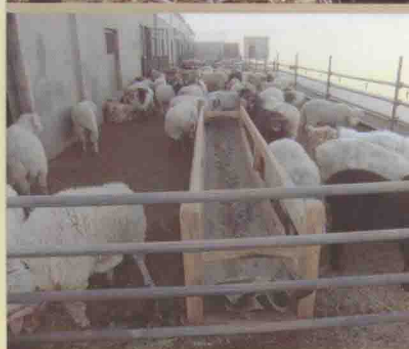


塔里木盆地 粗饲料资源研究与利用

张苏江 主编

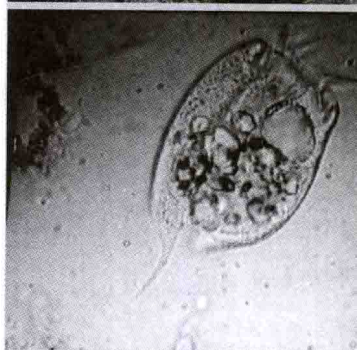
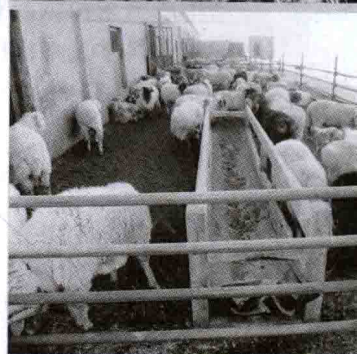
中国农业科学技术出版社



塔里木盆地 粗饲料资源研究与利用

张苏江 主编

中国农业科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

塔里木盆地粗饲料资源研究与利用 / 张苏江主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2013. 9
ISBN 978 - 7 - 5116 - 1225 - 0

I. ①塔… II. ①张… III. ①粗饲料 - 研究
IV. ①S816. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 040532 号

责任编辑 张国锋
责任校对 贾晓红

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)82106636(编辑室) (010)82109702(发行部)
(010)82109709(读者服务部)
传 真 (010)82106631
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 787mm × 1092mm 1/16
印 张 13
字 数 328 千字
版 次 2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷
定 价 58.00 元

版权所有 · 翻印必究

《塔里木盆地粗饲料资源研究与利用》

编写人员名单

主 编 张苏江

副主编 蒋 慧 敖维平

参编人员 (按汉语拼音排序)

敖维平 塔里木大学

蒋 慧 塔里木大学

聂竹兰 塔里木大学

肖国亮 喀什地区畜牧工作站

魏 杰 塔里木大学

张苏江 塔里木大学

前 言

随着生活水平的不断提高，人们对牛羊肉的市场需求呈现急剧上升的趋势，这导致了全国范围牛羊肉价格的快速上涨。2012 年新疆维吾尔自治区（全书简称新疆）牛羊肉价格平均在 50 元/kg 左右，到 2013 年年初，新疆部分地区牛羊肉价格已经达到 60 元/kg。粗饲料资源的短缺以及利用效率较低是限制养殖规模的关键性因素，也是导致牛羊肉价格快速上升的重要间接因素之一。

粗饲料主要指蛋白质含量较低，粗纤维含量较高的一类饲料，是牛羊等草食家畜最重要的食物组成部分之一。粗饲料的种类十分广泛，主要包括牧草类粗饲料、作物秸秆类粗饲料及灌木、半灌木、树叶等非常规类粗饲料。人工或天然优质牧草是粗饲料中的宝贵资源，然而，受气候、地理条件限制及人类农业活动的影响，优质粗饲料资源不足，地域分布极为不均。作物秸秆类及其他粗饲料资源的种类随区域变化而存在极大差异。这类粗饲料营养价值和利用程度则受饲料加工调制技术的影响十分明显，是粗饲料研究工作的主要对象。

塔里木盆地位于天山与昆仑山之间，面积 $53 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，约占新疆地区总面积的 1/3，是新疆少数民族聚居最集中的区域。该地区粗饲料资源严重不足是限制牛羊养殖量的重要因素之一。受塔克拉玛干沙漠气候条件的限制，塔里木盆地天然草地绝大部分属于荒漠、半荒漠草地类型，天然牧草主要以沙生植物为主，牧草的种类少、产量低。目前，该地区用于养殖牛羊的粗饲料资源主要是作物秸秆、荒漠区放牧草场。作物秸秆中棉花秸秆数量最大，但其营养价值低、适口性差，只有少量被牛羊所利用；其他作物秸秆如玉米、水稻秸秆数量较少，不能满足需要。放牧草场受垦荒面积增加、土壤沙化盐碱化加剧、水资源短缺以及草地利用与生态保护矛盾的影响，面积不断萎缩，载畜量锐减，可提供粗饲料资源的能力日益下降。在塔里木地区，人工栽培草地种植面积十分有限，不能满足养殖需要。其主要原因一是大部分栽培草地对土壤要求较高，耐盐碱抗旱能力弱；二是相对其他经济作物（如棉花、水稻），人工栽培草地的经济效益较低。塔里木盆地少数民族具有养殖牛羊的传统习惯，在粗饲料资源极其缺

