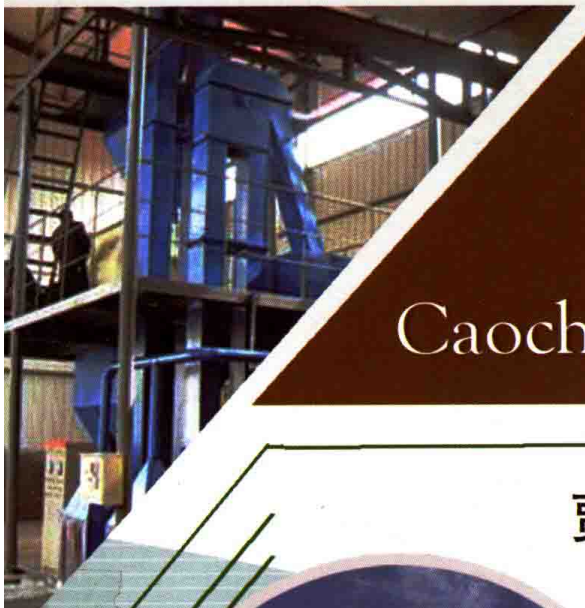
普通高等教育农业部“十二五”规划教材

高等农林教育“十三五”规划教材

草产品加工与贮藏学

Caochanpin Jiagong Yu Zhucangxue



贾玉山　玉柱　格根图　杨富裕　主编



中国农业大学出版社
China Agricultural University Press

普通高等教育农业部“十二五”规划教材
高等农林教育“十三五”规划教材

草产品加工与贮藏学

贾玉山　玉　柱　格根图　杨富裕　主　编

中国农业大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书是普通高等教育农业部“十二五”规划教材。全书内容包括绪论、牧草及饲料作物原料收获技术、青贮饲料调制技术、干草加工与贮藏技术、成型草产品加工与贮藏技术、饲草型全混合日粮加工与贮藏技术、草产品精深加工与贮藏技术、农作物秸秆饲料化技术、木本植物资源饲料化技术、青绿多汁饲料资源饲料化技术、低毒牧草资源饲料化技术、食品工业副产品饲料化技术、东北区草产品加工、华北区草产品加工、西北区草产品加工、青藏高原区草产品加工、南方草产品加工。本书注重理论与实践有机结合，在搜集、甄选当前国内外有关草产品加工与贮藏的前沿理论与最新科研成果的基础上，结合生产实践，重点介绍草产品加工与贮藏的科学理论和工艺技术。

本书既可作为高等院校草业科学、动物科学、食品等专业的本科生教材，也可作为草业科学、动物科学、食品加工等领域的研究生和生产技术人员的培训教材与参考书。

图书在版编目（CIP）数据

草产品加工与贮藏学 / 贾玉山等主编. —北京：中国农业大学出版社，2019.2
ISBN 978-7-5655-2185-0

Ⅰ. ①草… Ⅱ. ①贾… Ⅲ. ①牧草－饲料加工－高等学校－教材 ②牧草－饲料－贮藏－高等学校－教材 Ⅳ. ①S54 ②S816.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 041710 号

书　　名　草产品加工与贮藏学
作　　者　贾玉山　玉　柱　格根图　杨富裕　主编

策划编辑　张秀环　　**责任编辑**　田树君
封面设计　郑　川
出版发行　中国农业大学出版社
社　　址　北京市海淀区圆明园西路 2 号　　**邮政编码**　100193
电　　话　发行部 010-62818525, 8625　　读者服务部 010-62732336
　　编辑部 010-62732617, 2618　　出　版　部 010-62733440
网　　址　http://www.cau.press.cn　　**E-mail** cbsszs@cau.edu.cn
经　　销　新华书店
印　　刷　涿州市星河印刷有限公司
版　　次　2019 年 5 月第 1 版　2019 年 5 月第 1 次印刷
规　　格　787×1 092　16 开本　26.75 印张　650 千字
定　　价　78. 00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编委会名单

主　编　贾玉山　内蒙古农业大学

玉　柱　中国农业大学

格根图　内蒙古农业大学

杨富裕　中国农业大学

副主编　邵　涛　南京农业大学

刘庭玉　内蒙古民族大学

编　者（排名不分次序）

贾玉山　内蒙古农业大学

格根图　内蒙古农业大学

玉　柱　中国农业大学

杨富裕　中国农业大学

吴　哲　中国农业大学

高文俊　山西农业大学

李秋凤　河北农业大学

邵　涛　南京农业大学

闫艳红　四川农业大学

赵国琦　扬州大学

张桂杰　宁夏大学

刘庭玉　内蒙古民族大学

任秀珍　内蒙古民族大学

侯美玲　内蒙古民族大学
白春生　沈阳农业大学
曲善民　黑龙江八一农垦大学
尚占环　兰州大学
郭旭生　兰州大学
苗彦军　西藏农牧学院
姜义宝　河南农业大学
审　稿　张秀芬　内蒙古农业大学

前　言

在国民经济和社会发展第十二个五年规划期间，我国草产业发展进入了一个新的发展阶段。一方面，国内草产业从业企业和人员规模迅速壮大，产业发展逐渐呈现出规模化、机械化、现代化特色，国家适时出台的鼓励发展草牧业和实施“粮改饲”战略等政策，也为草产业的高速发展注入了强心剂。另一方面，由于我国对美国、加拿大、澳大利亚等国家的苜蓿干草和燕麦干草进口量快速增加，在满足国内养殖业优质饲草需求的同时，对国内草产业带来了较大的冲击，国内草产业面临着较强的竞争压力，迫切需要改变生产经营模式，提高草产品质量。另外，我国幅员辽阔，不同区域自然气候、地形地貌和农业生产特点均存在较大差异。因此，不同区域的饲草资源特点和生产模式也不尽相同。基于上述产业发展和区域饲草生产需求，本书编写组在编写该书时，在章节设置和编著内容方面，较“十二五”之前的同类教材进行了大篇幅的改动，在突出本书技术内容的先进性、新颖性的同时，兼顾其实用性和适用性。希望本书作为教材，在全国不同地区高校草业科学专业本科教学中能够适用；作为技术指导书，全国饲草主产区从业人员都能够找到可借鉴的技术内容和方法。

全书主要分为草产品加工贮藏共性技术和区域性草产品加工技术两部分，共16章内容。其中，共性技术包括：草产品原料收获技术，青贮饲料、植物干草、成型草产品、饲草型全混合日粮等主流草产品加工贮藏技术，农作物秸秆、木本资源、低毒牧草、食品工业副产品等非常规饲草资源开发利用技术以及高附加值草产品和青绿多汁饲料加工利用技术等内容。区域性技术包括：东北地区、华北地区、西北地区、青藏高原地区和南方饲草产区5个区域的饲草生产适用性技术。

全书由来自国内15所高等院校的长期在教学和生产一线的20余名专家学者共同编著。其中，贾玉山、玉柱、格根图、杨富裕任主编，邵涛、刘庭玉任副主编。全书在编写组人员交叉审稿的基础上，由贾玉山、格根图、邵涛进行最终统稿。内蒙古农业大学张秀芬教授总审稿。

在本书编写过程中，内蒙古农业大学国家级重点学科——草业科学，农业部饲草栽培、加工与高效利用重点实验室，草地资源教育部重点实验室，内蒙古自治区草品种育繁工程技术研究中心，教育部“草地资源可持续利用”创新团队，内蒙古自治区草原英才工程“草产品加工利用关键技术研发与产业化示范创新人才团队”和国家“十三五”牧草产业体系干草调制贮藏岗位科学家团队，为本书中的多项研究内容提供了宝贵的资料和资助。

本书中大多数技术内容为本书编写组各位专家学者30多年来主持完成的多项科研项目的结晶。其中，许多新技术内容来源于国家重点研发计划“干草低损耗高品质规模化生产及产品加工技术研究与示范”与“内蒙古河套盐碱地抗盐生态治理和优质草饲生态产业技术研究与集成示范”，国家自然科学基金“苜蓿干燥过程中营养物质对环境因子变化响应机

制的研究”（编号 31572461）与“典型草原牧草刈割后干燥机制与营养物质变化相关性研究”（编号 31760710）等科研项目。

编者对部分章节内容进行了多次重大返工和修订，力求将最好的研究成果呈献给读者。尽管如此，由于编者科学研究水平和文字编写水平有限，对有些问题的研究和阐述仍有浅尝辄止之感。希望广大读者对本书中的疏漏和不足之处提出批评和修改意见，以便今后修正、勘误。

编　者

2018.11

目　录

绪论……1

第一节　草产品加工与贮藏的概念与意义……1

一、草产品加工与贮藏的概念……1
二、草产品加工与贮藏的意义……1
三、本课程的性质和任务……2

第二节　草产品加工与贮藏的发展概况……3

一、牧草刈割与田间快速干燥技术……4
二、草捆加工技术……4
三、干草粉加工技术……4
四、牧草成型加工技术……4
五、青贮加工技术……5
六、草产品深加工技术……5
七、饲草产品质量监测技术……5

第三节　牧草饲料的分类……6

一、牧草饲料分类……6
二、习惯性分类法……7
三、国际饲料分类法……7
四、国内饲料分类法……8

思考题……11

参考文献……11

第一章　牧草及饲料作物原料收获技术……12

第一节　牧草及饲料作物适时收获的意义……12

一、适时收获是生产优质饲草饲料的基本前提……12
二、适时收获是提高单位面积土地生产能力的有效途径……12
三、适时收获可以显著提高饲草饲料的饲料报酬……13
四、适时刈割是维持草地生产力和维护草地健康的有效途径……13

