

牧草

良种繁育与 种子生产技术

李 聪 王赟文 编著



化学工业出版社
生物·医药出版分社

文，歷年皆得用突，張式容內其，本姓氣主千特其育蒙節特身草芽丁敏創能利汁本
 育主已發登得特良自善養蒙育且共，本姓節泰國衣氣主草芽校園自來飲器丁限食刃不中
 已屬資更特草芽，友式蒙蒙的草芽丁限食為器，年人念那的轉品草芽是計全，草总的編定
 到已限限的氣主千特其育蒙特身草芽，室甲節轉品草芽，限限發特特蒙的草芽，計限特良
 限已養非千特草芽，本姓氣主出業的千特草芽限能蒙主，限育同田的氣主千特草芽，有
 。本姓呼限限的蒙主千特草芽外以，能蒙量限的千特草芽，本姓呼限限的工
 限特也其蒙限限草，其育，限人稱特限的氣主千特其育蒙特身草芽事是器器刃不計本
 身節良

牧草良种繁育与种子生产技术

李 聪 王赞文 编著

第1版 (1982) 目錄編主計圖

著者文贊王，編者：本姓氣主千特其育蒙特身草芽

01.5003，林園出版丁其外，其北



化学工业出版社
 生物·医药出版分社

· 北 京 ·

本书详细论述了牧草良种的繁育及种子生产技术,其内容先进,实用指导性较强。文中不仅介绍了部分来自国外牧草生产发达国家的先进技术,并且有编著者自身科研经验与生产实践的总结。全书从牧草品种的概念入手,依次介绍了牧草的繁殖方式、牧草种质资源与引种驯化、牧草的杂种优势利用、牧草品种的审定、牧草良种繁育及种子生产的原理与程序、牧草种子生产的田间管理、主要栽培牧草种子的产业化生产技术、牧草种子收获与加工的原理和技术、牧草种子的质量检验,以及牧草种子贮藏的原理和技术。

本书不仅可供从事牧草良种繁育与种子生产的科研人员,畜牧与草原及相关专业教师、研究生、高年级本科生阅读,同时也是从事牧草良种繁育与生产的企业生产技术人员的良好参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

牧草良种繁育与种子生产技术/李聪,王赟文编著.
北京:化学工业出版社,2007.10
ISBN 978-7-122-01228-9

I. 牧… II. ①李…②王… III. ①牧草-良种繁育
②牧草-作物育种 IV. S54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 151452 号

责任编辑:邵桂林
责任校对:陶燕华

装帧设计:关 飞

出版发行:化学工业出版社 生物·医药出版分社
(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张 17 字数 325 千字 2008 年 1 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:37.00 元

版权所有 违者必究

前言

我国是草地资源大国,草地面积约占国土总面积的 41.7%,它不仅是数千万农牧民赖以生存、从事草地畜牧业生产的场所,也是我国陆地生态系统中最重要的重要组成部分。因此,牧草在建立人工草地、改良和保护天然草地、防治草原退化沙化、进行生态环境建设、城乡美化绿化等事业中,均起着至关重要的作用。

牧草良种是草地建设和保护的物质基础。2005~2006 年,农业部委托我们进行的“全国草种产业化情况专题调研”结果显示:近五年来,全国草种子生产田年保有面积约为 17 万~23 万公顷,年产草种 7 万~9 万吨,平均产量为 395kg/hm²,约为先进国家的 1/5~1/3。草种产量和质量无法满足生产上的需求,也直接影响到优良品种的推广应用。2001~2005 年的 5 年中,我国共进口草种 8.7 万吨,年均保持在万吨以上的规模。尽管如此,在我国累计建成的 1300 万公顷人工种草面积中,牧草良种的覆盖率不过 10%。从 2000~2004 年的 5 年间,农业部利用国债资金投资 9 亿元,先后在全国建立了 76 个草种良繁基地,这将为开展不同区域、不同草种的良好繁育技术研究和逐步实现草种供应的国产化奠定基础。但目前我国牧草品种的良好繁育体系尚未建立健全,可谓任重道远。

