

高等学校教材

草资源学

CAOZIYUANXUE

解新明 编著

华南理工大学出版社

高等学校教材

草 资 源 学

解新明 编著

华南理工大学出版社

· 广州 ·

内 容 简 介

全书共分7章,内容涉及草资源的概念,中国草资源的研究历史、类型划分及区系组成,牧草及草坪草资源的评价与保护,禾本科、豆科、莎草科及其他科杂类草资源的识别要点、分布、品质特性和经济用途等。本教材共收录禾本科资源92属、99种,豆科54属、58种,莎草科12属、12种,菊科28属、30种,藜科14属、14种,蓼科6属、6种,苋科5属、5种,百合科7属、7种,合计229属、242种。全书内容新颖、完整,图文并茂,是国内第一部以介绍草本植物为主体的资源学教材。

本书可作为农林类院校畜牧学、草业科学类各专业的教材,也是各高等院校植物学专业的重要参考资料,亦可供从事植物学及农牧业科学研究的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

草资源学/解新明编著. —广州:华南理工大学出版社, 2009. 7
ISBN 978-7-5623-3175-9

I. 草… II. 解… III. 草原资源—中国—教材 IV. F812.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第086026号

总发行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学17号楼,邮编510640)

营销部电话:020-22236378 22236185 87111048(传真)

E-mail: z2cb@scut.edu.cn http://www.scutpress.com.cn

责任编辑:孟宪忠

印刷者:佛山市浩文彩色印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:17.75 字数:454千

版次:2009年7月第1版 2009年7月第1次印刷

印数:1~2000册

定价:29.00元

版权所有 盗版必究

前言

中国幅员辽阔，地域广大，地形地貌复杂，生态环境多样，草地类型丰富，孕育了多种多样的各类草种资源，包括牧草、草坪草、药草、观赏草、植被恢复和环境污染治理用草本植物，乃至有相应应用价值的小灌木、灌木、藤本、小乔木等。就中国的饲用植物而言，涉及的植物种类多达5门、246科、1545属、6704种。但对人类影响最大、经济价值最高、且具有重要生态学和遗传学价值的草资源则主要集中在禾本科和豆科中，其次为莎草科、菊科、藜科、百合科、蔷薇科、十字花科、蓼科、伞形科、唇形科和石竹科等。

草资源是草地生态系统中植物群落的主体，是初级生产者，可不断地生长、繁殖和更新，具有再利用的特点。可通过家畜、家禽转化成畜禽产品，来满足人类物质生活的需要，是发展畜牧业的基础。草资源中蕴藏着丰富的优良抗逆性基因，是人类引种驯化和培育优良品种的天然基因库，可为一些作物提供有用的抗逆基因。在实施可持续发展的战略中，草资源也具有不可替代的作用，如水土保持、污水治理、路坡边坡绿化、采石矿及金属矿尾矿的植被恢复，都离不开草资源的参与。随着物质文明的提高，人类的精神需求也日益提高。草地度假旅游，居所环境绿化、美化，高尔夫球场、滑草场、足球场、跑马场等运动场所都离不开美观优质的草种资源。可见，草资源对人类的生产和生活具有重要影响。

然而，许多人对这些资源知之甚少，甚至是草业科学专业的学生也不甚了解，或者仅知道为数不多的一些常用的草种。在中国的传统文化中也往往对草类植物存在一些错误的认识，在许多文学词汇中赋予“草”以贬义，用来形容那些粗糙、低俗，甚至被鄙视、践踏的人、事和行为，如“草稿”“草图”“草案”“草拟”“草略”“草包”“草寇”“草民”“草贼”“草莽”“草窃”“草鄙”“草率行事”“草菅人命”“草草了事”“草台班子”，等等，在许多情况下还要“斩草除根”，并视草地为荒野之地。因此，作为草业科学专业的学生应该、也必须了解草资源对人类的重要性，了解主要草资源的种类、分布、品质特性和经济用途。中国工程院院士任继周教授曾在《草业科学》(2006年)撰文指出：“我们热切盼望饲用植物的新人茁壮成长。不幸的是在我国出现了横扫一切的‘高新’之风，属于‘非高新技术’的植物分类学于是难得立锥之地。分类学家中的年长者在萎缩中不断谢世，中年者在无奈中

