



全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

牧草及饲料作物育种学

云锦凤 主编
草原专业用

中国农业出版社

S540.35

1

全国高等农业院校教材

牧草及饲料作物育种学

云锦凤 主编

草原专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

牧草及饲料作物育种学/云锦凤主编. -北京: 中国农业出版社, 2000.12

全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-06570-7

I. 牧... II. 云... III. ①牧草-育种-高等学校-教材
②饲料作物-育种-高等学校-教材 IV. S540.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 43546 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 王玉英

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2001 年 1 月第 1 版 2004 年 7 月北京第 2 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.5

字数: 393 千字

定价: 21.10 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

本教材是遵循农业部高等农业院校教学指导委员会关于高等农业院校教材要适应当前教改形势，拓宽学生知识面，提高教学质量和培养跨世纪人材的要求而重新编写的。

本教材在编写过程中，参照牧草及饲料作物育种学（1988年版）的基本框架，尽量吸收了近年来国内外牧草育种的新技术和成就，内容更加丰富，增强了牧草育种的特色，在科学性、先进性和实用性方面有了明显提高。

本教材除绪论外，分总论和各论两篇，共计24章。总论介绍牧草及饲料作物育种的基本理论和方法，分章介绍了育种目标、种质资源、引种和育种方法、品种试验及良种繁育。各论列述了几种有代表性的重要牧草和饲料作物的育种特点。

本教材各章编写者如下：绪论及第7、11、18、20、22、23章由云锦凤完成；第1、17、21章由曹致中完成；第2、3、5、12、16章由杨茁萌完成；第6、8、13、19章由米福贵完成；第4、9、10、14、15、24章由毕玉芬完成。

本教材为草原专业的教学用书，也可供从事野生植物、药用植物及草坪育种、栽培等方面的专业技术人员参考。

本教材在编写过程中，得到中国农业科学院畜牧研究所苏加楷研究员、内蒙古大学李天然教授、内蒙古农业大学袁振武教授、关明卓教授和李荣禧教授的大力支持。他们对教材的有关章节提出了许多宝贵的意见和建议，博士生李造哲、于卓、解新民在教材校对及后期工作中，付出了辛勤劳动，在此表示衷心感谢。

本教材由内蒙古农业大学、甘肃农业大学、新疆农业大学从事牧草育种教学的人员合作完成，是集体智慧的结晶。鉴于我国牧草育种是一门年轻的学科，再加上编写成员的水平有限，错误和不完善之处在所难免，衷心希望读者提出批评指正，以便进一步修改和补充。

编 者

2000年3月

1	绪论	1
1	第一节 牧草及饲料作物育种学的意义及良种的作用	1
1	一、牧草及饲料作物育种学的研究内容	1
2	二、品种的概念	2
2	三、优良品种在生产中的作用	2
3	四、牧草及饲料作物育种的特点	3
4	第二节 牧草及饲料作物育种工作的回顾与展望	4
4	一、中国牧草及饲料作物育种工作的回顾	4
5	二、中国牧草及饲料作物育种工作的成就与展望	5
第一篇 总 论		
9	第一章 育种目标	9
9	第一节 制定育种目标的意义和原则	9
9	一、牧草及饲料作物的育种目标及意义	9
9	二、制定牧草及饲料作物育种目标的原则	9
10	第二节 牧草及饲料作物育种的主要目标	10
10	一、自然选择条件下生物变异的主要方向	10
11	二、牧草及饲料作物育种的主要目标性状	11
14	第二章 牧草种质资源	14
14	第一节 牧草种质资源的概念和类别	14
14	一、种质及种质资源的概念	14
14	二、牧草种质资源的重要性	14
15	三、牧草种质资源的类别及特点	15
16	第二节 作物起源中心学说	16
17	第三节 牧草种质资源的考察收集、鉴定与保存	17
17	一、种质资源的考察收集	17

