

饲草饲料与动物营养

饲草饲料与动物营养

SICAO SILIAO YU DONGWU YINGYANG

白 钧 张树清 编著



甘肃民族出版社

西北民族学院 学科建设 资助项目

S816.515

1

饲草饲料与动物营养

SICAO SILIAO YU DONGWU YINGYANG

白 钧 张树清 编著

甘肃民族出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饲草饲料与动物营养/白钧等编著. —兰州: 甘肃民族出版社, 2003

ISBN 7-5421-0910-3

I. 饲... II. 白... III. ①动物—粗饲料—营养价值②动物营养—营养学 IV. S816.515

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 029159 号

责任编辑:张兰萍

封面设计:贾文

饲草饲料与动物营养

白钧 张树清 编著

甘肃民族出版社出版发行

(730000 兰州市滨河东路 296 号)

甘肃新视野文化发展有限责任公司印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 16.5 插页 2 字数 362 千

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—1,000

ISBN 7-5421-0910-3/S·54 定价:33.00 元

前 言

饲草饲料学在现代养殖业中本来就占有相当重要的位置,尤其在家畜饲养周期越来越短的今天,饲草饲料科学就越来越被人们重视。青草、青干草、干草捆(块)、草粉、叶粉、青贮料、微贮料、秸秆氨化、碱化饲料、各类精饲料及饲料添加剂(添加饲料)等都是草原畜牧业、农区畜牧业和城郊畜牧业不可缺少的饲草饲料资源,有着广泛的研究、开发前景。另外,西部大开发伟大战略方针实施以后,广开饲草饲料来源不仅能满足畜牧养殖业的需求,而且也成为保护西北生态环境的一项极为重要的技术手段。作为西部的科技工作者,我们有能力也有责任积极开发、研究饲草饲料科学。

动物营养和人类营养一样,近年来科技工作者进行了系统、全面、深入的研究。20世纪30~50年代,动物营养研究的重点由能量转移到蛋白质——氨基酸、矿物质和维生素等方面,取得了极为可喜的研究成果。进入90年代后,由于现代养殖技术的蓬勃发展,对动物养殖的相关技术研究逐步深入和细致,涉及的范畴已扩展到环境生理、生化、病理、土壤等领域。已经取得的科研成果推动了养殖业的科技转化,目前各类动物的饲料利用效率比30年前提高了50%~60%左右。

本专著就饲草、饲料、发酵饲草饲料、秸秆饲料、饲料添加剂、动物营养和动物饲养等方面的理论和技术进行了全面、系统、科学的阐述,把动物营养与饲草饲料科学有机的联系在一起。适合动物医学、动物科学和草业科学等专业本科学生和从事相关专业的科研人员参考。也可作为动物营养与饲料科学、临床兽医学等专业硕士研究生借鉴的工具书。

由于水平有限,本专著疏漏在所难免,诚请读者和同行批评指正。

编者

2003年2月

目 录

第一章 饲草	1
第一节 青草和青干草	1
第二节 干草捆与干草块	22
第三节 草粉、草颗粒与草饼	24
第四节 叶粉	29
第五节 配合饲料	33
第六节 饲草饲料的去毒加工	38
第二章 发酵饲草饲料	52
第一节 青贮料	52
第二节 微贮料	70
第三节 发酵籽实料	72
第四节 菌糠饲料	73
第三章 秸秆饲料	74
第一节 切短、粉碎、浸泡、蒸煮、打浆	74
第二节 氨化	76
第二节 碱化	83
第四章 饲料	86
第一节 谷实饲料及其副产品	86
第二节 豆类饲料及其副产品	89
第三节 野生牧草籽实饲料	92
第四节 块根块茎类饲料	94
第五节 饲料成型工艺	96
第五章 饲料添加剂	101
第一节 饲料添加剂的基础知识	101
第二节 饲料添加剂的应用原理	107
第三节 饲料添加剂的能效与应用技术	112
第六章 动物营养	220
第一节 动物营养原理	220
第二节 动物消化与吸收	229
第三节 营养物质的新陈代谢	231
第四节 营养与中毒性疾病	233

第七章 动物饲养与饲养实用技术	241
第一节 牛羊育肥技术	241
第二节 瘦肉型猪养殖技术	243
第三节 良种鸡饲养技术	246
第四节 暖棚养殖技术	248
第五节 畜禽饲料配制技术	251
第六节 青贮饲料制作技术	254
第七节 秸秆微贮技术	257