乏的条件下,不少地方绿化林带和果园的秋季落叶均被收集用作牛羊养殖的粗饲料,这在新疆其他地区也是十分少见的。

由此可见,塔里木盆地粗饲料资源具有明显的独特性,农作物秸秆和荒漠植物类饲料在草食家畜养殖业中扮演重要角色,作物秸秆和沙生植物是塔里木地区发展牛羊养殖业的重要物质基础。如何通过营养调控的方法,进一步提高本地粗饲料的营养价值和利用率,是解决本地区粗饲料资源匮乏和利用率低下问题的重要途径之一,也是一个具有重要现实和理论意义的研究课题。然而,迄今为止,尚无一套切实可行的方案来解决这一难题。为此,本书系统总结了作者从事多年粗饲料营养调控方面的研究成果以及相关的专业理论知识,旨在为环塔里木盆地绿洲区域粗饲料的科学研究和利用提供参考。其中,研究材料多以棉花秸秆和荒漠生粗饲料资源为主,这些研究材料粗纤维和木质素含量高、可消化性差,具有典型的沙漠地区粗饲料的特性。

全书共分10个部分,其中,第1~4部分主要介绍了反刍动物常见的粗饲料类型,粗饲料营养调控的一般方法以及反刍动物利用粗饲料的消化、生理学特性。这些内容对读者了解反刍动物的消化生理特性、掌握粗饲料加工调制技术提供了必要的基础理论知识;第5~9部分主要介绍了塔里木盆地粗饲料资源营养调控方面的研究成果。该部分内容可以使读者了解营养调控对塔里木盆地粗饲料资源营养价值及其对反刍动物瘤胃消化活动的影响,也可以为相关研究人员提供参考资料;第10部分介绍了饲料配方技术和羊的饲养标准,目的在于使读者掌握配方饲料的技术要点和常见反刍动物——羊的营养需要。

本书是以塔里木大学校长基金重点项目“低质粗饲料肉羊生产营养调控技术研究(200404)”、塔里木畜牧科技兵团重点实验室开放课题“精料添加尿素对羊瘤胃发酵影响的研究(HS201004)”等项目的研究成果为基础撰写而成的。在课题的科研实施过程中,得到了塔里木大学陶大勇教授、张玲高级实验师、青山虎、雷森茂、张作义等同学以及新疆生产建设兵团农一师十团张新龙总畜牧师的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

本书在组稿过程中,塔里木大学动物科学学院蒋慧、敖维平、聂竹兰、魏杰以及喀什地区畜牧工作站肖国亮等同志付出了辛勤的劳动,在此一并致谢!

尽管本书经过了认真细致的修改和校对,但因时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏和谬误之处,恳请广大读者批评指正。

张苏江

2013年5月

目 录

1 反刍动物常用饲草料	1
1.1 粗饲料	1
1.1.1 干草	1
1.1.2 秸秆类饲料	2
1.1.3 秕壳类饲料	2
1.2 青饲料	3
1.2.1 牧草	3
1.2.2 叶菜类饲料	5
1.2.3 水生饲料	6
1.3 青贮饲料	7
1.3.1 常规青贮	7
1.3.2 半干青贮	11
1.3.3 青贮饲料添加剂	12
1.4 非蛋白氮 (NPN) 饲料	15
1.4.1 非蛋白氮饲料的种类	15
1.4.2 非蛋白氮饲料的利用原理	15
1.4.3 提高非蛋白氮利用率的条件	15
1.4.4 非蛋白氮饲料的利用	16
1.5 矿物质补充饲料	18
1.5.1 食盐	18
1.5.2 石粉	18
1.5.3 骨粉	18
1.5.4 其他	18
1.6 常用反刍动物添加剂饲料	18
1.6.1 营养性添加剂	19
1.6.2 非营养性添加剂	23
2 反刍动物的消化系统特点	31
2.1 反刍动物消化系统构造	31
2.1.1 口腔	31
2.1.2 食道	32
2.1.3 复胃	32