——退休，青年者则另寻门路，纷纷转向、改行。现在植物分类和饲用植物分类不是青黄不接，而是完全断档了。一旦我们失去了从植物外形来认识植物的本领，以后我们来到草原上怎么工作？失去了植物分类，无异斩断了饲用植物的命脉。我们呼吁，我国各级有关领导，各个草业科学院所，力所能及地分出一点滋养，救救植物分类学的教学和研究，千万别再回到‘本草’时代去了。”任继周院士的担心不无道理，情况岌岌可危。所以在草业科学专业开设这样的课程是相当必要的，出版相应的教材也势在必行。

本教材共7章23节，内容涉及草资源的概念，中国草资源的研究历史、类型划分及区系组成，草资源的评价与保护，禾本科、豆科、莎草科及其他科杂类草资源的识别要点、分布、品质特性和经济用途。

本教材各科的分类系统均与《中国植物志》相一致，并采用其中部分插图作为本书的附图，在此一并致谢。同时也感谢国家自然科学基金项目(30671489)对本教材出版的大力资助。

华南农业大学 解新明
2009年3月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 草资源的概念	1
1.2 草资源的经济、社会和生态价值	1
1.2.1 草资源的战略意义	1
1.2.1.1 发展草食家畜的重要饲料来源	1
1.2.1.2 生物多样性及优良抗性基因的主要基因库	2
1.2.1.3 促进边疆少数民族地区经济振兴的基础资源	2
1.2.1.4 发展多种经济的原材料资源	2
1.2.1.5 改善人民膳食结构、提高生活质量的基础资源	2
1.2.1.6 保护生态环境的绿色卫士	3
1.2.2 草资源与其他资源的关系	4
1.2.2.1 草资源与水资源	4
1.2.2.2 草资源与土壤资源	4
1.2.2.3 草资源与作物资源	4
1.2.2.4 草资源与林木资源	5
1.2.2.5 草资源与旅游资源	5
1.3 中国草资源的研究简史	5
1.3.1 从远古到新青铜时代	5
1.3.2 中国古代草资源学知识的积累	6
1.3.3 中国近现代草资源研究的发展历程	8
1.3.3.1 欧美等国对中国草资源的调查研究	8
1.3.3.2 日本对中国草资源的调查研究	9
1.3.3.3 中国学者对中国草资源的研究	9
1.4 草资源学及其研究内容	11
1.4.1 搜集	11
1.4.2 保存和保护	12
1.4.3 研究	12
1.4.4 创新	12
1.4.5 利用	12
第2章 草资源及其区系组成	13
2.1 草资源的自然属性	13
2.1.1 生长繁育的可再生性	13

2.1.2	生产利用的可培育性	13
2.1.3	地理分布的区域性和有序性	13
2.1.4	经济用途的多样性	14
2.2	草资源的类型划分	14
2.2.1	依据用途分类	14
2.2.1.1	牧草 (forage)	14
2.2.1.2	草坪草 (turfgrass)	14
2.2.1.3	环境用草 (environment grass)	14
2.2.2	依据来源和利用方式分类	16
2.2.2.1	野生类型 (wild type)	16
2.2.2.2	栽培类型 (cultivated type)	16
2.2.2.3	逸生类型 (escape type)	16
2.2.3	依据植物分类系统的分类	17
2.2.4	依据生活型的分类	17
2.3	中国草资源的区系组成	18
2.3.1	中国草资源的区系成分	18
2.3.2	中国草资源的地理成分	20
2.3.2.1	世界分布种	20
2.3.2.2	泛热带分布种	20
2.3.2.3	旧世界热带分布种	20
2.3.2.4	热带亚洲至热带大洋洲分布种	20
2.3.2.5	热带亚洲至热带非洲分布种	20
2.3.2.6	热带亚洲分布种	21
2.3.2.7	北温带分布种	21
2.3.2.8	旧世界温带分布种	21
2.3.2.9	温带亚洲分布种	21
2.3.2.10	地中海、西亚至中亚分布种	21
2.3.2.11	中亚分布种	21
2.3.2.12	东亚分布种	22
2.3.2.13	中国特有种	22
第3章	草资源搜集、评价与保护	26
3.1	中国草资源的特点	26
3.1.1	种类繁多组成复杂	26
3.1.2	栽培草种的野生祖先以在中国分布居多	26
3.1.3	栽培草种的野生近缘种丰富	28
3.1.4	特产于中国的珍贵牧草种类多	28
3.2	草资源的考察与搜集	29

