



面向 21 世 纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

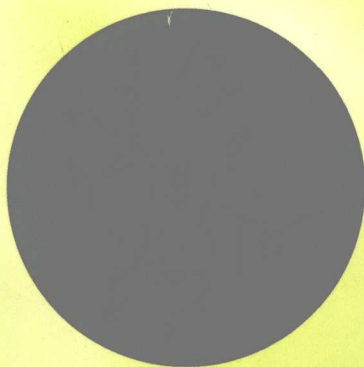
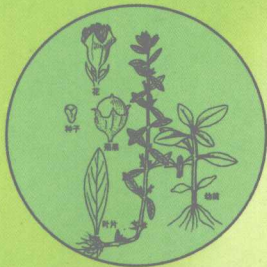



全国高等农林院校“十一五”规划教材

杂草学

第二版

强 胜 主 编



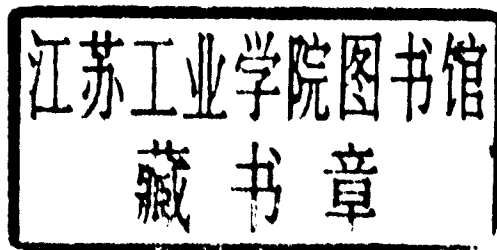
 中国农业出版社

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century
全国高等农林院校“十一五”规划教材

杂 草 学

第 二 版

强 胜 主 编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

杂草学/强胜主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社,
2009. 1

面向 21 世纪课程教材. 全国高等农林院校“十一五”
规划教材

ISBN 978 - 7 - 109 - 13192 - 7

I. 杂… II. 强… III. 杂草—高等学校—教材 IV. S451

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 199628 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 100125)

责任编辑 李国忠 杨国栋

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 5 月第 1 版 2009 年 3 月第 2 版

2009 年 3 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 18.25

字数: 420 千字

定价: 27.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第二版编写人员

主 编 强 胜（南京农业大学）

编 者 倪汉文（中国农业大学）

金银根（扬州大学）

强 胜（南京农业大学）

宋小玲（南京农业大学）

第二版前言

《杂草学》于2001年5月出版以来，已经过去了近8年时间。这期间杂草科学悄然发生的变化是非常惊人的，转基因抗除草剂作物大面积的推广种植，使得草甘膦除草剂产量与用量迅速增加，以草甘膦为主导的除草剂单一化格局已初显端倪，而且还将愈演愈烈，随之而来的杂草抗药性以及与此有关的转基因作物的环境安全问题也越显突出，并且直接影响到以除草剂为主体的化学防除技术体系的可持续发展，从而，威胁到农业生产安全。另一方面，随着人们对环境安全问题的关注，外来杂草入侵导致的危害性逐渐被人们所意识，以往杂草科学以田园杂草为主要防除对象的状况发生了显著的变化，越来越多的研究和防除的重点转移到外来杂草上。因此，此次修订增加了一章专门介绍外来杂草及其管理。同时，也进一步丰富了杂草抗药性、转基因抗除草剂作物及其环境安全评价的内容。在这期间，市场上陆续推广应用了一些除草剂新品种，也在此次修订过程中选择收录了其中的一些种类。此外，对以前的错漏之处也进行了认真的修订和补充。期间，我国杂草科学的主要奠基者、我的恩师李扬汉教授不幸于2004年仙逝，谨以此版纪念他。

具体分工如下：第一章：强胜；第二章：强胜、倪汉文、金银根；第三章和第四章：强胜；第五章：金银根、宋小玲；第六章：倪汉文；第七章：强胜、金银根、倪汉文；第八章：强胜、倪汉文、金银根。最后由强胜统稿。在此次修订过程中，成林和张睿女士帮助扫描和处理了图片。

由于作者的水平所限，错漏之处仍不可避免，继续欢迎读者批评指正。

强 胜

2008年8月10日

第一版编写人员

主 编 强 胜（南京农业大学）

编 者 倪汉文（中国农业大学）

金银根（扬州大学）

强 胜（南京农业大学）

主 审 李孙荣（中国农业大学）

第一版前言

在杂草科学中，杂草和除草剂是两个最核心和最基本的内容。杂草是基础，没有杂草也就不会有杂草科学，而杂草科学的形成和发展是与化学除草剂的研制和广泛使用密切相关的。化学除草剂在未来相当长的一段时间仍然是杂草防除的重要手段。故此，本教材将杂草和化学除草剂的介绍作为重点。