第一章 饲草

第一节 青草和青干草

青草是未经刈割而直接放牧利用或刈割后未经干燥处理,直接加工后饲喂利用的鲜青饲草。青干草是将饲用植物在量质兼优时期刈割,经自然或人工干燥调制而成的能够长期贮存的青绿饲草。

青草鲜嫩多汁,较其他利用方式以最大的叶量、胡萝卜素和维生素含量及营养物质的损失最低被家畜利用。青干草物质相对含量高。优良青草和青干草具有颜色青绿、叶量丰富、质地柔软、气味芳香、适口性好,并含有较多的蛋白质和矿物质,是家畜维生素的重要来源。因此,青草和青干草是草食家畜不可缺少的饲草。

一、青草

1. 青草的种类

(1) 豆科青草有苜蓿、三叶草、沙打旺、苕子、野豌豆、草木樨等属种。这类青草营养价值高,富含蛋白质、钙和胡萝卜素等。家畜的日粮中配给一定数量的豆科青草,可明显改善饲料中蛋白质比例。

(2) 禾本科青草如羊草、披碱草、黑麦草、冰草、无芒雀麦、鸡脚草、猫尾草、苏丹草、早熟禾、羊茅、鹅观草等。这类草多生长于天然草场,人工种植的种类也很多,但种植面积除黑麦草外,其余都不大。在牧区和半农半牧区,禾本科青草是放牧和刈割饲喂的主要牧草。这类草一般蛋白质和钙含量少,其营养价值低于豆科青草。

(3) 混合青草。多种牧草混生的天然草场和混播草地的青草。多作为放牧利用,也可青刈饲喂。

2. 青草的营养价值和影响青草品质的因素

收获的牧草种种形式中,以青草的营养价值为最高。在采用地面晒制青干草的过程中,由于饥饿代谢,阳光暴晒和机械作用造成叶片脱落,致使干物质、粗蛋白质的损失一般在20%~30%左右,胡萝卜素的损失高达90%以上。即使是人工快速干燥,胡萝卜素损失也有3%~10%,其他营养物质损失3%~8%。青贮过程中造成的总能量损失约7%~15%,维生素C的损失可达60%~65%。

青草的营养价值和品质因牧草种类和生育期的不同存在很大差异。豆科牧草的营养价值一般高于禾本科牧草,豆科牧草富含蛋白质而含较低的粗纤维,苜蓿鲜草的粗蛋白质含量从营养期到花后期为5.9%~6.7%,粗纤维含量为3.1%~7.2%。禾本科鲜草的粗蛋白质含量一般相当于豆科牧草1/2~1/3,粗纤维含量则高出近1/3。牧草的营养含量随生长发育阶段的变化而变化。从整个生育期来看,单位面积营养物质产量的态势为从营

养长期逐渐上升,到生殖生长开始的初期达到最高,然后便开始下降。在牧草利用过程中,由于习惯上追求产量而不能合理利用。牧草在始花期以后其产量仍在上升,但由于落叶和粗纤维的迅速增加,使营养价值迅速下降。因此,正确掌握牧草的利用期,是控制牧草养分损失,提高饲料回报,增加经济效益的重要手段。

二、青干草

1. 青干草的种类

1) 按植物种类分

(1) 豆科青干草。如苜蓿、沙打旺、草木樨、三叶草、野豌豆、苕子、大豆干草等。豆科青干草营养价值较高,富含可消化粗蛋白质、钙和胡萝卜素等,草食家畜日粮中配合一定数量的豆科干草,可以弥补饲料中蛋白质数量和质量方面的不足。如用豆科青干草和玉米青贮饲料搭配饲喂草食家畜,可以减少精料用量或完全省掉精料。

(2) 禾本科青干草。如羊草、披碱草、冰草、黑麦草、无芒雀麦、鸡脚草、猫尾草及苏丹草等。禾本科青干草来源广、数量大、适口性好。天然草地绝大多数是禾本科牧草,是牧区、半农半牧区的主要饲草。这类青干草一般含粗蛋白质与钙较少,其营养价值因种类和刈割时期不同而差异甚大。

(3) 谷类青干草。为栽培的饲用谷物,于抽穗-乳熟期刈割调制成青干草。如谷子、燕麦、稗子干草等。这一类干草虽含粗纤维较多,但仍是农区草食家畜的主要饲草。

(4) 混合青干草。如以天然割草场及混播牧草草地刈割调制的青干草。

2) 按干燥方法分

(1) 自然干燥青干草。自然晾晒或阴干调制而成,是目前最普遍最简便的一种青干草,但营养物质损失较多。

(2) 人工干燥青干草。利用各种能源,如常温鼓风或热空气,进行人工脱水干燥而成。由于干燥速度快,因而可减少干草营养成分的损失,特别是减少胡萝卜素的损失。其缺点是成本较高,而且缺乏维生素D的来源。

