

杂 草 学

苏少泉 编著

农 业 出 版 社

前 言

杂草是伴随着人类的生产活动而产生的，人类在开始从事农业生产时，就存在着杂草及其防治问题；虽然从原始农业开始，人类就一直不断的与杂草作斗争，但并未形成为一门独立的学科。

50年代以来，随着生物学、农业科学的发展，各个自然科学学科的相互渗透与促进，特别是有机化学合成及农药科学的进步，促使众多除草剂品种开发成功，导致杂草防治技术的不断完善与提高，从而形成了一门新兴学科——“杂草学”(Herbology 或 Weed Science)。

在我国高等农业院校中，有关杂草及其防治的内容过去多分散于植物学、植物生理学、耕作学以及植物化学保护等课程中讲授，鉴于近年来我国杂草防治技术的发展及化学除草的普及，我们于1984年在东北农学院开始开设并讲授“杂草学”课程，本书系笔者根据几年来的教学内容与实践，结合农业生产及科学研究的需要，加以充实和整理而成，它可以作为农业院校的教材与参考书，也可作为植物保护以及农药科学方面的科技参考书籍。

热切欢迎读者对本书提出批评与修改意见。

1990年3月

目 录

第一章	杂草的概念与防治	1
第二章	杂草的发生与分类	5
第三章	杂草的分布与危害	13
第四章	杂草的个体生理与生态	22
第五章	杂草的群体生态	33
第六章	杂草—作物相关中的生态	40
第七章	杂草防治原理	48
第八章	杂草检疫	56
第九章	异株克生在杂草综合治理中的应用	68
第十章	杂草的生物防治	81
第十一章	化学除草的发展及除草剂品种的开发	93
第十二章	除草剂剂型与增效剂的应用	103
第十三章	除草剂的吸收、传导与代谢	113
第十四章	除草剂在土壤环境中的归趋	126
第十五章	除草剂的作用原理	143
第十六章	除草剂品种(1)	155
第十七章	除草剂品种(2)	177
第十八章	除草剂品种(3)	203
第十九章	除草剂混用	230
第二十章	杂草抗药性与化学除草	238
第二十一章	生物工程技术学与化学除草	249

第一章 杂草的概念与防治

一、杂草的概念与定义

杂草是伴随着人类的生产活动而产生的，它们的存在是长期适应气候、土壤、作物、耕作栽培制度及社会因素与栽培作物竞争的结果。

杂草是一类特殊的植物，它既不同于自然植被植物，也不同于栽培作物；它既有野生植物的特性，又有栽培作物的某些习性。例如稻田的稗草，能够大量结实，脱粒性很强，再生力及抗逆性也很强，这是其所保持的野生植物特性；但另一方面，由于其长期与水稻共生，因而发芽、出苗时期及特性又与水稻近似，而且，由于水稻栽培类型的不同，在生态类型中也形成了早、中、晚稗草类型。

杂草是随着人类而产生的，没有人类、没有人类的生产，就不存在杂草，因此，杂草的概念都是以植物与人类活动或愿望的关系为根据的，通常杂草的定义是：（1）长错地方的植物，（2）不受欢迎的植物，（3）无价值的植物，（4）干扰人类对土地使用意图的植物，（5）不是人类有意识栽培的植物，（6）无应用与观赏价值的植物，野生、繁茂、妨碍土地利用及地上植物生长。这些定义意味着，杂草不仅包括种子植物，也包括木本植物、孢子植物与藻类，同时，栽培作物也能成为杂草，如大豆田中的苘麻、禾本科草坪中的红三叶草等。从广义来说，杂草则是能够转变人类所需能量的有机体。

通常，在人们心目中的杂草是指那些分布广、危害明显、极需铲除的、非人工种植的植物。农田杂草则是生长在农田、危害作物的非人工有意识栽培的植物。人类是环境的最大破坏者，而杂草则是在被人类破坏的环境中适应性最强、最繁茂的植物。

从杂草—作物生态学观点出发，杂草是一种植物，它来源于自然环境中，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，这种概念既包括其来源，又包括其不断变化的特性，因为杂草是生态环境中的动态的一部分，它不是静态的。

二、杂草防治的意义

人类从开始种植作物、进行农业生产以来，就一直在与杂草进行长期的斗争，从某种程度上来说，种植业的发展历史也包括与杂草作斗争的历史，随着近代科学技术的发展，杂草防治技术不断变化，日益提高；但是，直到目前为止，人类尚未彻底摆脱杂草的危害，在世界上许多地区，特别是发展中国家，防治杂草仍旧是农业生产中用工量最多、最辛苦的工作。目前，全世界每年农田除草用工1500—3000亿劳动日，但草害仍造成减产10—25%，其中谷类作物减产超过1555亿吨。在农业生产中，为了除草及其它耕作的需要，要进行大量的耕、翻、耙、锄、耨及镇压等作业，结果加强土壤通透性，使腐植质减

少，并导致土壤冲刷与水土流失。

世界耕地面积约占地球陆地面积的10%，约15亿公顷，在75%耕地上种植的15种作物供养着目前世界上50亿人口食品需要量的90%，按目前人口计算，全世界人均可耕地面积约3000平方米左右，在最近的将来，人口增长速度将大大超过耕地面积，因而，人均耕地面积将进一步减少，到2000年，人均耕地面积将下降至2250平方米（表1—1）。由于未垦土

表 1—1 世界耕地面积与人口的增长

年 份	耕地面积(千米 ² ×10 ⁶)	人口(×10 ⁶)	每人占有耕地(米 ²)
1970	13.3	3700	~3600
1981	14.3	4500	~3200
2000	14.9	6600	~2250