20世纪是杂草科学尤其是化学除草剂形成发展乃至达到鼎盛的时期。在这新旧世纪交替之时，由于生物科学研究的飞速发展，促进了杂草科学在如下几个方面得到了长足的发展，转基因抗除草剂作物和他感作用作物育种的研制、推广和种植，已经或将要改变除草剂的研制、生产、推广和销售的格局；除草剂作用靶标的深入研究已经改变了传统的除草剂研制方式；杂草生物防治和生物除草剂的研制和发展、通过生态调控途径的杂草可持续管理技术的发展和运用，将改变完全依赖化学除草剂的状态。这些都极大地拓展了杂草学的内涵和研究领域，也昭示着在新世纪到来时，杂草科学酝酿着巨大变化，即由杂草科学的化学时代向杂草科学的生物学时代的转变。因此，这些内容也是本教材要着重反映的。

早在20世纪80年代初，李扬汉教授就编写出版了《杂草识别与防除》，这是我国杂草科学方面最早的教科书；90年代，由李孙荣教授主编的《杂草及其防除》、苏少泉教授的《杂草学》，以及这期间，我国杂草生物、生态学及杂草防治研究、应用和推广方面所取得的巨大成就，为我们编写本书提供了重要的基础。本书是在南京农业大学、中国农业大学、扬州大学三校几位杂草科学工作者经过两年多时间通力合作完成的。具体分工如下：第一章（强胜）；第二章：第一节（金银根），第二节（倪汉文），第三节（强胜）；第三章（强胜）；第四章（金银根）；第五章（倪汉文）；第六章：第一、六至十节（金银根），第二和第三节（强胜），第四和五节（倪汉文）；第七章：第一节（金银根），第二节（强胜：一、二和五，倪汉文：三和四），第三

节（倪汉文）。王金堂绘制了大部分的插图。李孙荣教授负责全书的审阅和斧正。李扬汉教授在本教材的编写过程中自始至终给予了指导和关心，对书稿提出了修改意见，甚至对将来如何用好它都给予了谆谆教诲。承蒙南京农业大学教务处、农学院等单位领导的关心和支持。编写过程中还得到杂草研究室和植物科学系的老师们、研究生同学们的帮助。此外，得到中华农业科教基金在本教材编写和出版过程中的资助；并被列入面向 21 世纪教材出版计划。同时，也是中国农业出版社的叶岚副主任以及有关编辑的关心和付出辛勤劳动的结果。在此，致以最诚挚的感谢！

杂草科学所涉及的领域广泛，内容繁杂，有些知识甚至很零碎，如何在保持知识系统性的同时，能完整而全面地反映杂草科学的方方面面，是我们着力追求的。但是，由于受到作者水平的局限，不足和错漏之处仍不可免，热忱欢迎广大同行和使用者不吝赐教。

编 者

2001 年 1 月 16 日

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 概论	1
引言	1
第一节 杂草的定义及杂草的演化历史	1
第二节 杂草的重要性	2
一、杂草的经济意义	2
二、杂草的生态环境意义	4
三、杂草的科学研究意义	4
第三节 杂草科学的发展简史	5
复习思考题	7
参考文献	7
第二章 杂草的生物学和生态学	8
第一节 杂草的生物学特性	8
一、杂草形态结构的多型性	8
二、杂草生活史的多型性	9
三、杂草营养方式的多样性	9
四、杂草适应环境能力强	10
五、杂草繁衍滋生的复杂性与强势性	11
第二节 杂草个体及种群生态学	14
一、杂草个体生态	14
二、杂草种群生态	17
第三节 杂草群落生态学	25
一、杂草群落与环境因子间的关系	25
二、杂草群落的演替及顶极群落	28
三、中国农田杂草发生分布规律	28
复习思考题	34
参考文献	34
第三章 杂草的分类及田园主要杂草种类	36
第一节 杂草的分类	36