从 2003 年开始至今,我们先后主持承担了国家“十五”和“十一五”科技攻关的“牧草良种繁育关键技术与产业化示范”课题,有感于研究工作和生产实际中的迫切需要,我们在查阅大量国内外文献资料和总结课题研究工作的基础上,历时一年多,编写了这部理论与实践相结合的著作,希望它能为从事牧草育种和良种繁育工作的人员提供一点帮助。

本书绪论部分、第二至第六章由李聪编写;第一章、第七至第十章由王赟文编写;第十一章由李蕾蕾编写;最后由李聪对全书进行了统稿。由于时间较紧,加之自身的理论知识所限,书中不当之处在所难免,敬请谅解,并祈读者批评指正!

李 聪

2007 年 6 月 5 日于北京

目 录

绪论	1
第一节 牧草品种的概念	1
第二节 牧草良种繁育的意义和任务	3
第三节 牧草良种繁育体系与草种子生产经营	4
第四节 国外牧草种子生产经营发展状况	5
一、建立品种保护制度、促进品种培育研究	5
二、草种生产的区域化、专业化、集约化	6
三、强化法制法规建设、实行严格管理	7
四、充分发挥行业协会等组织的作用、采用科学的草种生产经营模式	8
第五节 我国牧草种子生产经营的现状、问题与需求	9
一、育种投入少、缺乏优良品种可繁	9
二、草种良繁体系不健全、草种质量差	10
三、草种产业政策和草种生产与经营模式有待改进	10
四、国内草坪草种子的生产几乎是空白	11
参考文献	12
第一章 牧草的繁殖方式	13
第一节 花的组成、发生与开花	13
一、花的组成和类型	13
二、花芽分化	15
三、开花	16
第二节 授粉	18
一、自花授粉、异花授粉和常异花授粉	18
二、风媒花和虫媒花	21
三、牧草良种繁育中对传粉规律的利用和控制	21
第三节 受精	22
一、花粉粒的萌发与花粉管的生长	22
二、双受精过程	23
三、异花授粉牧草的自交不亲和性	23
四、异花授粉牧草的自交衰退现象	24
五、无融合生殖	24
参考文献	25
第二章 牧草种质资源与引种驯化	26
第一节 牧草种质资源的重要性	26
一、种质资源在育种上的重要意义	26
二、国内外牧草种质资源概况	27

第二节 牧草种质资源研究的主要内容及其方法	28
一、牧草种质资源的收集	28
二、牧草种质资源的保存	29
三、牧草种质资源的鉴定评价	30
四、牧草种质资源的管理与利用	31
第三节 野生牧草的引种驯化	32
一、引种驯化的理论基础	32
二、野生牧草种质资源的引种驯化成就	32
三、野生牧草不良性状的遗传改良	34
四、利用野生牧草种质材料杂交改良栽培牧草品种	34
参考文献	35
第三章 牧草品种的选育方法	36
第一节 育种目标的制定	36
一、制定牧草育种目标的原则	36
二、牧草的主要育种目标性状	37
第二节 牧草的选择育种	40
一、选择育种的理论基础	40
二、选择育种的基本原则	41
三、选择育种的基本方法	42
四、不同繁殖方式牧草的选择法	43
第三节 牧草的杂交育种	45
一、杂交育种中亲本选配的原则	45
二、杂交的基本方法	46
三、牧草的远缘杂交	50
第四节 牧草的诱变育种	53
一、诱变育种的意义	54
二、诱变育种的特点	54
三、诱变育种的方法与程序	56
第五节 牧草的倍性育种	57
一、单倍体育种	57
二、多倍体育种	59
第六节 牧草的基因工程育种	61
一、牧草基因工程育种的意义	61
二、牧草基因工程育种的基本方法	62
参考文献	64
第四章 牧草的杂种优势利用	66
第一节 杂种优势的表现特点	66
一、杂种优势的普遍性	66