2. 青干草的营养价值

青干草的营养因牧草种类、刈割时期、干燥过程中的外界条件及贮藏方式等因素不同差异很大。一般粗蛋白质含量为10%~20%,比秸秆高1~2倍或以上;粗纤维含量为22%~23%,比秸秆低1倍左右;无氮浸出物含量在40%~54%,与秸秆相似;矿物质含量较丰富,特别是豆科牧草含有较多的钙、磷等。此外,优良青干草还含有胡萝卜素、维生素E、K、B等多种维生素。值得指出的是,晒制干草是草食家畜维生素D的重要来源,这是由于植物体内所含的麦角固醇经阳光紫外线的照射,可转化为维生素D,一般晒制青干草维生素D含量为100~1000个国际单位/千克。

优质青干草具有较高的饲用价值,如草地干草中含有48克/千克可消化蛋白质;三叶草-猫尾草及箭筈-燕麦干草中,分别含有52克/千克和66克/千克可消化蛋白质。而且青干草中的蛋白质具有较高的生物学价值。因此青干草是草食家畜冬春季的基础饲草,是反刍动物日粮中能量、蛋白质、维生素的主要来源。虽然干草中纤维素含量较高,各种营养物质的消化率较低,但干物质含量较多,家畜随意采食量也较高,对于乳用家畜,还

有提高乳脂率的作用。如用优质干草喂乳牛,在不补加任何精料的情况下,日产牛奶可达5千克。生产实践证明,各种草食家畜的日粮中,饲喂一定数量的青干草,均有良好效果。如以优质干草为基础日粮适当搭配精料、青贮饲料等,所育成的家畜体质、体型、生产力和经济效益均最佳。

但实际生产中,青干草品种差异极为悬殊,优质青干草营养价值接近小麦麸,而劣质干草,有时还不如秸秆,如秋后收割的枯黄草,加之晒制不当,营养物质损失常达50%~60%以上,特别是胡萝卜素,几乎损失殆尽。因此要获得优质干草,关键在于要特别重视影响青干草品质的各种因素,尽量设法减少牧草营养物质的损失。

3. 影响干草品质的因素

牧草调制成干草的目的,除便于贮藏外,更重要的是要尽量保持牧草原有的营养物质和较高的消化率与适口性,尤其要注意尽量减少青绿牧草中粗蛋白质、胡萝卜素及必需氨基酸等成分的损失。影响青干草这些优良品质的因素很多,除牧草种类及品质的差异外,最重要的是牧草收割时期、干燥方法与干燥时期的长短,外界条件及贮藏条件和技术等。其中牧草的刈割时期,对青干草品质的影响最大,也最容易被忽视。

三、青干草的适时刈割

1. 适时刈割的重要性

为获得品质优良的青干草,不论采用何种加工方法与先进技术,不论是天然打草场牧草,还是栽培牧草及饲料作物,都必须在牧草的营养物质产量最高时期进行刈割,即首先要保证原料的品质优良,这是生产优质青干草的基本前提。

牧草在生长发育过程中,其营养物质不断变化,处于不同生育期的牧草及饲料作物,不但产量不同,而且营养含量也有很大的差异。随着牧草生长期推移,豆科牧草叶片易脱落或枯萎,亦造成营养损失。尽管牧草的干物质产量还继续增长,但体内最宝贵的营养物质如粗蛋白、胡萝卜素的含量却大大减少。其主要原因是粗纤维的含量逐渐增加的缘故。实质上单位面积牧草产量和各种营养物质含量,主要取决于牧草的收割期,据恩期明格(1980)报道,无论是禾本科、豆科或者是混播牧草,在始花期以后,每推迟刈割期一天,牧草的消化率和采食量降低0.5%以上,总营养价值下降1%以上。

因此,必须根据不同牧草及饲料作物的产量及营养物质含量,适时刈割,使之既不影响牧草的生长,牲畜采食后产生的畜产品量也相应增高(表1-1)。

表1-1 三叶和猫尾草混播在不同刈割期的干草产量及畜产品量

收割期	干草产量 (千克/米 ²)	干草中可消化 蛋白(千克/米 ²)	畜产品(千克/米 ²)	
			牛乳	肉
始花期	0.355	0.018	0.525	0.028
盛花期	0.444	0.010	0.432	0.021
结荚期	0.435	0.006	0.144	0.007

