

苜蓿

种植及加工利用

赵楠 编著



化学工业出版社

苜蓿

种植及加工利用

赵楠 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

苜蓿种植及加工利用/赵楠编著. —北京: 化学工业出版社, 2014.8
ISBN 978-7-122-21153-8

I. ①苜… II. ①赵… III. ①紫花苜蓿-栽培技术②紫花苜蓿-加工利用 IV. ①S551

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 142482 号

责任编辑: 邵桂林
责任校对: 李 爽

装帧设计: 孙远博

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 5 $\frac{3}{4}$ 字数 161 千字
2014 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

前 言

紫花苜蓿被世界畜牧业称为“牧草之王”、“饲草之后”。具有产量高、蛋白含量高、氨基酸含量丰富、适口性好等特点，是改土肥田、保持水土的重要植物。紫花苜蓿由于其对酸度敏感、抗热性差、不耐水淹、在黏重土壤中生长较差等特点，致使在我国的种植区域仅局限于北方地区。以前由于可利用种质资源和供选择品种少，紫花苜蓿的南引一直没有取得显著成效。

近年来，随着紫花苜蓿高秋眠性能研究的深入，结合高抗逆性新品种的培育成功，把苜蓿的种植领域由温带拓展到热带和亚热带气候区，由适宜沙壤土种植拓展到可在黏质土壤种植，种植的生态区域大幅拓宽，为我国南方地区对紫花苜蓿的引进和扩大种植面积奠定了基础。

“十里不同天、百里不同土”是前人对贵州的印象及描述。贵州地区具有气候多变、山地起伏大、土壤理化性质差异较大的特点。为此，笔者根据多年对苜蓿的种植观察和生产实践，参阅大量科技文献编写此书，以便使广大畜牧科技工作者及养殖户，进一步了解苜蓿的品种特性，提高在贵州不同地域、气候条件下引种的有效性，为紫花苜蓿品种在南方地区引种和大规模推广提供技术参考。

注：本书受黔科合重大专项 [2011] 6009 号“贵州草地生态畜牧业关键技术研究及集成示范”项目资助。

目 录

第一章 概述	1
一、起源与分布	1
二、国内外苜蓿生产状况	2
三、苜蓿的利用	6
(一) 鲜饲	7
(二) 青贮	7
(三) 放牧利用	7
(四) 调制干草	8
(五) 保健食品	8
(六) 蜜源植物	9
(七) 生态植物	9
第二章 苜蓿形态特性与环境	10
一、形态	10
(一) 根系	10
(二) 茎	12
(三) 叶	13
(四) 花	15
(五) 荚果	16
(六) 种子	16
二、生长	17
(一) 种子萌发	17
(二) 苗期	17
(三) 分枝	17
(四) 现蕾	18
(五) 开花	18
(六) 成熟	18

(七) 枯黄	18
(八) 再生性	18
三、苜蓿对环境条件的要求	19
(一) 温度	19
(二) 水分	19
(三) 土壤	20
(四) 光照	20
第三章 苜蓿栽培技术	21
一、种子处理	21
(一) 种子硬实处理	22
(二) 苜蓿根瘤菌及接种	23
二、整地技术	26
(一) 整地目的	26
(二) 整地措施	27
(三) 土壤处理	29
三、播种	30
(一) 品种选择	30
(二) 播种时期	31
(三) 播种深度	33
(四) 播种量	33
(五) 播种方法	33
(六) 混播	34
四、田间管理	35
(一) 苗期管理及除草	35
(二) 施肥	36
第四章 苜蓿秋眠性及应用	44
一、苜蓿的秋眠性	44
(一) 苜蓿秋眠性的产生	45
(二) 苜蓿秋眠性的测定	46
二、苜蓿秋眠性分类	46
(一) 苜蓿秋眠性的分级	46

(二) 预测抗寒性	48
三、中国苜蓿秋眠性	48
(一) 秋眠性在中国的研究概况	48
(二) 中国苜蓿秋眠性评定	48
(三) 苜蓿秋眠性与生产性能研究	49
四、苜蓿秋眠性的应用	50
(一) 种植区域划分	50
(二) 依照目的种植	50
(三) 引种参考	50
(四) 确定适宜的播种时期	51
(五) 贵州常见种植苜蓿品种及区域	51
第五章 苜蓿田地除草技术	53
一、杂草种类和危害	53
二、防除草措施	54
(一) 土壤耕作除草防治草害	54
(二) 调整播种期防治草害	54
(三) 烧草防治草害	54
(四) 适时刈割	55
三、苜蓿田化学除草技术	55
(一) 化学除草原理	55
(二) 杂草化学防治措施	57
第六章 苜蓿的主要病虫害	62
一、真菌性病害	62
(一) 根腐病和萎蔫病	62
(二) 霜霉病	63
(三) 褐斑病	64
(四) 锈病	64
(五) 白粉病	64
(六) 炭疽病	65
(七) 黄萎病	65
(八) 腐霉猝倒病	66