地不多，所以提高现有耕地的单产是解决粮食与食品的唯一途径；在影响作物单产的诸因素中，杂草防治起着重要作用。目前，全世界农民共计35亿，其中25亿仍依靠锄与木犁耕种土地和除草，9亿使用畜力牵引的铁犁，仅1亿用拖拉机。随着人口的增长，农业集约化逐步代替粗放的经营制度，粮食增长速度也将相应提高，如1880—1960年间，世界农业生产和粮食产量年增加1.5%，而在1952—1972年，粮食生产的典型增长速度每年为2—3%。

杂草防治历史处于相对静止状态达6000年以上，其中主要依靠人工除草，随着工具改革而带来的作物生产方法的改进，使农业发生革命，从而使杂草防治技术也发生显著变化。在最近200—300年开始应用农具除草，直到最近40年，众多的除草剂品种引用于农业生产后，杂草防治技术才发生深刻的变化。今天，虽然一些主要作物的除草技术，特别是化学除草技术已经建立并逐步完善，但杂草在农业生产中仍年年造成较大损失，因为土壤中存在的大量杂草种子促使农田不断再感染；此外，农田生态环境的变化，耕作栽培制度的改变，杂草群落生态的变化，促使人们需要不断开发新的除草剂品种及其它新的防治技术。所以，农业生产中的杂草防治仍将是一个需要不断解决的问题。

三、我国杂草防治概况

人类与杂草斗争的历史与人类栽培作物的历史同样久远，我国农业历史悠久，精耕细作是我国传统农业中的重要组成部分，其中也包含着杂草防治的内容。

早在公元前1066—771年，除草便受到重视，出现了薅、耘、耔等名词，《说文》记载：“薅，拔去田草也”，“耘，除苗间秽”。甲骨文中的“𠂔”字有双脚踩草的意思，亦即依靠脚踏作用进行除草。

随着生产的发展，人们对杂草的认识以及除草技术逐步提高，在公元一世纪成书的《汜胜之书》对于“锄”和锄地作业已有明确记载，《释名》：“锄者，助也，去秽助苗长也”。《吕氏春秋·任地篇》托《后稷书》提出，“子能使藿夷毋淫乎”，其中藿即芦苇，夷即白茅；《种艺必用》认为，若不及时除草，则作物必为杂草所蠹耗；《沈氏农书》更进一步认识到杂草是害虫越冬和栖息的场所，强调冬季铲除草根的除虫作用，这和农谚中“若要来年

害虫少，冬天除去田边草”的说法是一致的。

《史记·货殖列传》记载：“楚越之地，地广人稀，饭稻羹鱼，或火耕水耨”，“江南火耕水耨”。应劭曰：“烧草下水种稻，草与稻并生，高七、八寸，因悉芟去，复下水灌之，草死、独稻生，所谓火耕水耨也”。由此可知，我国江南地区的早期农业以种稻为主，而且已进行烧草取肥并进行比较细致的中耕除草等田间管理工作。

西周时代，大田除草与培土相结合，出现了最早的中耕除草技术。《诗·小雅·甫田》云：“今适南亩，或耘或耔，黍稷薿薿”。《毛传》云：“耘，除草也；耔，雍本也”，此处雍本即培土的意思。这时金属工具已开始用于中耕除草，比较常见的有钱、耨两种，前者是铲一类的工具，元代王桢《农书》中有钱与铲的图形，它们是运用手腕力量贴地平铲以除草的工具。耨，又作耨，刘熙《释名》云：“耨，亦锄类也；耨迫也，迫地去草也”，它是借助向后的拉力进行松土、锄草的工具，其形状与现在应用的锄很类似（图1—1）。西周之后，中耕锄草工具不断改进，但其基本形状与钱、耨相差不大，作用原理基本一致，而以运用后拉力除草的类型为多。

公元十三、四世纪，太湖地区首创耘耨使草泥溷溷，“虽以去草，实以固苗”，它“既胜耙锄，又代手足”，这说明除草工具已进一步改进。明清时，对于稻田中耕除草从理论上已有比较深入的理解，《沈氏农书》提出，十暑到立秋，锄二，耨一，耘一，“总之不可免”；这一时期人们对稻田稗草等已注意从多渠道清除，亦即综合防治：（1）播种前去秧田面泥以清选种，（2）秧苗期拣拔，（3）移栽时拔秧，洗泥结合刈除，（4）大田耘耨薅锄随时消灭。唐代刘恂的《岭表录异》中记载：“新泷等州，山田栋荒，平处以锄锹，开为町疃，伺春雨，丘中贮水，即先买鲢鱼子散水田中，一、二年后，鱼儿长大，食草根并尽，既为熟田，又收鱼利。乃种稻，且灭稗草，乃齐民之上术也”。这说明，我国很早就认识并使用了生物除草措施。

从上所述可以看出，在我国农业发展过程中一直重视杂草防治，不论对杂草的危害、杂草与作物的竞争、杂草的防治与利用、除草工具的制作与改进以及杂草综合防治等都逐步有了明确而深刻的认识，并创造和采用了一些在当时行之有效的除草措施，对于我国及世界农业的发展作出了积极的贡献。几千年来，在我国各地逐步形成和完善的多熟耕作制、间作、套种、复种等，对于控制杂草危害都起了积极的作用。

