-----

禾本科各属在全球的分布情况	189
气候的生态学与农艺学分类	197

第十三章 生理学和地方适应性	208
----------------	-----

发 芽	208
营养生长	209
生长习性	212
根部生长	214
根部生长的季节性周期	216
对放牧和刈割的反应	217
繁殖发育	219
对昼长的反应	220
冬季要求	223
品系内的遗传变异	224

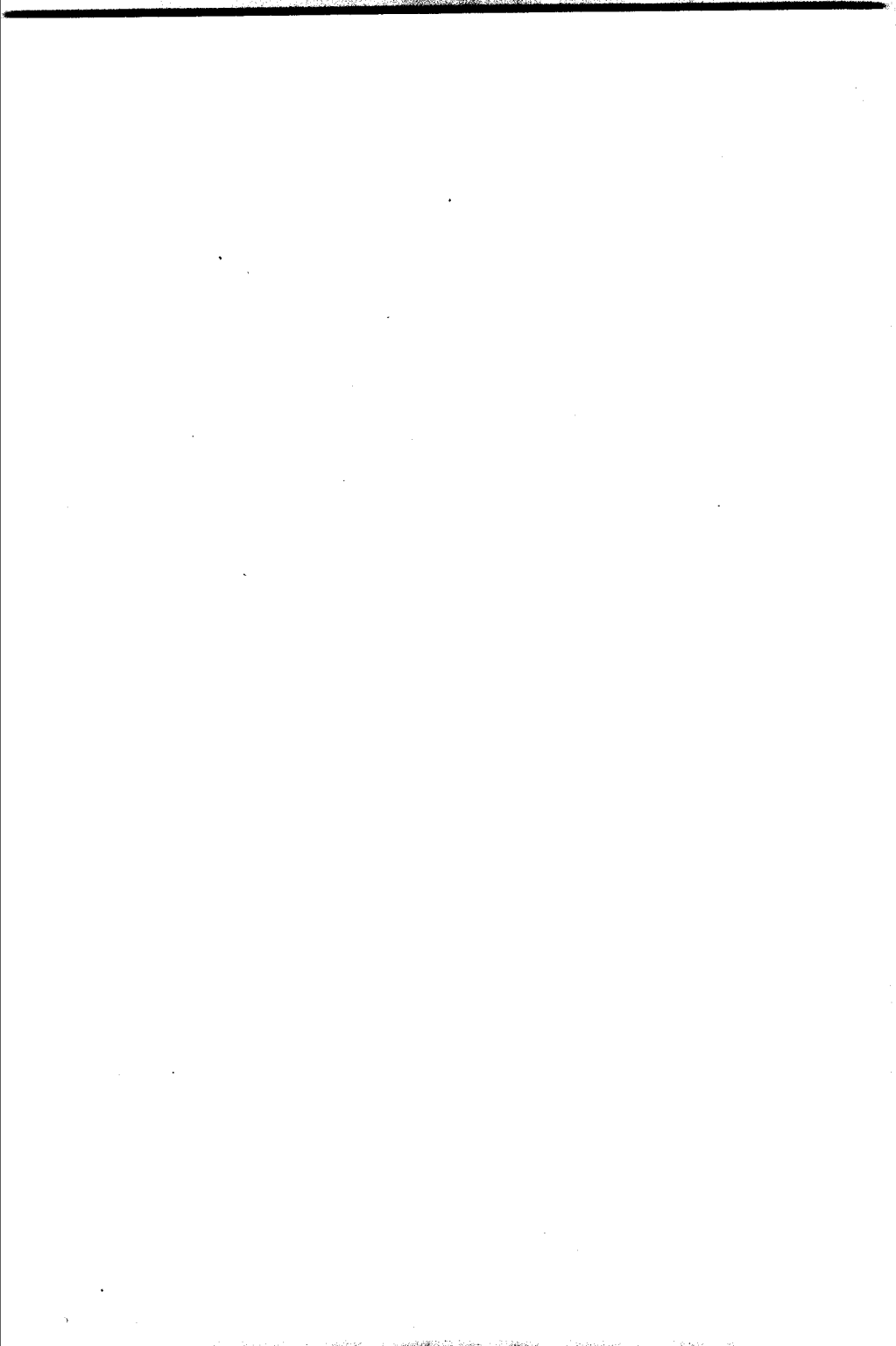
第十四章 植物的引种、选择和育种	226
------------------	-----