3.2.1	考察与搜集的目的和意义	29
3.2.2	考察与搜集的基本要求	29
3.2.3	考察与搜集的方法	29
3.2.3.1	前期准备工作	29
3.2.3.2	野外工作方法	30
3.2.3.3	室内工作	30
3.2.4	草资源的引进与交换	31
3.2.4.1	草资源的主权约定	31
3.2.4.2	中国的资源策略	31
3.2.4.3	草资源的对外交换	31
3.2.5	重点搜集的种类	32
3.2.5.1	原产于中国的草种资源	32
3.2.5.2	主要栽培品种在中国的野生种及野生近缘种	32
3.2.5.3	鉴定和筛选出来的优良遗传资源	32
3.3	草资源评价	33
3.3.1	牧草资源评价	33
3.3.1.1	根据生存阈限值的评价	33
3.3.1.2	根据生长量的评价	34
3.3.1.3	根据化学成分的评价	35
3.3.1.4	根据适口性的评价	38
3.3.1.5	根据利用方式的评价	39
3.3.1.6	根据草地上的出现率和丰富度评价	40
3.3.2	草坪草资源评价	40
3.3.2.1	根据生长特性的评价	40
3.3.2.2	根据形态特征的评价	42
3.3.2.3	根据对环境因子反应的评价	43
3.4	草资源保护	45
3.4.1	中国草地珍稀濒危植物	45
3.4.2	草资源保存与保护的措施和方法	46
3.4.2.1	就地保存	46
3.4.2.2	异地保存	48
3.4.2.3	贮藏保存	48
3.4.2.4	离体保存	49
3.4.2.5	DNA 文库	49
3.4.3	中国草资源保护存在的问题	49
3.4.3.1	草原退化	50
3.4.3.2	草原沙化	50
3.4.3.3	草原盐碱化	50

第4章 禾本科资源	52
4.1 概述	52
4.1.1 禾本科植物的经济和生态价值	52
4.1.1.1 食用价值	52
4.1.1.2 饲用价值	52
4.1.1.3 药用价值	52
4.1.1.4 工业价值	52
4.1.1.5 民间利用	53
4.1.1.6 坪用价值	53
4.1.1.7 生态价值	53
4.1.2 营养器官的形态构造	54
4.1.2.1 根	54
4.1.2.2 茎	54
4.1.2.3 叶	58
4.1.3 生殖器官的形态构造	61
4.1.3.1 花序	61
4.1.3.2 小穗	64
4.1.3.3 小花	66
4.1.3.4 果实和种子	71
4.1.4 禾本科植物的演化及分类系统	73
4.1.4.1 小穗的演化趋势	73
4.1.4.2 禾本科植物分类系统	74
4.2 禾草资源的分类与应用	78
4.2.1 稻亚科 (Oryzoideae)	78
4.2.1.1 稻亚族 (Oryzinae)	78
4.2.1.2 菰亚族 (Zizaniinae)	80
4.2.2 芦竹亚科 (Arundinoideae)	80
4.2.3 早熟禾亚科 (Pooideae)	83
4.2.3.1 早熟禾族 (Poeae)	84
4.2.3.2 臭草族 (Meliceae)	87
4.2.3.3 雀麦族 (Bromeae)	88
4.2.3.4 黑麦草族 (Lolieae)	89
4.2.3.5 小麦族 (Triticeae)	90
4.2.3.6 燕麦族 (Aveneae)	94
4.2.3.7 藨草族 (Phalarideae)	97
4.2.3.8 剪股颖族 (Agrostideae)	98
4.2.3.9 针茅族 (Stipeae)	102
4.2.4 画眉草亚科 (虎尾草亚科) (Eragrostoideae)	104