二、杂种优势表现的复杂多样性	66
三、 F_2 及以后世代杂种优势的衰退	66
四、不同授粉方式植物利用杂种优势的特点	67
第二节 杂种优势的遗传机制	68
一、显性假说	68
二、超显性假说	68
第三节 利用杂种优势的条件、原则与方法	69
一、利用杂种优势的基本条件	69
二、杂交种亲本选配的基本原则	69
三、利用杂种优势的方法	70
参考文献	72
 第五章 牧草品种的审定	73
第一节 我国牧草品种审定的程序	73
第二节 国内审定的牧草品种	74
参考文献	74
 第六章 牧草良种繁育及种子生产的原理与程序	76
第一节 牧草品种纯度的概念与良种繁育任务	76
一、品种纯度的概念	76
二、牧草良种繁育的意义和任务	77
第二节 品种混杂与退化	77
一、品种混杂退化现象	77
二、品种混杂退化的主要原因	78
三、防杂保纯的原理和措施	79
第三节 原种生产	81
一、生产原种的意义及其标准	81
二、生产原种的方法	82
三、加速良种繁育的方法	82
参考文献	83
 第七章 牧草种子生产的田间管理	84
第一节 种子田的选择与建植	84
一、适宜地域的选择	84
二、种子田建植	84
第二节 施肥	87
一、禾本科牧草种子生产中的施肥	87
二、豆科牧草种子生产中的施肥	89

第三节 灌溉	90
一、禾本科牧草种子生产中的灌溉	91
二、豆科牧草种子生产中的灌溉	91
第四节 杂草防治	92
一、化学防治	92
二、农艺措施	94
第五节 病虫害防治	95
一、病害防治	96
二、虫害防治	98
第六节 人工辅助授粉	104
一、禾本科牧草的人工辅助授粉	104
二、豆科牧草的人工辅助授粉	105
第七节 植物生长调节剂	108
第八节 种子收获后的田间管理	109
一、火烧残茬	110
二、刈割残茬	110
三、放牧	111
四、行内疏枝	111
参考文献	112

第八章 主要栽培牧草种子产业化生产技术	114
第一节 常见豆科牧草种子生产	114
一、紫花苜蓿	114
二、白三叶	117
三、红三叶	119
四、普通红豆草	121
五、柱花草属	122
第二节 禾本科牧草种子生产技术	125
一、无芒雀麦	125
二、新麦草	127
三、冰草	128
四、多年生黑麦草	129
五、草地早熟禾	131
六、高羊茅	133
七、羊草	135
八、猫尾草	137
九、鸭茅	139
十、碱茅属牧草	141
十一、披碱草属牧草	143
参考文献	145

第九章 牧草种子收获与加工的原理和技术	147
第一节 牧草种子的收获	147
一、牧草种子的落粒性	147
二、牧草种子收获的时间	148
三、牧草种子收获的方法与机械	149
第二节 牧草种子干燥的原理与方法	153
一、种子干燥的原理	153
二、牧草种子干燥的主要方法	154
第三节 牧草种子清选与加工原理和技术	157
一、牧草种子的清选原理	157
二、常用的牧草种子清选设备	159
三、牧草种子处理	163
四、牧草种子接受和传输设备	165
第四节 牧草种子包装技术	165
一、牧草种子包装材料的种类和特点	166
二、包装机械、包装方法与包装标签	167
三、包装种子的保存与安全含水量	167
第五节 牧草种子加工厂和机械设备	168
一、禾本科和豆科牧草种子的基本清选加工工艺流程	168
二、牧草种子加工厂的规划	169
参考文献	170
第十章 牧草种子质量检验	171
第一节 扦样	172
一、种子批的划分与扦样原则	172
二、扦样的过程、扦样器与扦样方法	173
三、样品的分取与常见的分样器	175
第二节 品种特性检测	177
一、种子真实性与品种纯度	177
二、净度分析	179
三、种子重量测定	182
第三节 种子健康检测	182
一、健康检验	182
二、其他植物种子数检验	185
第四节 种子潜在生长表现检测	185
一、发芽试验	185
二、种子生活力测定	191
三、种子活力测定	193
四、种子水分测定	196
参考文献	199