50年代以来，随着我国农垦事业的发展，各地大型农场的建立，农田耕作机械化水平迅速提高，机械化除草有了很大发展，特别是小麦、大豆、棉花等作物的机械化除草广为采用，在提高单产上起了较大作用。

作为近代先进除草措施的化学除草，在我国研究与应用较晚，不论是除草剂品种的创制与生产、除草剂的作用原理与使用技术或是除草剂在环境中的归趋等方面，与先进国家尚存在一定差距。

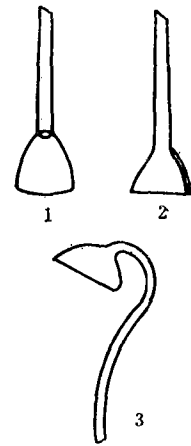


图 1—1 除草工具

1. 锄 2. 铲 3. 耨

四、杂草学的建立与任务

由于近代科学技术在农业中的应用，从而推动了杂草防治技术迅速发展，“杂草学”也相继产生、充实与发展。

“杂草学”是研究杂草发生、分布、鉴别与分类、群落组成与演替、生理与生态以及防治原理与方法的学科，它涉及有机化学、植物生理与生物化学、农药化学、植物分类、生态、形态、解剖以及土壤学、微生物学、耕作与作物栽培学，甚至植物遗传与育种学等多种学科，也可以说是上述学科的边缘科学，它既有丰富的理论原理，又有极大的实践性，是一门在农业生产中起着巨大作用的应用学科。

当前以及今后，摆在杂草学面前的主要任务是：

1. 更深入的认识与了解杂草及其易于防治的薄弱环节——杂草生物学特性的研究；
2. 限制主要有毒杂草、恶性杂草传播及其检疫方法的研究；
3. 农业生态系统中杂草治理的途径及其评价；
4. 杂草治理的新途径及更为有效的生物、遗传、物理、栽培、生态、异株克生及化学防治；
5. 经济、高效与超高效、低毒、选择性强的除草剂剂型及安全性评定；
6. 除草剂对人类健康、对动物、植物及生态环境的影响；
7. 抗除草剂作物品种的选育与推广应用；
8. 提高除草剂活性、杀草谱及选择性的有效途径；
9. 除草剂作用原理的研究及其在土壤中降解的研究；
10. 杂草综合防治及其系列化配套技术的应用及经济效益评价。

参 考 文 献

- (1) 王达，1984，我国传统农业田间管理技术的发展，农业考古，1984/2：121—129，农业出版社
- (2) 李凤岐等，1984，黄土高原古代农业抗旱经验初探（续），农业考古，1984/2：130—138，农业出版社
- (3) 邢湘臣，1984，稻田养鱼小史及其现实意义，农业考古，1984/2：223—225，农业出版社
- (4) 闵宗殿，1984，中国农业科技史年表（二），农业考古，1984/2：390—398，农业出版社
- (5) 苏少泉，1987，杂草、杂草防治与杂草科学，世界农业，2：42—44
- (6) 苏少泉，1987，21世纪的杂草科学与杂草防治技术，中国农学通报，1：4—5
- (7) 赵怀斌，1988，农田杂草防治历史研究，西北农业大学硕士学位研究生毕业论文
- (8) 陆志华，1986，农田杂草的概念、作用及其生物学特性，1：33—36
- (9) 覃彩銮，1984，从石铲遗存看桂南地区新石器时代晚期的农业，农业考古，1984/2：60—65，农业出版社
- (10) Eue L.，1986，World Challenges in Weed Science，34 (1)：155—160
- (11) FAO (International Plant Protection Center)，1986，Instructor's Manual For Weed Management，Weed：an Overview，Rome
- (12) McWhorter C. G.，1984，Future Needs in Weed Science，Weed Sci.，32 (6)：850—855

第二章 杂草的发生与分类

一、杂草的发生与起源

在史前期，冰川决定植物的分布与种的生存，到更新世，随着冰川扩展和对生境的覆盖及其造成的严酷气候条件，导致一些植物灭绝。而在温带地区，主要植物都是靠近冰川的植物，在这些经受长期严酷环境条件选择的植物中，有一些就是近代杂草的原始种。

农业生产引起杂草发生巨大而迅速的变化，近代的大多数杂草在有农业之前并不存在，它们是随着作物而进化或在某些情况下实际上是栽培品种为之进化的野生种，如栽培胡萝卜就是通过杂草野生胡萝卜突变及驯化而产生的，西瓜也是通过同样途径使野西瓜体积加大而成。因此，当今农田杂草来源于两方面：(1) 长期适应于自然环境条件变化的野生种；(2) 随着农业发展过程而逐步进化的新种或变种。从杂草的起源来说，近代农田杂草可分为以下三种类型：

(一) 专性杂草 此类杂草从未发现其野生或半野生类型，其原产地不详，伴随着人类的生长，某些方面与尚未发现其野生阶段的栽培作物近似，如田旋花 (*Convolvulus arvensis* L.)、野萝卜 (*Raphanus raphanistrum* L.)、珍藨草 (*Phalaris paradoxa* L.)、毒麦 (*Lolium temulentum* L.) 等。

(二) 兼性杂草 此类杂草既野生 (主要生境地)，也生长于农田 (栽培生境)，如仙人掌 (*Opuntia* spp.)、野豌豆 (*Vicia* spp.)、野葱 (*Allium* spp.) 等。

(三) 作物中的杂草类型 目前，我们栽培的许多作物都具有杂草型，如野生马铃薯、野生向日葵、野胡萝卜、野苘麻、野黍、野西瓜苗、野燕麦、野生稻等，此类杂草的生育习性往往与作物近似，如野燕麦的萌芽期、成熟期、生育及繁殖特点等都与小麦近似，从而给防治造成困难。