目 录

二、种质资源的鉴定与评价 18

三、种质资源的保存 19

第三章 牧草繁殖方式与育种 22

第一节 牧草繁殖方式 22

 一、有性繁殖 22

 二、无性繁殖 23

 三、无融合生殖 24

 四、植物自然异交率的测定 24

第二节 不同繁殖方式牧草群体的遗传育种特点 25

 一、自花授粉植物群体 25

 二、异花授粉植物群体 26

 三、常异花授粉植物群体 26

 四、无性繁殖植物群体 27

第四章 引种 28

第一节 引种的作用 28

 一、引种的概念和意义 28

 二、我国牧草和饲料作物引种概况 28

第二节 引种的理论基础 30

 一、气候相似论 30

 二、纬度、海拔与引种的关系 30

 三、植物生态型与引种的关系 31

第三节 引种的方法和技术 32

 一、引种方案的制定 32

 二、引种程序 32

第五章 选择育种 34

第一节 选择的遗传学基础和作用 34

 一、选择的意义和作用 34

 二、选择的理论依据 35

 三、选择育种的基本原则 36

第二节 选择的基本方法 36

 一、单株选择法 37

 二、混合选择法 38

 三、集团选择法 39

第三节 不同繁殖方式的选择法 40

 一、自花授粉牧草选择法 40

二、异花授粉牧草选择法	40
三、常异花授粉牧草选择法	41
四、无性繁殖牧草选择法	41
五、无融合生殖牧草选择法	41
第六章 综合品种与轮回选择育种法	42
第一节 牧草综合品种育种	42
一、综合品种的概念及其在育种中的地位	42
二、综合品种培育的遗传学基础	43
三、综合品种培育的一般程序	44
第二节 轮回选择	47
一、轮回选择的原理和作用	47
二、轮回选择的基本方法	49
三、轮回选择在自花授粉植物中的应用	53
第七章 杂交育种	56
第一节 杂交育种的意义	56
一、杂交育种的概念	56
二、杂交育种的意义	56
第二节 杂交亲本选配	57
第三节 杂交组合方式	58
一、单交（成对杂交）	59
二、复合杂交	59
三、回交	60
四、多父本杂交（多父本混合授粉）	62
第四节 有性杂交技术及杂种后代选育	62
一、调节开花期	62
二、人工控制授粉	63
三、开放授粉（自由授粉）	65
四、杂种后代的选育	65
第五节 有性杂交育种程序	66
一、有性杂交育种的一般程序	66
二、加速杂交育种过程的方法	68
第八章 杂种优势利用	69
第一节 杂种优势的概念与表现	69
一、杂种优势的概念	69
二、利用杂种优势的原则	70

三、不同植物利用杂种优势的特点	71
四、牧草利用杂种优势的特点	71
第二节 杂种优势的遗传机制	71
一、显性假说	72
二、超显性假说	73
第三节 利用杂种优势的途径与技术	74
一、利用杂种优势的途径	74
二、杂交制种技术	75
第四节 雄性不育系的选育与利用	76
一、雄性不育的特征与遗传	76
二、三系的选育与制种	78
第九章 诱变育种	81
第一节 诱变育种的特点和利用	81
一、诱变育种的意义	81
二、诱变育种的特点	81
第二节 诱变育种的原理和方法	83
一、物理诱变	83
二、化学诱变	87
第三节 诱变育种的方法和程序	89
一、诱变材料的选择	89
二、诱变育种程序	90
第四节 辐射和其他育种方法的配合使用	91
第十章 倍性育种	94
第一节 单倍体及其在育种中的应用	94
一、单倍体的特点及意义	94
二、花粉单性发育成植株的生物学原理	96
三、单倍体育种程序及步骤	97
第二节 多倍体育种	99
一、多倍体的概念和种类	99
二、多倍体在自然界的出现及意义	100
三、多倍体的发生和形成	101
四、诱发多倍体的方法	102
五、诱发多倍体在牧草中的意义和利用	104
第十一章 远缘杂交育种	106
第一节 远缘杂交育种的意义与作用	106