2.1.4 肠和肝、胰·····	33
2.2 反刍动物复胃的发育特性·····	34
2.2.1 胃的生长发育特点·····	34
2.2.2 与前胃有关的机能发育·····	36
3 瘤胃微生物对粗饲料的消化·····	39
3.1 瘤胃内环境及其功能发育·····	39
3.1.1 瘤胃内环境·····	39
3.1.2 瘤胃功能发育·····	41
3.2 瘤胃微生物的生存环境·····	43
3.2.1 瘤胃细菌种类及其生存环境·····	43
3.2.2 瘤胃原虫种类及其生存环境·····	47
3.2.3 瘤胃微生物生态系统·····	50
3.3 影响瘤胃微生物发酵的因素·····	54
3.3.1 营养物质在瘤胃中的消化代谢·····	54
3.3.2 瘤胃 pH 值和饲料相关效应·····	59
3.3.3 影响瘤胃发酵的营养因素·····	61
3.3.4 瘤胃发酵及其控制·····	65
4 粗饲料的加工调制方法·····	69
4.1 物理处理·····	69
4.1.1 切短、粉碎·····	69
4.1.2 浸泡·····	69
4.1.3 蒸煮·····	70
4.1.4 膨化·····	70
4.1.5 干草调制·····	71
4.2 化学处理·····	73
4.2.1 碱化处理·····	73
4.2.2 氨化处理·····	74
4.3 微生物处理·····	75
4.3.1 青贮·····	75
4.3.2 微贮·····	77
5 塔里木盆地粗饲料评价及应用研究·····	79
5.1 塔里木盆地饲用植物种类及构成·····	79
5.1.1 塔里木盆地饲用植物·····	79
5.1.2 塔里木盆地天然牧草利用状况·····	80
5.2 塔里木盆地荒漠牧草资源分析及评价·····	81
5.2.1 材料与方法·····	81
5.2.2 结果·····	82
5.2.3 分析与讨论·····	82
5.3 羊瘤胃液对荒漠植物降解的研究·····	84
5.3.1 材料与方法·····	84

5.3.2	结果	85
5.3.3	分析与讨论	88
5.4	离体消化法对粗饲料营养价值的评定	90
5.4.1	秸秆类低质粗饲料营养特性	90
5.4.2	离体消化法评价粗饲料营养价值优缺点	91
5.4.3	发酵产气法评价粗饲料技术研究现状	92
5.5	羊瘤胃液对秸秆饲料体外降解的研究	94
5.5.1	材料与方法	94
5.5.2	结果	96
5.5.3	分析与讨论	98
5.6	羊瘤胃液对秸秆体外产气量动态变化的影响	99
5.6.1	材料与方法	99
5.6.2	结果	99
5.6.3	分析与讨论	101
5.7	结论	102
6	纤维素酶对粗饲料降解特性研究	105
6.1	纤维素酶作用机制与应用研究进展	105
6.1.1	粗饲料的组织结构特点	105
6.1.2	纤维素酶的组成成分、作用机理及特性	106
6.1.3	纤维素酶在畜牧业上的应用	107
6.2	纤维素酶水解棉花秸秆工艺条件的初步研究	109
6.2.1	材料与方法	109
6.2.2	结果	109
6.2.3	分析与讨论	111
6.3	纤维素酶对粗饲料在羊瘤胃内降解的研究	112
6.3.1	材料与方法	112
6.3.2	结果	113
6.3.3	分析与讨论	113
6.4	不同纤维素酶对棉秆瘤胃产气和消失率的研究	114
6.4.1	材料与方法	114
6.4.2	结果	115
6.4.3	分析与讨论	116
6.5	青贮添加剂与尿素对青贮玉米 VFA 的研究	116
6.5.1	材料与方法	117
6.5.2	结果	118
6.5.3	分析与讨论	119
6.6	结论	120
7	棉秸饲料营养调控及其效果研究	121
7.1	棉花秸秆饲料资源开发应用研究进展	121
7.1.1	新疆地区棉花秸秆利用现状	121

7.1.2	棉花秸秆在饲用价值上的研究进展	121
7.1.3	秸秆的营养特性及其影响因素	122
7.1.4	日粮结构组分与秸秆的消化	125
7.1.5	提高秸秆营养价值的方法	126
7.1.6	通过适当的营养补充提高秸秆利用率	129
7.2	棉花秸秆营养成分的测定	130
7.2.1	材料与方法	130
7.2.2	结果	131
7.2.3	小结	131
7.3	尿素和生石灰处理对棉秸 NDF、ADF 的影响	132
7.3.1	材料和方法	132
7.3.2	结果	133
7.3.3	分析与讨论	136
7.4	化学处理棉秸在瘤胃降解的动态规律	136
7.4.1	材料与方法	136
7.4.2	结果	138
7.4.3	分析与讨论	140
7.5	棉秆精料补添及化学处理对羊生长性能的影响	141
7.5.1	材料与方法	141
7.5.2	结果	142
7.5.3	分析与讨论	144
7.6	棉秸粉碎细度对羊日增重及饲料转化率的影响	145
7.6.1	材料与方法	145
7.6.2	结果与分析	146
7.6.3	小结	147
7.7	结论	147
8	羊瘤胃原虫及其影响因素研究	149
8.1	羊瘤胃原虫观察及其外源影响因素	149
8.1.1	材料与方法	149
8.1.2	羊瘤胃原虫观察结果	150
8.1.3	分析与讨论	150
8.1.4	小结	152
8.2	精料添加量对羊饲料瘤胃降解的研究	152
8.2.1	材料与方法	153
8.2.2	结果	153
8.2.3	分析与讨论	156
8.3	尿素对羊瘤胃液 MCP 和原虫数量的影响	157
8.3.1	材料与方法	157
8.3.2	结果	159
8.3.3	分析与讨论	160