第二节　饲草原料收获的原理……13

一、以单位面积内可收获的总消化养分（TDN）最高为基本标准……13

二、有利于牧草的再生……14
三、有利于多年生或二年生牧草及饲料作物的安全越冬……14
四、天然草地以草群中优势种的最适刈割方式为准……14
五、根据不同的利用目的，确定适时刈割期……15
第三节 常用饲草及饲料作物的适时收获技术……15
一、牧草的收获期……15
二、饲料作物的适时收获……23
第四节 饲草原料机械化收获技术……25
一、牧草收获机械……25
二、饲用玉米收获机械……27
三、块根块茎类饲料作物收获机械……28
第五节 牧草及饲料作物原料适时收获的注意事项……29
思考题……30
参考文献……30
第二章 青贮饲料调制技术……31
第一节 青贮饲料调制意义……31
一、青贮概念……31
二、青贮饲料调制的意义……31
第二节 青贮饲料调制原理……34
一、青贮原理……34
二、青贮发酵的基本过程……35
三、青贮发酵中的微生物……36
四、青贮发酵过程的养分变化……41
第三节 青贮饲料调制技术……43
一、青贮发酵的关键因素……43
二、青贮容器……44
三、青贮添加剂……48
四、青贮调制方法……52
五、青贮饲料质量……61
第四节 青贮饲料管理……64
一、青贮饲料的管理……64
二、青贮饲料的饲喂……67

思考题……68
参考文献……68

第三章　干草加工与贮藏技术……70

第一节　概述……70

一、干草调制的目的意义……70
二、干草的种类……72
三、干草的营养特征……75
四、干草的消化率……77
五、干草调制原理……77
六、影响干草品质的主要因素……77
七、国内外干草产业发展进程及现状……78

第二节　干草的调制技术……81

一、干草调制过程中的成分变化……81
二、干燥调制过程中的损失……83
三、干草调制原则……85
四、干草调制工艺流程……85

第三节　青干草收获储运技术……104

一、天然青干草特性介绍……104
二、天然青干草收获……105
三、仓储……106
四、运输……107

第四节　干草贮藏技术……107

一、干草含水量判定……107
二、干草贮藏技术……108

第五节　干草的利用……110

一、牛的干草利用……111
二、羊的干草利用……111
三、马的干草利用……112
四、鹅的干草利用……112
五、兔的干草利用……113
六、猪的干草利用……113
七、鸡的干草利用……114

思考题……114

参考文献 …… 114

第四章 成型草产品加工与贮藏技术 …… 115

第一节 成型草产品在牧业生产中的意义 …… 115

一、便于贮藏、包装、运输，减少营养损失 …… 115
二、提高畜禽适口性，增加采食量 …… 116
三、便于动物消化吸收，提高饲料利用率 …… 116
四、消毒杀菌，减少疾病发生 …… 116
五、扩大饲料种类和来源 …… 116
六、提高工作效率和经济效益 …… 117

第二节 成型草产品加工与贮藏原理 …… 117

一、成型草产品的种类 …… 117
二、成型草产品加工原理 …… 119
三、成型草产品贮藏原理 …… 122

第三节 成型草产品加工技术 …… 123

一、颗粒饲料的加工 …… 123
二、干草块（饼）的加工 …… 133
三、饲料舔砖 …… 137
四、膨化饲料 …… 137

第四节 成型草产品贮藏技术 …… 140

一、安全贮藏的水分 …… 140
二、安全贮藏的方法 …… 140
三、贮藏期间的管理 …… 140

思考题 …… 141

参考文献 …… 141

第五章 饲草型全混合日粮加工与贮藏技术 …… 143

第一节 饲草型全混合日粮在畜牧业生产中的意义 …… 143

一、饲草型全混合日粮的概述 …… 143
二、饲草型全混合日粮的特点 …… 144
三、饲草型全混合日粮在畜牧业生产中的意义 …… 145

第二节 饲草型全混合日粮加工原理 …… 147

一、组合效应的概念和类型 …… 147

二、组合效应的衡量指标 …… 148
第三节　饲草型全混合日粮加工工艺 …… 149
一、饲草型全混合日粮技术要点 …… 149
二、饲草型全混合日粮技术工艺 …… 151
三、饲草型全混日粮配套设备 …… 151
四、饲草型全混日粮的效果评价 …… 153
第四节　新型全混合日粮加工技术 …… 154
一、饲草型发酵全混合日粮 …… 154
二、饲草型全混合日粮颗粒饲料 …… 156
思考题 …… 156
参考文献 …… 157

第六章　草产品精深加工与贮藏技术 …… 158
第一节　草产品精深加工概述 …… 158
一、草产品精深加工的意义 …… 158
二、草产品精深加工原理 …… 159
第二节　草产品精深加工与贮藏技术 …… 164
一、食用草产品加工与贮藏技术 …… 164
二、能源草产品加工与贮藏技术 …… 176
三、工艺草产品加工与贮藏技术 …… 178
四、工业草产品加工与贮藏技术 …… 180
五、药用草产品加与贮藏工技术 …… 189
思考题 …… 194
参考文献 …… 194

第七章　农作物秸秆饲料化技术 …… 197
第一节　农作物秸秆饲料化加工意义 …… 197
一、农作物秸秆资源丰富 …… 197
二、秸秆饲料化可以促进草食畜牧业的发展 …… 198
三、秸秆饲料化的社会意义 …… 200
第二节　农作物秸秆饲料化加工原理 …… 201
一、农作物秸秆化学组成 …… 201

二、农作物秸秆木质纤维素 …… 202
三、农作物秸秆饲料化加工原理 …… 205
第三节 农作物秸秆饲料化加工技术 …… 208
一、秸秆饲料物理加工技术 …… 208
二、秸秆饲料化学加工技术 …… 210
三、秸秆饲料物理化学加工技术 …… 211
四、秸秆饲料生物加工技术 …… 212
第四节 农作物秸秆饲料贮藏技术 …… 214
一、秸秆饲料干贮 …… 214
二、秸秆饲料湿贮 …… 216
思考题 …… 217
参考文献 …… 217
第八章 木本植物资源饲料化技术 …… 219
第一节 木本植物资源饲料化加工意义 …… 219
一、木本植物饲料的概念及营养价值 …… 219
二、木本饲料的分类 …… 220
三、木本植物资源饲料化加工意义 …… 221
第二节 木本植物资源饲料化加工原理 …… 223
一、木本植物饲料的限制因素 …… 223
二、加工利用对木本植物饲料的作用 …… 225
第三节 木本资源饲料化加工技术 …… 226
一、灌木饲料的加工利用 …… 226
二、树叶的加工利用 …… 230
三、锯末的加工利用 …… 237
第四节 木本饲料贮藏技术 …… 238
一、常规贮藏 …… 238
二、低温贮藏 …… 238
三、气调贮藏 …… 238
四、缺氧贮藏 …… 238
五、双低贮藏 …… 239
六、真空贮藏 …… 239
七、辐照贮藏 …… 239

八、减压技术 …… 239
思考题 …… 239
参考文献 …… 239

第九章　青绿多汁饲料资源饲料化技术 …… 241
第一节　青绿多汁饲料资源饲料化加工的意义 …… 241
一、青绿多汁饲料适口性好、易消化 …… 241
二、扩大饲料来源 …… 241
第二节　青绿多汁饲料的种类 …… 242
一、青绿饲料 …… 242
二、多汁饲料 …… 242
第三节　青绿多汁饲料资源饲料化加工原理 …… 242
一、物理加工 …… 242
二、青贮及生物发酵 …… 243
三、叶蛋白质饲料 …… 244
第四节　青绿多汁饲料资源饲料化加工技术 …… 246
一、块根饲料的加工利用 …… 246
二、块茎饲料的加工利用 …… 247
三、叶菜瓜果类饲料的加工利用 …… 248
四、水生植物饲料的加工利用 …… 252
五、果渣饲料的加工利用 …… 253
第五节　青绿多汁饲料贮藏技术 …… 255
一、青绿多汁饲料采收后的生理活动 …… 255
二、块根、块茎饲料的贮藏 …… 256
三、青绿饲料的贮藏 …… 258
思考题 …… 259
参考文献 …… 259

第十章　低毒牧草资源饲料化技术 …… 261
第一节　低毒牧草饲料化加工意义 …… 261
第二节　低毒牧草饲料化加工原理 …… 262
一、牧草中毒素的来源 …… 262

二、牧草中有毒有害物质及毒性原理 …… 263
三、影响饲草料毒物含量的因素 …… 266
四、低毒牧草脱毒原理 …… 267
第二节 低毒牧草去毒加工技术 …… 268
一、草木樨 …… 268
二、沙打旺 …… 269
三、疯草 …… 270
四、小冠花 …… 272
五、山黧豆 …… 272
六、羽扁豆 …… 273
七、三叶草 …… 274
八、苜蓿 …… 274
九、紫茎泽兰 …… 275
十、银合欢 …… 277
十一、马铃薯 …… 278
十二、含亚硝酸盐的青绿饲料 …… 278
十三、含氰苷的青绿牧草 …… 280
思考题 …… 281
参考文献 …… 282
第十一章 食品工业副产品饲料化技术 …… 283
第一节 食品工业副产品饲料化加工的意义 …… 283
一、我国饲料资源开发现状 …… 283
二、食品工业副产品饲料化的意义 …… 284
第二节 食品工业副产品饲料化加工原理 …… 284
一、植物油料副产品饲料化加工原理 …… 285
二、粮食加工副产品饲料化加工原理 …… 287
三、糟渣类副产品饲料化加工原理 …… 288
第三节 食品工业副产品饲料化加工技术 …… 292
一、植物油料副产品饲料化加工技术 …… 292
二、粮食加工副产品饲料化加工技术 …… 294
三、糟渣类副产品饲料化加工技术 …… 297
第四节 食品工业副产品饲料产品贮藏技术 …… 298
一、植物油料副产品饲料贮藏技术 …… 298