一、远缘杂交的概念及其特点	106
二、远缘杂交在育种中的作用	106
第二节 远缘杂交不可交配性及其克服方法	110
一、远缘杂交不可交配性的原因	110
二、克服远缘杂交不可交配性的方法	110
第三节 远缘杂种夭亡、不育的原因及其克服的方法	113
一、远缘杂种的夭亡和不育现象	113
二、远缘杂种夭亡和不育的原因	113
三、克服杂种夭亡和不育的方法	114
第四节 远缘杂种后代的分离与选择	116
一、远缘杂种后代性状分离的特点	116
二、远缘杂种后代的选择特点	116
三、远缘杂种后代分离的特殊处理方法	117
四、远缘杂交育种的基本程序	118
第十二章 抗病育种	120
第一节 抗病育种的重要性	120
一、抗病育种的意义	120
二、抗病育种的研究进展	121
第二节 病原物致病性与植物的抗病性	121
一、病原物的致病性及其遗传变异	121
二、植物的抗病性及其遗传变异	123
三、植物与病原菌的相互作用	127
第三节 抗病育种的方法和程序	129
一、抗病性种质	129
二、抗病性鉴定	129
三、选育抗病品种的方法	131
第十三章 抗虫育种	133
第一节 植物的抗虫性	133
一、植物抗虫性的概念	133
二、植物抗虫性的类型	134
第二节 抗虫性机制类型	135
一、不选择性	135
二、抗性性	137
三、耐害性	138
第三节 植物抗虫性的遗传基础	139
一、植物抗虫性的遗传方式	139

二、基因对基因学说	140
第四节 抗虫育种的方法和技术	140
一、抗源收集与保存	140
二、抗虫性鉴定	141
三、抗虫育种方法	141
第十四章 抗逆性育种	144
第一节 抗寒育种	145
一、抗寒性和越冬性	145
二、抗寒性育种的意义	146
三、抗寒性的鉴定	146
四、抗寒性育种方法	147
第二节 抗旱性育种	147
一、抗旱性的概念	147
二、抗旱性鉴定	148
三、抗旱性育种方法	149
第三节 抗盐碱性育种	149
一、盐生植物的抗盐机制	149
二、抗盐牧草的抗盐能力及其测定	150
三、抗盐碱育种方法	151
第十五章 牧草品质改良	152
第一节 牧草品质改良的概况	152
一、牧草品质改良的意义	152
二、牧草品质改良的概况	152
第二节 牧草品质改良的目标及其性状表现	153
一、牧草品质改良的目标	153
二、影响牧草品质的主要因素及其性状表现	154
第三节 牧草品质改良的内容和特点	155
一、品质鉴定方法	155
二、品质改良的内容和特点	156
第十六章 生物技术在牧草育种中的应用	162
第一节 细胞和组织培养在牧草育种中的应用	162
一、茎尖培养	162
二、幼胚培养	163
三、子房与花药培养	163
四、人工种子	164

第二节 原生质体培养及体细胞杂交	165
一、原生质体的分离和培养	166
二、原生质体的融合	167
三、杂种细胞的鉴别和选择	168
四、诱导杂种细胞产生愈伤组织并再生植株	168
第三节 重组 DNA 技术在植物育种中的应用	168
一、转基因的主要内容和方向	169
二、转基因工程的受体细胞	169
三、转基因工程的载体系统	169
四、转基因工程常用的选择标记	170
五、外源 DNA 的导入	170
六、转基因植物中外源基因的存在问题	171
第十七章 牧草及饲料作物良种繁育	173
第一节 牧草及饲料作物良种繁育任务及体系	173
一、良种繁育的意义和任务	173
二、种子生产方针和良种繁育体系	174
第二节 牧草良种制种技术	175
一、种子田的栽培管理方法	175
二、品种的防杂保纯与防止退化	177
三、加速良种繁育的方法	179
第三节 牧草及饲料作物良种繁育程序	180
一、建立品种纯度的分级繁育体系	180
二、制种原理	180
三、制种程序	181
第十八章 牧草及饲料作物育种田间试验技术及品种审定	183
第一节 田间试验设计与实施	183
一、田间试验实施的基本要求	183
二、田间试验设计与实施	184
第二节 不同试验阶段的试验技术	189
一、原始材料圃	189
二、选种圃	190
三、鉴定圃	190
四、品种比较试验	190
五、生产试验与品系繁殖	190
六、区域试验	190
第三节 牧草及饲料作物品种审定	191