野生植物群落是一个复合群落，在特殊的环境条件——气候、极端温度、大量降雨、土壤特性的影响下，向着“顶极群落”植被演替，当人类进行农业生产而种植作物时，必然会改变自然演替的规律，抑制

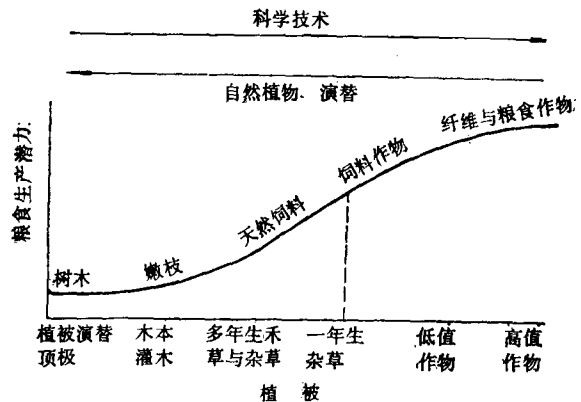


图2-1 自然植物演替与粮食生产潜力 (Shaw等, 1960)

自然演替中植物的生长,从而就产生了杂草防治问题。因此,在自然植被被破坏后,植物演替的第一个阶段便产生了杂草,也可以说,杂草是自然土壤被破坏后的先锋植物(图2—1)。

人类耕种土地后,种植的作物不像自然植物那样对环境具有很强的适应性,没有人类的辛勤劳动——耕种管理措施,它们就不可能长期生存;而杂草侵入农田乃是适应性差的植物被适应性强的植物所取代的一种植物演替过程,人类为了干预这种演替,为作物生育创造良好的生态环境,就需要防治杂草,而要有效的防治杂草,首先需要认识和了解杂草。

二、杂草的进化

杂草是在不断变化的环境条件下,通过自然选择,经过长期进化而逐渐形成的,其进化方式主要有:

(一) 天然杂交 由于人类的生产活动及其造成的生态环境的变化,促使植物迁移而造成不同类型植物的混生,提供了种间杂交的条件,从而产生变异,使杂交后代对改变了的环境产生存活的选择,遗传性逐步稳定而成为新种并不断繁殖。如大米草属植物 *Spartina maritima* ($2n=60$) 与 *Spartina alterniflora* ($2n=62$) 进行天然杂交,形成种间杂交种 ($2n=62$),以营养体传播,成为现在的大米草 (*Spartina anglica*)。

(二) 多倍性 多倍性是杂草适应不良环境条件并进化的主要方式,如在德国,在被子植物中具有多倍性的杂草种数达62%;繁缕 [*Stellaria media* (L.) Cyr.] 在中欧与北美自然生境中生长的主要是二倍体,而生长于农田的则主要是四倍体;猪殃殃 (*Galium aparine* L.) 是六倍体与八倍体,而猪殃殃属中的非杂草植物则是二倍体或四倍体。多倍性的优点在于突变可能性增多,此外,此类多倍体的突变不会导致死亡,因而多倍体促使种对变化的环境条件的适应性更强。

(三) 个体的易变性与多型性 许多重要的杂草都是自花能稔,它们具有各种表现型,这种开放重组系统的每一世代都会出现新的基因重组;事实上, *Poa* 与 *Capsella* 就是含有不同“小种”的高度杂合种,在自然选择过程中逐渐形成适应于环境的杂草。

(四) 作物中产生杂草型 作物的野生种与栽培种通过天然杂交而产生杂草型,如分布于印度、泰国等地的杂草型稻乃是野生稻与栽培稻进行杂交的后代,其特性介于野生稻与栽培稻之间,它是富有遗传变异的栽培稻向杂草型自然选择的结果;这种杂草型稻进行自交繁殖,但常与栽培稻天然杂交,其群体在遗传上是异质的,包含多种遗传基因。此外,在玉米、向日葵、胡萝卜、西瓜等作物中都发现杂草型的存在。

上述进化方式都是在环境条件长期选择的情况下进行的,从而使许多杂草在一定范围的环境条件下能够生存并繁殖。换句话说,当今农田杂草的存在在于它们的进化,事实上许多种杂草已经在不良环境中进化,并将继续进化,它们具有在不良条件下(自然环境——干旱与低温;人为环境——耕作及与作物的竞争)生存的能力,这种生态强制而成的产物称为普通控制遗传型,这种遗传型促使从存活的个体通过基因重组形成新的类型,从而适于在广泛范围内生长。

三、杂草的形态

杂草的鉴定与识别是杂草防治的基础,而要鉴定和识别杂草,就必须了解和掌握杂草

的形态特征，以便于进行分类。

全世界重要杂草约206种，其中43%归属于4个科，禾本科与菊科各含76种以上，其它59科中总计有68%的种。在欧洲，约有650种杂草分属于50个科，其中有一半属于5个科，特别是菊科、十字花科与禾本科。