一、形态学分类	36
二、根据生物学特性的分类	36
三、根据植物系统学的分类	37
四、根据生境的生态学分类	37
第二节 水田杂草	38
一、莎草科	38
二、禾本科	41
三、雨久花科	43
四、千屈菜科	44
五、眼子菜科	46
六、苹科	46
七、泽泻科	47
八、柳叶菜科	48
九、鸭跖草科	49
十、茨藻科	49
第三节 秋熟旱作物田杂草	50
一、禾本科	50
二、莎草科	54
三、菊科	55
四、苋科	57
五、马齿苋科	60
六、茄科	61
七、大戟科	62
八、旋花科	63
九、鸭跖草科	64
第四节 夏熟作物田杂草	65
一、禾本科	65
二、茜草科	69
三、玄参科	69
四、石竹科	71
五、豆科	74
六、十字花科	75
七、蓼科	77
八、藜科	79
九、菊科	80
十、紫草科	83
十一、唇形科	84

目 录

十二、旋花科	85
十三、大戟科	86
十四、木贼科	86
第五节 果、桑、茶园杂草	87
一、禾本科	87
二、菊科	88
三、大麻科	91
四、葡萄科	92
五、伞形科	92
六、旋花科(菟丝子亚科)	93
复习思考题	93
参考文献	94
第四章 外来杂草及其管理	95
第一节 外来杂草	95
一、中国外来杂草概述	95
二、重要外来杂草介绍	99
三、外来杂草的危害性	104
四、外来杂草的管理策略	106
五、外来杂草的防除	114
第二节 杂草检疫	115
一、检疫杂草	115
二、检疫杂草种类介绍	118
三、杂草检疫检验方法	125
复习思考题	128
参考文献	128
第五章 杂草防治的方法	129
第一节 物理性除草	129
一、人工除草	129
二、机械除草	130
三、物理防治	131
第二节 农业及生态防治	132
一、农业防治	133
二、生态防治	138
第三节 化学防治	140
第四节 生物防治	141

一、杂草生物治理的历史	142
二、经典生物防治	143
三、生物除草剂防治	146
第五节 生物工程技术方法	153
一、转基因技术	153
二、转基因作物的环境安全	157
第六节 杂草的综合防治	165
一、综合防治的原理与策略	166
二、综合防治的基本原则与目标	166
复习思考题	169
参考文献	170
第六章 化学除草剂	171
第一节 化学除草剂的剂型及其使用方法	171
一、除草剂的剂型	171
二、除草剂的使用	173
第二节 除草剂分类	175
一、根据施用时间	175
二、根据对杂草和作物的选择性	175
三、根据对不同类型杂草的活性	175
四、根据在植物体内的传导方式	176
五、根据作用方式	176
六、根据化学结构	176
第三节 主要除草剂种类简介	176
一、苯氧羧酸类	176
二、苯甲酸类	178
三、芳氧苯氧基丙酸类	178
四、环己烯酮类	180
五、酰胺类	181
六、取代脲类	183
七、磺酰脲类	184
八、咪唑啉酮类	187
九、三氮苯类（三嗪类）	198
十、氨基甲酸酯类	190
十一、硫代氨基甲酸酯类	191
十二、二苯醚类	192
十三、N-苯基胍亚胺类	193

目 录

十四、二硝基苯胺类	194
十五、联吡啶类	195
十六、有机磷类	195
十七、嘧啶水杨酸类	197
十八、有机杂环类及其他	198
第四节 化学除草剂的杀草原理	200
一、除草剂的吸收与传导	200
二、除草剂的作用机理	203
三、除草剂的选择性原理	206
第五节 除草剂在环境中的归趋及残留	207
一、除草剂在环境中的归趋	207
二、除草剂在土壤中的残留	209
第六节 化学防草剂使用的基本原则	209
一、影响除草剂药效发挥的因素	209
二、除草剂混用及其互作效应	212
三、除草剂药害的发生及其补救措施	214
四、杂草的抗药性	216
复习思考题	219
参考文献	220
第七章 主要农作物田间杂草防治技术	221
第一节 稻田杂草的防治技术	221
一、稻田杂草的发生与分布	221
二、稻田杂草的化学防治技术	221
三、稻田杂草的人工防治技术	226
四、稻田杂草的农业防治技术	226
五、稻田杂草的其他防治技术	226
第二节 麦田杂草的防治技术	227
一、麦田杂草的发生与分布	227
二、麦田杂草的化学防治技术	227
三、麦田杂草的农业防治技术	229
四、麦田杂草的其他防治技术	229
第三节 油菜田杂草的防治技术	230
一、油菜田杂草的发生与分布特点	230
二、油菜田杂草的化学防治技术	230
三、油菜田杂草的其他防治技术	231
第四节 棉田杂草的防治技术	231