4.2.4.1	冠芒草族 (Pappophoreae)	104
4.2.4.2	画眉草族 (Eragrostideae)	105
4.2.4.3	虎尾草族 (Chlorideae)	109
4.2.4.4	鼠尾粟族 (Sporoboleae)	112
4.2.4.5	三芒草族 (Aristideae)	113
4.2.4.6	结缕草族 (Zoysieae)	113
4.2.5	黍亚科 (Panicoideae)	116
4.2.5.1	野古草族 (Arundinelleae)	116
4.2.5.2	柳叶箬族 (Isachneae)	117
4.2.5.3	黍族 (Paniceae)	118
4.2.5.4	高粱族 (Andropogoneae)	129
4.2.5.5	玉蜀黍族 (Maydeae)	145
第5章	豆科资源	148
5.1	豆科概述	148
5.1.1	豆科植物的重要价值	148
5.1.2	豆科植物的主要特征	149
5.1.2.1	营养器官	149
5.1.2.2	生殖器官	151
5.2	豆科资源的分类和应用	153
5.2.1	含羞草亚科 (Mimosoideae)	153
5.2.1.1	含羞草族 (Mimoseae)	153
5.2.1.2	金合欢族 (Acacieae)	155
5.2.1.3	印加树族 (Ingeae)	156
5.2.2	云实亚科 (Caesalpinioideae)	157
5.2.2.1	决明族 (Cassieae)	157
5.2.2.2	紫荆族 (Cercideae)	157
5.2.3	蝶形花亚科 (Papilionoideae)	158
5.2.3.1	灰毛豆族 (Tephrosieae)	158
5.2.3.2	刺槐族 (Robinieae)	159
5.2.3.3	木蓝族 (Indigofereae)	160
5.2.3.4	山蚂蝗族 (Desmodieae)	161
5.2.3.5	菜豆族 (Phaseoleae)	166
5.2.3.6	紫穗槐族 (Amorpheae)	178
5.2.3.7	合萌族 (Aeschynomeneae)	179
5.2.3.8	山羊豆族 (Galegeae)	182
5.2.3.9	岩黄耆族 (Hedysareae)	186
5.2.3.10	百脉根族 (Loteae)	187
5.2.3.11	小冠花族 (Coronilleae)	188

5.2.3.12 野豌豆族 (Vicieae)	189
5.2.3.13 车轴草族 (Trifolieae)	191
5.2.3.14 猪屎豆族 (Crotalarieae)	194
第6章 莎草科资源	196
6.1 莎草科概述	196
6.1.1 莎草科的主要特征	196
6.1.1.1 花和果	196
6.1.1.2 小穗	197
6.1.1.3 花序	197
6.1.1.4 营养体识别特征	198
6.2 莎草科资源的分类与应用	198
6.2.1 蘆草亚科 (Scirpoideae)	198
6.2.1.1 蘆草族 (Scirpeae)	198
6.2.1.2 刺子莞族 (Rhynchosporae)	201
6.2.1.3 莎草族 (Cypereae)	203
6.2.1.4 珍珠茅族 (Sclerieae)	205
6.2.2 苔草亚科 (Caricoideae)	205
第7章 其他科杂类草资源	208
7.1 菊科	208
7.1.1 菊科的主要特征	208
7.1.1.1 花序	208
7.1.1.2 花	209
7.1.1.3 果实	211
7.1.2 菊科资源的分类与应用	211
7.1.2.1 管状花亚科 (Carduoideae)	211
7.1.2.2 舌状花亚科 (Cichorioideae)	228
7.2 藜科	232
7.2.1 概述	232
7.2.2 藜科资源的分类与应用	233
7.2.2.1 环胚亚科 (Cyclolobeae)	233
7.2.2.2 螺胚亚科 (Spirolobeae)	240
7.3 蓼科	243
7.3.1 概述	243
7.3.2 蓼科资源的分类与应用	243
7.3.2.1 蓼亚科 (Polygonoidae)	243
7.3.2.2 酸模亚科 (Rumicoideae)	246
7.4 苋科	248

7.4.1 概述	248
7.4.2 苋科资源的分类与应用	248
7.4.2.1 苋亚科 (Amaranthoideae)	248
7.4.2.2 千日红亚科 (Gomphrenoideae)	250
7.5 十字花科	251
7.5.1 概述	251
7.5.2 十字花科资源的分类与应用	253
7.5.2.1 芸苔族 (Brassicaceae)	253
7.5.2.2 独行菜族 (Lepidieae)	255
7.5.2.3 南芥族 (Arabideae)	258
7.5.2.4 大蒜芥族 (Sisymbrieae)	260
7.6 百合科	261
7.6.1 概述	261
7.6.2 百合科资源的分类与应用	261
7.6.2.1 萱草族 (Hemerocalleae)	261
7.6.2.2 百合族 (Lilieae)	262
7.6.2.3 葱族 (Allieae)	264
7.6.2.4 天门冬族 (Asparageae)	265
7.6.2.5 沿阶草族 (Ophiopogoneae)	265
参考文献	268

第 1 章 绪 论

1.1 草资源的概念

广义地讲，草资源包括牧草（饲用植物，包括饲用作物）、草坪草、药草（草本药用植物）和观赏草等草本植物，乃至有相应应用价值的小灌木、灌木、藤本和小乔木。狭义地讲，草资源主要指牧草、草坪草和植被恢复、路坡边坡防护、污水治理和重金属污染治理用草本植物以及具有相应价值和功能的灌木、藤本和小乔木等。其共同特点是以利用营养体为主体，而不考虑或不强调其生殖器官的利用价值。