在化学除草中，首要的是区分单子叶与双子叶杂草，在单子叶中根据形态特征要区分禾本科与莎草科杂草；在双子叶中要区分一些主要科别如蓼科、藜科、十字花科、菊科等杂草。

形态特征是鉴定杂草的依据，花、叶片、子叶、根、茎是鉴定双子叶杂草的根据；芽、叶片、叶舌、舌基、叶耳、叶鞘以及根则是鉴定禾本科杂草的标志。

(一) 单子叶 胚有1个子叶(种子叶)，通常叶片窄而长，平行叶脉，无叶柄。

1. 禾本科 叶鞘开张，有叶舌。茎圆或扁平。节间中空，有节。

2. 莎草科 叶鞘包卷，无叶舌。茎三棱，通常实心，无节。

(二) 双子叶 胚有2片子叶，草本或木本，叶脉网状，叶片宽，有叶柄。

1. 苋科 营养体含红色素。叶对生或互生，无托叶。花小，不显著，簇生或穗状花序，小坚果。

2. 蓼科 茎节膨胀。单叶互生，叶柄基部的托叶常膨大成膜质托叶鞘。花小，花簇由鞘发出，瘦果。

3. 藜科 叶互生，无托叶。花不显著，密集，小坚果。

4. 菊科 头状花序，花两类，内部为管状花，外部为舌状花。

5. 十字花科 常有根生叶。花两性，总状花序，萼片4枚，花瓣4枚，雄蕊6枚，4长2短，称为四强雄蕊；雌蕊由2心皮结合而成，子房上位，角果。

6. 旋花科 缠绕草本，有的有乳液。腋生聚伞花序，花大形，花冠漏斗状，子房上位，蒴果。

7. 唇形科 茎四棱。单叶对生。轮状聚伞花序，不整齐两性花，小坚果。

生产上应用除草剂时，一般根据除草剂品种的作用特性，按照形态特征，将杂草划分为以下类别：

(一) 多年生阔叶杂草 双子叶，种子与营养器官繁殖，如田旋花、苣荬菜、薊等，耕翻后能够再生，由于借助于根茎与根芽进行繁殖，所以应用大多数土壤处理除草剂难以防治，通常采用传导性茎叶处理剂能够杀死地下繁殖器官。

(二) 大粒一年生阔叶杂草 双子叶，种子繁殖，种子直径超过2毫米，发芽深度达5厘米，如果种子在药层下发芽，则应用土表处理的除草剂难以防治，如苍耳、鸭跖草、苘麻等。

(三) 小粒一年生阔叶杂草 双子叶，种子繁殖，种子直径小于2毫米，一般在0—2厘米土层发芽，如藜、苋、芥、野西瓜苗等，用土壤处理除草剂可有效的防治。

(四) 多年生禾本科杂草 种子及营养器官繁殖，由于以地下营养器官繁殖为主，故用土壤处理除草剂难以防治，耕翻后能再生，宜用传导性苗后茎叶处理除草剂进行防治。此类杂草有狗牙根、假高粱、香附子等。

(五) 大粒一年生禾本科杂草 种子直径超过2毫米，发芽深度达5厘米以上，用土表处理除草剂难以防治，如野黍、双穗雀稗等。

(六) 小粒一年生禾本科杂草 种子直径小于2毫米, 发芽深度1—2厘米, 土表处理除草剂能有效防治, 如稗、马唐、金狗尾草。

四、杂草的分类

(一) 植物学分类 根据植物分类系统进行分类, 这种分类是杂草分类的基础, 以藜 (*Chenopodium album* L.) 为例, 其系统分类如下:

界 (Kingdom) — Plantae

群 (Division) — Tracheophyta

亚群 (Subdivision) — Spermatophytina

纲 (Class) — Angiospermae

目 (Order) — Caryophyllales

科 (Family) — Chenopodiaceae

属 (Genus) — *Chenopodium*

种 (Species) — *Chenopodium album*

通常, 在杂草学中最常用的是科、属、种、亚种与变种; 全世界有花植物约450科, 其中少数几个科中约200种杂草在农业生产上造成损失, 主要科及每科中的杂草种数是: 蔷薇科 (Poaceae) 44种, 莎草科 (Cyperaceae) 12种, 菊科 (Compositae) 32种, 蓼科 (Polygonaceae) 8种, 苋科 (Amaranthaceae) 7种, 十字花科 (Brassicaceae) 7种, 豆科 (Leguminosae) 6种, 旋花科 (Convolvulaceae) 5种, 大戟科 (Euphorbiaceae) 5种, 藜科 (Chenopodiaceae) 4种, 锦葵科 (Malvaceae) 4种, 茄科 (Solanaceae) 3种; 在所发生的全部杂草中, 前三个科占44%, 其它12个科合计占68% (Holm, 1978)。

按照一般分类系统, 大多数杂草都属于被子植物。根据子叶数, 被子植物分为两个亚纲, 单子叶亚纲的杂草只有一个子叶, 而双子叶亚纲则有两片子叶; 单子叶不分枝, 叶狭窄或线形, 叶脉平行; 双子叶分枝, 叶阔, 网状叶脉, 这种叶片及生长类型的差异决定其竞争能力及我们所要采取的防治措施。

(二) 根据发生时期分类 根据杂草在田间发芽与出苗时期的早晚可分为:

1. 冬生杂草 (越年生杂草) 此类杂草在9—10月开始发生, 主要危害越冬作物, 如繁缕 [*Stellaria media* (L.) Cyr.], 看麦娘 (*Alopecurus aequalis* Sobol.), 播娘蒿 [*Descurainia sophia* (L.) Webb. ex Prantl], 芥等。这些都是冬小麦田重要杂草。

2. 早春杂草 此类杂草在3—4月发生, 危害冬小麦、春小麦、亚麻及其它春播作物, 如藜 (*Chenopodium album* L.), 蒺藜 (*Polygonum aviculare* L.), 问荆 (*Equisetum arvense* L.) 等。