目 录

	一、品种审定机构及其任务	191
	二、新品种能否成立的依据	192
	三、报审品种条件和标准	192
	四、申报程序	193
	五、新品种定名和推广制度	193
	附：牧草及饲料作物观察记载	
	项目标准	193
第二篇 各 论		
	第十九章 饲用玉米育种	197
	第一节 玉米在畜牧业生产中的地位	197
	第二节 玉米品种资源与育种目标	198
	一、玉米品种资源	198
	二、饲用玉米育种目标	199
	第三节 玉米的开花生物学和自交、 杂交技术	201
	一、玉米的花器构造和开花习性	201
	二、玉米的自交与杂交技术	202
	第四节 玉米杂交育种	203
	一、玉米杂交种的类别	203
	二、玉米自交系的选育	204
	三、玉米杂交种的组配	207
	第五节 玉米繁育与制种	209
	一、设置隔离区	209
	二、播种与管理	211
	三、利用雄性不育系的制种方法	211
	第二十章 燕麦育种	213
	第一节 燕麦种质资源与育种目标	213
	一、燕麦的类型	213
	二、我国燕麦遗传资源收集与性状鉴定	214
	三、燕麦育种目标	215
	第二节 燕麦的杂交育种	215
	一、燕麦杂交亲本选配	216
	二、燕麦开花特性和杂交技术	216
	三、燕麦杂交后代的性状遗传与选择处理	217

第二十一章 苜蓿育种	221
第一节 苜蓿种质资源和育种目标	221
一、苜蓿类型及种质资源	221
二、苜蓿育种目标及其遗传特点	224
第二节 苜蓿的开花机制及其杂交技术	227
一、苜蓿花器及开花机制	227
二、苜蓿自交与杂交技术	229
第三节 苜蓿的育种方法	230
一、混合选择法	230
二、轮回选择法	230
三、多元杂交法	231
四、回交育种法	232
五、综合品种	232
六、远缘杂交	233
第二十二章 三叶草育种	234
第一节 三叶草育种概况	234
一、三叶草育种的研究进展	234
二、三叶草的类型及品种资源	236
第二节 三叶草的育种目标和性状遗传	237
一、育种目标	237
二、三叶草的性状遗传	238
第三节 三叶草的育种方法	239
一、集团选择法	239
二、种间杂交育种	240
三、多倍体育种	242
四、综合品种	243
第二十三章 黑麦草及冰草育种	244
第一节 黑麦草育种	244
一、黑麦草的育种概况	244
二、黑麦草的品种资源	245
三、黑麦草的育种目标	247
四、黑麦草的育种方法	247
第二节 冰草育种	249
一、冰草育种概况	249
二、冰草的种质资源	251

目 录

三、冰草的育种目标 253

四、冰草的育种方法 254

第二十四章 草坪草育种 256

第一节 草坪草育种概况 256

第二节 草坪草育种方法和程序 257

一、草坪草育种目标 257

二、草坪草育种原始材料 258

三、不同繁殖方式的草坪草育种特点 259

四、创造变异的方法 260

五、选择和试验方法 262

六、新品种的供应 263

主要参考文献 264

第一节 牧草及饲料作物育种学的意义及良种的作用

一、牧草及饲料作物育种学的研究内容

牧草及饲料作物育种学是研究牧草及饲料作物品种选育和繁育的理论和方法的科学。它的任务是根据生产发展的需要,综合应用遗传学及其他自然科学的理论和技術,改良牧草及饲料作物的遗传性,创造符合人类要求的优良品种,通过良种繁育,为生产提供大量优质良种,充分发挥优良品种的作用。