“草资源”的称谓如同“植物资源”的称谓一样，是一种传统的称谓方式，随着现代生物学和遗传学的发展，人们认识到任何一种生物都存在广泛的遗传多样性。这种多样性不仅存在于种内居群间，也存在于居群内个体间；不仅存在于品种间，也存在于品系或株系间。可以说，任何一个植株都是一个独特的基因库（gene pool）。因此，目前国际上大都将“植物资源”改称为“植物种质资源”，同样，也可将“草资源”改称为“草种质资源”。

种质资源（germplasm）又称遗传资源（genetic resources），所谓种质是指亲代传给子代的遗传物质，因而种质资源就是指具有不同种质（遗传物质）的可供研究利用的各种植物、植物类型和任何有遗传差异的突变体。其中，植物类型包括自然变异类型，如亚种、变种、变型等，也包括人工创造的植物类型，如组培植物、细胞融合植物、转基因植物、种间杂交植物、辐射诱变植物、染色体加倍植物等品种品系；突变体包括器官突变体、组织水平突变体和细胞突变体等。因此，草种质资源的概念比草资源更加宽泛。

1.2 草资源的经济、社会和生态价值

1.2.1 草资源的战略意义

1.2.1.1 发展草食家畜的重要饲料来源

草资源是世界绿色植物资源中，覆盖面积最大、数量最多、更新最快、生产力较高的一种再生性自然资源。全世界拥有草地资源面积 6 717 000 万公顷，占全球陆地面积的 52.17%，蓄积着巨大的生物量，其中草资源的生物量占陆地绿色植物生物量的 36% ~ 64%，是发展草地家畜和草食动物的主要饲料来源。近年来，许多国家把发展草食家畜，或在家畜口粮中增加牧草或青贮饲料的比重，作为一项重要的技术政策加以推行，就连粮食出口大国之一的美国，饲养家畜精饲料消耗量也下降了 30%，牧草在饲料中的比例平均占 53% ~ 55%，其中羊的饲料高达 89% 以上。中国西北广大牧区基本是靠草资源来发展家畜的。研究资料表明，人工种植的首蓿干草中粗蛋白质含量为 14% ~ 22%，天然草

原干草中为8%~9%，大米中为6.5%~9%，玉米中为7.5%~9.5%。苜蓿单位面积所生产的能量比小麦高4.7倍，粗蛋白质含量高7倍。所以优质饲草是饲养草食家畜最经济的饲料来源。

1.2.1.2 生物多样性及优良抗性基因的主要基因库

中国草原区拥有全球海拔最高（青藏高原）、气候最干（阿拉善戈壁）的生态环境，是物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性最丰富的国家之一，植物种类占世界植物总数的10%以上。仅天然草地就有饲用植物6704种，是天然的植物基因库。其中温带草原区的植物区系属于亚洲中部成分和蒙古草原成分，维管束植物种数约4100种，优势植物类群为丛生禾草和根茎禾草。荒漠和荒漠山地草原的植物区系为中亚成分和地中海中亚成分，优势植物群为灌木、半灌木和丛生禾草，尤其具有大量极耐旱、耐盐碱灌木和草本植物。高寒草原和高寒草甸的植物区系则属于中国-喜马拉雅成分、北极成分，维管束植物种数约4385种，优势植物种类为丛生苔草和垫状植物。青藏高原区植物区系相当特殊，是中国最年轻、特有种最丰富的地区。共有种子植物5766种，其中中国特有种达2205种，占全区总种数的40%以上。

草资源也是人类引种驯化和培养优良品种的天然基因库，可为一些作物的育种提供有用的抗逆基因。例如，通过冰草（*Agropyron cristatum*）与小麦的远缘杂交为小麦导入优良的耐旱基因；通过野生稻与栽培稻的杂交，提高水稻产量。李振声院士等用长穗偃麦草（*Elytrigia elongata*）与普通小麦杂交，育成了小偃6号等系列丰产抗病小麦品种。