目前,我国有些地区,由于受气候条件(如夏季多雨)、劳动力安排不当及只见时不见质、习惯势力等因素的影响,往往不能适时刈割,导致牧草的营养物质严重损失,干草品质差、饲料报酬低,经济效益差,应该引起高度重视。

2. 适时刈割的一般原则

确定牧草的最适刈割期,必须考虑两项指标:一是产草量,二是可消化营养物质的含量。而实际上,牧草在整个生育期中的产量和可消化营养物质的变化,是两个发展方向相反的过程。牧草生长的幼嫩时期,叶量丰厚,粗蛋白质、胡萝卜素等含量高,营养价值高,但产量低。相反,随着牧草的生长和生物量的增加。上述营养物质的含量明显减少,而粗纤维的含量则逐渐增加,牧草品质显著下降。因此,确定牧草的适度刈割期,必须把干物质产量和要消化营养物质的含量兼顾起来,全面衡量,选择处在生长发育中产量和相对最高,品质也相对最高的时期进行刈割。

牧草适宜刈割期的一般原则如下:

(1)以单位面积内营养物质的产量最高时期或以单位面积的总消化养分(TDN)最高时期为标准。

(2)有利于牧草的再生,有利于多年生或越年生(二年生)牧草的安全越冬和返青,并对翌年的产量和寿命无影响。

(3)根据不同的利用目的来确定。如为生产蛋白质、维生素含量高的苜蓿干草粉,应在孕蕾期进行刈割,虽然产量稍低一些,但可以从优质草粉的经济效益和商品价值予以补偿。若在开花期刈割,虽草粉产量较高,但草粉质量明显下降。

(4)天然割草场应以草群中主要牧草(优势种)的最适刈割期为准。

3. 禾本科牧草的刈割期

1)天然割草场与人工栽培多年生禾本科牧草的适宜刈割期。天然割草场的牧草种类多,但都以禾本科牧草为主;人工割草场则以单种的禾本科、或禾本科与豆科混播草地居多。下面以多年生禾本科牧草阐述天然割草场与人工割草地的适宜刈割期。

(1)营养动态。一般多年生禾本科牧草地上部分在孕穗—抽穗时期,叶多茎少,粗纤维含量较低,质地柔软,粗蛋白质、胡萝卜素含量高,而进入开花期后则显著减少,相反粗纤维含量则不断增加(见表1-2)。

表1-2 几种禾本科牧草地上部分营养成分动态(占干物质)

牧草名称	生育期	粗蛋白质 (%)	粗脂肪 (%)	粗纤维 (%)	无氮浸出物 (%)	粗灰分 (%)	胡萝卜素 (毫克/千克)
羊草	拔节	18.53	3.68	30.40	40.99	6.40	59.00
	孕穗	16.17	2.76	32.39	42.62	6.06	85.87

牧草品质在很大程度上取决于它的消化率,而牧草的消化率同样随着生育期的延续,大幅度下降。据刘洪宾等资料(1985),如果以禾本科牧草分蘖期的可消化蛋白质含量为100%,那么孕穗期为97%,抽穗期为60%,而到开花期仅为42.5%。

(2)产量动态。禾本科牧草在一年内地上部分生物量的增长速度是均衡的。孕穗—抽穗期生物学量增长最快,营养物质产量也达到高峰,此后则缓慢下降(见表1-3)。据彭启乾(1982)对披碱草进行刈割试验表明,以抽穗—开花期刈割,其蛋白质总收获量为最高。

表1-3 禾本科牧草营养物质产量(千克/米²)(1亩=666.67平方米)

项目 牧草别	阶段	生物学量
老芒草	孕穗	0.022
	抽穗	0.020
	开花	0.015
	结实	0.010
披碱草	抽穗	0.021
	开花	0.056
	结实	0.015
冰草	抽穗	0.025
	开花	0.014
	结实	0.008
无芒雀草	抽穗	0.026
	开花	0.014
	结实	0.013
黑麦草	抽穗	0.023
	开花	0.021
	成熟	0.015
鸡脚草	抽穗	0.019
	开花	0.013

一般认为,禾本科牧草单位面积的干物质和可消化营养物质总收获量以抽穗—开花期为最高。

(3)刈割期对牧草的再生性与翌年牧草产量的影响刈割期对禾本科牧草的再生性、刈割次数及下一年产草量均有较大的影响。一般认为在孕穗—抽穗期刈割,有利于禾本科牧草再生。如鸭茅在孕穗期进行刈割,每平方米内再生芽数量为1 251个;抽穗期为1 370个;而开花期则降为1 069个。