二、粮食加工副产品饲料贮藏技术 …… 299
三、糟渣类副产品饲料贮藏技术 …… 300
思考题 …… 301
参考文献 …… 301

第十二章　东北区草产品加工 …… 304
第一节　东北区饲草生产特点 …… 304
一、地理区域和地貌特点 …… 304
二、自然气候条件 …… 304
三、主要饲草种类 …… 305
第二节　东北区草产品加工贮藏适用技术 …… 310
一、干草加工贮藏技术 …… 310
二、青贮加工贮藏技术 …… 313
三、草粉与草颗粒的贮藏技术 …… 317
第三节　东北区草产品产业化生产策略 …… 318
一、东北区草产品产业化的机遇与风险 …… 318
二、东北区草产品产业化生产策略 …… 320
思考题 …… 322
参考文献 …… 322

第十三章　华北地区草产品加工 …… 324
第一节　干旱、半干旱地区草产品加工 …… 324
一、干旱、半干旱地区饲草生产特点 …… 324
二、干旱、半干旱地区草产品加工适用技术 …… 327
三、干旱、半干旱地区草产品贮藏适用技术 …… 331
四、干旱、半干旱区草产品产业化生产策略 …… 333
第二节　湿润（黄淮海）区草产品加工 …… 334
一、湿润（黄淮海）区气候和饲草生产特点 …… 334
二、湿润（黄淮海）区草产品加工适用技术 …… 335
三、湿润（黄淮海）区草产品产业化生产策略 …… 345
四、发展策略 …… 346
思考题 …… 347
参考文献 …… 347

第十四章 西北区草产品加工 …… 349
第一节 西北区饲草生产特点 …… 349
一、西北地区气候水热条件的特点 …… 349
二、西北地区土地资源 …… 350
三、西北地区草产品生产 …… 352
第二节 西北区草产品加工与贮藏技术 …… 353
一、西北区草产品加工技术 …… 353
二、西北区草产品贮藏适用技术 …… 358
第三节 西北区草产品产业化生产策略 …… 361
一、西北区草产品产业发展面临的问题 …… 361
二、西北区草产品产业化的必要性 …… 362
三、西北地区草产品产业化现状 …… 363
四、产业化发展对策 …… 366
思考题 …… 369
参考文献 …… 369
第十五章 青藏高原区草产品加工 …… 371
第一节 概况 …… 371
一、青藏高原区饲草生产概况 …… 371
二、青藏高原牧区饲草生产特点 …… 372
三、青藏高原农区饲草生产特点 …… 372
四、青藏高原主要饲草作物种类 …… 372
第二节 青藏高原区草产品加工技术 …… 374
一、青藏高原区牧草青干草调制技术 …… 374
二、青藏高原区农作物秸秆和牧草混合青贮技术 …… 374
第三节 青藏高原区草产品贮藏适用技术 …… 376
一、干草制作草粉及草颗粒贮藏适用技术 …… 376
二、袋装青贮适用技术 …… 376
三、燕麦青干草、青贮调制技术 …… 377
第四节 青藏高原区草产品产业化生产策略 …… 378
一、建植人工草地、改善种植结构 …… 378
二、建立和完善饲草生产加工体系 …… 378
三、加大科技投入 …… 378

四、提高牧草饲料生产的组织化程度 …… 378
思考题 …… 379
参考文献 …… 379

第十六章　南方草产品加工 …… 380
第一节　南方饲草生产特点 …… 380
一、南方饲草资源丰富，开发利用潜力大 …… 380
二、南方牧草生长周期长，单位面积生产力高 …… 381
三、南方草地生物量较高，但天然牧草质量较差，饲草料综合利用率低 …… 382
四、南方草地分布较零散，草地分布区的社会经济条件差 …… 382
第二节　南方主要栽培牧草 …… 383
第三节　南方草产品加工适用技术 …… 384
一、干草加工 …… 385
二、草捆加工 …… 387
三、草粉加工 …… 388
四、草颗粒加工 …… 388
五、草块加工 …… 389
六、青贮 …… 390
第四节　南方草产品贮藏适用技术 …… 393
一、干草贮藏 …… 394
二、草捆贮藏 …… 396
三、草粉贮藏 …… 396
四、草颗粒、草块贮藏 …… 397
五、青贮贮藏 …… 397
第五节　南方草产品产业化生产策略 …… 398
一、重视发展草业经济 …… 398
二、保障牧草数量和质量是发展种草养畜产业的核心 …… 399
三、大力推进饲草规模化和集约化种植，提高种草效益，发展青贮饲料产业 … 399
四、加强饲草科技队伍建设，研发高效生产技术 …… 400
五、多种途径支持种草养畜业，保障其持续健康发展 …… 401
思考题 …… 402
参考文献 …… 402

植物拉丁文名对照表 …… 405



绪　论

【学习目标】

- 掌握草产品加工与贮藏的概念。
- 了解草产品加工与贮藏的发展趋势。
- 掌握牧草饲料的分类方法。

第一节　草产品加工与贮藏的概念与意义

一、草产品加工与贮藏的概念

牧草饲料亦称饲草作物、饲草饲料或饲草，包括牧草和饲料作物。牧草饲料通过一定的加工手段而制成的产品称为草产品。草产品从狭义上讲是指牧草饲料经收获、加工得到的用于饲喂动物的饲草产品。从广义上讲，牧草饲料经收获、加工形成的所有产品，包括饲草产品、食草产品、药草产品及绿草产品等，都可称为草产品。饲草产品是草食家畜优质日粮的重要组成部分，也是多种畜禽配合饲料中蛋白质和维生素的补充原料，具有较高饲用价值。草产品原料来源广泛，包括人工栽培牧草、天然草地牧草、饲料作物、农林副产品、植物性添加剂及其他植物性原材料等。

草产品加工是指牧草饲料（原料）适时收获后，依据原料特性，通过物理、化学或生物学处理，生产出高功能性组分、高转化效率草产品的过程。草产品贮藏是指将草产品贮藏于贮草棚等设施内，通过调控环境条件，以达到安全贮存草产品的目的，使草产品优质性状可长时间保存。

二、草产品加工与贮藏的意义

（一）草牧业健康持续发展的重要环节

牧草饲料通过加工形成的各种草产品，具有一定的形态、形状和规格。从发达国家牧草产业化发展的历程看，在实现牧草饲料商品化的过程中，其加工与贮藏是整个草产业链条的中心环节，是草产品从分散生产走向社会化生产、从农产品转化为商品的重要手段。通过科学的加工与贮藏，可以实现牧草专业化、规模化、社会化生产，契合产业化对生产过程的组织经营要求，助推草产业成为独立的产业。

（二）草畜结合的桥梁与纽带

草产品加工与贮藏是草业与畜牧业有机结合的中间环节。运用科学合理的加工与贮藏

方法可以为畜牧业生产提供优质饲草产品，促进畜牧业从粗放型向集约型转变，提高畜牧业生产效率。

我国牧草饲料作物生长常常受制于季节性气候变化。夏秋季节雨热同期，牧草生长迅速、营养物质含量高，牧草供给充足；冬春季节牧草枯萎凋亡，产量低、营养品质差，供应不足，影响家畜生长，甚至威胁家畜生存。草产品加工与贮藏有利于解决时间和空间尺度上草畜不平衡的矛盾，可以为生产优质畜产品提供坚实的物质基础。

（三）适应国内外草产品的市场需求

发展草产品加工是草产业参与国际竞争的必然需求，草产品在国内外均具有广阔的市场。美国、加拿大和澳大利亚是草产品主要出口国，而我国是草产品主要进口国之一。

从国内牧草贸易状况总体来看，我国牧草产品国内市场短缺，草产品进口量也在逐年增加，仍处于净进口状态。目前，我国牧草产业“两区一带”的格局已经形成，草产品生产能力日益提高，但仍无法满足我国巨大的市场需求。发展草产品加工是草产业参与国际竞争的必然需求，草产品在国内外均具有广阔的市场。因此，大力发展我国牧草饲料加工业，提升饲草产品的数量和质量，提高产品的市场竞争力，即可利用地域和产品质量优势占领部分国内外市场。

（四）有利于农业三元种植结构形成，保障国家粮食安全和促进农牧民增收

我国传统农业长期以粮食和经济作物二元结构为主，饲草产业长期处于副业地位。随着人们生活水平的提高，人们的膳食结构发生了很大的改变，对牛羊等草食家畜畜产品的需求逐渐增加，而且对畜产品的品质要求越来越高，也更加重视食品的安全性，这就要求在我国农业结构中加大草食畜牧业所占的比重。因此，必须及时调整和优化农业的产业结构，从“粮—经”二元结构向“粮—经—饲”三元结构转变，通过间、混、套、轮作的方式实现“引草入田”，增加饲草的生产能力，满足草食畜牧业快速发展的需求。草产品加工贮藏的技术可以将“粮改饲”生产的大量牧草饲料作物原料加工成优质的饲草产品，有利于解决“粮改饲”过程中遇到的瓶颈问题。此外，大力发展草牧业，对我国畜牧业以及农业产业结构调整具有重要意义。随着牧草种植面积大幅上升，对农村劳动力的需求不断增加，从而增加农村和牧区就业和创收机会，带动农牧民致富，对建设和谐安定的新牧区（农村）具有积极作用。

三、本课程的性质和任务

草产品加工与贮藏学是以保持和提高牧草饲料的营养价值、减少加工贮藏过程中营养物质的损失为基本原则，重点研究牧草饲料及其他饲料加工与贮藏技术的科学。就学科性质而言，草产品加工贮藏学是草地培育学、牧草及饲料作物栽培学的继续；就其应用而言，草产品加工与贮藏服务于畜牧业，是草业和畜牧业不可缺少的重要环节，是高等农业院校草业科学专业和动物科学专业的一门专业基础课或专业课。