3. 晚春杂草 此类杂草在4—7月发生, 危害大多数作物, 如升马唐 [*Digitaria adscendens* (H. B. K.) Henrard], 鸭跖草 (*Commelina communis* L.), 画眉草 [*Eragrostis pilosa* (L.) Beauv.], 苍耳、反枝苋 (*Amaranthus retroflexus* L.)。

(三) 根据株形分类 根据杂草出苗后植株的形状进行分类;

1.直立型杂草 农田大部分杂草植株直立，如稗、苋、苍耳、藜等。

2.匍匐型杂草 茎平铺地面，如蒺藜 (*Tribulus terrestris* L.)、马齿苋 (*Portulaca oleracea* L.)、地锦草 (*Euphorbia humifusa* Willd.)。

3.半直立型杂草 茎斜立，如荩草 (*Arthraxon hispidus* (Thunb.) Makino)、马唐 [*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.]、牛筋草 [*Eleusine indica* (L.) Gaertn.]。

4.蔓生型杂草 此类杂草茎蔓生，缠绕或匍匐分枝，如田旋花、圆叶牵牛 [*Pharbitis purpurea* (L.) Voigt]、卷茎蓼 (*Polygonum convolvulus* L.)。

5.浮游型杂草 多为稻田杂草，沉水或飘浮于水面，如紫背浮萍 [*Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid]、品藻 (*Lemna trisulca* L.)、眼子菜 (*Potamogeton distinctus* A. Benn.)、小茨藻 (*Najas minor* All.)。

(四) 根据生活型分类 根据植物生态学中常用的越冬芽在土壤中所处位置进行分类。这种越冬芽的位置是长期自然选择所形成的对环境的适应性。

1.一年生杂草 种子繁殖，一年内只结实一次。此类杂草很多，如反枝苋、藜、稗、金狗尾草、苘麻、苍耳等。

2.多年生杂草 种子与营养器官繁殖，冬季地上部死亡，营养器官存活，次年萌发新株。

(1) 地中杂草 越冬芽在土壤中越冬，其中有根茎、块茎、块根及鳞茎等，如苣荬菜 (*Sonchus brachyotus* DC.)、苦菜 [*Ixeris chinensis* (Thunb.) Nakai]。

(2) 半地中杂草 越冬芽接近地表，如蒲公英 (*Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz.)。

(3) 地表杂草 越冬芽在地表，如酢浆草 (*Oxalis corniculata* L.)。

(4) 沼泽、水中杂草 越冬芽在水中越冬，如眼子菜，此类杂草多为稻田杂草。

(五) 防治分类 从防治的观点出发，根据杂草的生物学特性，按照它们的生育特点进行分类，这种分类的实用性较强。

1.早田杂草的防治分类

(1) 一年生杂草 此类杂草在其生活史中只开花结实一次，种子繁殖。在我国北方地区，一年生杂草多在春季发芽、出苗，当年夏季或秋季开花、结实；由于各地气温的变化，故其发生时期差异很大，例如稗草在上海于4—8月发芽与出苗，辽宁省5月上中旬，黑龙江省5—6月发芽、出苗。

在我国东北及内蒙古地区，一年生杂草由于萌发时期不同，可分为两大类：一年生早春杂草与一年生晚春杂草，前者在4月下旬至5月上旬萌发出土，如藜、蒺藜等；后者在5月中旬至6月初萌发出土，如稗、本氏蓼 (*Polygonum bungeanum* Turcz.)、鸭跖草、苍耳等。

(2) 越冬杂草 此类杂草春季发芽、出苗，当年秋季开花结实；如秋季发芽、出苗，则当年形成叶簇，次年夏季抽茎、开花与结实；种子繁殖，如芥、葶苈 (*Draba nemorosa* L.)。

(3) 二年生杂草 此类杂草需要度过两个完整的夏季才能完成其生育周期，如秋季

发芽、出苗，则需生育至第三年才能开花、结实，通常第一年发育庞大的根系，积累营养物质并形成叶簇，次年春季从根颈处抽苔，夏季开花、结实，种子繁殖，多分布于我国华北及东北地区，如飞廉 (*Carduus crispus* L.)、黄花蒿 (*Artemisia annua* L.)、益母草 (*Leonurus heterophyllus* Sweet)。

(4) 多年生杂草 此类杂草的主要特点是开花结实后地上部死亡，次年春季从地下营养器官重新萌发，生成新株，其一生中可结实多次，既种子繁殖，也进行无性繁殖，因而难以防治。根据地下营养器官的特点，多年生杂草可分为以下几类：

①根茎杂草 地下茎有节，节上的叶退化，在适宜条件下每个节生出一或数个芽，从而形成新枝，凡是有节的根茎断段都能长成新株并进行繁殖，如问荆、狗牙根 [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.]、两栖蓼 (*Polygonum amphibium* L.)。

②根芽杂草 根上着生大量芽，在适宜条件下由芽生出萌发枝形成新株，任何根的断段均易产生不定芽而萌发，如苣荬菜、苦苣菜 (*Sonchus oleraceus* L.)。

③直根杂草 此类杂草既有主根，又有很多小侧根，主根入土很深，其下段很小或完全不分枝，根颈处生出大量芽，这些芽露出地面便形成强大的株丛，而由一小段根也可成为新株，但仍以种子繁殖为主，如车前 (*Plantago asiatica* L.)、羊蹄 (*Rumex japonicus* Houtt.)、蒲公英。