1.2.1.3 促进边疆少数民族地区经济振兴的基础资源

中国草资源的集中分布地区，也是少数民族集中居住的地区。长期以来，草资源就是当地人民赖以生存和发展的物质基础，草食家畜及其产品不仅是他们的生活资料，而且是他们经营的主要对象，草原畜牧业早已成为当地国民经济中的独立产业和社会经济发展的重要支柱。例如，内蒙古自治区、西藏自治区和新疆维吾尔自治区被称为中国三大牧区，也是蒙古族、藏族和维吾尔族集中居住的少数民族地区，2003年牧业产值占农业总产值分别为40%、46%和23%，有些以草原畜牧业为主的牧业旗县，其牧业产值高达70%以上。因此，草资源也是发展牧区经济的重要物质基础。

1.2.1.4 发展多种经济的原材料资源

草资源是发展食品、纺织、制革、制药、化工等轻工业以及对外出口贸易等多种经济的原材料。例如，随着绿色食品的迅速兴起，野菜成为重要的开发对象，除蕨菜、发菜、黄花菜等早已被开发利用外，苦菜、沙芥、野韭、桔梗、百合等也具有较高的开发潜力。沙棘、山杏也已成为饮料食品的主要原料。芦苇、象草、大叶章、小叶章、芨芨草、类芦等高大禾草是工业造纸的原料，不仅能降低造纸成本，还可节约大量木材。在发展绿色能源、绿色燃料的过程中，像柳枝稷、藜草、芒草、芦竹、象草、甘蔗等C₄植物，有望成为新的绿色生物质能源，目前在欧美国家已被作为重要的项目加以研究与开发。

1.2.1.5 改善人民膳食结构、提高生活质量的基础资源

在长期的生产实践中，人类通过草食家畜，把人类不能直接利用的草本植物，转化成人类可以直接利用的肉、奶、皮、毛等产品，从而改变着人类的食物结构和营养状况，提高了人们物质生活水平，增强了人们体质。随着生产的发展，特别是畜牧业生产的发展，

中国人均动物性食品有了长足的增长。据1989年统计,全世界人均食用肉类25 kg,奶91 kg,禽蛋6.8 kg,同期中国分别为21 kg、3 kg和6 kg;到2003年,中国的人均食用肉类已达42.7 kg、奶13.6 kg。除奶类外,中国人食用肉类与禽蛋类都已超过世界平均水平。因此,草资源在改善人们的食物结构、提高生活质量方面发挥着重大作用。

在城市美化及文明化的发展进程中,草坪草也起着极为重要的作用。独具风格的园林景观配以大片的草坪绿地,给人们一种赏心悦目的感觉;各类公园、游乐场所富有弹性的草坪增加了游客的情趣;管理良好的高尔夫球场、足球场、曲棍球场、马球场草坪对运动员竞技水平的提高具有重要的辅助作用,对市民身心健康和文明素质的提高具有重大影响。

1.2.1.6 保护生态环境的绿色卫士

(1) **防风蚀和固沙作用** 草地植被可以降低地表风速,从而减少风蚀作用的强度。不同盖度的草被植物对风蚀作用的发生具有不同的控制作用,当植被盖度为30%~50%时,近地面风速可削弱50%,地面输风量仅相当于流沙地段的50%。在中国北方农林交错地区,当平均风速大于5.5 m/s时,在裸地上会发生土壤风蚀现象,而当植被盖度大于17%时,风速达到8 m/s时才能产生风蚀现象。中国农业大学在河北坝上的研究表明,随着草地植被盖度的增加,风蚀模数下降,当盖度达70%时,只有6级强风才可引起风蚀。作为先锋植物,草本植物可以生长于流动沙丘之上,并随盖度的增大,沙丘地形逐渐变缓、沙面变紧,地表形成薄的结皮,成土特征明显,沙丘逐渐由流动向半固定、固定状态演替,最终形成固定沙地,土壤表层有机质逐渐增加,物理、化学性质显著变化。中国新疆有 $4.23 \times 10^5 \text{ km}^2$ 沙漠,其中25.43%为草灌形成的半固定和固定沙丘。

(2) **水土保持作用** 以草为主体的草地植被层在水土保持、抑制地表径流和固坡护堤中的作用是十分明显的,其根系可以吸收大量降水,并能大大延缓在强降雨过程中地表径流的快速形成。根据黄土高原水土流失区的测定资料,农田比草地的水土流失量高40~100倍;种草的坡地与不种草的坡地相比,地表径流量可减少47%,冲刷量减少77%;小麦、高粱、休耕地与原生草地的土壤侵蚀量对比研究表明,原生草地的土壤侵蚀量几乎微不足道,而麦地的侵蚀量则达1200 kg/ha,高粱地的侵蚀量超过2700 kg/ha,休耕地的侵蚀量也达1700 kg/ha。在华南地区常以香根草(*Vetiveria zizanioides*)作为水土保持用草,在坡地上种植香根草篱后,可减少90%左右的泥沙侵蚀和60%~70%的地表径流。可见,草类的水土保持功能是十分显著的。