第十一章 牧草种子贮藏的原理和技术	200
第一节 牧草种子贮藏原理	200
第二节 种子仓库建设及其有害生物的防治	204
一、概述	204
二、建仓标准	204
三、种子库类型	205
四、仓库害虫的危害及防治	205
五、微生物的防治	209
六、啮齿动物(鼠类)的防治	211
第三节 牧草种子贮藏方法	212
一、普通贮藏法	212
二、密封贮藏法	212
三、低温除湿贮藏	213
第四节 牧草种子仓库的管理	213
一、种子仓库的清仓消毒	213
二、种子入库前的准备及入库堆放	213
三、贮藏期间种子的检查	214
四、贮藏种子的通风	215
参考文献	216
附录 1 全国审定牧草品种名录	217
附录 2 种子批的最大重量和样品最小重量	244
附录 3 种子发芽方法	247
附录 4 主要牧草种子的生活力四唑测定方法	252

第一节 牧草品种的概念

牧草主要是指所有可供家畜采食的草本植物，广义的牧草也包括可作为家畜饲用的藤本、半灌木和灌木植物。根据对全国草地资源的调查统计，我国草原饲用植物共有 6704 种，被广泛栽培利用的主要是豆科牧草和禾本科牧草。牧草在我国的社会经济发展中发挥着越来越重要的作用。我国是草地资源大国，草地面积约占国土总面积的 41.7%，是我国耕地面积的 3 倍多，它不仅是数百万牧民赖以生存、从事草地畜牧业生产的物质基础，也是我国陆地生态系统中最重要的组成部分，同时还是植被修复、防止水土流失、进行生态环境治理以及城乡绿化建设、改良土壤、提高地力等方面的主体植物。因此，从一定意义上讲，人类离不开牧草。

明确什么是牧草品种，对于牧草良种繁育和种子生产技术具有重要的指导意义。牧草品种是人类在一定的生态经济条件下，根据自身的需要，经过选择和培育而创造的某种牧草植物的一个群体，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、品质和适应性等方面，符合生产的需求。因此，所有的牧草品种，一般具有三个基本特性，即特异性（distinctness）、一致性（uniformity）和稳定性（stability），也简称为 DUS。特异性是品种之间具有一个或多个不同的形态、生理等特征差别；一致性是指同一个品种内植株间的性状表现相对整齐一致，品种内植株间的一些特异性状变异能被明确指出；稳定性是指在繁殖后代或再组成品种时，品种的特异性和一致性仍能保持不变。上述“三性”只是相对的，而不是绝对的。

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，这是自然进化和自然选择的类别，没有品种之分。人类为满足自身的需要，挑选野生植物类型进行栽培试验，经过长期的培育和选择（自然选择和人工选择），使其遗传性状朝着人类需要的方向变异，产生新的特征特性，便创造出生产上的栽培利用品种。由此可见，品种是人类劳动的产物，属于经济上的类别，而不是植物分类上的类别。植物品种在植物分类学上的地位，应当属于一定的种及亚种，但不属于分类学上的变种，因为变种是自然选择、自然进化的产物，一般不具有上述特性和作用。

品种是重要的农牧业生产资料，必须具备高产、稳产、优质、抗逆等优点，以满足农牧业生产的要求。

品种具有一定的地区性，并要求一定的栽培条件。每个品种都是在一定的生态和栽培条件下形成的，因而选育品种不能脱离当地的自然条件和栽培条件。种植品种要因地制宜，良种结合良法。不同品种的适应性有所不同，但没有一个品种能够适应所有的地区和各种栽培条件。所以，引种外地品种一定要考虑两地之间生态条件和栽培条件的差异性质和程度，并要经过试验再推广，绝不能盲目引种，或要考虑将不同类型的品种搭配种植。

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，随着当地生产、经济、自然和栽培条件的变化，原有品种不能适应便应淘汰。因此，要不断创造符合生产要求的新品种，保证及时进行品种的更新换代。从另一方面来说，品种本身也存在着混杂、变异等现象，其特性变劣退化不能再被利用。

品种特征特性的稳定性和一致性在生产上非常重要，如抗逆性和成熟期等性状的一致性，对产量、机械化收割、牲畜的利用等都有较大影响。但对品种稳定性和一致性的要求上，对不同的牧草、不同的性状和不同的利用目的，要区别对待。同时，必须强调：完美无缺的品种是没有的。优良品种只是在主要的适应性和经济性状方面是好的，没有严重的缺陷，但它还会有一定的缺点，只是这些缺点程度较轻，对产量等利用指标影响不大，或者可以通过栽培措施，加以克服或减轻。