一、棉田杂草的发生与分布	231
二、棉田杂草的化学防治技术	232
三、棉田杂草的其他防治技术	233
第五节 玉米田杂草的防治技术	233
一、玉米田杂草的发生与分布	233
二、玉米田杂草的化学防治技术	234
三、玉米田杂草的其他防治技术	235
第六节 大豆田杂草的防治技术	235
一、大豆田杂草的发生与分布	235
二、大豆田杂草的化学防治技术	236
三、大豆田杂草的农业防治技术	237
四、大豆田杂草的其他防治技术	237
第七节 蔬菜地杂草的防治技术	237
一、蔬菜地杂草的发生与分布	237
二、蔬菜地杂草的化学防治技术	238
三、蔬菜地杂草的其他防治技术	240
第八节 果园杂草的防治技术	240
一、果园杂草的发生与分布	241
二、果园杂草的化学防治技术	241
三、果园杂草的其他防治技术	242
第九节 草坪杂草防治技术	242
一、草坪杂草的发生与分布	243
二、草坪杂草的化学防治技术	243
三、草坪杂草的其他防治方法	244
第十节 其他作物田间杂草的防治技术	244
一、花生田杂草的防治技术	244
二、茶园杂草的防治技术	245
三、高粱田杂草的防治技术	246
四、烟田杂草的防治技术	247
复习思考题	247
参考文献	248
第八章 杂草科学的研究方法	249
第一节 杂草生物学特性的研究方法	249
一、杂草物候学研究方法	249
二、杂草物种生物学研究方法	250
第二节 杂草生态学的研究方法	251

目 录

一、杂草种子库的调查研究方法	251
二、杂草种子萌发的研究方法	253
三、杂草与作物间竞争的研究方法	254
四、植物化感作用的研究方法	257
五、杂草区系、群落分布和危害的调查研究方法	258
第三节 杂草化学防除研究方法	263
一、除草剂生物测定方法	263
二、除草剂田间药效试验方法	265
三、抗药性杂草的检测鉴定方法	267
复习思考题	269
参考文献	270

第一章 概 论

引 言

杂草科学作为一个完整的学科体系，其包含杂草（weed）及其防治（control）两个主体。杂草是其中的核心，没有杂草，也就没有杂草的防治。而杂草防治极大地丰富了这一学科的内涵，并赋予了学科的生命力。前者是理论基础，后者是应用和实践。对杂草生物学、生态学的研究和深刻认识，将为杂草的有效防治提供坚实的理论基础，更好地指导杂草防治的实践。杂草防治技术越发展，对前者的要求就越高。杂草综合防治技术和草害的长效管理原理与实践是完全建立在杂草生物学和生态学的理论基础上的。

杂草学（weed science or herbology）是研究杂草的生物学特性、生长发育规律、生理与生态、发生、分布和危害、分类与鉴别、种群生态、群落结构与演替、防治方法及原理的综合学科。它涉及到无机及有机化学、植物生理与生态学、植物化学及生物化学、植物形态解剖及分类学、土壤学、微生物学、耕作与栽培学、农药化学，甚至植物遗传与育种学等多学科交叉的边缘科学。

第一节 杂草的定义及杂草的演化历史

“杂草”作为一个名词，其意思几乎是人人皆知，但要给这类植物下一个完全令人满意的定义，却还是悬而未决的问题。由于杂草是伴随着人类而产生，没有人类，没有人类的生产和生活活动，就不存在杂草。因此，提出过的许多杂草的定义都是以植物与人类活动或愿望之间的相互关系为根据的，这包括长错地方的植物；不想要的植物；除种植的目的植物以外的非目的植物；无应用与观赏价值的植物；干扰人类对土地利用的植物等等。这些定义都强调了人类的主观意志和杂草对人类的有害性。外延并不明确，主观随意性较强，“如果人们主观想这样的话，所有植物都有可能成为杂草”。在同一时间和地点，也会由于不同人的主观意愿的不同，就同一植物是否为杂草而产生分歧。