禾本科牧草刈割期的早晚,对翌年的产量有一定影响。由于下一年牧草的产量,主要决定于牧草地下器官可塑性营养物质的积累情况,而可塑性营养物质积累的最高时期,受

牧草种类、地理位置、气候条件等因素的影响有所差异,但牧草的刈割次数及最后一次刈割时期也会对牧草地下器官可塑性营养物质的积累产生一定影响。一般多在抽穗—初花期刈割,霜冻前 45 天禁止刈割。前苏联 H·A·III(1987)报道,无芒雀麦第一年于抽穗初期刈割,在每年刈割二次的情况下,两年平均单位面积的干物质与粗蛋白质产量均最高。

综上所述,兼顾营养动态,单位面积干物质及可消化营养物质的产量、再生性以及对于下年的生长发育和产量等各方面的利弊,全面衡量。一般认为,大多数多年生禾本科牧草的适宜刈割期应在抽穗—开花初期。但还要根据牧草种类不同区别对待(见表 1-4)。粗糙高大的禾本科牧草,如芨芨草、拂子茅等,应不迟于抽穗期,芦苇应在孕穗以前,针茅则应在芒针形成前进行刈割。

表 1-4 几种主要禾本科牧草的适宜刈割期

种类	适宜刈割期	备注	
羊草	开花期	花期一般在 6 月末至 7 月底	
老芒麦	抽穗期		
无芒雀麦	孕穗~抽穗期		
披碱草	孕穗~抽穗期		
冰草	抽穗~初花期		
黑麦草	抽穗~初花期		
鸭茅	抽穗~初花期		
芦苇	孕穗前		
针茅	抽穗~开花		芒针形成以前

(4)一年生禾本科牧草及青刈谷类作物的适宜刈割期一般根据当年的营养动态和产草量两个因素来确定(见表 1-5)。

表 1-5 几种一年生禾草及谷类作物的刈割期

种类	适宜刈割期	备注
扁穗雀麦	孕穗~抽穗前	第一次刈割可适当提前
青刈燕麦	乳熟~蜡熟期	
青刈谷子	孕穗~开花期	
青刈大麦	孕穗期	

2) 改革打草制度,提高经济效益和生态效益。我国北方地区,大多数天然割草场的适宜割草期应在夏季。而在实践中,人们习惯于秋季打贮草。如内蒙古地区以羊草为主的割草场,抽穗期在 6 月上旬,开花期在 6 月末至 7 月上中旬。而大部分地区在 8 月中下旬至 9 月打草,此时羊草已开始枯黄,营养价值急剧下降,如粗蛋白质的含量由抽穗—开花期的 14%降至 5%左右。胡萝卜素损失达 90%以上。大大影响了青干草的品质。因此,应改变目前不重视打贮草质量的习惯作法,采取如下具体措施:

(1)适时打伏草可提高经济效益。在牧草的产量与品质达到高峰期,及时打伏草,又

称打夏草。众所周知,1千克夏草等于2千克秋草的营养价值。如吴腾霄等(1984)在内蒙古锡林郭勒盟、呼盟地区,对以羊草为主的割草场进行打夏草试验证明:于7月上中旬羊草开花期进地刈割,每公顷产青干草1125千克;8月中旬打秋草,每公顷产干草1500千克,夏草粗蛋白含量15.4%,秋草仅为7.4%。经对乳牛进行饲喂试验表明,喂秋草每日需16.8千克/头,喂夏草仅需8千克/头。而且喂夏草的乳牛,平均每头日产乳量比喂秋草的日产乳量增加1.17%,大大提高了经济效益。

(2)充分利用水热条件,提高生态效益。羊草进入抽穗—开花期,粗蛋白质含量比结实期高1倍左右,产草量已达到最高产量的3/4以上,这时只用去一年生长期中植物可利用的水热资源的1/4。我国北方地区7~8月份水热条件较好,而羊草的生长发育高峰已过,浪费了当地水热资源。如及时刈割,牧草就可以在良好的水热条件下迅速再生。新生枝条生长速度达1厘米/日左右。再生草比较幼嫩,营养丰富,适口性好,而且生活力强,持青期一般比未刈割的草地延长15~20天,有利于秋季放牧与抓膘。适时打夏草还有利于牧草的越冬和第二年的返青。再生草在越冬和第二年返青奠定了雄厚的物质基础。由于再生草在停止生长前株高可达40厘米以上,更有利于冬季积雪保墒。实践证明,凡是适时刈割的草地,其牧草春季返青早,生长旺盛,可为家畜提供早春青草,缓解春季家畜因缺草而面临死亡的危机。综上所述,适时刈割的生态效益是非常可观的。