二、细菌性病害	66
三、病毒性病害	66
(一) 苜蓿花叶病	67
(二) 苜蓿丛枝病	67
四、线虫引起的病害	68
五、寄生性种子植物病害	68
六、虫害	68
第七章 贵州土壤与酸度改良	71
一、土壤概况	71
二、土壤类型	71
(一) 黄壤	72
(二) 红壤	72
(三) 黄棕壤	72
(四) 石灰土	73
(五) 紫色土	74
三、土壤酸碱性对养分有效性的影响	74
四、土壤酸碱性表现及对动、植物的影响	75
(一) 植物生长	75
(二) 病害	75
(三) 虫害	75
(四) 重金属	75
五、土壤酸的产生及来源	76
(一) 土壤酸度的本质及来源	76
(二) 影响土壤酸度的外在因素	77
六、土壤酸性的改良	78
(一) 增施农家肥, 培养土壤肥力	78
(二) 适时增施石灰, 定向进行改良	78
(三) 选用碱性肥料	78
七、土壤酸性改良物质及用量确定	78
(一) 氧化钙	79
(二) 碳酸钙和碳酸钙镁	79

(三) 氢氧化钙	79
(四) 炉渣	80
(五) 其他石灰物质	80
(六) 石灰施用量计算公式	80
(七) 苜蓿地土壤酸化改良	81
八、土壤中施用石灰方式	82
(一) 表层施用	82
(二) 耕作施用	82
九、施用石灰的益处	82
(一) 直接效益	82
(二) 间接效益	83
十、石灰对土壤及植物的不利影响	84
(一) 土壤板结	84
(二) 元素难溶	84
第八章 苜蓿收获与加工技术	85
一、苜蓿的收获	86
(一) 适宜收获期的确定	86
(二) 刈割时间	88
(三) 刈割次数	88
(四) 留茬高度	89
二、苜蓿干草的制作	90
(一) 苜蓿干草调制的干燥目的	90
(二) 苜蓿在干燥过程中各种物质的变化	91
(三) 常用调制干草的方法	97
三、苜蓿产品贮藏和品质鉴定	101
(一) 感官法估测苜蓿含水量	101
(二) 苜蓿干草的贮藏	102
(三) 苜蓿干草品质的评定	103
(四) 苜蓿草粉质量标准	105
第九章 苜蓿青贮技术	107
一、饲料青贮的意义	107

(一) 青绿多汁饲料	107
(二) 营养丰富	107
(三) 适口性好	107
(四) 原料来源广泛	108
(五) 存贮容易安全	108
(六) 消灭病菌、虫卵及杂草种子	108
二、饲料青贮原理及影响因素	109
(一) 饲料青贮原理	109
(二) 青贮的种类	110
(三) 青贮发酵中的微生物	110
(四) 制作青贮原料及要求	115
三、青贮过程中营养物质变化和损失	119
(一) 青贮过程中营养物质变化	119
(二) 营养物质损失方式和途径	120
四、青贮技术	121
(一) 常规青贮技术	121
(二) 半干青贮技术	122
(三) 添加剂青贮技术	124
(四) 拉伸膜裹包青贮	126
第十章 饲草料和青贮加工机械	129
一、田间饲草加工机械	129
(一) 苜蓿收割机	129
(二) 茎秆压扁机	131
(三) 搂集翻晒机	132
(四) 捡拾压垛机	134
(五) 草捆捡拾装卸机械	134
(六) 捡拾压捆机械	135
二、饲草成型机械(草块、草粉、草颗粒)	136
(一) 草块压制机	136
(二) 干草粉碎机	136
(三) 颗粒机	137