(3) **气候调节作用** 由于草丛的遮光、降低风速和减少地面蒸发量的作用,可使空气湿度增加并维持一定时间。大面积的草地与裸地相比,草地上的湿度一般较裸地高20%左右,小面积的草地也比空旷地的湿度高4%~12%。在城市内,小面积植被覆盖的草地对改善小气候环境也有好处。通常,草地的最高气温比屋顶低0.2~1.4℃,比道路低0.8~1.9℃;而最低气温则比屋顶高0.4~1.1℃,比道路高0.1~0.7℃。屋顶、道路与草地相对湿度的差,干季分别为-2.5%、-2.8%;雨季分别为-1.1%、-0.7%。屋顶风速比草地大0.1~0.6 m/s,道路风速比草地大0.1~0.3 m/s。北京市盛夏沥青路面气温高达55℃,裸地40℃,而草坪地仅为31℃。美国学者R. C. 施内尔等进行了10多年的研究,认为草地的植物残体在腐烂以后可产生大量的微粒碎屑,它们散布到天空后会在云层中形成生物源冰核,这种冰核对于形成降水比无机冰核有效得多。因

此,草地植被繁茂的地区,产生的有机冰核就多,相应的降水量也较多。

(4) 污染治理作用 草地植物不仅是二氧化碳的消耗者和氧气的制造者,而且还可将大气中的有害气体通过稀释、分解、呼吸和固定及一系列化学过程转害为利。据报道,种植草坪植物可吸收地面空气尘埃 $2/3 \sim 5/6$; 在 $3 \sim 4$ 级风下,裸地空气中的粉尘浓度约为草坡地的 13 倍。草坪对二氧化碳的吸收量为 $1.5 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, $25 \sim 30 \text{ m}^2$ 的草坪可吸收一个人呼出的二氧化碳。将草坪草与乔灌木结合建立 $3 \sim 7 \text{ m}$ 宽的绿化带,可吸收噪音 $3.5 \sim 7.5 \text{ dB}$; 20 m 宽的草坪可使噪声减少 $2 \sim 5 \text{ dB}$ 。据研究,很多草类植物能把氨、硫化氢合成为蛋白质;能把有毒的硝酸盐氧化成有用的盐类。多年生黑麦草和狼尾草具有抗二氧化硫污染的能力;香根草可有效地吸收废水中的 Pb、Zn、Cu 和 Cd 等重金属;芸苔属 (*Brassica*)、遏蓝菜属 (*Thlaspi*) 等属的植物积累 Cr、Co、Ni、Cu、Pb 的量一般在 0.1% 以上, Mn、Zn 可达到 1% 以上。遏蓝菜是一种已被鉴定的 Zn 和 Cd 超积累植物,当土壤含 Zn 量达 444 mg/kg 时,遏蓝菜地上部 Zn 的含量可达到土壤的 16 倍。因此,草资源对于治理和改善生态环境条件具有重要意义。

1.2.2 草资源与其他资源的关系

1.2.2.1 草资源与水资源

草资源与水资源的关系密切,是水资源涵养的重要保证。反过来,水资源的缺乏,又可导致草资源的丧失。中国重要的江河,如黄河、长江、澜沧江、怒江、雅鲁藏布江、辽河、黑龙江等都发源于草原区。黄河水量的 80%、长江水量的 30%、东北河流的 50% 以上的水量直接来源于草原地区。而在这些水系上游对水资源的争夺可导致下游断流,连带草地资源环境也遭破坏,对黄河上游水资源的争夺而导致下游断流,并导致下游地区的干旱现象就是其中最典型的例证。

1.2.2.2 草资源与土壤资源

草地植物在改良土壤、培肥地力等方面具有独特作用,对促进岩石分化和有机质积累,保持和提高土壤的生态功能意义重大。栗钙土、黑钙土、草甸土、沼泽土等草原土壤的形成,是草原植被作用的结果。草本植物在土壤表层下具有稠密的根系,并残留和积累着大量有机质。豆科牧草可以固氮,如每公顷紫花苜蓿每年可固氮 225 kg 、草木樨固氮 $110 \sim 135 \text{ kg}$ 。种植 $2 \sim 3$ 年豆科牧草后,土壤含氮量增加 $20\% \sim 30\%$ 。果园种植黑麦草三年就可在地表形成 $10 \sim 15 \text{ cm}$ 厚的黑土有机层,植物根系的松土作用又使土壤变得疏松和通气;同时, $0 \sim 10 \text{ cm}$ 和 $10 \sim 20 \text{ cm}$ 层内的有机质含量分别提高 64.29% 和 45.74% ,速效磷和速效钾的含量也大幅度增加。