良种繁育学是研究如何加速繁育新品种,尽快地推广种植;并且在繁育和推广过程中,防止品种混杂和退化,不断保持和提高良种种性的科学,是牧草及饲料作物育种学的重要组成部分。创造新品种和良种繁育,是牧草及饲料作物育种过程中两个连续的阶段。只有有计划地开展良种繁育工作,才能保证良种的及时供应,促进育种工作的发展。

牧草及饲料作物育种学是一门综合性的应用科学。要求育种者掌握有关理论基础,综合运用多学科知识,采用先进技术,有针对性和预见性地培育新品种。生物进化论是育种学的基本理论,生物进化的三大要素——变异、遗传和选择是育种工作中创造、稳定、选择优良变异的主要理论依据。遗传学是牧草及饲料作物育种学的重要基础理论,遗传学来源于育种和良种繁育的实践,其理论又指导和促进育种和良种繁育工作的发展,提高育种工作科学性和预见性。此外,牧草及饲料作物育种学还涉及植物分类学、植物生态学、植物生理学、植物保护学、农业气象学、土壤与肥料学、家畜饲养学、生物统计学等知识。牧草及饲料作物育种学与牧草及饲料作物种子学、栽培学、加工贮藏学等有更密切的联系,是人工草地生产学科不可缺少的4个支柱学科。现代植物育种工作已开始从传统的组织器官水平进入到细胞及分子水平,创造变异已发展到应用理化诱变因素、花粉(药)培养、原生质体融合、体细胞杂交、基因转导等生物工程技术。这些新技术在植物育种中的应用,无疑会涉及到生物化学、细胞生物学、细胞遗传学、分子生物学、显微技术、计算机应用技术等方面的知识。

育种工作的发展历程表明,任何育种成就的取得,都与上述学科的发展紧密相连,因此,育种者在育种工作中要善于与相关学科的专家协作,发挥多学科合作攻关的优势;充分利用国内外先进的科技成果,提高牧草及饲料作物育种工作的效率,加速新品种的选育

和繁育进程。

二、品种的概念

牧草及饲料作物育种学研究的主要对象是牧草及饲料作物品种，因此，必须明确品种的概念。

品种是人类在一定的生态和经济条件下，根据自己的需要，经选择和培育而创造的某种植物的一种群体，它具有相对稳定的特定遗传性和生物学、形态学及经济性状上的相对一致性，在一定地区和一定的栽培条件下，在产量、品质和抗性方面，符合生产的要求。

品种是经济上的类别。任何栽培植物都起源于野生植物。野生植物中有种 (species)、变种 (variety) 和类型 (form) 的区别，它是自然进化和自然选择的类别，没有品种之分，而只有当人类将野生植物引入栽培，经过长期的培育和选择 (自然选择和人工选择)，使其遗传性向着人类需要的方向变异，便创造出生产上栽培的品种。可见，品种是人类劳动的产物，属于经济上的类别，而不是分类上的类别。

品种是重要的农牧业生产资料。它必须具备高产、优质、优异抗逆性等优点，满足农牧业生产要求，否则它没有应用价值。

品种具有一定的地区性。每个品种都是在一定的生态和栽培条件下形成的，都有一定的适应地区和适应的栽培条件，所以，种植品种要因地制宜，良种应有良法配套。

品种的利用有时间性。任何品种在生产上利用的年限都是有限的，随着每个地区的生产、经济、自然和栽培条件变化，原有的品种便不能适应。因此，必须不断创造符合要求的新品种；另一方面，品种本身也存在着混杂、变异等变劣现象，因此，不断进行品种更新和更换是有必要的。

品种具有相对稳定和一致的遗传性。正因为如此，不同品种之间是可以区分的。品种性状的一致性也很重要，如成熟期的一致性对种子产量有直接影响。但因形态、生物学和经济性状一致性的要求，不同牧草和饲料作物种类也要区别对待。

三、优良品种在生产中的作用

牧草及饲料作物品种作为农牧业生产的生产资料，对于提高饲草产量、改良品质、增强对不良环境的抗性、扩大栽培种植面积，以及改良天然草场、建立人工草地、保持水土、净化环境等方面都起着十分重要的作用。