根据植物的繁殖方式、种子生产方法、遗传基础和利用形式等特点，可以将牧草品种分为下列四种类型。

（一）自交系品种

自交系品种又称纯系品种，是对突变或杂合基因型经过多代的自交加选择而得到的同质纯合群体。它包括了自花授粉植物和常异花授粉植物的纯系品种和异花授粉植物的自交系品种。有理论认为：亲本系数达到 0.87 或者更高，即具有亲本纯合基因型的后代植株达到或超过 87%，就是自交系品种。如大麦等自花授粉饲料作物的品种就是自交系品种。异花授粉植物中经多代强迫自交加选择而得到的纯系，如玉米自交系，作为推广杂交中的亲本使用时，也属于自交系品种之列。

（二）杂交种品种

杂交种品种是在严格选择亲本和控制授粉的条件下产生的各类杂交组合 F_1 植株群体。它们的基因型是高度杂合的，群体又具有不同程度的同质性，因而表现出很高的生产力。杂交种品种只种植利用 F_1 ，即利用其杂交优势， F_2 将发生分离，杂合度大为降低，所以在生产上一般不再利用。如杂交狼尾草就是利用二倍体美洲狼尾草作母本，四倍体象草作父本，形成三倍体杂交品种，其后代不结实，生产上通常只用其杂交 F_1 代种子繁殖或采用无性繁殖。

(三) 群体品种

其基本特点是遗传基础比较复杂,群体内植株基因型有一定程度的杂合性。如紫花苜蓿就是一种典型的异花授粉综合品种植物,其品种往往是由多个不同遗传背景的育种材料,采用人工控制授粉或在隔离区随机自由授粉组成遗传平衡的群体。这是一种特殊的异质杂合群体,个体基因型杂合,个体间基因型异质,但有一个或多个代表本品种特征的性状。

(四) 无性系品种

无性系品种是由一个无性系或几个遗传上近似的无性系经过营养器官繁殖而成的。它们的基因型由母体决定,表现型与母体相同。一些薯类饲料作物品种就属于这类。另有一种专性无融合生殖,如孤雌生殖、孤雄生殖等产生的种子后代,因其未经两性细胞的受精过程,而是由单性的性细胞或性器官的体细胞发育而成(如草地早熟禾),也可称之为无性系品种。

第二节 牧草良种繁育的意义和任务

牧草良种繁育是对育成或引进的现有良种,采用科学合理的、适宜种子生产的栽培管理措施,在能够保证其品种原有种性的前提下,大量繁殖优良种子用于生产的过程。它是新品种推广中的主要环节,因为绝大多数牧草都是依靠种子进行繁殖的,只有生产足够数量的优质牧草种子,才能加快草地建设的步伐,其数量和质量都直接影响到草地建设的面积、速度和效果。

任何一个新育成的品种,其群体内的基因频率和基因型频率达到相对稳定,群体处于遗传平衡状态。达到遗传平衡的群体,只要内部各个体之间的繁殖力和成活率相等,不受其他因素的影响,群体中的基因频率和基因型频率就可以保持相对稳定,品种的遗传性状也不会发生变异。一旦受到某些因素的影响而打破了原来的遗传平衡,群体的基因频率和基因型频率就会发生改变,所以品种混杂退化的实质就是群体的遗传平衡被打破,从而导致品种纯度下降、种性劣变。

良种繁育的目的就是生产优良品种的优质种子。优良品种应当尽可能具备以下优点:①能适宜一定地区的自然条件、经济条件和栽培条件;②具有合乎要求的农艺性状;③具有较高的生产性能;④品种的纯度较好;⑤抗病虫性或抗逆性较强;⑥某些特定品质性状比较突出,如蛋白质等营养成分、抗营养因子、消化率、适口性等方面表现优良。作为优质种子的基本要求是:①种子具有良好的发芽率;②保持该品种固有的种子色泽及种子质量,即成熟度和饱满度;③种子整齐一致;④不含传播性病虫害;⑤不夹杂恶性杂草种子和其他品种或其他作物的种子;⑥种子没有损伤。