9 矿物质对羊瘤胃及血液矿物质含量的影响	163
9.1 补饲矿物质元素对羊血液及瘤胃液矿物质元素含量的影响	163
9.1.1 材料与方法	165
9.1.2 结果	166
9.1.3 分析与讨论	167
9.1.4 小结	169
9.2 尿素对羊瘤胃饲料降解率影响的研究	169
9.2.1 材料与方法	170
9.2.2 结果	171
9.2.3 分析与讨论	173
9.2.4 小论	173
10 反刍动物饲料配方技术	175
10.1 反刍动物饲料配制的原则依据	175
10.1.1 反刍动物饲料配方设计原则	175
10.1.2 反刍动物饲料配制的依据	176
10.2 配方设计的一般步骤	177
10.3 常规饲料配制的方法	178
10.3.1 交叉法	178
10.3.2 联立方程法	179
10.3.3 微机优化设计配合饲料	179
10.4 反刍动物——羊精饲料补充料配方举例	182
10.5 反刍动物——羊的营养需要举例	183
10.5.1 羊的营养需要	183
10.5.2 羊的饲养标准	188
参考文献	192

1 反刍动物常用饲草料

反刍动物的饲料种类很多，常用的有青饲料、青贮饲料、粗饲料、能量饲料、蛋白质饲料、矿物质饲料、化工合成饲料及饲料添加剂等。各类饲料的理化特性和营养物质含量存在很大差异。

1.1 粗饲料

粗饲料指干物质中粗纤维含量在 18% 以上的一类饲料，主要包括干草、秸秆及籽实类皮壳等。它们的营养特点是含粗纤维较多、营养价值较低、比较难消化，但粗饲料体积大，价格便宜，来源丰富，对反刍动物有饱腹感和促进胃肠蠕动的作用。

1.1.1 干草

干草是指牧草或青草在未结籽实以前刈割下来晒干或烘干所得。它是反刍动物不可缺少的主要粗饲料。优良的干草质地柔软、气味芳香、适口性好。不仅各种养分含量多，而且消化率高，其营养价值可接近于精料。但劣等青干草却与农作物秸秆差不多。

干草的营养价值取决于制作它们的原料植物的种类、生长阶段及调制技术。就原料而言，豆科植物调制的干草含有较多的粗蛋白质或可消化蛋白质。而在能量方面，豆科和禾本科牧草以及谷类作物调制的干草之间没有显著差别，淀粉价在 31.1% ~ 42.6%，消化能在 9 600kJ/kg 左右，但是优质干草的干物质中可消化粗蛋白质的含量应在 12% 以上，而淀粉价应为 50%。矿物质营养方面与其原料植物的价值相似。一般豆科干草中含钙多于禾本科植物，如苜蓿含钙 1.42%，红三叶含钙 1.35%，而一般禾本科干草不超过 0.72%。这些对反刍动物都有特殊的价值。

抽穗期的禾本科牧草、孕蕾期的豆科牧草或始花期的豆科和禾本科混播牧草都可以晒制成富有营养价值的优质干草。也就是说，这些牧草在上述生长阶段刈割做青干草最为适宜。过早不利于干物质形成，过迟则影响营养价值，尤其是粗纤维增加，造成消化率下降。美国威斯康星州在为期 3 年的饲养实践中，对每年第一次生长的苜蓿-雀麦混合牧草于 4 个不同的成熟期进行刈割干制，分析干草的干物质消化率、消化能、乳牛的产奶量和增重情况，发现上述指标随着植物趋向成熟而急剧降低。另外，包括粗蛋白质、胡萝卜素、B 族维生素的含量也随着植物成熟而降低，但维生素 D 例外，它在太阳晒制过程中含量增加。据研究，在牧草成熟晚期之后每延迟刈割 1 天，可使干草的营养价值损失 1%。