收集材料	226
同源的农业气候区	228
禾草区域	229
发展中心	229
采集技术	230
亲本选择	232
后裔测定	235
建立系圃	240
品系评定	242
种子繁殖	243
结 论	245

第十五章 与育种方法有关的细胞学	246
多倍性	246
和间杂交	252
第三部分 禾本科牧草的属和种	
分布、农业价值和农艺学	259
本书引用的文献及供进一步查阅的参考书	331
文献书目汇编	354
索 引	359
原书主题索引	359
植物学名称索引	365
换算系数	371

第一部分

禾本科牧草的农艺学



第一章 序 言

本书论述了栽培禾本科草在农业中的作用,它的编写与以前出版的粮农组织农业研究文集(21)《豆科作物在农业中的作用》在方法上是相同的。作者不打算把它作为这方面题目的一本教科书,而是阐明目前牧草专家关心的一些问题以及为克服这些问题而采取的方法,来激发大家的讨论和进一步的探讨。正如关于对豆科作物的论述一样,本书力求兼顾一方面关于农艺和实践的问题,另一方面关于植物地理学、生物学、遗传学和细胞学等更具学术性的问题;同样有专门一部分非常简单地介绍了许多具有现实或潜在经济意义的禾本科草种属的分布、适应性和利用情况,尤其是在栽培条件下的情况。由于缺乏充分的资料,在这个时候不可能对粮农组织主要关心的世界热带和亚热带区域各个国家的情况进行评论。

正如禾本科草类在可能的情况下应与豆科植物一起栽培一样,本书在许多情况下不可能(实际上也不便于)把牧草孤立地指只由禾本科的草类组成的牧草和饲料作物,而是指禾草类和豆类的混合物,这在这种或那种形式上无可非议地是每个牧草技术员和草场经营者的目标。

牧草专家,不管是技术人员、推广人员或是种草农民,都认为自己从事着高尚的职业;他们坚定地相信,一个关心牧草发展的国家是一个健全的国家,他的作物在农业中和整个土地利用中是一种关键的作物。牧草(还是广义上的豆草混合物)为牲畜提供了既富有营养而又有经济效益的理想食物。把牧草纳入耕作制度,能在最大程度上为生产单位所在地区和国家提供一种稳定的经济效益。最适当地把牧草纳入耕地作物的轮作,不仅能使生产和终产品充分多样化,而且还能改善土壤结构、保持水分、抗表土侵蚀和提高生产率。

我们在本书中指出,要从其栽培中获得最大的收益,牧草是最难以适当种植和管理的作物之一。长期以来,牧草是农业研究中的灰姑娘*,很少有人重视这种作物对一个国家的健全发展和生产率的重要贡献。在过去二三十年间许多国家大力开展了研究,结果几乎可以使人得出这样的结论:就湿润温带地区的草原农艺学而言,可供了解的东西不是太多了。草原农艺学未来的重大发展可能出现在热带和亚热带地区,这些地区看来具有巨大的潜力,单是在管理和施肥上作些调整,就可能使单位产量成倍、双倍或三倍地提高。草原农艺学,或有的人喜欢称为草原学,似乎在湿润温带一些较发达国家中已走到了十字路口。今后似乎一方面只是加强推广工作,在具体耕作

* 童话中的人物,日与煤渣为伴的美丽姑娘;后忽得仙姑的帮助成为王子的爱人。

条件下应用已知的技术。另一方面转向许多更带有学术性的领域，这种研究将为更好地了解田间牧草作物的表现，提供生理学、遗传学或其他方面的基础。

与当代作物农艺学和生产方面的许多其它分科一样，可以有把握地说，对于在广泛生态条件下的牧草种植，我们掌握了适于栽培的种类和种植的方法。但牧草技术人员正日益遭受挫折，他们不得不正视这样的现实：由于一系列的经济、社会、政治和宗教的因素，使得进一步扩大栽培牧草的面积受到限制（如果不是实际上不可能的话）。在粮农组织从事草原和饲料作物开发工作的大多数国家中，这些因素的作用是错综复杂的。这项工作未来的发展，取决于乡村社会学家或政治家为牧草的栽培所创造的经济和社会环境条件。