1.2.2.3 草资源与作物资源

农耕文明产生以后,草类不仅为人类提供了玉米、小麦、燕麦、水稻、大麦、谷子、糜子、黑麦和高粱等几乎所有的谷类作物,而且绝大部分栽培优良饲用作物品种也来自于草类。在现代农业生产系统中,牧草作为其中的一个组成部分,是与农业资源相互补充和协调发展的,并在不同层次上体现各自的优势。在植物生产方面,草具有比农作物更有效的光、热和水分的利用率,可获得更高的生物产量。在发达国家除了有大量的天然草地外,还有 $30\% \sim 40\%$ 的农田种草,创造的产值相当或高于农作物。西欧牧草生产水平达

每公顷干物质 10 ~ 12 t。美国以苜蓿为主体的干草产值在所有农产品中仅次于玉米居第二位。辽宁省试验结果表明,在同等地力和管理条件下,种植紫花苜蓿平均每公顷收干草 7.5 t,比种植玉米多收入 750 ~ 1 500 元。可见,合理调整粮食作物和经济作物种植面积,增加牧草种植面积,发挥草业在种植业中的优势,实现粮—经—草相结合的三元种植结构,利用物质循环过程中的多种复合农业生产模式,如间作、套作、轮作等,建立现代农业生产体系,协调畜牧业与农业的发展,是体现草资源与农业资源相互促进共同发展的良好范例。

1.2.2.4 草资源与林木资源

草类具有适应恶劣生态环境、生命周期长、繁殖系数高等特点,是植被恢复、改造生态环境条件的先锋物种。按植被演替规律,对于条件低劣的裸地,往往是一年生植物首先占据,然后是多年生草本植物和灌木,待水分和养分条件改善后,以乔木为主体的森林才能立足。在水土流失严重、土壤十分贫瘠、自然条件恶劣的地方,已不是理想的造林地,草可以作为先锋植物。一般情况下,多年生草本植物在降水量为 250 mm 的瘠薄土地上就能够正常生长,而大部分林木需要在降水量 450 mm 以上土质较好的地区才能形成森林植被。在植被恢复与生态重建中,种草成本低,见效快,采用补播、封围等措施,当年治理当年见效。相比之下,植树不仅投入大,而且成林时间长。就生态功能而言,5 ~ 8 年的林地拦蓄地表径流的能力为 34%,而生长 2 年的草地拦蓄地表径流的能力为 54%;在一定条件下,草类的固沙能力比林木高 3.4 倍;草地涵养水源的能力比森林高 0.5 ~ 3 倍。因此,在生态建设的过程中,应在科学理论和具体实践相结合的基础上,因地制宜,林草兼顾,宜草则草,宜林则林,先草后林。应改变重林轻草的观念,实现草林结合,相互促进,进而建立林草结合的生态安全体系。

1.2.2.5 草资源与旅游资源

长期以来,人们只把草资源认为是畜牧业资源,而忽视了草资源的多功能性。草资源作为草地资源的主体成分,其旅游价值也是相当巨大的。草原以其辽阔、壮丽、秀美的风光为人们所青睐,不但具有重要的生态价值和丰富的物种及景观多样性,也包含了丰富的草原牧区的文化内涵。那“天苍苍,野茫茫,风吹草低见牛羊”所描绘的场景更是令人心驰神往。另外,草原旅游除了带来投资、基础设施改善、增加财政收入、促进第三产业发展等一般旅游共有的作用外,还表现在牧民参与旅游经营后与原来传统牧业相比在收入和观念上的巨大差别,使牧民自觉地调整其产业结构,进而促进了区域经济更加快速的发展。

1.3 中国草资源的研究简史

任何一门科学的发展都与人类的生产实践密不可分,并与其他科学的发展息息相关,共同进步。草资源学的发展,就是在畜牧业的生产实践中,与植物分类学和形态学一起协同发展、共同成长的。从发展历史来看,大致分为如下三个发展阶段。

1.3.1 从远古到新青铜时代

人类自诞生之日起,就面临着如何生活下去的问题,自然食物就成为生存的第一需