调制技术对干草品质也有较大影响。地面晒干法调制干草由于干燥过程缓慢，植物分解

与破坏过程持续过久,因而使营养损失过多。采用草架或棚内干燥的方法,虽比地面干燥法制得的干草质量高,但保存青草原料的营养仍不多。因此,国外普遍利用各种能源来进行青绿饲料的人工脱水干制,这种方法中有的几乎可以完全保存青饲料的营养价值。人工干制的干草俗称人工干草,人工干制法有低温与高温的不同,低温法可以采用 $45\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的温度在小室内停留数小时使青料干燥;高温法则是采用 $500\sim 1\,000^{\circ}\text{C}$ 的热空气脱水 $6\sim 10$ 秒即可干燥完毕。这两种方法的最后产品中含水量 $5\%\sim 10\%$ 。高温可以破坏青草中的维生素C,但乳牛自身可以合成这种维生素,故无关紧要。至于胡萝卜素,在良好的人工干草中破坏常不超过 10% 。人工干草唯一缺点是缺乏维生素D。

1.1.2 秸秆类饲料

秸秆是指农作物收获籽实后成熟株的残余物。农作物成熟时,茎和叶中只剩有少量的粗蛋白质、脂肪、类脂肪和易消化的碳水化合物,反刍动物营养所必需的各种矿物质的含量显著减少,维生素特别是胡萝卜素几乎全部被破坏。

各类秸秆的营养价值差别很大,一般来说豆科稍高于禾本科。同类作物的秕壳比秸秆的营养价值高。

常见的秸秆类饲料有以下几种。

(1) 谷草

谷草的营养价值在禾本科秸秆类饲料中居首位,相当于品质中下等的干草。质地柔软厚实,营养丰富,可消化粗蛋白质和可消化总养分均较麦秸、稻草高,是我国北方农区养牛的主要粗饲料。

(2) 稻草

稻草的营养价值优于麦秸,但低于谷草,是我国南方及稻区养牛的主要粗饲料。牛对稻草的消化率在 50% 左右,稻草中缺钙,因此,在以稻草为主的乳牛日粮中应补充钙。

(3) 麦秸

麦类作物很多,主要包括有小麦、大麦、黑麦、燕麦和荞麦等。这类作物的秸秆以燕麦秸为最好,黑麦秸最差。而大麦秸又优于小麦秸,春小麦秸则比冬小麦秸好。麦秸用来饲养反刍动物,应以氨化或微贮处理为好。

(4) 玉米秸

刚收获的玉米秸饲用价值较高,由于干燥与贮藏过程中经风吹、日晒、雨淋,干物质损失严重,达 20% 甚至更高,特别是可溶性碳水化合物、粗蛋白质和维生素的损失更多。牛对玉米秸粗纤维的消化率在 65% 左右,对无氮浸出物的消化率在 60% 左右。青贮或黄贮是保存玉米秸养分的有效方法,玉米青贮料是乳牛的常用粗饲料。

(5) 豆秸

收获后的大豆、豌豆、豇豆、蚕豆等的茎叶,都是豆科作物成熟后的副产品,叶子大部分脱落,茎也木质化,但与禾本科秸秆比较,豆科秸秆的粗蛋白质含量和消化率都较高。在豆秸中,蚕豆秸和豌豆秸蛋白质含量最高,豌豆秸质地较其他豆秸微软,适口性好。

1.1.3 秕壳类饲料

秕壳是农作物籽实脱壳的副产品,包括谷壳、高粱壳、花生壳、豆荚、棉籽壳、秕谷及其他脱壳副产品。除稻壳、花生壳外,秕壳的营养价值高于其秸秆。

(1) 豆荚

最具代表性的就是大豆荚，是一种比较好的粗饲料。豆荚含无氮浸出物 12% ~ 50%，粗纤维 33% ~ 40%，粗蛋白质 5% ~ 20%，饲料价值较高。

(2) 谷壳

营养价值仅次于豆荚，但数量大，来源广，值得重视。

(3) 稻壳

营养价值很低，喂牛须经氨化、碱化、高压蒸煮或膨胀软化后按 10% 比例添加。

(4) 棉籽壳

含少量棉酚，喂乳牛时应搭配青绿饲料或块根饲料及少量稻草，成年牛棉籽壳可占粗饲料的 70%，6 ~ 18 月龄的牛 30% 左右。成年牛隔数天到数十天，暂喂 3 ~ 4d，小牛喂 1 周应更换其他粗饲料 10 ~ 15d，以防棉酚中毒。和玉米芯一样，棉籽壳需经适当粉碎后方能喂牛。