在每一个地方，农民都是讲求实际和保守的实干家，尤其是在粮农组织主要工作的一些区域，他们理所当然地必需首先考虑家里的吃饭问题，生产直接食用的谷物和豆类。如果这些人要在他们的耕作制度中引入一种其它的作物生产，即使只不过是一种在六至八周内就可收获的饲料豆类，他们也必需对这种活动的经济价值有把握。牧草推广工作者，对于种草所能获得的收益迫切需要更多的了解：豆草作物本身的经济效益、对于提高其它作物产量和农田整个生产率的作用。在实行草原和饲料作物开发的所有国家中，需要有第二章所述类型的更多的资料，来说明牧草专家对于他的作物的极其坚定的信念是否完全有道理。

在讨论任何特定国家或地区扩大人工草场或栽培饲料作物耕种面积时，应该对总的目标、天然草场及人工草场和饲料作物在总的土地利用计划中的位置有更广泛的认识。许多国家目前是处于以下状况：耕地缺乏通过栽培牧草和饲料作物，特别是以放牧或喂养这种优质饲料的牲畜的粪便来恢复土地肥力。天然牧场，不管它们是由禾本科草类或是由半干旱灌木干草草原作物组成，在大多数情况下载畜量过大，大大超出为获得天然草本植物的最高产量和质量及涵养水土所要求的最佳载畜量。森林牧场的情况总的来说也是同样糟糕（如果不是更坏的话），这类土地很难用于生产木材和薪材等初级产品，也很难在流域地区较大范围内发挥保持水土的更重要的作用。在天然牧场和森林牧场，放牧的牲畜的粪便散布面很广，对于提高土地肥力的作用很小。

面对这种形势，总的目标应是什么呢？当然，要尽可能解除对以林业生产为主要目标的土地类型的过牧压力，还要把天然牧场上超载的牲畜转移到耕地上来，减轻牧场压力。这种转移不仅涉及到在现有安排欠妥的作物轮作中采用恢复肥力的休闲，而且要使牲畜的粪便充分集中到耕地上，这些珍贵的物质连同豆科牧草和饲料作物，能对提高土壤肥力起很大作用。也许我们在某一章的标题中使用“粪便”的字眼有点粗俗不雅，但这是为了强调这些产品在整个耕作系统和特别是草场管理中的重要作用。它们当然是英国式的“耕牧轮作”的基础，即播种在高肥力条件下生长快的良种牧草并

在这种高产的豆草混种地上放牧牲畜，直接通过作物本身或通过放牧的牲畜来提高土壤肥力，并利于轮作中的其它作物。对此，认识到这一点是有意义的：牲畜啃食豆类植物丰富的牧草而产生的粪便比豆类植物本身的根能给土壤带来更多的氮素。

在制定牧草和饲料作物发展计划时，重要的是也要考虑作物/土壤/牲畜综合系统中的第三个环节，即放牧的牲畜或饲喂新鲜或贮存饲料的舍饲牲畜。为了突出说明问题，我们在本书中反复谈到，牲畜必须是这样的一种类型和具有这样的品质：由于在种植牧草和饲料作物中大量的投资、规划工作和劳力投入，应从这些牲畜中可取得更多的报酬。

问题到此远未完结。牧草农艺学家需从畜牧人员那里更清楚地了解需要什么类型的牧草或饲草来使牲畜保持优良的品质，达到最佳的营养状况和生产水平。牧草农艺学家认识到，过去几十年中使用的饲养标准，现在看来是有很多问题的，特别是在热带和亚热带地区。因此就产生了这样的问题：畜牧人员实际上要求以什么来满足其各种牲畜的需求（不管这些牲畜是奶牛、肉牛、骆驼、绵羊还是山羊）？什么样的季节性供应差异是牲畜所能忍受的？牧草农艺学家发现目前的情况有些模糊不清和混乱，因此不能单纯责怪他们在处理牧草和饲草问题中未充分考虑牲畜的需求及现存或今后有关的畜牧业的类型。另一方面，畜牧人员盲目培育和引进优势牲畜或毫无目的地使它们长得健壮，而没有至少同等重视饲料的供应，这同样是值得责怪的。在许多国家中，人们毫无意义地医治患恶性疾病的牲畜，以使它们在慢性饥饿中拖延更长的时间才死亡。