④球茎杂草 此类杂草在土壤中形成球茎，利用球茎进行繁殖，而其种子繁殖能力很低，如香附子 (*Cyperus rotundus* L.) 的地下茎膨大，呈长圆球状，长1—3厘米，球茎生出吸收根和地下茎，地下茎延伸出一定长度后顶端又膨大并发育成新的球茎，在新的球茎上又长出新株，因而繁殖迅速，危害严重。

⑤鳞茎杂草 在土壤中形成鳞茎，到生育的第三年鳞茎便成为主要繁殖器官，如小根蒜 (*Allium macrostemon* Bge.)。

(5) 寄生杂草 根据寄生特点，寄生杂草可分为全寄生杂草与半寄生杂草，前者地上部器官无叶绿素，不能进行光合作用，寄生于寄主植物的根、茎或叶上，吸收寄主营养物质进行生长；后者虽含有叶绿素并能合成部分营养物质，但主要还是依靠寄主供给的营养物质而生长。

在全寄生杂草中，主要有根寄生与茎寄生两类，列当属 [*Orobanche* (Tourn.) L.] 是根寄生的典型代表，寄生于向日葵、番茄、烟草、茄子、大麻、亚麻及瓜类作物。它们没有叶片，仅在茎上生出螺旋状褐色鳞片，肉质直茎，顶端的鳞片内着生小花，种子繁殖，每株结实可达10万粒之多，藉风与水传播。茎寄生杂草的主要代表是菟丝子属 (*Cuscuta* L.)，这类杂草一年生，种子繁殖，种子在土壤中可生存1—5年，种子发芽后幼苗一端在土中，另一端向上生长；茎丝状，黄色，无叶片，遇寄主产生吸盘，缠绕寄主上吸收营养，这时入土的一端便死亡，从而营全寄生生活。菟丝子主要分布于我国新疆、山东、安徽、江西、吉林及黑龙江等省(区)，寄生于大豆、亚麻及十字花科作物。

2. 稻田杂草的生态分类 稻田长期积水，这种特殊的生态条件造成了独特的杂草群落，其群落组成受生态因子——水分的影响很大，它是决定稻田杂草种类及其发生与分布的重要因素。根据杂草对水分适应性的差异，可分为以下各类：

(1) 旱生型 此类杂草在有水层时易于死亡，它们多生于田埂及灌排渠道，大部分

为旱田杂草，如苘草、狼把草 (*Bidens tripartita* L.)、地瓜儿苗 (*Lycopus lucidus* Turcz. var. *hirtus* Regel.) 等，对水稻危害很轻。

(2) 湿生型 喜充分湿润的土壤，也能在旱田中生长，水层保持15厘米便抑制其生长，幼苗长期淹水便死亡。此类杂草在稻田分布广泛，危害严重，如稗草在世界各地稻田普遍发生，成为最重要的杂草。

(3) 沼生型 根生于土中，茎叶部分在水中，部分露出水面，无水层时生育不良或死亡，但水层深浅对其生育影响不大，如雨久花 (*Monochoria korsakowii* Regel et Maack.)、鸭舌草 [*Monochoria vaginalis* (Burm. f.) Presl.]、沼针蔺 [*Eleocharis palustris* (L.) R. Br.]、牛毛毡 [*Eleocharis yokoscensis* (Franch. et Savat.) Tang et Wang]。此类杂草分布很广泛，是稻田主要杂草，危害严重。

(4) 水生型 根生于土中，叶片沉没或飘浮于水中，缺乏水层，特别是土壤干旱时易于死亡，如眼子菜、菹草 (*Potamogeton crispus* L.)、沟繁缕 (*Elatine americana* Arn.)、小茨藻等。

(5) 飘浮型 飘浮于水面或水中，降低水温与土温，如小浮萍 (*Lemna minor* L.)、紫背浮萍 [*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.]。

(6) 藻类型 低等绿色植物，土壤干燥时便死亡，它们生于水中，根不入土，整株飘浮于水中，如水绵 (*Spirogyra nitida* Link.)、网水绵 (*Hydrodictyon reticulatum* Lagerh.)。

(六) 根据作物分类 生产上往往根据作物种类进行杂草调查与分类，除了一些伴生性杂草如亚麻田中的亚麻芥 [*Camelina sativa* (L.) Crantz]，大豆田的苍耳、菟丝子、鸭跖草，麦田的野燕麦 (*Avena fatua* L.)、鼬瓣花 (*Galeopsis tetrahit* L.) 以外，不同作物田间杂草种类往往因轮作及土壤耕作情况而发生变化。

1. 麦田杂草

(1) 冬小麦田杂草 看麦娘 (*Alopecurus aequalis* Sobol.)、猪殃殃 (*Galium aparine* L.)、繁缕 [*Stellaria media* (L.) Cyr.]、巢菜 (*Vicia sativa* L.)、麦家公 (*Lithospermum arvensis* L.) 等。

(2) 春小麦田杂草 稗、卷茎蓼、野燕麦、毒麦 (*Lolium temulentum* L.)、鼬瓣花、藜、本氏蓼、香薷 (*Elsholtzia patrinii* Garcke) 等。

2. 大豆田杂草 马唐、稗、本氏蓼、藜、苋、鸭跖草、苘麻、牛筋草、藿香蓟 (*Ageratum conyzoides* L.)、苍耳等。

3. 棉田杂草 马唐、稗、牛筋草、狗牙根、双穗雀稗 (*Paspalum distichum* L.)、千金子 (*Leptochloa chinensis* (L.) Nees) 等。

4. 稻田杂草 稗、雨久花、眼子菜、泽泻 [*Alisma orientalis* (Samuels) Juzepcz.]、牛毛毡、异型莎草 (*Cyperus difformis* L.) 等。