草产品加工与贮藏学的任务是运用动物营养学原理和草产品加工原理、采用现代生物技术和机械装备，结合高新技术对产品进行科学检测，揭示牧草饲料在加工贮藏过程中营

养物质变化的规律和影响因素，研发能有效保持和提高牧草饲料品质的加工工艺和生产工艺，为畜牧业生产提供优质的饲草产品，提高牧草饲料的利用率。

随着现代畜牧业的发展，牧草饲料加工与贮藏的重要性日益突显。通过本课程的学习，可初步掌握牧草饲料收获、加工与贮藏方面的基本理论与先进技术，为促进草业和畜牧业的发展贡献力量。

第二节　草产品加工与贮藏的发展概况

发达国家的饲草商品化、规模化生产是由先进的技术和发达的机械化支撑的。欧美国家在牧草收获、干草调制（干燥、切碎、压扁等）、牧草青贮、牧草深加工、牧草检测和储运等技术研究领域取得了显著成效，研究出多种行之有效的草产品加工技术，并开发了多种类型的饲草配套加工机械，从牧草收获、加工、包装入库等各个环节实现了机械化和自动化。我国在牧草产品加工技术方面，通过引进消化及自行研制也取得了一定的进展，但目前使用比较普遍的收获、打捆等机械设备仍主要依赖进口，如叶蛋白质加工设备、茎叶分离设备、颗粒饲料加工设备等。总体而言，我国牧草加工业仍然存在产量低、能耗高、质量标准不完善等亟待解决的问题。

国外的干草产品主要有草捆、草粉、草颗粒和草块等种类，牧草加工过程中其营养成分损失不超过 5%～8%，产品的营养价值较高。青贮方面，在混合青贮、高水分牧草青贮、生物添加剂青贮以及防止二次发酵等工艺方面的研究取得了显著进展。青贮设备既向大型密闭式的青贮袋和真空室的青贮窖发展，又向作业效率高、移动性强的裹包青贮发展。牧草青贮加工与利用也逐渐走向机械化和自动化。目前，我国饲草产品以草捆、草块、草颗粒等初级产品为主，并在许多地区（甘肃、新疆、内蒙古、辽宁、黑龙江、陕西等）建立了饲草产品加工厂，全国饲草生产加工企业共有 450 多家，总设计生产能力 500 多万 t，但总实际生产加工量仅 100 多万 t。饲草产品品种主要是紫花苜蓿和羊草，其中紫花苜蓿占 90% 以上。饲草产品种类主要是草捆占 77%、草块占 2%、草颗粒占 8%、草粉占 7%，其他草产品占 6%，但由于生产规模较小，加工手段落后等问题，限制了饲草产品生产的进一步发展。而牧草深加工产品还处于科研或少量生产阶段，导致产品种类单一，不能满足不同区域的需求。另外，由于利用率、附加值和科技含量低，缺乏先进生产技术的带动，造成大部分草产品质量较低，因此并不具备国际竞争力。

目前，国外草产品加工业的发展趋势是加强对草产品的精深加工。美国、英国、澳大利亚、俄罗斯等国家十分重视从栽培牧草中提取蛋白质、膳食纤维、叶绿素、不饱和脂肪酸、β- 胡萝卜素等有效物质的技术研究和产品开发，对苜蓿等进行多层次加工和综合利用，以及工业化生产叶蛋白质、纤维素等，并以此为基础，用于饲料业、食品业和医药业中，取得了较高的经济效益。

我国饲草产品加工业的发展在取得辉煌成绩的同时，也暴露出了一些问题。首先，我国牧草产品加工产业仍处于发展阶段，尚不规范，还没有形成规模。其次，我国虽然是仅次于澳大利亚的世界第二草原大国，但草地生产力水平较低。因此，要求我们必须依靠先进的牧草加工技术，建立完善的牧草生产、加工和供应体系，来实现资源优化配置，促进牧草资源的有效利用，保证其均衡供应，提高草地生产力水平。

总体来看，我国饲草产品加工业还很落后。商品用饲草产品缺口大，且生产的饲草产品质量不高，在国际市场上缺乏竞争力。造成这一现象的原因很多，如关键技术落后、机械化程度低、空间布局不合理等。面对种种制约性问题，今后我国草产品加工的发展应该有以下几个主要的趋向：一是加强基础研究，如草产品营养以及利用方式、延长产业链、开发多种产品并进行深加工等，是今后饲草产品发展的必然趋势；二是在加工机械方面，在现有产品研究的基础上，研究水平和产品开发力度需进一步提高，继续跟踪国际先进水平。今后研发重点是苜蓿刈割压扁机具技术、小方捆机关键技术、打结器部件产品、高密度打捆技术与打捆机具设备等；三是进一步完善草产品生产标准，今后草产品加工要在全国统一标准，严格执行，才能不断培育发展国内市场，并逐步抢占国际市场；四是今后我国配合饲料用草和规模化养殖场用草的数量至少在 1 000 万 t，另外，我国 75% 以上地区的牲畜冬季缺草，地区和季节性不平衡也将进一步推动草产品的发展和流通；五是为饲草产品上、下游客户提供对接金融期货服务平台的服务。

一、牧草刈割与田间快速干燥技术

为了加快豆科牧草的干燥技术，已经研发出了茎秆压扁技术。压扁可加快茎秆的干燥速度，使茎秆和叶片的干燥程度趋于同步，可有效地减少叶片损失。为更进一步加快牧草的水分散失速度，还研制出了各种有效干燥剂，主要是使用化学制剂加速豆科牧草的干燥速度。国外应用较多的有碳酸钾、碳酸钾＋长链脂肪酸混合液、长链脂肪酸甲基脂乳化液＋碳酸钾等。

二、草捆加工技术

草捆加工是牧草商品化生产的主导技术，草捆加工主要有田间捡拾行走作业和固定作业两种方式。田间行走作业多用于大面积天然草地及人工草地的干草收获；固定作业常用于分散小块地干草的集中打捆及已收获农作物秸秆和散干草的打捆。草捆的形状主要有方形和圆形两种形状，每种草捆又有不同大小的规格。在各种形状及规格的草捆中，以小方捆的生产最为广泛。通常，牧草含水量在 17%～22% 时开始打捆，也可在含水量较高（22%～25%）的条件下捡拾打捆。在超过安全水分的条件下打捆时，可采用喷洒装置在草条上喷洒防霉剂，以保证高水分干草草捆能安全贮藏。将牧草作为商品草来生产时，在第一次捡拾打捆的基础上用高密度打捆机二次加压，使草捆密度进一步增加，不仅节省贮藏空间，而且减少运输成本。

三、干草粉加工技术

近年来，牧草粉碎技术发展较快，在传统的饲草粉碎和铡切的工艺基础上，形成了揉碎和揉切的新工艺。揉碎工艺是在揉搓机构的作用下揉切成丝状，茎节被完全破坏；而揉切是综合铡切和揉碎两种方式的一种切碎工艺，兼有两者的优点。这些工艺的研发不仅改进了牧草粉碎效率，也大大改善了牧草产品营养成分的利用率。

四、牧草成型加工技术

成型饲料具有与空气接触面积小、物料密度大和可生产全价复合料等优点，该技术在

美国发展较快，此外还研制开发了田间草块加工联合机。例如 WBSCS168 型移动式草块机，由美国奥润贝尔公司生产，是一种新型移动式、适合小型规模加工的小草块加工设备。该公司除了研制各种类别和型号的成型饲料加工设备机械之外，还开发了不同种类牧草制粒、制块技术，不同畜禽专用颗粒配方以及茎叶分离后茎秆草颗粒和叶片草颗粒技术等。

五、青贮加工技术

饲草青贮加工技术的正式研究始于 19 世纪后半叶，并且在畜牧业发达国家中占有重要位置。国外青贮技术主要包括抑制牧草有氧不稳定技术、生物青贮添加剂开发技术、豆科牧草青贮技术。此外，通过采用凋萎、半干和青贮添加剂或通过更先进的机械加工和贮藏设备等措施，改进青贮技术，改善加工工艺，从而使青贮调制真正成为牧草饲料加工与贮藏的主要方法。为了抑制青贮过程中不良微生物的生长和繁殖，在实践中常常采用凋萎青贮法和半干青贮法，以调制出品质和适口性更好的青贮饲料。由于气候原因，有些地区的多雨季节，牧草刈割后很难顺利进行晾晒工作，难以保证青贮饲料优良的品质和稳定性。为此，除传统的各种酸类添加剂外，还不断研制开发出了新的乳酸菌和纤维素酶等生物添加剂，显著提高了青贮发酵品质和营养价值。青贮工艺的改善，提高了青贮作业效率，大大节省了劳动力成本，新开发的灌装式青贮袋青贮工艺、拉伸膜裹包青贮工艺、联合拉伸膜裹包青贮工艺、切碎打捆裹包青贮工艺、高效率裹包青贮工艺等在牧草加工过程中发挥着越来越重要的作用。

六、草产品深加工技术

叶蛋白质饲料又称绿色蛋白质浓缩物，是以新鲜牧草或青绿植物的茎叶为原料，经压榨后，从其汁液中提取出高质量的浓缩蛋白质饲料。以青绿饲草为原料生产叶蛋白质饲料有着广阔的发展前景。自 20 世纪 90 年代以来，叶蛋白质研究的范围从单纯的叶蛋白质制品向高档叶蛋白质精制品、食品、医药保健产品及精细化工产品等方向发展，呈全方位、多层次综合研究开发的特点。

普通膳食纤维若作为无能量的填充剂，生理功能十分有限。通过高技术处理可以强化膳食纤维在促进人体健康方面的功能。目前正在研究开发将多种牧草膳食纤维添加于饮料、面点、糖果、汤料、膨化食品和保健食品中，一般添加量为 3%～30%。