(3)打夏草存在的问题及克服办法。我国北方地区7月份已进入雨季,为晒制青干草与贮草带来一定困难,也是人们不愿意打夏草的主要原因之一。但根据内蒙古气象研究所(1984)对锡盟西乌旗25年的气象资料统计证明,绝大多数年份,在打夏草期间,多为晴天,适时打夏是可行的。而且可根据当地天气预报,只要3~5天之内为晴天,即可抓紧有利时机,打、晒、贮藏以获得优质青干草。

为了保证牧草的自然繁殖,在打草时每隔20米左右,留下5米宽的不刈割草带,以让其结实,作为自然传播的种源。

多年生禾本科牧草抽穗—开花期延续时间较短,一般为8~12天,因此打夏草应争取在短期内完成。一个地区或生产单位往往有各种类型的割草场,为了及时刈割,应根据各类型草场的主要牧草进入最适刈割的先后时间和饲用价值来确定刈割顺序。

4. 豆牧草的刈割期

1) 豆科牧草在调制干草方面的特点

(1)品质下降快。豆科牧草不同生育期的营养成分变化比禾本科牧草更为明显。如开花期刈割比孕蕾期刈割粗蛋白质含量减少1/3~1/2,胡萝卜素减少1/2~5/6,特别在干旱炎热以及强调烈日光照射下,更加速了植物衰老过程,纤维素、木质素增加,导致豆科牧草品质迅速下降。

(2)叶片上易脱落。豆科牧草营养价值最高的器官是叶片、嫩枝和花序。实际上,豆科牧草所含的粗蛋白质、胡萝卜素及必需氨基酸比禾本科牧草丰富,但是晒制成干草后,二者所含的营养物质差异不大,其原因是由于豆科牧草干制中叶片极易脱落的缘故。因叶片中蛋白质的含量约为茎的2.5倍(见表1-6)。

豆科牧草的茎叶比例,随生育期的推进变化较大。如紫花苜蓿的茎叶重量变化为:现蕾期叶的重量与终花期相比几乎多几倍,终花期茎的重量却是始花期的1倍以上(见表1

-7)。

表 1-6 豆科牧草茎叶的蛋白质含量(%)

牧草种类	茎	叶
苜蓿	10.6	24.0
红三叶	8.1	19.3
杂三叶	9.5	20.7
大豆	10.1	22.0

豆科牧草进入开花期以后,下部叶片开始枯黄,而且叶柄已经产生离层,晒制干草,叶片损失就更为严重。实践证明,刈割越晚,叶片脱落越多,干草品质也越差。因此,在晒制豆科牧草时,避免叶子的损失是头等重要的问题。

表 1-7 紫花苜蓿的茎叶重量比(%)

生育期	叶	茎
现蕾期	57.3	42.7
初花期	56.6	43.4
50%开花	53.2	46.8
终花期	33.7	86.7

(3)茎叶干燥速度不一致。豆科牧草茎秆比禾本科牧草充实、坚硬、木质化程度较高,且含胶体物质较多,茎内部的水分向外散失的阻力较大。而豆科牧草的叶柄细、叶子又较薄、表面积大,干燥速度比茎快得多。如苜蓿的茎含水量降至50%左右时,叶片含水量已降至10%左右。故由于叶较茎提前干燥,致使叶片大量脱落。豆科干草叶片损失率一般为20%~30%,甚至高达50%~70%。刈割越晚,茎叶干燥的速度差异越大,造成的损失也越大。

豆科牧草茎叶干燥速度因种类不同而异。茎秆较粗硬、木质化程度较高的牧草,茎叶干燥速度差异大,如沙打旺、草木樨、苜蓿、羊柴等。茎秆较柔软,木质化程度较低的牧草,茎叶干燥速度差异较小,叶片脱落也较少,如山豆、野豌豆、毛苕子等。

2)豆科牧草的适宜刈割期,多年生豆科牧草的适宜刈割期应根据生长当年的营养动态、产量、再生性以及刈割对翌年的产量和寿命的影响等方面综合考虑。

(1)苜蓿。营养动态:苜蓿地上部分营养物质的变化,随着生育期的延长,粗蛋白质、胡萝卜素和必需氨基酸含量逐渐减少,粗纤维则显著增加(见表1-8、1-9、1-10)。