牧草和饲料作物的农艺学家应能回答这样的问题：对于特定的生产单位和地区，能够生产出多少牧草和饲料作物？它们的类型和质量如何？为提供这种饲料需要在当地的土地利用和耕作方法上作出什么调整？目前有一个正在执行的牛奶生产项目，它的成功不在于乳用品种的培育或健康状况，而是在一个农户土地很小而且农民对饲料作物生产没有经验或兴趣的农业地区，能找到 50 000 英亩土地来种植饲料作物。这里本来在若干年前就应该开始农场的规划和发展饲料作物，而不应该等到牛奶加工厂正在安装的时候才开始。

在涉及全球性问题的书刊中，很难对诸如栽培牧草和饲草的培育、早期和后期的管理及其利用等一类实际问题进行概括，而只能试图阐明一些基本的原则和方法。对于有灌溉的牧草和饲草，问题简单一些，因为良好的供水可使这些作物的培育和管理在大多数纬度条件下有一定的保障。

牧草和饲草作物的饲养价值是一个很大的题目，对此迫切需要以现代的观点进行全面的论述。我们在这里只涉及主要在热带和亚热带出现的一些问题。热带牧草的蛋白质含量之低是众所周知的，除非大量施用化肥、农家肥或牛粪，否则在最佳生长期

同蛋白质含量也很低。在季风雨热带条件下，它们在一年当中的大部分时间内只稍优于谷类秸秆。农艺学家还需要从动物营养学家那里得到更多的指导：各种热带和亚热带的牲畜所需要的可消化营养素或蛋白质的总量是多少？热带品种对蛋白质的需求量。是否如在印度进行的工作所表明的会比欧洲品种低百分之二十五？澳大利亚的研究成果能够在多大程度上加以普遍应用？喂饲很少量的蛋白质补充饲料（如苜蓿叶粉）能否改善亚热带低质干旱草地的利用价值？在同一生产单位内，天然草场的面积与相邻的栽培饲料作物的面积应是什么样的比例，才能使肉牛生活重获得经济增长、有合理的产犊率和提供一种适于饲养小牛的作物（在南罗得西亚的马托波斯草原研究站，每600英亩天然灌木牧草，种50英亩旱地饲料作物；在孟买邦的蒂格尔地区，这种比例为200英亩森林牧草作物，100英亩天然干草和50英亩灌溉作物）。

本书第一部分关于农艺方面的实际讨论引出两个主要的问题：(1)在美国、南罗得西亚和南非大力推行的一类农场企业规划中牧草和饲料作物生产所处的位置，(2)为了弄清在各种条件下采用什么样相应的牧场管理方法，对试验计划和试验本身所作的设计。在第二个题目下，我们初步指出了可能采取的途径，从最简单的作物观察区到最复杂的试验设计，以畜产品表示牧草的产量。当然，对于这些复杂类型的试验，必须从试验设计专家那里获得咨询。粮农组织的另一份出版物（Maxwell Davies, 1957）列举了更多的事例。

本书的第二部分阐述禾本科牧草作物的生物学特性。我们感到，有必要在这一部分的开头，对目前为分析这些作物在天然生长和栽培条件下的生物气候环境所作的一些尝试进行评述。这涉及到绘制禾本科主要属类分布图的一些现代化工作。我们接着分析禾本科草类的生理学和对环境的适应性（不管它们是作为栽培还是繁育的作物），并对一些常见禾本科草类根据其分布区进行初步分类。

禾本科草类在栽培条件下的性状和表现，归根结蒂必须与其形态学和生理学，也许特别必须与其叶原基和花原基的性质和出现时间联系起来。除了在本书中所作的论述外，英格兰草原研究所对禾本科草类的形态学和生理学开展了重要的研究工作，发现也许并不存在多年生禾本科草这种东西，禾本科类植物的一生中不断更生分蘖，多年生草可能只不过是生长期短的植物的一种衍生（一年生或更短生长期禾本科草类的分蘖）。Scott（1957）提交给第七届国际草原会议的报告，把南非的牧草管理同它们各自生长点的形态学和生理学联系起来。过去二十年中在南非进行的研究，提供了关于草原研究不同方面的大量资料，但这主要是以经验式的工作为根据的。由于禾本科牧草的适口性的差异导致动物选择性的啃食，要把有关管理的原则实际应用成酸性或混杂的草原地区，还存在一定的困难。Scott根据对实验中出现的不同现象的观察（高度和落叶密度、落叶后芽的萌发和根生长的停止），提出对拔节期的研究可能