1.2 青饲料

青饲料是指水分含量高于 60% 的青绿多汁植物性饲料，包括天然牧草、人工栽培牧草、叶菜类、作物的鲜茎叶、水生植物等。

1.2.1 牧草

牧草，广义上指一切可供饲用的细茎草本植物，狭义上指栽培的豆科牧草和禾本科牧草等。牧草所含营养物质丰富而完全，尤其是豆科牧草，其干物质中蛋白质占 15% ~ 20%，含有各种必需氨基酸，蛋白质生物学价值高，可弥补精饲料蛋白质品质的不足；所含钙、磷、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 等均较丰富。禾本科牧草所含营养物质一般低于豆科牧草，但良好禾本科牧草营养价值往往不亚于豆科牧草，富含精氨酸、谷氨酸、丙氨酸、赖氨酸、聚果糖、果糖、蔗糖等，胡萝卜素含量也高。现将常见栽培牧草的营养特性介绍如下。

(1) 紫花苜蓿

俗称“苜蓿”，系世界上栽培最早的牧草，有“牧草之王”的美称。具有适应性广、产量高、品质好等优点，是反刍动物最好的饲料之一。一年种植可多年利用，每 666.7m² 年产鲜草 1 000 ~ 4 000kg，水肥条件较好时可达 5 000kg 以上。

苜蓿的营养价值与刈刈时期关系很大，幼嫩苜蓿含水量较高，随着生长阶段的延长，纤维素含量增加，蛋白质含量减少。根据单位面积内营养物质产量计算，苜蓿最适宜的刈刈时期是现蕾期至初花期，此时刈刈的干物质、粗蛋白质产量均较高，植株再生能力强。在现蕾前刈刈蛋白质含量高、饲用价值大，但产量较低，对植株再生也不利。刈刈过迟，草质粗老，饲用价值低，且基部长出新枝，一次刈刈，老嫩不齐，影响干草调制。

苜蓿既可刈刈青饲，又可与禾本科牧草混播后放牧利用，亦可调制青干草供反刍动物冬、春季枯草期饲用。苜蓿干草是乳牛冬、春两季的好饲料。据报道，每公顷苜蓿干草产奶量多少因刈割时期而不同。不同生长期刈割的苜蓿干草干物质产量相差不大，在每头乳牛每天采食量大致相同的情况下，由于养分含量不同，使产乳量有明显的差异。紫花苜蓿的主要

缺点是青草中含有大量的可溶性蛋白质和皂素，能在瘤胃形成大量持久性的泡沫。植株中皂素含量在 0.5% ~ 3.5%，因此在单纯苜蓿地上放牧青草易得鼓胀病。

(2) 红豆草

与苜蓿一样，红豆草属豆科多年生牧草，是干旱半干旱地区很有前途的牧草，凡能栽种苜蓿的地方均可种植，故有“牧草皇后”之称。红豆草无论是青草还是干草，都是乳牛的优质饲草。红豆草含有丰富的营养物质，除蛋白质外，还含有丰富的维生素和矿物质。据报道，红豆草粗蛋白质含量为 16.8%，粗脂肪含量为 4.9%，粗纤维含量为 20.9%，无氮浸出物含量为 49.6%，灰分含量为 7.8%。研究表明，红豆草粗蛋白质含量和红三叶、苜蓿差不多，比白三叶稍低，但由于它的单位面积干物质产量高，所以它的单位面积粗蛋白质产量虽略低于苜蓿，但却比白三叶和红三叶高。

从干物质消化率来看，红豆草高于紫花苜蓿，低于白三叶和红三叶。其干物质消化率在开花至结荚期一直保持在 75% 以上，在进入成熟期之后消化率才降至 65% 以下。红豆草的最大优点之一就是它在放牧时反刍动物不得鼓胀病。据研究，该草放牧时之所以不会导致反刍动物发生鼓胀病，主要是因为它在各个生育阶段均含有很高的浓缩单宁，能沉淀可溶性蛋白质。

(3) 三叶草

三叶草常见的有白三叶和红三叶两种。它是豆科牧草中分布最广的一类，几乎遍及全世界，尤以温带、亚热带分布为多。红三叶是短期多年生牧草，一般利用年限为 2 ~ 3 年，属上繁草，是较好放牧草和青刈草，其干草品质略低于苜蓿，红三叶每年可刈割 3 ~ 4 次，干物质消化率达 61% ~ 70%。白三叶是优良的下繁草，耐践踏，放牧利用好，一般可利用 7 ~ 8 年，每年可刈割 3 ~ 4 次。