1. 提高牧草产量 优良品种内在的优良基因型决定了品种具有较强的生长势和适应性，在不增加劳动力、肥料和生产成本的前提下，可以获得高额而稳定的饲草和种子产量。

据报道，我国选育的优良苜蓿品种，其干草和种子产量平均比普通品种增产 20% ~ 40%。

2. 改善饲草品质 随着牧草及饲料作物产量的大幅度提高，改善其品质相应地受到重视。优良品种的营养成分含量、家畜适口性和可消化率等明显优于原来的品种。

原北京农业大学选育的玉米品种中单 1 号产量与中单 2 号相近，而籽实中赖氨酸含量

却比后者高1倍,用它作饲料喂猪食,日增重可提高128.8%,饲料消耗率减少52.4%。

此外,在解决降低苜蓿皂素含量而使家畜食后不造成胃内膨胀,降低氢氰酸含量而不使白三叶蛋白质减少,降低草木樨中香豆素含量等方面,优良品种也发挥着越来越重要的作用。

3. 增强牧草的抗病虫能力 牧草及饲料作物的病虫害给农牧业生产带来严重危害,它不仅影响饲草产量,而且还会使品质降低,家畜适口性下降。实践表明,选育抗病虫的牧草及饲料作物新品种已成为病虫害防治战略中一项重要措施。它不仅能保证优良品种固有的优良特性,而且还能节省用于化学防治的资金投入,减少生态环境污染。

4. 提高植物抗逆性、扩大栽培区域 我国草地面积辽阔,所处的生态环境比较复杂,在干旱、寒冷、炎热和盐碱等环境条件严酷的地区,牧草的生产潜力受到限制。抗逆性强、适应性广的品种,由于对某种特殊生态条件或有害因子具有抗耐性,它可以在其他品种不能适应的地区栽培,既能增加饲草产量,又可提高土地利用率和扩展栽培区域。

原内蒙古农牧学院采用黄花苜蓿与紫花苜蓿杂交育成的草原二号杂种苜蓿品种,具有很强的抗寒性,能忍耐冬季-40℃左右的绝对低温,从而使苜蓿的栽培区域大大向北扩展。

5. 改良沙化、退化草地 目前,我国大部分草地处于严重退化状态,其面积占草地可利用面积的1/3以上。草地退化后,牧草产量、品质及草地载畜量大幅度下降。

近年来,一些抗寒、耐旱、抗风沙、耐瘠薄的牧草品种在草地改良和人工饲草料基地建设起到了很好的作用。例如沙打旺、冰草的一些品种,在沙化、退化草地改良中收到了明显的效果。

6. 防风固沙、保持水土、净化和美化环境 优良牧草品种具有适应性强、易种植和更新快等特性。特别是一些多年生牧草,一经建植便可连续生长利用多年。它们可有效地增加地面覆盖、减缓地面径流和风速、防止水土流失,保持生态系统的平衡。有一些牧草品种,既可作饲用,也是优良的草坪草,可用于城市、庭院、旅游休闲场所和运动场地的绿化及护路和护坡等,对环境的净化和美化具有极其重要的作用。

四、牧草及饲料作物育种的特点

牧草及饲料作物育种学是一门年轻的学科,是植物育种学的分支。它可以利用和借鉴作物育种学的理论和方法来培育新品种。

和作物育种相比,牧草及饲料作物育种也有自身的特点。牧草及饲料作物所属种类繁多,其中既有一年生的,又有多年生的;既有草本,又有灌木;既有用种子繁殖的,也有用营养体繁殖的,因而,增加了育种的复杂性。

就育种目标而言,为家畜提供高产优质的牧草是一个重要方面。对新品种的要求,不仅是种子的产量和质量,更重要的是营养体(主要是茎叶部分)的产量和质量、家畜适口性、可消化率;此外还有抗逆性,如抗旱、抗寒、抗热、抗盐碱、抗病虫害等多方面特性。

由于大多数牧草是多年生的异花授粉植物,其中一部分是自交不亲和的,也有可进行无融合生殖的牧草,因而在育种程序、方法上不同于作物。特别是大多数多年生牧草能进