为正确的草原管理提供部分答案。这种研究的结果可能说明，为了促进原基的发育和节间的伸延，应在什么时候让较理想的禾草类安定生长，反之，为了消灭或大量破坏正在发育的原基，应在什么时候对不理想的禾草类进行刈割或让牲畜大量啃食。

就种植禾本科牧草而言，温带地区的技术人员对适宜作牧草、牧草/干草和干草生产的数量较少的品种已有了一致的看法。现在考虑在热带和亚热带地区具有作为牧草或饲料作物生产潜在价值的禾本科草类种属的数量仍然过多。本书第三部分谈到的种属范围较广的选择，也许随着更多的研究成果的出现而缩小范围。可以预期，今后对热带和亚热带禾本科类植物的考察，最有价值的是致力于采集各个热带和亚热带品种现存广泛的生态型和生长形式，而不是引入更多据认为经济价值不大的禾本科草类种属。

热带和亚热带地区的工作人员将逐步达到对其植物材料进行大量筛选的阶段，即使他们缺乏设施或也许不需要进行本书所述的较复杂的育种计划。接着便是种子繁育、鉴定和分配的阶段，如果能使禾本科草类在新的推广区的农业发展中发挥适当的作用的话，技术人员和种子贸易行业的成员必须对这一阶段的工作给予更多的注意。

第二章 经济利益和估价

推崇种草的人多年来一直强调这样的事实：对农业这一分部门的重视，能够为提高农业总产量，改善土地利用和整个国家经济作出极大贡献。虽然要找出适当的经济指标来支持这种论点有些困难，但尤其是在欠发达国家中，这方面的言论无疑在很大程度上是正确的，特别是在一种兴旺的畜牧业对农业经济能作出重要贡献的温带地区。把这种理论应用于热带和亚热带国家（这些国家存在由众多的农业人口生产直接供人消费的食品的严重问题），则需要进一步研究。例如，引进改良的轮牧制度，毫无疑问，在印度将对改良动物营养、土壤结构和肥力、提高耕地作物的产量以及水土保持有很大的作用。但在同时，在个体农户经营土地面积这么小的情况下如何取得这些成效却很难预见。牧草栽培和轮牧方面的限制因素在第三章讨论。

Stapledon William Davies 和其他英国专家的著作早已强调了英国农业中农牧轮作的优越性，Carson 在美国做了大量工作来促使人们“认识草地的价值”。Griffiths Davies 大力强调，澳大利亚任何时候都要努力来保持一种以畜牧为基础的农业的必要性。澳大利亚农业科学学院院长就职演说（Griffiths Davies, 1952）的四个结论是：

- (1) 牧草提供了澳大利亚净产值的近三分之一，初级产业部门收入的三分之二是

从牧草得到的。

- (2) 发掘澳大利亚农业经济发展潜力的唯一途径，是通过在放牧牲畜的草场上利用合适的豆类禾本科草类。具有中等良好降雨量的地区，到目前为止大约有五分之一已被开发。林地也将作出重要的贡献，特别是在降雨量高的沿海地区。
- (3) 如果不与牧草轮作，要在目前种植作物的三千万英亩土地上保持谷物生产是不可能的，单纯种小麦的农场要么是失收，要么变成主要是饲养绵羊的农场。扩大谷物生产，必须是在能够通过发展牧草来提高土壤肥力的降雨量高的地区。
- (4) 澳大利亚必须理智地和积极地保持一种牧业式的农业。牲畜，特别是牛和绵羊，必须永远在澳大利亚的农业中保持突出的位置，这些牲畜主要必须以豆草混合牧草来饲养。如果不能做到这一点，结果将是灾难性的：土地变得没有价值、土壤受到侵蚀、乡村人民的生活水平降低。

在对作为栽培牧草或作为耕地粗饲作物的禾本科草的栽培（在可能情况下包括与其一起栽培的豆类）的经济效益进行计算和估价时，需要考虑许多因素，包括这些作物对于下述各方面的作用：