由表看出,上述营养物质的含量在现蕾期最高,氨基酸以赖氨酸、蛋氨酸、精氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸降低较快,色氨酸则较稳定。这是由于营养物质除生殖生长消耗外,部分营养物质由地上器官转移到根部。同时在植株老化过程中,细胞膜破坏,形成了脂类和活化原子团过氧化物,进而钝化成萜烯、酚化合物等。类胡萝卜素和其他生物活化物的合成过程减慢,而且茎基部叶片因年龄、倒伏、病虫害等开始枯黄脱落,所以进入开花期以后,

粗蛋白质、胡萝卜素和必需氨基酸的含量有明显下降的趋势。

表 1-8 不同生育期苜蓿营养成分的变化

生育期	干物质 (%)	占干物质 (%)				
		粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分
营养期	18.0	26.1	4.5	17.2	42.2	10.0
现蕾期	19.9	22.1	3.5	23.4	41.4	9.6
初花期	22.5	20.5	3.1	25.8	41.3	9.3
盛花期	25.3	18.2	2.6	28.5	41.5	8.2
花后期	29.3	12.3	2.4	40.6	37.1	7.6

表 1-9 苜蓿不同生育期粗蛋白、胡萝卜素及纤维的含量

生长期	1974 年(湿度中等)			1975 年(干旱)			1976 年(湿润)		
	粗蛋白质 (%)			胡萝卜素(毫克/千克)			粗纤维 (%)		
孕蕾期	20.6	265	25.0	20.2	260	26.2	21.5	270	24.9
开花初期	19.5	245	25.6	18.6	220	27.7	20.0	240	28.0
开花盛期	17.8	205	28.2	17.4	170	31.9	19.0	220	29.8
荚果期 成熟期	16.1	156	31.1	15.0	135	33.8	16.8	150	31.9

表 1-10 不同刈割期苜蓿草粉中必需氨基酸的含量(克/千克)

成分	孕蕾初期	孕蕾盛期	开花初期	开花盛期
赖氨酸	12.6	12.5	7.6	8.6
蛋氨酸	3.4	3.2	2.2	1.5
色氨酸	6.6	8.6	5.7	5.2
苯丙氨酸	6.6	6.4	4.3	2.6
精氨酸	11.4	9.0	7.3	6.0
组氨酸	5.5	5.2	4.0	3.2
亮氨酸	24.6	23.2	17.1	14.4
酪氨酸	7.6	7.4	5.3	4.8
缬氨酸	9.1	8.7	7.6	5.8

干物质产量与消化率:苜蓿干物质产量随生长期的推移不断增加,一般在 10% 开花期达到高峰。根据单位面积内营养物质产量计算,现蕾盛期到 1/10 开花刈割的干物质、可消化干物质及粗蛋白质产量均较高。尽管在初花期到盛花期之间,干物质的消化率却

不断下降。适宜的刈割期应兼顾干物质的产量与消化率这两个因素,苜蓿的刈割期从现蕾期到 1/10 开花之间为宜。

刈割期对再生和下半年产量的影响:苜蓿在早春幼嫩时刈割是有害的,与在开花初期刈割相比,产量显著下降。其原因是由于苜蓿根系中碳水化合物含量低,而且根冠和根部在越冬、返青过程中受到伤害和营养的消耗,尚未来得及恢复的情况下刈割造成的。据林柏和等(1982)对 8 种苜蓿营养动态的研究证明,根茎中碳水化合物含量 4 月份下降到最低点,然后逐渐增加,直到开花始期。根系的营养物质有一定的积累,才有利于再生并能保持较高的生产力和持久性。另据 Robison(1972)报道,苜蓿在孕蕾期连续刈割与始花期相比,其产草量、草丛密度及根中碳水化合物含量均较低。但在开花期以后刈割,从刈割后的残茬上形成的再生芽与早期刈割的再生芽比较,前者发育快,短期内开花并老化,品质变劣,饲用价值降低。苜蓿的刈割期对下一年的返青和产量也有较大影响。一般认为,苜蓿当年最后一次刈割在盛花期进行,使苜蓿根茎内贮存大量的营养物质,有利于越冬和第二年返青,并有较旺盛的生命力,既能提高生产力,又可延长株丛寿命。

苜蓿刈割期的确定:综上所述,根据苜蓿不同生育期营养物质的变化情况、干物质产量、消化率、再生能力及对翌年产量等方面来确定,一般认为在现蕾—开花始期为最适刈割期。生产实践证明,苜蓿一年中前几次刈割,在现蕾—始花期,既能获得粗蛋白质、维生素含量高的饲草,又有利于防除田间杂草和病虫害,而最生一次刈割,应在开花期或霜前一个半月时刈割。但实际生产中,可根据不同需要,灵活掌握。如要生产维生素干草,应在现蕾期刈割。