良种繁育在牧草育种中起着承前启后的作用，是品种选育的继续和品种推广的准备与实施。良种繁育的主要任务有如下两个方面。①迅速扩繁优良品种的种子：良种繁育的首要任务就是尽快大量繁殖被确认推广的优良品种种子，以满足农牧业生产对良种种子数量的需求，从而保证优良品种迅速得到推广应用，尽快更新换代，在生产上发挥应有的作用。②保持品种的纯度和种性：优良新品种在大量繁殖过程中，往往因种、收、运、脱、藏等方面的不当而造成机械混杂，或生物学混杂，环境条件影响也会使品种自身发生变异，以致降低品种的纯度和种性。因此，防止品种的混杂退化、保持品种的纯度和种性是良种繁育中的又一重要任务。这需要根据不同类型植物的特性，在繁种过程中，不断提纯复壮，使优良品种在较长时间内持续发挥效益。如果只重视育种而忽视良种繁育，优良新品种就会迟迟得不到推广，发挥不了其增产作用；已推广的品种也会很快退化变劣而丧失使用价值。所以说育种、良种繁育和推广是种子生产中不可缺少的三大环节。

总之，牧草良种繁育的任务就是有计划、系统地进行牧草品种更新，防止退化，保持种性，以满足生产上对种植优良品种种子的需求。

第三节 牧草良种繁育体系与 草种子生产经营

建立科学而严谨的牧草良种繁育体系，是完成其良种繁育任务的重要前提。新中国成立以来，我国农作物良种繁育工作曾经历了以下几个阶段。初期，我国农业以个体分散经营为主，良种繁育工作采用“家家种田，户户留种”的形式，是一种自给自足的小农经济。随后农业合作化、公社化打破了这种小农经济的形式，根据生产发展的要求，各地逐步建立了以县良种场为骨干、公社良种队为桥梁、生产队种子田为基础的县、社、队三级良种繁育体系。种子工作实行自繁、自选、自留、自用，辅之以国家调剂的“四自一辅”的方针。这种体系和方针对促进当时的农业生产曾起到了一定的积极作用，但并未摆脱自给自足的封闭式农业经济模式。生产队既种粮又留种、土地面积有限、隔离困难、技术力量薄弱等矛盾突出，很难保证种子的纯度和典型性，于是“一年纯、二年杂、三年就退化”的现象普遍存在。为适应农业生产现代化的发展，农业部在总结我国农业种子工作的基础上，吸收国外成功经验，于1978年提出了实行“种子生产专业化、加工机械化、质量标准化和品种布局区域化，以县为单位统一组织供种”的“四化一供”种子工作方针。

种子生产专业化就是根据各种作物的用种量，确定专门的单位、耕地、专业人员、配备专门的设备，专业进行种子生产。种子加工机械化就是把专业化生产出来的半成品种子，从烘干、清选、精选分级到拌药消毒等，全部采用机械化加工处理。种子质量标准化就是供大田生产用的种子，必须符合国家标准

种、良种规定的等级标准，并保证定期更新种子。品种布局区域化就是按照分级品种不同的区域适应性，合理安排品种的布局，确定适宜的种植区域范围，使其在一个自然区域内，一种作物只有一两个当家品种。以县为单位统一组织供种，就是要改变过去农牧民种田又制种的混乱现象，种子全部由县种子公司统一组织供种。