- 改善牲畜的饲养；
- 提高土壤肥力和作物生产率；
- 水土保持；
- 建立轮作制度；
- 稳定的农作制度；
- 最终产品的多样化。

人们必须考虑的与此有关的因素是牧场改良的经济性；开垦土地及牧草和饲料作物培育的成本；改良永久性牧场的成本与建立临时性的农牧轮作制或采用其它的补播方法的成本的比较；不同的作物和饲养方法对于动物营养经济的相对优越性；最后是把牲畜赶到牧场放牧与刈割并把牧草运来饲养牲畜二者之间的选择。

豆草混播的草场以及种植单一或混种的饲料作物（作为青饲料或贮存饲料）显然极大地有利于牲畜营养的平衡。为了使投资及作物的栽培、管理和收割的成本得到充分的收益，需要有高产型的牲畜品种。对此，需要确定从牛奶、牛肉、黄油、羊毛以及羊奶一类产品是否获得充分的收益，使得以人工草场或饲料作物来生产一种优质产品的开支能合算。在较好的土壤、气候和作物生长条件下，有些产品能满足这种要求。而其它一些产品在永久性牧场、开闢草地或半荒漠牧场生产可能更为经济，这些地方需要有最低限度的经费来使植被保持最佳状况。

人工草场和饲料作物不仅可以增加单位产量，而且从总的来说，还可以增加季节性获得营养丰富的放牧资源或粗饲料。从而使许多地区动物的生理学和繁育习性摆脱受自然植被生产循环支配的原始状态，并达到在整年中营养较为均衡的条件。通过特定生态条件下的牧草和粗饲料作物生产安排提供各种类型的饲料，达到在整年对放牧和粗饲料供应进行规划。这种时间安排是一定期限的放牧结合舍饲或人工喂青贮饲料或精饲料，目的是根据牲畜的生长和繁殖周期，提供合理平衡的蛋白质、碳水化合物和其它养分。

牧草栽培的经济学

英 国

由于本书所涉及的气候和经济条件的巨大差异，在对种草的经济性进行评论时，只能阐述一些一般的原理，并指出需要收集和考虑的资料的类型。英格兰和威尔士农业部的一些地方农业经济学家以及帝国化学工业公司的专家作了许多研究。一九四八年，Pettit 和 Clark 研究了英国五十七个农场的情况，特别探讨了草的生产和保护的经济学问题。原先所发表的有关记录和分析资料的方法值得一提，这里将指出一些要点，然而需要强调的是自一九四八年以来的成本结构已有了很大的变化。

每个农场的资料是以52周的时期为记录的（包括一九四八年夏天）。每个农场的平均面积是212英亩，不包括粪肥，平均施肥量是每英亩施 N 210磅， P_2O_5 31.2磅， K_2O 10.4磅，每英亩地的肥料费用是：一年草地平均32先令，三年草地34先令，更多年的草地21先令。一年草地每英亩的总费用高，因为要负担草场培育的全部费用。三年草地管理较为精细，所需费用几乎比更多年的草地高三分之一。生产供一头奶牛放牧一天的草料的平均费用是7.9便士，各个农场从3.2便士到14.7便士不等。干草是主要的调制产品，低产的干草每吨的成本高。从三年草地收割的青贮料看，有八个农场每英亩产量6立方码以下，每立方码成本28先令，有十个农场每英亩6立方码以上，每立方码成本17先令。

一种以淀粉当量作为估价成本的有效产量的方法，在24个农场中每英亩草地的淀粉当量为14.4英担，其中9.7英担是放牧的，其余为贮存饲料。Pettit 和 Clark 还以每吨淀粉当量和蛋白质当量的英镑数来比较干草、青贮饲料和奶牛饼块饲料的成本。这些数字突出说明发展放牧、干草以及在最大限度上发展青贮饲料在经济上的重要意义。冬天饲养的每头奶牛的牛奶产量高于夏天饲养的产量，冬天饲养的每头奶牛牛奶总产量成本大约比夏天高10英镑或17%。每头奶牛牛奶产量的差异基本上抵消了这一成本，因此从冬天饲养的奶牛获得的利润大大高于夏天饲养的奶牛。