在大田生产条件下,如果已达到适宜刈割期,但又有能同时大面积刈割利用时,可适当提前刈割。为了消灭苜蓿地中的杂草和防止苜蓿无性繁殖体系的衰退,应根据地块情况进行交替刈割,即在头一年从第一块地开始刈割,第二年从第二块地开始刈割,以此类推。

(2)沙打旺。沙打旺茎秆较粗大,生育后期易老化粗硬,到现蕾期,粗纤维含量显著增加,粗蛋白质、粗脂肪等含量降低,品质下降(见表 1-11)。

表 1-11 生长第三年沙打旺不同生育期营养成分含量(占干物质%)

	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	粗灰分	无氮浸出物	钙	磷
营养期(6.5)	14.70	3.22	28.94	9.19	43.95	1.84	0.19
(7.5)	12.09	2.86	31.04	7.32	46.69	1.48	0.14
现蕾期(8.5)	12.30	2.51	33.6	6.19	45.44	1.42	0.13
开花期(9.6)	10.92	1.84	37.51	6.76	42.97	1.85	0.11
结荚期(9.13)	10.79	1.38	41.31	5.33	41.19	1.31	0.09
成熟期(10.28)	6.80	1.11	47.84	3.81	40.44	0.72	0.10

沙打旺的营养期较长,其生长速度因品种、地区、栽培条件及生长年份不同而异。据苏盛发(1985)报道,一年生植株生长最快时期为 6 月下旬至 8 月上旬;生长第二年以上植

株为5月下旬至6月下旬,8月上旬(现蕾到初花)其生长开始缓慢,8月底基本停止生长。又据刘国彬等(1988)报道,沙打旺生长速度在现蕾前1个月左右达到最大值(14.9克/平方米),此后持续下降。

根据沙打旺生长发育特点和营养物质产量情况,一般认为生长第二年以上的沙打旺,以返青后100~110天、株高50厘米以上进行刈割为宜。刈割过晚,不仅草质粗硬,而且产量下降。据陈哲忠等(1983)对生长第二年沙打旺进行刈割试验,6月26日刈割,平均株高116.5厘米鲜草产量为91500千克/亩;7月21日刈割,虽株高增加到162.4厘米,但因2/3茎秆木质化,下部叶片枯黄脱落,鲜草产量仅3700千克/亩。

沙打旺再生性较差,生长第二年以上者一般每年刈割两次。第一次在6月下旬至7月上旬;第二次刈割在8月下旬至9月上旬。北方干旱低温地区,沙打旺一年往往只刈割一次,一般在8月~9月进行。

沙打旺的叶片比其他豆科牧草更易脱落,尤其在晚期刈割晒制干草时,大部分叶片脱落,甚至成为光秆。因此应特别注意适时刈割。

(3)草木樨。草木樨在现蕾期全株粗蛋白质、粗脂肪和粗灰分等含量最高,粗纤维含量较少。此后叶片所占比重下降,粗蛋白质等营养成分逐渐减少,茎秆迅速木质化,且香豆素含量增加,饲用价值与适口性下降。因此应在现蕾前至现蕾期刈割。

一般春播草木樨当年可刈割两次,第一次在株高50~60厘米时进行,留茬10厘米左右,经过20~30天的生长,再进行第二次刈割,留茬20厘米左右,有利于安全越冬。二年生草木樨,5月下旬至6月上旬,株高50厘米以上即可刈割,留茬10~15厘米。第二次可低茬刈割。

草木樨植株中含有香豆素,是一种芳香族化合物,被家畜咀嚼以后,游离香豆素释放出来,产生不良气味和苦味,降低适口性。香豆素的含量在花中最多,其次是叶片和种子,茎和根中最少;幼嫩时含量少,现蕾开花期多;湿润条件下含量少。一天内早晚含量少,中午含量多。因此,草木樨应在现蕾前含香豆素较少时进行刈割。

(4)其他豆科牧草的刈割期见表1-12。

表1-12 几种豆科牧草的刈割期

种类	刈割时期	备注
红豆草	现蕾~开花期	最后一次刈割在霜前一个月
三叶草	现蕾~始花期	
扁蓿豆	现蕾~始花期	
山野豌豆	开花期	麦茬复种时在霜冻来临时刈割
毛苕子	盛花~结荚初期	
普通野豌豆	盛花~结荚初期	
山豆	初花期	
青刈大豆(秣食豆、黑豆、黄豆)	开花~结荚初期	
豌豆	开花~结荚期	