三、青贮加工机械	137
(一) 苜蓿青贮加工的工艺流程	137
(二) 主要机械种类和性能	138
第十一章 苜蓿叶蛋白生产	143
一、苜蓿叶蛋白提取意义	143
二、苜蓿叶蛋白提取	145
(一) 生产苜蓿叶蛋白的原料	145
(二) 苜蓿叶蛋白的生产	146
三、苜蓿叶蛋白营养价值及利用	149
(一) 苜蓿叶蛋白的营养价值	149
(二) 苜蓿叶蛋白的利用	151
(三) 苜蓿叶蛋白饲料的饲用	154
(四) 在其他方面进一步的研究应用	156
四、生产苜蓿叶蛋白副产品的饲用价值与应用	156
(一) 草渣	156
(二) 剩余汁液	157
五、存在问题	158
(一) 皂素(皂角苷)	158
(二) 制取率	158
(三) 盐类	158
(四) 能耗	158
(五) 叶蛋白的进一步分馏	159
(六) 叶蛋白的储存	159
(七) 产品的脱色脱味处理	159
附录	160
参考文献	173

第一章 概 述

【重要看点】

1. 苜蓿是人工栽培的——饲料作物。
2. 苜蓿对于草食家畜来说，就像人类对动物蛋白食品的需求一样重要。
3. 奶牛吃苜蓿所产的——是最好的牛奶，味道好极了！

一、起源与分布

苜蓿 (*Medicagosativa* L.) 是一种来自近东和中亚的植物。一般认为紫花苜蓿起源于“近东中心”——即小亚细亚、外高加索、伊朗和土库曼的高地一带。通过入侵的军队、探险家和传教士等，带到了欧洲、北非、阿拉伯半岛、传播到希腊，逐渐传遍欧洲。随着商业的发展引种到非洲、美洲，19 世纪传入新西兰、澳大利亚，进而逐步分布于全世界。是史前记载的少数栽培作物之一。苜蓿生产已是现代农业经营中的重要组成部分。

苜蓿适于在具有明显大陆性气候的地区生长，这些地区的特点是春季迟临，夏季短促，土壤 pH 近中性，土壤和底土通常含有较高的石灰质，排水良好。前苏联学者从事苜蓿系统发育方面的研究后，得出苜蓿具有两个起源中心的结论，即一个为外高加索山区（现代欧洲苜蓿的起源地）；另一个为中亚细亚。

公元前 135 年和前 119 年，汉武帝两次遣张骞出使西域，带回著名的大宛马、汗血马的同时，也带回苜蓿种子，种植于长安，用于饲喂西域御马，以后扩大至陕西各地。明代已传播到中原及华北地区，深受广大人民群众欢迎。早在《汉书·西域传》中就开始有文字记载。北魏的《齐民要术》对苜蓿的种植方法、利用价值作了描述。明朝的《群学谱》，清朝的《农蚕经》、《民圆便览》、《农

业著实》均对苜蓿的食用方法、饲用价值、耕作技术等做出过较全面的评价。可见当时种植之广泛，栽培技术已日趋完善，利用价值得到广大群众的认同，不仅饲喂大牲畜，而且还作食用，在肥田改土方面也发挥了重要作用。据记载，抗日战争以前陕西、甘肃的苜蓿种植面积占耕地面积的 5%~8%。新中国成立之初，苜蓿的面积为 332hm²。西北地区是我国苜蓿的最早种植区，后来种植范围不断扩大，西到新疆、北至黑龙江、南接江苏北部，甚至在世界屋脊青藏高原均有种植。经过 2000 多年的栽培，种植面积有逐年增加的趋势。

亚洲是苜蓿的发源地，东亚的中国、蒙古及中东的伊朗、伊拉克都有大面积种植。

苜蓿是发展畜牧业、调整农业种植结构的重要作物之一，因此在现代农业生产中，受到普遍重视。近年来，我国的苜蓿种植面积不断扩大，并且通过改进种植技术，引进优良品种，产量和质量得到了迅速提高。根据苜蓿的生物生态学特性、气候、土地条件等，苜蓿的种植方法、利用的品种也不相同。

苜蓿含有丰富的蛋白质，可提取苜蓿植物叶蛋白。叶蛋白已应用于食品中，同时也是良好的绿色环保食品之一，已称为无任何毒害的绿色食品，在食品工业中有良好的前景。可以预见，随着苜蓿产业化发展，更多的苜蓿食品将会被开发利用。