随着人们对杂草的深入观察和研究，对杂草生物学特性的认识和了解，一些注重杂草本身特性的概念，被许多学者以不同的方式提出来。其中有杂草既不是栽培植物，也不是野生植物的一类特殊的植物，它既有野生植物的特性，又有栽培作物的某些习性；杂草是能以种群侵入栽培的、人类频繁干扰或人类占据的环境，可能抑制或取代栽培的或生态的或审美的目的的原植物种群的植物；杂草是来源于自然环境中，对自然环境适应、不断进化，从而干扰作物与人类的生产活动的植物；杂草是并非人类为了自己的目的而栽培的，但它们在漫长的时间里适应了耕地上生活并给耕地带来危害的植物；杂草是一类适应了人工生境，干扰

人类活动的植物等等。从这些概念中可以看出，强调了杂草对人工环境的适应性方面或其危害性两个方面。进而，有人总结归纳出杂草具有三性：即杂草的适应性（adaptation）、持续性（persistence）和危害性（harmfulness）。显然，这三性基本上概括出了杂草不同于一般意义上的植物的基本特征。

从逻辑上对杂草的上述三性进行推理不难发现，表现在杂草能够在人工生境（man-made habitat）中持续下去的，只是具有许多良好适应性特征的种类。另一方面，可以在人工生境中不断繁衍持续下去的杂草，就必然会有为争取生长空间及其他生长要素，甚至产生化学他感作用等影响和干扰人工生境的维持，因而有了危害性。显然，适应性是持续性的先决条件和前提，但应确切地说只有有利于在人工生境中延续的那些适应特征才是关键性的。而危害性则是持续性的必然结果，这其中，杂草在人工生境的持续性是杂草三个基本特性的主体，是杂草不同于一般意义上的野生植物和栽培作物的本质特征。野生植物是不能在人工生境中自然繁衍持续的，而栽培作物则需在人们农作活动（播种、耕作和收获）作用下才能在人工生境中持续下去的。

针对上述分析，作者认为可以对杂草下这样的定义：杂草是能够在人类试图维持某种植被状态的生境中不断自然延续其种族，并影响到这种人工植被状态维持的一类植物。简而言之：杂草是能够在人工生境中自然繁衍其种族的植物。

杂草是伴随着人工生境的产生而出现的。但作为杂草的许多植物，早在人类形成之前就已经产生了。人们已经在 60 万年前的中更新世地下沉积中发现了杂草植物繁缕、篇蓄等的化石。人类的各项活动破坏了原始植被，创造出了人工生境，给这些已存在的杂草植物提供了广阔的生存空间。人类活动所产生的选择压力，又进一步影响着这些杂草性植物，使之杂草性更趋稳定或增强，其间可能发生的进化方式包括自然杂交、染色体加倍、基因突变、种群基因型和表现型的多样化选择等。杂草种中，广泛存在着多倍性也许正反映出这种变化。如生长于欧洲自然生境中的繁缕多为二倍体，而发生于农田中的种群则主要是四倍体。野生亚麻芥 [*Camelina sativa* (L.) Crantz] 演变为亚麻田中的杂草亚麻芥 [*C. sativa* subsp. *linicola* (Schimp. et Spenn.) N. Zing.] 是人类农作活动的选择作用产生杂草的例证。野生亚麻芥的种子要轻于亚麻的，而杂草亚麻芥的种子重量与亚麻相仿，是收获亚麻时风选过程选择了那些种子较重的个体，汰除了较轻的个体，从而使野生亚麻芥向种子较重方向演化，形成了一种杂草——杂草亚麻芥。种子重量的这种变化从植物的进化角度并没有增强亚麻芥的适应能力，而是增强了在亚麻田中的延续能力。杂草亚麻芥不同于野生亚麻芥的本质特征是其能保存于亚麻种子中，得以在亚麻田中延续。这充分说明了在人工生境中的持续性是杂草最本质的特性。

第二节 杂草的重要性

一、杂草的经济意义

1. 杂草使农产品的产量降低和品质下降 据统计，每年因杂草危害造成的农作物减产 9.7%，全世界达 2 亿 t。中国在 2002 年的统计显示，全国农田草害面积 0.755 亿 hm^2 ，因草害损失粮食 175 亿 kg，棉花 2.5 亿 kg。杂草主要是通过与农作物争夺水、肥、光、生长空间以及