此外，具有药用价值的草本植物是中药的主要部分和中医治疗疾病的重要物质基础，是制药等工业的重要原料。中草药是草产品的重要组成部分，是人类社会生存和发展不可缺少的自然资源之一。油脂植物广泛存在于植物界，就食用而言，植物油脂远远优于动物油脂，许多植物都含有不饱和脂肪酸和甘油酯成分，可预防和治疗心血管病；在工业方面，植物油脂是油漆和涂料的主要原料之一，在人们日常生活中不可或缺。

七、饲草产品质量监测技术

随着饲草产业的快速发展，饲草的安全检测和质量监控也越来越受到重视。目前已研制出了草产品快速检测设备，开展了收获、加工、贮藏和运输过程中的营养成分的全程检验，建立了优质牧草产品生产的标准化体系。

第三节　牧草饲料的分类

发达国家在实现牧草饲料的商品化过程中，草产品加工是整个畜牧业产业链条的重要环节，也是牧草饲料从分散生产走向社会化生产，从农产品转变为商品的重要步骤。草产品根据终端产品的形式和特点可以分为不同的类别。因草业是为畜牧业服务的，所以也需遵循畜牧业饲料的分类方法。常用的牧草饲料分类方法主要有习惯性分类法、国际饲料分类法和国内饲料分类法。

一、牧草饲料分类

1. 干草

广义上的干草包括所有可饲用的干制植物性原料，基本上涵盖了哈里斯国际饲料分类体系中的第一类饲料——粗饲料，即所有干物质中粗纤维含量大于等于 18%，以风干状态存在的饲料和原料。如干制的牧草、饲料作物和农作物秸秆、藤、蔓、秧、秕壳以及可饲用的灌木、树叶等。而狭义的干草是特指牧草或饲料作物在质量兼优时期刈割，并经过一定的干燥方法制成的粗饲料，制备良好的干草仍保持青绿色，故也称为青干草。

2. 青贮饲料

青贮饲料是指在青贮容器中的厌氧条件下经过发酵处理的饲料产品。新鲜的或萎蔫的或者是半干的青绿饲料（牧草、饲料作物、多汁饲料及其他新鲜饲料），在密闭条件下利用青贮原料表面上附着的乳酸菌的发酵作用，或者在外来添加剂的作用下促进或抑制微生物发酵，使青贮原料 pH 下降而保存的饲料叫青贮饲料，这一过程称为青贮。

3. 草粉

草粉是以牧草为主要原料，经人工快速高温干燥、粉碎工艺而生产的草产品。草粉主要作为畜禽的维生素、蛋白质和钙磷补充料，是畜禽配合饲料中的重要原料。

4. 成型草产品

成型草产品是指将干草粉、草段、秸秆、秕壳等原料或粉状的配合饲料、混合饲料加工成颗粒状、块状、饼状及片状等固型化的饲草料。

5. 饲草型全混日粮

饲草型全混合日粮是指以牧草为原料，将精饲料、矿物质、维生素和其他添加剂用特制的搅拌机进行科学的混合，供畜群自由采食，能提供足够营养以满足畜体需要的日粮。

6. 叶蛋白质饲料

叶蛋白质饲料又称绿色蛋白质浓缩物，是以新鲜牧草或青绿植物的茎叶为原料，经压榨后，从其汁液中提取出高质量的浓缩蛋白质饲料。

7. 植物性添加剂

植物性添加剂是指以植物为原料，从中提取特殊物质，具有促进家畜生长、增强免疫、

改善畜产品风味的添加剂。

二、习惯性分类法

1. 按原料分类

主要分为动物性饲料、植物性饲料、矿物质饲料、维生素饲料等。

2. 按形态分类

主要分为固态饲料（包括颗粒状、块状、粉状饲料）和液态饲料两种。

3. 按提供的营养成分分类

分为精饲料、粗饲料、蛋白质补充料等。

4. 按饲养动物分类

分为牛饲料、羊饲料、猪饲料、鸡饲料、鱼虾饲料及特种动物饲料等。

三、国际饲料分类法

国际饲料分类目前尚未统一，但应用最广泛的是美国学者哈里斯（L. E. Harris）1963年提出的分类系统。

（一）国际饲料分类

1. 粗饲料（分类编码：1-00-000）

干物质（dry matter，DM）中粗纤维含量（crude fiber，CF）大于等于18%，以风干物为饲喂形式的饲料，如干草、干秸秆。

2. 青绿饲料（分类编码：2-00-000）

天然水分含量在60%以上的新鲜饲草及以放牧形式饲喂的人工栽培牧草和天然牧草。

3. 青贮饲料（分类编码：3-00-000）

以新鲜的植物性饲料为原料，以青贮方式调制成的饲料。

4. 能量饲料（分类编码：4-00-000）

干物质中粗纤维（CF）含量小于18%，同时粗蛋白质（crude protein，CP）含量小于20%的一类饲料，如玉米籽实、糠麸类。

5. 蛋白质补充饲料（分类编码：5-00-000）

干物质中粗纤维（CF）含量小于18%，同时粗蛋白质（CP）含量大于或等于20%的一类饲料，如豆饼、胡麻饼、鱼粉。

6. 矿物质饲料（分类编码：6-00-000）

可供饲用的天然矿物质及化工合成的无机盐，如硫酸亚铁、碘化钾等。

7. 维生素饲料（分类编码：7-00-000）

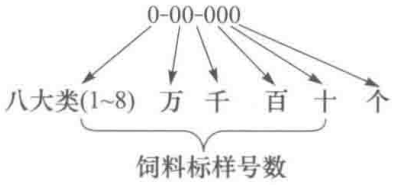
人工合成或提纯的单一维生素或复合维生素，但不包含富含维生素的天然青绿饲料在内。

8. 饲料添加剂（分类编码：8-00-000）

出于保证或改善饲料品质，防止其质量下降；促进动物生长繁殖，保障动物健康的目的，向饲料中加入的少量或微量的物质。但不包括合成氨基酸、矿物质和维生素。

（二）国际饲料分类编码模式

1. 编码模式



2. 编码方式的饲料标样容量

8 类 ×99 999 位 =799 992 种

例如：苜蓿干草的编码为 1-00-092，表示其属于粗饲料，位于饲料标样总号数的第 92 位。玉米籽实的编码为 4-02-879，表示其属于能量饲料，位于饲料标样总号数的第 2 879 位。

四、国内饲料分类法

我国饲料分类法采用传统分类与国际分类相结合的方法，1987 年由农业部正式批准，在国际标准八大类基础上拓展为 16 个亚类。

（一）国内饲料分类

1. 青绿饲料类

CFN：2-01-0000　天然水分含量高于 45% 的新鲜牧草、野菜、藤蔓、秸秧及未完全成熟的谷物植株。

2. 树叶类

CFN：2-02-0000　刚摘下的树叶，饲用时水分含量高于 45%。属于青绿饲料。

CFN：1-02-0000　风干后的乔木、灌木、半灌木树叶。此时，干物质含量不低于 18%，属粗饲料。

3. 青贮饲料类

CFN：3-03-0000　常规青贮饲料，水分含量 65%～75%。

CFN：3-03-0000　低水分青贮（半干青贮）饲料，水分含量 45%～55%。

CFN：4-03-0000　欧美盛行的湿贮饲料，水分含量 28%～35%。

4. 块根、块茎、瓜果类

马铃薯、番薯、胡萝卜、饲用甜菜、落果、瓜皮等。

CFN：2-04-0000　鲜喂，水分含量高于45%，属青绿饲料。

CFN：4-02-0000　干喂，属能量饲料。

5. 干草类

CFN：1-05-0000　干物质中粗纤维含量不低于18%，属粗饲料，如老茎干。

CFN：4-05-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量小于20%，属能量饲料，如优质禾草。

CFN：5-05-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量大于等于20%，属蛋白质饲料，如优质豆科草粉。

6. 农副产品类

农作物的藤、蔓、秸、秧、荚、壳等。

CFN：1-06-0000　干物质中粗纤维含量不低于18%，属粗饲料，如秕壳。

CFN：4-06-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量小于20%，属能量饲料，如禾本科作物。

CFN：5-06-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量不低于20%，属蛋白质饲料，如豆科作物。

7. 谷实类

CFN：4-07-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量小于20%，如玉米、高粱、稻谷。

8. 糠麸类

CFN：4-08-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量小于20%，如小麦麸皮、米糠。

CFN：1-08-0000　干物质中粗纤维含量大于18%。如米糠中掺入稻壳。

9. 豆类

CFN：5-09-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量不低于20%，如大多数豆科饲料。

CFN：4-08-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量小于20%，如江西爬豆。

10. 饼粕类

CFN：1-10-0000　干物质中粗纤维含量不低于18%，属粗饲料，如葵花及棉籽饼。

CFN：4-10-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量小于20%，属能量饲料，如玉米胚饼。

CFN：5-10-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量不低于20%，属蛋白质饲料，如豆饼。

11. 糟渣类

CFN：1-11-0000　干物质中粗纤维含量不低于18%，属粗饲料，如干渣。

CFN：4-11-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量小于20%，属能量饲料，如醋糟、酒糟。

CFN：5-11-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量不低于20%，属蛋白质饲料，如豆腐渣。

12. 草籽树实类

CFN：1-12-0000　干物质中粗纤维含量不低于18%，属粗饲料，如果皮等比重较大的籽实。

CFN：4-12-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量小于20%，属能量饲料，如沙枣、稗草籽。

CFN：5-12-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量不低于20%，属蛋白质饲料，如橡树籽。

13. 动物性饲料类

CFN：1-12-0000　干物质中粗纤维含量不低于18%，属粗饲料，如骨粉、贝壳粉。

CFN：4-13-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量小于20%，属能量饲料，如油脂。

CFN：5-13-0000　干物质中粗纤维含量小于18%，粗蛋白质含量不低于20%，属蛋白质饲料，如鱼粉、血粉。

14. 矿物质饲料类

CFN：6-14-0000　石灰石粉、沸石粉，但不包括骨粉。

15. 维生素料类

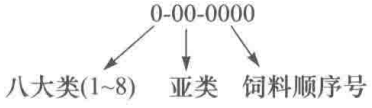
CFN：7-15-0000　维生素A、维生素B、维生素C、维生素D、维生素E等。

16. 添加剂及其他

CFN：8-16-0000

（二）中国饲料分类编码模式

1. 编码模式



2. 国内饲料分类的优点

（1）饲料标样容量增大：8类×16亚类×9 999位=1 279 872种。

（2）增加2、3层次编码，在划分上更加清楚。

（3）用户可以根据分类原则判断饲料性质，又可根据亚类检索出饲料资源出处。

思 考 题

1. 简述草产品加工与贮藏的含义。
2. 谈谈草产品加工与贮藏的重要意义。
3. 结合国内外草产品加工与贮藏的现状，谈谈我国牧草饲料加工业的发展方向。

参 考 文 献

[1] 张秀芬. 饲草饲料加工与贮藏. 北京：农业出版社，1992.