二、国内外苜蓿生产状况

紫花苜蓿因其营养丰富、产量高、适应性较强等特点，被称为“牧草之王”，在世界各地广泛种植。在欧洲绿色革命中，苜蓿是除三叶草之外的另一主推草种，迄今为止，种植苜蓿饲养奶牛仍是欧洲的主要农产业。全世界苜蓿现有种植面积 3300 万公顷。其中美国、前苏联和阿根廷几国的种植面积就占世界种植面积的 70%，法国、意大利、加拿大合计占 20% 左右。目前，美国的苜蓿种植面积约 1000 万公顷，接近世界苜蓿种植总面积的 1/3。在美国种植业中，苜蓿占第 4 位，年产值超过 100 亿美元，拉动相关产业（收获、加工、养殖等）的总产值逾 1000 亿美元，业已成为栽培农作物中的重要支柱产业。

欧洲是世界上栽培苜蓿面积较大的地区之一，且近年来面积有逐年增加的趋势。前苏联的欧洲部分、意大利和法国 3 国的种植面积最大，约占欧洲苜蓿种植面积的 3/4，而面积增加最快的是在东南欧的希腊、罗马尼亚、匈牙利、波兰和意大利；当然也有一些反常情况，近年来奥地利、德国、捷克、斯洛伐克、法国和英国的苜蓿种植面积却稍有减少，主要是牧草草种多元化所致。加拿大、新西兰、澳大利亚等国的苜蓿种植面积近年亦呈上升趋势，这些苜蓿草产品除部分出口外，绝大部分用来发展本国畜牧业。其中，澳大利亚主要在东南部建立了大面积苜蓿生产基地，生产的苜蓿草主要供本国畜牧业之用。从利用方式来看，大多数国家是用来调制干草或青贮，也有制成草粉、草块、草颗粒等深加工产品的，但在澳大利亚主要作为青绿饲料用。目前，苜蓿草产品已作为商品进入国际市场，而且随着各国人民生活水平的普遍提高，草产品市场日渐活跃。总之，国际苜蓿种植业发展非常迅速，一些发达国家已实现了苜蓿生产的集约化经营，特别是一些新技术、新品种、新方法的应用，使得苜蓿草产品质量不断提高，生产规模呈现扩大趋势，发展前景广阔。

亚洲是苜蓿的发源地，东亚的中国、蒙古及中东的伊朗、伊拉克都有大面积种植。特别是随着我国改革开放的不断深入，国家决定将经济发展重点转向中西部地区，实施西部开发战略，全面推行退耕还林还草，而且在广大中东部地区进行农业种植业结构调整，变粮、经“二元”种植结构为粮、经、饲“三元”种植结构，牧草及饲料作物种植面积将大幅度增加，而作为主推草种的苜蓿种植面积也将迅速增加。2011 年，种植面积约 377 万公顷，特别是一些国营、私营企业以独立经营或公司加农户等不同形式的参与，使得苜蓿的种植规模不断扩大，且开始向集约型、产业化方向发展，并呈现出强劲的发展势头，见表 1-1。

苜蓿适口性好，营养丰富，各类家畜都喜食，属优等牧草。由苜蓿制作的青草、青贮、干草、草粉是许多家畜必不可少的饲料。苜蓿鲜草的粗蛋白质消化率：孕蕾期为 71%，分枝期为 76%，干草（第一茬）为 80.6%。初花期（水分 7.64%）含粗蛋白质 21.01%，

表 1-1 世界各国种植紫花苜蓿面积统计

地区和国家	年份	公顷	折合亩
欧洲			
奥地利	1983	12630	189450
比利时	1982	1780	26700
保加利亚	1982	399000	5985000
原捷克斯洛伐克	1983	200000	3000000
丹麦	1983	5000	75000
前民主德国	1982	190000	2850000
芬兰	1983	500	7500
法国	1983	566000	8490000
希腊	1980	198700	2980500
匈牙利	1982	337500	5062500
意大利	1982	1300000	19500000
卢森堡	1983	400	6000
荷兰	1983	2000	30000
挪威	1983	200	3000
波兰	1981—1983	258000	3870000
罗马尼亚	1981	400000	6000000
西班牙	1981	332600	4989000
瑞典	1983	25000	375000
瑞士	1983	6000	90000
前苏联	1971	3375000	50625000
英国	1983	16000	240000
原西德	1983	31000	465000
前南斯拉夫	1984	337000	5055000
欧洲合计		7994310	119914650
北美			
加拿大	1981	2544300	38164500
墨西哥	1982	245000	3675000
美国	1981	10559025	158385375
北美合计		13348325	200224875
南美			
阿根廷	1981	7500000	112500000
玻利维亚	1983	9500	142500
巴西	1983	26000	390000