种子“四化一供”的方针，有利于提高制种的产量和质量。品种布局的区域化，可以避免因品种不适应而造成减产，又有利于防止混杂，确保优良品种高产。

随着改革开放和市场经济的发展，我国牧草种子业在调整中发展，出现了一些新的生产经营模式，主要有两类：一类是以经营国外进口草种为主的大型草种公司，如克劳沃集团、中种草业有限公司、百绿（天津）国际草业有限公司等，它们以进口销售国外草种为主，其种子质量较好，近几年来，我国年均进口草种均达到万吨以上，这对缓解国内草种供需矛盾起到了积极的作用。第二类是出现了一批专业化生产草种的公司，如酒泉大业种业有限责任公司等，它们有集中成片、较大面积的草种子生产基地，并且从国外引进了现代化的种子生产与加工设备，已成规模地生产出质量较高的草种。此外，2000~2003年，中央政府为加快我国草种子国产化的进程，先后利用国债资金9亿元，针对不同区域特点，在全国建立了76个牧草种子生产基地，建成牧草良种的原种田3064hm²，种子生产田73766hm²，以生产我国自主选育的牧草优良品种和抗逆性强、适宜生态治理之用的野生驯化种为主，这对今后我国草种子产业的发展将会起到重要的促进作用。

第四节 国外牧草种子生产经营发展状况

国外早期的草种子生产主要依靠农牧民自由采收而来，随着草种子需求量的增加，在20世纪20年代以后，开始出现了专业化的草种子生产形式，也极大地促进了草种子生产技术和理论的深入研究，使起步初期的草种子平均产量为400~500kg/hm²提高了2~3倍，达到现在平均800~1500kg/hm²的水平。根据国际种子联盟（International Seed Federation, ISF）1998~2003年的统计，全球禾本科和豆科草种子年平均产量约为69万吨，其中进入国际种子市场交易的草种子每年大约有20万吨，贸易额约为4亿~6亿美元。美国、丹麦、加拿大、荷兰和新西兰等国是草种子产业比较发达的国家，它们的草种子产业具有如下一些共同特点。

一、建立品种保护制度、促进品种培育研究

在草种产业发达国家，牧草与草坪草育种占有与农作物育种同等重要的地

位。同时，因实行新品种保护制度，极大地促进了草品种选育的研究。20 世纪中期，发达国家先后建立了植物新品种育种者权益保护制度，目的是有效地保护植物育种者的经济利益，使得育种这项耗时长、投入大的基础性工作取得必要的回报，以提高有关研究机构、公司和个人投资草品种选育研究的积极性。以美国为例，从事草新品种选育与研制的机构包括大学、公立或私立的科研机构以及种子生产企业等，全美现有的 130 多家农业大学不仅开展牧草和草坪草育种方向的基础研究，而且也进行牧草和草坪草新品种的选育研究。各大学根据所在州草地农业生产的特点和产业政策方向，有重点地开展牧草和草坪草育种研究与品种培育工作。除公立机构外，许多私立机构和种子生产企业也是美国进行草品种选育的重要力量，农业部对它们的管理主要通过合作立项、提供贷款和经济担保等方式来实施。全国建立了牧草和草坪草品种比较区域试验网，统一对育成品种或品系材料的生产性能进行公正的多年多点测试，只有那些在评比和区试中表现优良的品系材料才能最后被审定登记为品种。这保证了新品种的质量，也为种子生产者提供了良种繁育和经营的依据，对优良品种的推广具有重要作用，反过来又大大促进了新品种的培育研究。20 世纪 60 年代，美国每年登记的首蓿新品种平均为 8 个；而 90 年代，年登记新品种的数量提高到 55 个。在 1963~2004 年的 42 年中，美国仅登记的首蓿品种多达 1198 个。由于新品种层出不穷，能够不断满足生产的需求，推动了良种的更新换代和草种业的稳步发展。随着世界各国植物育种者权益保护制度的日益普及，优良品种已成为种子生产效益的关键因素之一。专业从事草种生产的公司获得优良品种的方式包括：自己进行品种培育，或从专业化的育种机构获得新品种转让权或生产经营权。在草种生产收益中，品种已占据越来越重要的地位，自主选育优良品种的能力、释放品种的数量和推广面积已经成为跨国大型草种公司市场竞争的核心。

二、草种生产的区域化、专业化、集约化

20 世纪 50 年代以后，随着专业化草种产业的发展，草种的生产方式和生产区域发生了明显的改变，草种生产逐渐由牧草生产附属产品的方式转变为区域性的专业化生产方式。目前，世界上草种的生产地主要集中在美国西北部、加拿大西南部、新西兰南岛、澳大利亚北部，以及丹麦西部和荷兰的 Polder 等地区，这些地区具有适合于小粒草种生产的特殊气候条件。