[2] 董宽虎，沈益新. 饲草生产学. 北京：中国农业出版社，2003.

[3] 玉柱，贾玉山. 牧草饲料加工与贮藏. 北京：中国农业出版社，2010.

[4] 黄建辉，薛建国，郑延海，等. 现代草产品加工原理与技术发展. 科学通报，2016，61（02）：213-223.

第一章　牧草及饲料作物原料收获技术

【学习目标】

- 了解牧草及饲料作物适时收获的意义。
- 掌握牧草适时收获的原理和适时收获期。
- 掌握饲料作物的适时收获的原理和适时收获期。
- 了解牧草及饲料作物的机械化收获。
- 牧草及饲料作物原料适时收获的注意事项。

第一节　牧草及饲料作物适时收获的意义

牧草及饲料作物的适时收获是指在饲草饲料生产过程中，在牧草及饲料作物质量和产量兼优时期进行及时刈割贮藏的生产环节。适时收获是饲草饲料生产的关键措施之一。它不仅关系到饲草饲料本身的产量及质量，还间接影响采食饲草饲料畜禽的畜产品数量和品质以及利用后的草地生产力的维持和提高。

一、适时收获是生产优质饲草饲料的基本前提

在实际生产中，调制加工优质饲草饲料时，不论是天然打草场的牧草，还是人工栽培牧草及饲料作物，都必须在其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。然后再通过后续的加工调制技术生产优质的饲草饲料。否则，无论采取何种加工方法与先进技术，都不可能用品质较差的原料生产出优质的饲草饲料。这是生产优质饲草饲料的基本前提。例如，适时收获的玉米秸秆经过厌氧发酵可调制成优质的青贮饲料，可成为冬春季节草食家畜优良的青绿多汁饲料；黄枯以后的玉米秸秆不再具备青绿多汁的特性，无论是采用氨化还是微贮发酵技术调制加工，最终也只能作为家畜果腹的粗饲料。

二、适时收获是提高单位面积土地生产能力的有效途径

通过实施牧草及饲料作物适时收获技术，可以对再生性强的牧草和饲料作物进行多次刈割利用。经多次刈割收获的饲草饲料，无论在产量还是质量上均显著高于一次性收获方式。例如，张秀芬等（1998）以沙打旺为对象进行的研究表明，采用两次刈割技术收获沙打旺，单位面积鲜草产量和干草产量分别为 21 335 kg/hm^2 和 7 695 kg/hm^2，较传统的一次刈割技术鲜、干草产量分别提高了 29.25% 和 11.47%；两次刈割沙打旺牧草干物质中粗蛋白质含量较一次性刈割提高了 3.6%，胡萝卜素含量提高了 59.7 mg/kg。因此，适时收获可

以改变一年一次性收获牧草及饲料作物的传统习惯，实施一年多次收获，提高土地利用效率。

三、适时收获可以显著提高饲草饲料的饲料报酬

据恩斯明格（1980）报道，无论是豆科和禾本科或者是混播牧草，在始花期每推迟刈割一天，牧草的消化率和采食量均会下降 0.5% 及以上，总营养价值下降 1% 及以上。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发育，又能获得高产优质的饲草饲料。适时收割的牧草，由于干物质产量和可消化营养物质含量高，牲畜采食后产生的畜产品量也相应较高（表 1-1）。

表 1-1　红三叶和猫尾草混播草地在不同刈割期的干草产量及畜产品量

收割期	干草产量 /（kg/hm²）	干草中可消化蛋白质 /（kg/hm²）	畜产品 /（kg/hm²）	
			牛乳	肉
始花期	3 550	185	5 243	291
盛花期	4 440	86	4 324	216
结荚期	4 350	60	1 435	73

注：引自贾慎修等（1980）。

四、适时刈割是维持草地生产力和维护草地健康的有效途径

草地资源是一种可更新的资源，但是在特定的时间和空间范围内它又是一种有限的资源。无论是天然草地还是人工草地，如果利用不得当均会导致草地退化。过度频繁和过晚的刈割对人工草地生产能力和健康水平都会产生很大的负面作用。而应用适时刈割技术，可以科学地规划草地刈割频次和刈割时间，不仅可以获得质优量多的饲草饲料，还不会对草地健康造成任何负担。何玮等（2006）通过对牛鞭草和白三叶混播草地实施不同频次刈割试验研究后得出：刈割次数过多，虽然可以提前牧草的利用期，但此时草地各种牧草的地下和地上部分生长量都较小，生长势还比较弱，积累的营养物质较少，在整个生产期间，草地产量和质量呈现出下降趋势，而适当的刈割次数，虽然在一定程度上推迟了牧草的利用期，但是各种牧草生长势较旺，不仅地上部分产草量较高，地下部分的生物量也增大，积累的营养物质较多，为下茬草再生长奠定了良好的基础，因此使草地表现出良好的生产性能。

第二节　饲草原料收获的原理

借鉴国内外有关草产品原料适时收获技术研究成果，结合我们多年来的实践研究经验，适时收获草产品原料需要遵循下列原理。

一、以单位面积内可收获的总消化养分（TDN）最高为基本标准

依据牧草和饲料作物生育期内地上部分产量增长和营养物质积累的动态规律可知，牧

草产量和营养物质积累量并不同步。一般情况下，牧草及饲料作物随着生育期的推移，营养物质含量在牧草和饲料作物开花前后达到最高，之后随着营养物质向生殖器官的转移和营养体内纤维性物质含量的增加，牧草和饲料作物植株内的可消化营养物质含量逐渐下降；地上生物量在生长初期增长缓慢，从分蘖或拔节期开始进入快速生长时期，至结实期停止生长。因此，早期收获虽然使原料中营养物质含量较高，但是由于可收获原料量过低，单位面积内收获的总消化养分量（产量和可消化总养分含量的乘积）低；相反，刈割过晚，虽然收获的原料量高，但是由于原料中可消化养分含量过低，单位面积内收获的总消化养分量并不高。综合考虑，单位面积上的原料产量和营养物质含量，以其乘积——单位面积内收获的总消化养分量最高时期收获最为理想。

二、有利于牧草的再生

牧草和饲料作物刈割后的再生主要靠刈割刺激分蘖节、根茎或叶脉处休眠芽的生长来实现，未受损伤的茎叶继续生长也起作用（程积民等，1998）。研究表明牧草被刈割后的再生能力取决于牧草的生物学特性，不同的牧草再生能力不同。如贝加尔针茅的再生能力较强，因为它属于下繁禾本科牧草，刈割后生长点不易受损伤，且残留的叶片较多，故恢复生长较快。麻花头的根茎内贮藏养分较多，刈割后能及时供给植株生长所需养分，因此再生能力也较强。另外，刈割时残留在残茬上的叶片面积的大小、叶片的生长阶段以及所残留的叶片占整个植株的叶片比例等都影响再生，再生速度随着剩余叶片的叶面积指数的增加而增加。赵萌莉等（2000）的研究表明，在不刈割的情况下，牧草在生长季内贮藏养分含量变化呈“V”字形，但植物的贮藏养分含量对于刈割反应十分敏感，一个生长季内，若连续多次刈割，会导致贮藏养分（主要是可溶性碳水化合物）含量的下降。不合理的刈割技术对牧草的再生能力也会产生一定的负面影响。如刈割对于新麦草草地影响的研究表明：近地面刈割能增加分蘖发生数，但 3 次以上连续刈割将造成分蘖数的显著下降，使植株生物量下降，甚至造成植物死亡。因此，牧草和饲料作物的收获要充分考虑多次刈割对贮藏性营养物质含量的影响，保证刈割后贮藏性营养物质含量能够满足再生需求。

三、有利于多年生或二年生牧草及饲料作物的安全越冬

多年生或二年生牧草根系营养物质的积累，直接影响到牧草的越冬成活率和翌年牧草的返青生长。如果牧草刈割太晚，根系发育不良，养分积累太少，对越冬不利，甚至在翌年会出现大面积的死亡，牧草最后一次刈割应在当地平均霜降期来临前 1 个月左右进行，使在上冻前能恢复一定生长高度。杨恒山等（2004）在内蒙古东部的西辽河平原进行的紫花苜蓿多次刈割试验表明：在该地区紫花苜蓿刈割 4 茬以上，根系营养物质用于再生生长消耗较多，致使紫花苜蓿根小且根中总糖含量显著偏低，直接影响到紫花苜蓿的安全越冬和来年的再生生长。

四、天然草地以草群中优势种的最适刈割方式为准

天然草地草群中植物种类多，不同植物的适宜收获时期和技术不一致。因此，为把损失减少到最小，保证收获草产品原料品质和产量，我们以草群中优势种的最佳刈割时期和

刈割技术为主，适当考虑草群中其他牧草的刈割时期，确定最适刈割收获方式。

五、根据不同的利用目的，确定适时刈割期

在生产中除了要遵循上述收获原理外，还可根据具体的生产需求确定适时的牧草刈割时期。如以生产高蛋白质和高维生素的苜蓿草粉为目的时，应在孕蕾期进行刈割，虽然产量略低一些，但草粉品质提高，经济效益好；若在开花期刈割，虽草粉产量较高，但草粉质量下降，经济效益相对低。