续表

地区和国家	年份	公顷	折合亩
智利	1983	60000	900000
厄瓜多尔	1969	30000	450000
秘鲁	1981	120000	1800000
乌拉圭	1983	25000	375000
南美合计		7770500	116557500
非洲			
阿尔及利亚	1981	10000	150000
埃及	1983	81000	1215000
肯尼亚	1984	120	1800
摩洛哥	1981	30000	450000
南非	1985	300000	4500000
突尼斯	1981	12300	184500
津巴布韦	1969	1550	23250
非洲合计		434970	6524550
亚洲			
印度	1976	58000	870000
伊朗	1977	270000	4050000
伊拉克	1970	4800	72000
以色列	1984	2000	30000
中国	1983	960000	14400000
沙特阿拉伯	1977	8300	124500
土耳其	1969	73700	1105500
前苏联(西伯利亚)	1971	1125000	16875000
亚洲合计		2501800	37527000
大洋洲			
澳大利亚	1981—1982	115500	1732500
新西兰	1984	101200	1518000
大洋洲合计		216700	3250500
世界合计		32266605	483999075

注：引自陈谷等著《苜蓿科学生产技术解决方案》。

粗脂肪 2.47%。1kg 优质苜蓿草粉相当于 0.5kg 精料的营养价值。其中必需氨基酸含量比玉米高，特别是赖氨酸含量比玉米高 5.7 倍。每公顷苜蓿可产粗蛋白质 1500~3000kg，相当 18.75~37.5t

玉米所含的蛋白质。同时,苜蓿含有 8 种牲畜需要的维生素,如青干草中含胡萝卜素 50~160mg/kg、核黄素 8~15mg/kg、维生素 E 150mg/kg、维生素 B 55~60mg/kg、维生素 K 150~200mg/kg;苜蓿还含有 15 种对家畜生长有益的微量元素,是家畜必不可少的优质饲料。

此外,苜蓿还具有固土保水、改良土壤、提供蜜源、保护环境等多种功效,是现代农业生产中备受青睐的饲料作物品种。

三、苜蓿的利用

苜蓿的利用见表 1-2。

表 1-2 生长期、加工方法、利用方式与苜蓿
营养成分的关系(占干物质比例)

加工方法 利用方式	生长期	水分 /%	粗蛋白质 /%	粗脂肪 /%	NFE ^① /%	粗纤维 /%	ADF ^② /%	NDF ^③ /%	粗灰分 /%
一茬鲜草	开花前	81.7	26.2	3.8	38.8	19.7	25.7	36.6	11.5
	开花期	80.8	17.7	3.1	39.1	30.7	37.5	46.3	9.4
再生鲜草	开花前	79.0	27.1	3.3	34.3	22.9	29.0	37.1	12.4
	开花期	79.7	27.1	3.4	38.9	27.1	34.0	42.4	9.9
青贮一茬草	开花前	79.1	26.3	4.8	33.5	21.5	27.8	34.9	14.3
	开花期	75.8	16.1	4.1	34.3	34.3	41.0	50.4	11.2
青贮再生草	开花前	75.8	24.4	5.4	33.8	23.1	29.8	37.6	13.2
	开花期	78.9	19.4	4.7	30.8	32.7	39.8	48.8	12.3
干草一茬草	开花前	10.6	19.5	1.8	36.5	19.5	25.2	32.2	12.1
	开花期	16.8	15.9	2.0	33.4	23.9	29.5	36.7	8.0
干草再生草	开花前	13.9	18.2	3.0	34.8	21.2	26.8	33.8	8.9
	开花期	13.1	16.6	2.2	34.5	25.7	31.6	39.2	7.9
优质草块		12.6	17.8	2.6	34.0	22.3	28.0	35.2	10.7
普通草块		10.8	14.7	2.6	33.6	26.8	32.9	40.7	11.5
苜蓿粉	自然干燥	9.4	15.9	2.3	37.9	24.3	30.3	37.9	10.2
	脱水干燥	9.3	17.5	3.0	38.2	22.4	28.3	35.7	9.6

①无氮浸出物。

②酸性洗涤纤维。

③中性洗涤纤维。

注:引自《日本标准饲料成分表》(1995)。