美国是世界上年产草种量最多的国家。其专业化草种生产面积约为 30 万公顷，禾本科和豆科草种子平均年产量分别为 41.57 万吨和 4.94 万吨，各占世界年产量的 69% 和 55%。禾本科牧草与草坪草种子中一年生黑麦草种子 13.5 万吨；高羊茅种子年产量为 11.5 万吨；多年生黑麦草种子 9.5 万吨；草地早熟禾种子 3.3 万吨；紫羊茅种子 1.5 万吨。豆科牧草种子中紫花苜蓿种子 3.5 万吨；红三叶种子 0.65 万吨；白三叶种子 0.44 万吨。美国生产的牧草与

草坪草种子除供应国内市场外，部分出口到欧洲、南美洲、亚洲以及澳大利亚、加拿大等国家与地区。区域化的草种生产方式以美国西部的俄勒冈州最为典型。俄勒冈州是世界上最重要的禾本科牧草和草坪草种子生产地区，年产牧草和草坪草种子近 28 万吨，直接产值为 3 亿~4 亿美元，加上肥料、除草剂、机械等服务于草种产业部门的收入，每年为俄勒冈州增加 10 亿~12 亿美元的国民生产总值。俄勒冈州的威拉米特谷地具有专业化草种生产田 18.2 万公顷，有 800 多个专门进行草种子生产的农场，平均每个农场的土地面积约为 220hm²。该地区聚集了 50 个地区性、全国性或国际性的草种子经营企业，荷兰、日本、丹麦、德国、澳大利亚等国的草种公司均在威拉米特谷地建立了草种生产基地，以充分利用该地区的气候资源，生产高产优质的草种。全球约 2/3 的草种子生产来自美国，而美国约 2/3 的草种子生产来自威拉米特谷地。该地区的气候属典型的地中海气候，冬季降水量高有利于植物地下部分的发育和生长，秋季降水量高有利于种子田的建植，夏季干旱有利于种子的成熟和收获，种子收获后的干旱使植物进入休眠。该地区只靠天然降水的季节性分布特点就能基本满足草种生产对气候的特殊要求，因而形成了明显的区域优势，是世界上草种子产量最高、质量最好的集中生产区之一，被誉为世界“禾本科草种之都”。

丹麦是世界上禾本科牧草与草坪草种子集约化生产水平最高的国家之一，也是国际市场上冷季型禾本科牧草与草坪草种子的重要出口国。丹麦有 5.7 万公顷的草种生产田，其中禾本科草种生产田面积 5.4 万公顷，三叶草种子田面积 0.3 万公顷。丹麦良好的草种生产条件吸引了不少国外的禾本科草品种到丹麦来生产，种植国外草品种的种子田占丹麦草种田总面积的 1/3~1/2。丹麦年产禾本科草种约 5.7 万吨，其中多年生黑麦草 3.4 万吨，其 10 年的平均单产 1200kg/hm²；紫羊茅 2.7 万吨，其 10 年的平均单产 1050kg/hm²；草地早熟禾 0.7 万吨，其 10 年的平均单产 950kg/hm²。在丹麦，草种的生产主要通过农场与种子经销商之间签定产品订单的方式组织生产。种子生产合同中，种子生产户与经销公司明确种子生产面积；经销商为农户提供基础种子，负责种子的清选加工与销售。丹现有 7 家专业从事草种生产的企业，其中丹农公司 (DLF-TRIFOLIUM A/S) 的规模最大，经销的禾本科草种子和三叶草种子量占全丹麦的 70%。丹麦国内对草种子的年需求量约占其年产量的 10%，其余的 90% 用于出口。

新西兰草种生产主要集中在南岛的坎特布雷省平原，专业化草种生产田的面积近 3.5 万公顷。平均年产草种子约 2.5 万吨，其中禾本科草种 1.8 万吨。新西兰是世界上白三叶种子生产效率和产量最高的国家，其年产量约 0.5 万吨；约占世界总产量的 50%~60%。

三、强化法制法规建设、实行严格管理

草种质量检验的历史可追溯到 19 世纪中叶，当时欧美国家的草种贸易日