第三节　常用饲草及饲料作物的适时收获技术

一、牧草的收获期

（一）豆科牧草的适时收获

豆科牧草富含蛋白质（占干物质的16%～22%）、维生素和矿物质，而不同生育期的营养成分变化比禾本科牧草更为明显。例如，开花期刈割比孕蕾期刈割粗蛋白质含量减少33%～50%，胡萝卜素减少50%～80%。不同生育期紫花苜蓿所含营养成分如表1-2和表1-3所示。

表1-2　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
营养生长	18.0	26.1	4.5	17.2	42.2	10.0
花前	19.9	22.1	3.5	23.6	41.2	9.6
初花	22.5	20.5	3.1	25.8	41.3	9.3
盛花	25.3	18.2	3.6	28.5	41.5	8.2
花后	29.3	12.3	2.4	40.6	37.2	7.5

注：引自张秀芬（1992）。

表1-3　紫花苜蓿不同生长阶段胡萝卜素含量的变化　mg/100 g

生长阶段	春季再生	现蕾前	现蕾期	开花期	种子成熟
胡萝卜素含量	17.5～29.3	16.4	13.0	10.7	3.5

豆科牧草生长发育过程中所含必需氨基酸从孕蕾始期到盛花期几乎无变化，而后逐渐降低，衰老后，赖氨酸、蛋氨酸和色氨酸等减少33%～50%。

豆科牧草叶片中的蛋白质含量较茎为多，占整个植株蛋白质含量的60%～80%（表1-4），因此，叶片的含量直接影响到豆科牧草的营养价值。豆科牧草的茎叶比随生育期而变化，在现蕾期叶片质量要比茎秆质量大，而至终花期则相反（表1-5）。因此收获越晚，

叶片的损失越多，品质就越差，从而避免叶片损失也成了晒制干草过程中需要注意的首要问题。

表 1-4 几种豆科牧草茎叶中的粗蛋白质含量 %

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

注：引自贾慎修等（1982）。

表 1-5 不同生育期紫花苜蓿茎叶质量分数 %

生育期	叶	茎
现蕾期	57.3	42.7
开花期	56.6	43.4
50% 开花	53.2	46.8
终花期	33.7	66.3

注：引自贾慎修等（1982）。

早春收割幼嫩的豆科牧草对其生长是有害的，会大幅度降低当年的产草量，并降低来年苜蓿的返青率。这是由于其根中碳水化合物含量低，同时根部在越冬过程中受损伤且不能得到很好的恢复所造成的。北方地区豆科牧草最后一次的刈割需在早霜来临前 1 个月进行，以保证越冬前其根部能积累足够的养分，保证安全越冬和来年返青。

综上所述，从豆科牧草产量、营养价值和有利于再生等情况综合考虑，豆科牧草的最适收割期应为现蕾盛期至始花期。

（二）禾本科牧草的适时收获

禾本科牧草在拔节至抽穗期，叶多茎少，纤维含量较低，质地柔软，蛋白质含量较高；但到后期茎叶比显著增大，蛋白质含量减少，纤维素和半纤维素含量增加，消化率降低。

对多年生禾本科牧草而言，总的趋势是粗蛋白质、粗灰分的含量在抽穗前期较高，开花期开始下降，成熟期最低；而粗纤维的含量，从抽穗至成熟期逐渐增加（表 1-6）。从产草量上看，一般产量高峰出现在抽穗期至开花期，也就是说禾本科牧草在开花期内产量最高，而在孕穗至抽穗期饲用价值最高（表 1-7）。

表 1-6 羊草的化学成分含量动态（占风干重百分比） %

生育期	粗蛋白质	纤维素	无氮浸出物
拔节期	26.24	26.01	23.25
抽穗期	15.42	32.29	30.60
开花期	14.39	35.36	36.68

续表 1-6

生育期	粗蛋白质	纤维素	无氮浸出物
结实期	7.42	41.33	40.74

表 1-7　羊草的营养物质总收获量　　g

生育期	抽穗期	开花期	结实期
产草量	284	581	750
粗蛋白质总收获量	44.1	83.6	55.7
粗纤维总收获量	92.6	205.4	310

根据多年生禾本科牧草的营养动态，同时兼顾产量、再生性以及下一年的生产力等因素，大多数多年生禾本科牧草在用于调制干草或青贮时，应在抽穗至开花期刈割。而秋季应在停止生长前 30 d 刈割。当然在实际生产中，根据牧草种类的不同还有一些细微的差异，应该区别对待。几种常用禾本科牧草的适时刈割期见表 1-8。

表 1-8　几种禾本科牧草的适时刈割期

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

注：引自张秀芬（1992）。

（三）常见豆科牧草的适时收获技术

1. 苜蓿

大量的研究表明，孕蕾期至初花期是苜蓿总可消化物质含量、蛋白质及微量元素较多的时期，能保证苜蓿草产品的质量及产量。在晾晒过程中不损失叶片的情况下，一般苜蓿草干草中的粗蛋白质含量可达 18%～20%、粗脂肪含量为 2.4% 左右、粗纤维含量为 36% 左右、无氮浸出物为 35% 左右、粗灰分为 9% 左右。另外，大面积的苜蓿草收获，很难保证全部在初花期收完，一般可掌握在现蕾期开始收获（50% 的植株出现花蕾即现蕾期），经历初花期到 15% 的植株开花时收割完毕。

刈割期：孕蕾期至初花期（10% 的植株开花）是最佳的刈割时期。

刈割频度：每年可刈割 3～4 次，不同地区有不同的次数，应以当地最佳刈割次数为宜。

刈割留茬高度：冬前最后一次刈割的留茬高度 8 cm 以上，利于苜蓿的越冬和翌年生长。

2. 沙打旺

（1）沙打旺适时收获技术。沙打旺生育后期老化粗硬，叶片较其他豆科牧草更易脱落；且植株体内硝基脂肪酸含量随生育期的推迟而持续增加。

刈割期：现蕾期到开花初期，第一次刈割，必须保证有 30～40 d 的再生期，第二次在霜冻枯死前刈割。返青后 100～110 d，株高 50 cm 时刈割。

刈割频度：种植当年割一次，2 年以后每年割 2 次。

刈割留茬高度：割后留茬 5～8 cm。

（2）沙打旺收获试验研究。为提高沙打旺的产量和质量，我们对沙打旺进行了刈割次数与刈割期筛选试验。试验组分别在 6 月 10 日、20 日、30 日进行第一次刈割，在 8 月 10 日、20 日、30 日进行第二次刈割试验，对照组在秋季（9 月中下旬）进行一次刈割。每次刈割均重复做 10 个样方，以平均干草产量为指标进行比较。将每次刈割的沙打旺打成不同直径的小捆进行立式干燥，以叶片脱落率为指标，在不同直径小捆及常规晾晒方法之间进行比较。

将两次刈割和一次性刈割沙打旺产量比较结果示于表 1-9。

表 1-9 不同刈割次数沙打旺产草量对比

项目	两次刈割			一次性刈割	产量变化 /%	变化幅度 /%
	第一次	第二次	合计			
刈割时间	6 月 10～20 日	8 月 10～20 日		9 月 25 日		
株高 /cm	55～77	35～40		56～80		
鲜草产量 /（kg/hm^2）	15 668	5 667	21 335	16 506	+321.9	+29.3
干草产量 /（kg/hm^2）	5 592	2 114	7 700	6 903	+53.1	+11.3

从表 1-9 可知，两次刈割技术可以使沙打旺鲜草产量、干草产量比一年一次刈割分别提高 29.3% 和 11.3%。因此，可以认为改进刈割技术（刈割次数和刈割期）是提高沙打旺产量的重要措施之一。对两次刈割的沙打旺草粉进行粗蛋白质、胡萝卜素、粗纤维等营养成分分析结果见表 1-10。

表 1-10 不同刈割次数沙打旺草粉营养成分对比

项目	粗蛋白质 /%	粗纤维 /%	胡萝卜素 /（mg/kg）
两次刈割	14.8	29.7	97.8
一次刈割	11.2	34.8	38.1
变化幅度	+3.6	+5.1	+59.7

由表 1-10 可知，一次性刈割的时间为 9 月末，此时沙打旺木质化程度高、茎秆粗硬，造成粗蛋白质、胡萝卜素含量急剧下降，而粗纤维含量迅速增加，总体营养价值降低。而两次刈割技术具有提高沙打旺草粉营养价值的作用，与一次性刈割相比，粗蛋白质含量提

高 3.6%，粗纤维含量降低 5.1%，胡萝卜素含量提高 59.7 mg/kg。

沙打旺应采取两次刈割技术，其干草粉产量、营养价值高；第一次刈割在 6 月 10～20 日，第二次刈割在 8 月 10～20 日进行；立式打捆干燥是保存沙打旺叶片、提高沙打旺草粉质量的一种切实可行的技术。

3. 草木樨

草木樨现蕾期后香豆素含量迅速增加。香豆素在霉菌的作用下，可转变为双香豆素，抑制家畜肝脏中凝血原的合成，延长凝血时间，致使家畜出血过多而死亡。

刈割期：现蕾期，最好在初花期和孕蕾期刈割。

刈割频度：东北当年春播的可刈割 2～3 次，南方地区当年春播的可刈割 3 次，秋播的刈割后产量很高，但刈割后生长能力很差。

刈割留茬高度：做饲草用第一年应在 7 月刈割，霜后还能再刈割一次，若天旱只能在霜前刈割一次，留茬高度在 9～12 cm；第二年应在初花期刈割，留茬高度在 6～9 cm。