三叶草适口性好，营养价值高，可消化蛋白质较苜蓿低，而总可消化营养及净热量较苜蓿略高，干物质总产量随生育期而增高，开花期蛋白质含量最高，脂肪、碳水化合物含量变化不大，但碳水化合物以开花期为最多，纤维素随生长期延长而迅速增加。三叶草可用于与其他禾本科牧草混播，用于放牧乳牛；收刈青贮或收刈干制，是乳牛的好饲草。高产乳牛可从白三叶草地获得全部养分的 65% 以上。

(4) 沙打旺

这是一种优良的豆科牧草和治沙改土作物，喜温暖，抗旱耐碱，再生能力强，第 2 年至第 4 年每公顷产鲜草可达 5 000kg 左右。沙打旺茎叶鲜嫩，营养丰富，是饲喂乳牛的好饲料。据研究，沙打旺含水分 66.71%，粗蛋白质 4.85%，粗脂肪 1.89%，粗纤维 9.00%，无氮浸出物 15.20%，灰分 2.35%。干物质中粗蛋白质含量占 14.60%。沙打旺适口性稍差，尤其是老化后茎秆粗硬，品质低劣，不宜青饲，可与其他多汁饲料混合青贮，由于含有硝基化合物，味苦，幼嫩时反刍动物习惯后也喜食。

(5) 紫云英

又名红花草，多分布于我国长江流域及其以南各地，是我国水田地区主要豆科牧草和冬季绿肥作物。具有产量高、蛋白质、各种矿物质及维生素含量丰富，鲜嫩多汁，适口性好等特点，是我国南方饲养乳牛的优质青饲料。显然，紫云英现蕾期干物质中蛋白质含量很高，达 20% 左右，粗纤维只有 11.82%。

开花初期品质优良，盛花期以后蛋白质减少，粗纤维显著增加，但与一般豆科牧草相比，仍较优良。研究证明，紫云英现蕾期产量仅为盛花期的 53%，但就总营养物质产量而

言,则以盛花期刈刈为佳,每公顷鲜草产量可达23~30t。

(6) 无芒雀麦

禾本科多年生牧草,适应性广,生命力强,是一种适口性好、饲用价值高的优良禾本科牧草。抗逆性强,可与苜蓿相当,为禾本科牧草中抗旱性较强的一种。具有茎少叶多、营养丰富等特点,幼嫩期无芒雀麦干物质中所含蛋白质不亚于豆科牧草中蛋白质的含量,种子成熟期营养价值显著下降。无芒雀麦具地下茎,易结成草皮,耐践踏,再生能力强,刈青饲或放牧利用均宜,是建立打草场和放牧场的优良牧草,每年可刈割2~3次,干草产量可达4 000~8 000kg/hm²。

(7) 羊草

属多年生禾本科牧草,具有适应性强、易栽培、营养丰富、饲用价值高等特点,是饲养乳牛的好饲料。羊草鲜草干物质中粗蛋白质含量达12%,品质优良,除放牧外,还可青刈舍饲,又可青贮或调制干草,是牛、羊等草食家畜的优质饲草。利用期长达10~20年,一般以第4~6年产量最高,生长5~6年后形成致密的根茎层,土壤通透性不良,产量下降,可重耙切断根茎,以改善通透性,促进生长。茎叶繁茂,营养生长期长,可保持较高的营养价值。一般干草产量为2 000~4 500kg/hm²,高者可达7 500kg/hm²。

(8) 披碱草

系适应性极强的一种多年生禾本科牧草,它的突出优点是产量高、易栽培,其营养成分较为丰富,鲜草干物质中含粗蛋白质8.3%,较羊草略低。幼嫩期青绿多汁,质地细嫩,可用于放牧。稍老的披碱草,除直接饲喂反刍动物外,还可调制干草或青贮料,作为反刍动物优质贮备饲料。草地利用期4~5年,第2~3年长势最好。适口性好,草食家畜喜食。每年可刈割1~2次,干草产量4 500~7 500kg/hm²。

(9) 黑麦草

属禾本科草本植物,常见的最有经济价值的为多年生黑麦草和一年生黑麦草,这两种黑麦草是具有世界栽培意义的禾本科牧草,广泛用作乳牛、肉牛和羊的干草和放牧牧草。黑麦草生长快,分蘖多,繁殖力强,茎叶柔嫩光滑,品质较好,各种家畜均喜食。可在年降水量500~1 500mm的地方良好生长,较能耐湿却不耐旱,一年可刈割3~4次。在几种最重要的禾本科牧草中可消化物质产量最高。黑麦草干物质组成因刈割时期及生长阶段而不同。生长阶段延长,粗蛋白质、粗脂肪、灰分含量逐渐减少,粗纤维明显增加,其中不能消化的木质素增加尤为显著。