4. 红三叶草

红三叶苗期生长缓慢，过早刈割对其生长和营养物质积累均不利。

刈割期：调制干草在开花期刈割为宜，调制青贮在开花后期刈割为宜，青刈饲用应在开花前期刈割。

刈割频度：一般在早春播种的当年刈割至少 2～3 次，秋播的当年和翌年共刈割 3～5 次。在北方可刈割 3 次，在南方可刈割 4～5 次。

刈割留茬高度：留茬高度以 4～6 cm 为宜。

5. 红豆草

红豆草孕蕾期粗蛋白质含量 15.27%，粗纤维 32.01%，无氮浸出物 46.23%。从干物质消化率来看，红豆草高于苜蓿，在开花至结荚期一直保持在 75% 以上，进入成熟期之后消化率降至 65% 以下。

刈割期：青饲宜在现蕾到始花期刈割，晒制干草可在盛花期刈割 。

刈割频度：可割 2～3 次。

刈割留茬高度：留茬 3～5 cm。

（四）天然草地牧草的适时收获

在我国北方草原牧区，收贮天然草地牧草依然是畜牧业生产中饲草贮藏的主要方式和途径。科学合理地收贮天然牧草不仅可以提高收贮饲草的产量和品质，而且对维护天然草地的生态安全也起到积极的推动作用。天然草地牧草收获的基本原理是，以草群中的优势种适时收获期为基准收获期。在长期的研究中，我们总结了一部分草原的优势种和伴生种植物的刈割收获情况。

1. 针茅

针茅是优良牧草，开花前各种家畜均喜食，尤其是春季。但果实成熟时对家畜有一定的危害，特别是绵羊，具锋利基盘的颖果不仅易刺伤其口腔黏膜和腹下皮肤，而且芒针混

入羊毛时也影响毛的品质，所以果实成熟期的大针茅草地质量显著降低，有经验的牧民常在此期间移场放牧，以避免危害。颖果脱落后，适口性又有所提高。大针茅植株冬季残留性颇好，是分布区内家畜最基本的放牧地。

刈割期：开花前。

刈割频度：年刈割 1～2 次。

刈割留茬高度：6～8 cm。

2. 羊草

羊草的主要特征是营养枝比例大，抽穗期粗蛋白质含量 24.14%，粗纤维 28.76%，无氮浸出物 34.60%。该时期刈割调制的干草颜色浓绿，气味芳香，是饲喂各种牲畜的上等青干草。羊草再生能力强，耐牲畜践踏，春季返青早，生长期长，叶量丰富，质地柔软，为各种家畜喜食，营养价值高。夏秋能抓膘催肥，适合放牧利用。

刈割期：抽穗期。

刈割频度：年刈割 1 次。

刈割留茬高度：6～8 cm。

3. 披碱草

披碱草抽穗期粗蛋白质含量 11.65%，粗纤维 39.08%，无氮浸出物 42.0%。调制好的披碱草干草，颜色鲜绿，气味芳香，适口性好，马、牛、羊均喜食。披碱草干草制成的草粉亦可喂猪。青刈披碱草可直接饲喂家畜或调制成青贮饲料喂饲。披碱草再生性差，一年可刈割 1～2 次，再生草可用来放牧，果后营养期长，一直可利用到秋末。

刈割期：抽穗期。

刈割频度：年刈割 1～2 次。

刈割留茬高度：6～8 cm。

4. 老芒麦

老芒麦的叶量大，营养枝条较多，播种当年叶量占总量的 50% 左右，种植第二年以后，抽穗期叶量一般占 40%～50%，茎秆占 35%～47%，花序占 6%～15%。老芒麦草质柔软，适口性好，各类家畜均喜食。老芒麦适宜刈割期为抽穗期，这时营养物质最丰富，产草量也较高，一般干草产量为 4 500～7 500 kg/hm^2，高产可达 10 500 kg/hm^2 以上，适宜的利用年限为 4～5 年。抽穗期粗蛋白质含量 13.90%，粗纤维 26.95%，无氮浸出物 38.84%。牧草返青早，枯黄迟，绿草期较一般牧草长 30 d 左右，从而提早和延迟了青草期，对各类牲畜的饲养都有一定的经济效果。

刈割期：抽穗期。

刈割频度：年刈割 1～2 次。

刈割留茬高度：6～8 cm。

5. 冰草

冰草在抽穗前，质地柔软，营养价值较高，适口性好，各种家畜均喜食。抽穗期，粗蛋白质含量 19.03%，粗纤维 35.97%，无氮浸出物 35.42%。既能用作青饲，也能晒制干草、

制作青贮饲料或放牧。延迟收割，茎叶变得粗硬，适口性和营养成分均降低，饲用价值下降。秋季家畜喜食再生草，冬季牧草枯黄时牛和羊也喜食。

刈割期：抽穗至开花期。

刈割频度：年刈割 1～2 次。

刈割留茬高度：6～8 cm。

6. 无芒雀麦

无芒雀麦返青早，枯黄晚，绿色期长，再生性好，适宜放牧或刈割用。无芒雀麦叶片宽厚，质地柔软，品质优良。抽穗期，粗蛋白质含量 16.0%、粗脂肪含量 6.3%、粗纤维含量 30.0%、无氮浸出物含量 44.2%。无芒雀麦根系发达，固土力强，覆盖良好，是优良的水土保持植物。其可消化蛋白质的含量随着生长而呈下降趋势，但总可消化干物质呈现增加趋势。产量的高峰在抽穗期，粗蛋白质含量在此时也达最高。无芒雀麦可以调制干草，也可放牧利用。

刈割期：抽穗期。

刈割频度：年刈割 2 次。

刈割留茬高度：6～8 cm。

7. 拂子茅

拂子茅在夏末和秋季草质变粗糙，各种家畜对其的喜食性降低或放牧时基本不采食。同样，在开花前调制的干草，营养较丰富，各种家畜均喜食。结实后草质变硬，营养显著下降。

刈割期：开花期。

刈割频度：年刈割 2 次。

刈割留茬高度：4～6 cm。

8. 羊茅

羊茅叶量丰富，茎秆细软，适口性好，抽穗前各种家畜均喜食，羊、马最喜食。抽穗前后，适口性下降。冬季保存性好，春秋及冬季是最佳放牧利用时期。耐牧性强，耐践踏和牲畜啃食，再生草可放牧利用，其营养价值高。

刈割期：抽穗期。

刈割频度：年刈割 1～2 次。

刈割留茬高度：4～6 cm。

9. 芨芨草

芨芨草的茎叶粗糙，韧性较大，家畜采食困难。开花以前粗蛋白质和胡萝卜素含量较丰富，拔节至开花以后逐渐降低，而粗纤维含量增加，适口性下降。在拔节期间，芨芨草粗蛋白质的品质较好，必需氨基酸含量高，大约与紫花苜蓿的干草不相上下。芨芨草作为放牧利用时，霜冻后的茎叶各种家畜均可采食。因其生长高大，为冬、春季牲畜避风卧息的草丛地，当冬季矮草被雪覆盖，家畜缺少可饲牧草的情况下，芨芨草便是主要饲草。因此，牧民习惯以芨芨草多的地方作为冬营地或冬、春营地。大面积的芨芨草草滩为较好的割草地，割后再生草亦可放牧家畜。

刈割期：抽穗期、开花前期进行刈割。

刈割频度：年刈割 1 次。

刈割留茬高度：12～14 cm。

10. 芦苇

芦苇抽穗前的嫩茎、叶为各种家畜所喜食，抽穗后植株体内纤维素和木质素成分迅速增加，适口性下降。目前芦苇草地大多数都作为放牧地利用，少部分用作割草地。

刈割期：抽穗期。

刈割频度：年刈割 2～3 次。

刈割留茬高度：8～10 cm。

（五）其他牧草的适时收获

1. 聚合草

聚合草栽种的第一年，在南方一般可刈割 2～4 次，在东北和西北只能刈割 2～3 次。生长第二年以后，每年 4—5 月株高 50 cm 左右刈割第 1 次，以后每隔 35～40 d 刈割 1 次；南方一年可收 4～6 次，北方一年可收 3～4 次。

收获时留茬高度不超过 5 cm 为好，这样留茬高度发芽出叶多，可提高产量。最后一次刈割时间应在停止生长前的 25～30 d，以便留有足够的再生期，保证根系贮存足够的营养，形成良好的越冬芽，以利于安全越冬。

2. 串叶松香草

串叶松香草收草利用时适宜的刈割期为孕穗至初花期。孕蕾期茎叶比为 0.74∶1，每 4 kg 鲜草可晒制 1 kg 干草。种子成熟极不一致，且成熟后易脱落，成熟一批采摘一批，采收种子时，因茎枝较脆应轻放，以免折断茎枝，降低种子产量。我国南方采收种子易受雨水和台风危害，头茬刈割收草，再生草采收种子，以降低株高，避开雨季和台风季节。

3. 苦荬菜

苦荬菜在株高 40～50 cm 时即可首次刈割，留茬 15～20 cm，隔 5～6 周后即可进行第二次刈割，到秋末最后一次刈割时可齐地刈割，采种植株一般不宜刈割，但在温带地区可在刈割后利用再生株采种。因其种子极易落粒，故应分期分批采收。

4. 木地肤

木地肤是高蛋白质优质饲用植物。其青草和干草的适口性均好，是牛、马、骆驼、羊等喜食的植物。木地肤在播种当年不宜放牧，可刈割少量干草，留茬不能低于 8 cm，第二年秋天可刈割晒制干草，3 年后可用于春、秋、冬季放牧。夏季绵羊主要采食叶、细枝和花序。据新疆伊犁地区的试验，第三年达到成株时，鲜草产量可达 3 750～7 500 kg/hm^2，种子产量 225～300 kg/hm^2；内蒙古正镶黄旗试验测试，鲜草产量 4 320 kg/hm^2。

5. 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。几种常见的一年生禾本科牧草及