(10) 鸡脚草

系禾本科多年生牧草,叶多茎少,产量高,能耐阴,适应性广,放牧、青饲、制干草或青贮均可。据研究,处于营养生长时期的鸡脚草其饲用价值接近苜蓿,盛花以后的饲用价值只有苜蓿的一半。鸡脚草再生草基本处于营养生长状态,因此它的饲用价值仍很高。

1.2.2 叶菜类饲料

叶菜类饲料种类很多,除了作为饲料栽培的苦苣菜、聚合草、甘蓝、牛皮菜、猪苋菜等以外,还有食用蔬菜、根茎瓜类的茎叶及野草野菜等,都是良好的青饲料来源。

(1) 苦苣菜

又叫苦麻菜或山莴苣等。苦苣菜生长快,再生力强,南方一年可刈割5~8次,北方3~5次,一般每公顷产鲜菜75~112.5t。苦苣菜鲜嫩可口,粗蛋白质含量较高,粗纤维含

量较少,营养价值较高,喂牛、羊效果良好。

(2) 聚合草

又称饲用紫草。聚合草产量高,营养丰富,利用期长,适应性广,全国各地均可栽培,是反刍家畜的优质青绿多汁饲料。聚合草为多年生草本植物,再生性很强,南方一年可刈割5~6次,北方为1~4次,第一年每公顷产75~90t,第二年以后每公顷产112.5~150t,聚合草营养价值较高,其干草的粗蛋白质含量与苜蓿接近,高的可达24%,而粗纤维则比苜蓿低。聚合草有粗硬短毛,畜禽不喜食,可在饲喂前先经粉碎或打浆,可具有黄瓜香味,或与粉状精料拌和,则适口性提高,饲喂效果较好。聚合草也可调制成青贮或干草。如晒制干草,须选择晴天刈割,就地摊成薄层晾晒,宜快干,以免日久颜色变黑,品质下降。聚合草茎叶含有聚合草素等吡咯双烷类生物碱,大量饲喂,超过日粮干物质的25%以上时,对家畜可能引起一定的毒害,宜控制喂量,并与其他青饲料混合饲喂。

(3) 牛皮菜

又称君达菜,厚皮菜,藜科甜菜属二年生草本植物,第一年营养生长期,长出短缩茎及大量叶片,第二年抽茎、开花结实。国内各地均有栽培,其产量高,易于种植,叶柔嫩多汁,适口性好,营养价值也较高,每株每次剥叶3~5片,南方可剥叶8~10次,产量150~225t/hm²,北方可剥叶4~5次,产量60~75t/hm²。牛皮菜喂时宜生喂,忌熟喂,煮熟放置时,易产生亚硝酸盐而致中毒。

(4) 菜叶、蔓秧和蔬菜类

菜叶是指菜用瓜果、豆类的叶子,人们通常不食用而作废料遗弃。这些菜叶种类多、来源广、数量大,是值得重视的一类青饲料。以干物质计,其能量较高,易消化,畜禽都能利用。尤其是豆类叶子营养价值很高,能量大,蛋白质含量也较丰富。

蔓秧指作物的藤蔓和幼苗,一般粗纤维含量较高,适于喂反刍家畜。

白菜、甘蓝和菠菜等食用蔬菜,也可用于饲料。在蔬菜旺季,大量剩余的蔬菜、次菜及菜帮等均可饲喂家畜。为了均衡全年的青饲料供应,还可适时栽种些蔬菜。

(5) 野草野菜类

是指人们在山林、野地、渠旁、田边、屋前房后挖掘的喂家畜的饲料。种类特别繁多,有豆科、菊科、旋花科、蓼科、苋科、十字花科等。这类饲料由于人的选择,多数是在幼嫩生长阶段用作饲料,故营养价值高,蛋白质含量较多,粗纤维含量较低,钙磷比例恰当,均具有青饲料营养相对平衡的特色。但采集饲料的工作费时费力,采集时要注意鉴别毒草及是否喷洒过农药,以防中毒。

1.2.3 水生饲料

水生饲料一般系指所谓的“三水一萍”,即水浮莲、水葫芦、水花生和绿萍。这类饲料具有生长快、产量高、不占耕地和利用时间长等优点。因地制宜发展水生饲料,并加以合理利用,是扩大青绿饲料来源的一个途径。

水生饲料茎叶柔软,细嫩多汁,施肥充足者长势茂盛,营养价值较高,缺肥者叶少根多,营养价值也较低。这类饲料水分含量特别高,可达90%~95%,因此其干物质含量很低,从而营养价值也降低,因此,水生饲料应与其他饲料搭配使用,以满足家畜的营养需要。

此外,水生饲料最易带来寄生虫病,如猪蛔虫、姜片虫、肝片吸虫等,利用不当往往得