5. 玉米田杂草 马唐、稗、藜、苋、苣荬菜、双穗雀稗、牛筋草、狗尾草等。

6. 蔬菜田杂草 牛筋草、马齿苋、马唐、风花菜 (*Rorippa palustris* Bess.)、牛繁缕 [*Malachium aquaticum* (L.) Fries]、小藜 (*Chenopodium serotinum* L.)、凹头苋 (*Amaranthus ascendens* Lois) 等。

7. 果园杂草 白茅 [*Imperata cylindrica* (L.) Beauv. var. *major* (Nees) Hubb.]、狗牙根、千金子、马唐、狗尾草、稗、地肤 [*Kochia scoparia* (L.) Schrad.]、铁苋菜 (*Acalypha australis* L.) 等。

参 考 文 献

- (1) 关广清, 1983, 杂草的起源历史及进化方式, 辽宁杂草通讯, 1: 24—28
- (2) 苏少泉, 1987, 杂草、杂草防治与杂草科学, 世界农业, 2: 42—44
- (3) 陆志华, 1986, 农田杂草的分类和识别, 江苏杂草科学, 2: 32—35
- (4) 陆志华, 1986, 常见杂草分科检索表的编制及其应用, 江苏杂草科学, 3: 32—33
- (5) 植木邦和、松中昭一, 1978, 杂草防除大要, 养贤堂发行, 东京
- (6) Aldrich R. J., 1984. Weed-Crop Ecology. Principles in weed management, Breton Publishers
- (7) Harlan J. R., 1982, Relationships between weeds and crops, Ed. Holzner W. and M. Numata, Biology and ecology of weeds, 91—96, Dr W. Junk Publishers
- (8) Oka H. -I. & H. Morishima, 1982, Ecological genetics and the evolution of weeds, Ed. Holzner W. and M. Numata, Biology and ecology of weeds, 71—89, Dr W. Junk Publishers

第三章 杂草的分布与危害

一、世界杂草的分布与危害

目前,全世界已经发现的植物达30万种以上,其中南美洲10万种,非洲4.5万种,北美洲2万种,中国3万种。有史以来,曾被人类作为食物来源而利用的植物约3000种;最近几个世纪,只有约150种被广泛栽培。今天,大多数人摄取的热量与蛋白质95%来自约30种植物,而杂草却占3万种以上,其中每年约有1800种对农业生产造成不同程度的损失,而生长于主要作物田的杂草约200种,其中危害最严重的约20—30种,这些杂草由于地区、国家、气候与土壤条件、作物及栽培方法的不同,其分布存在着明显的差异。Holm等(1977)提出,世界危害最严重的杂草有10种(表3—1)。这些杂草多以热带、亚热带及温带为中心而分布,各种杂草都具有难以防治的生态特性,其中假高粱在美国分布广泛,成为大豆、玉米田最难防治的杂草,稗草分布于世界各地稻田与旱田作物,白茅则成为热带与亚热带果园、胶园难治杂草。

表3—1 世界危害最严重的杂草

中 名	学 名	分布(原产地)
香附子	<i>Cyperus rotundus</i> L.	从热带到温带广泛分布(亚洲)
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i> (L.)Pers.	热带至温带(亚洲、非洲)
稗	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.)Beauv.	世界各地(欧洲)
芒 稷	<i>Echinochloa colonum</i> (L.)Link	热带、亚热带等地(印度)
牛筋草	<i>Eleusine indica</i> (L.)Gaertn.	除地中海沿岸以外的世界各地
假高粱	<i>Sorghum halepense</i> (L.)Pers.	热带、温带部分地区、寒带(地中海、中东)
风眼兰	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.)Solms	南半球到北纬40°(南美)
白 茅	<i>Imperata cylindrica</i> (L.)Beauv.	东南亚、非洲
马缨丹	<i>Lantana camara</i> L.	高温地带(亚洲、非洲、中南美)
大 黍	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	亚洲、中南美洲、非洲

除上述杂草以外,世界各地广为分布的尚有:小苋(*Amaranthus hybridus* L.)、刺苋(*Amaranthus spinosus* L.)、野燕麦、藜、田旋花、铁荸荠(*Cyperus esculentus* L.)、马唐、两耳草(*Paspalum conjugatum* Bergius)、马齿苋、罗氏草(*Rottboellia exaltata* Linn.)。

由于气候条件,特别是温度与降雨的影响,造成旱田杂草种类及其分布在全球各地差异较大,例如假高粱广泛分布于非洲与美国,而在亚洲各国则较少发现。稻田由于生态环境的一致性,因而世界各地杂草种类及分布差异不大,据Raju与Reddy(1986)报道,世界稻田杂草总计350种,其中禾本科杂草主要是:稗、芒稷、千金子、*Echinochloa gla-*

brescens、*Paspalum paspaloides* 及野生稻；主要莎草科杂草是：水虱草 [*Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl]、*Scirpus maritimus*、*Cyperus* spp.；主要阔叶杂草是：尖瓣花 (*Sphenoclea zeylanica* Gaertn.)、鸭舌草、*Marsilea minuta*、*Ludwigia octovalvis*、火炭头 (*Commelina bengalensis* L.)、水苋菜 (*Ammannia baccifera* L.)、鳢肠 [*Eclipta alba* (L.) Hassk.]、蕹菜 (*Ipomoea aquatica* Forsk.)。

亚洲及太平洋地区稻田主要杂草是：稗、风眼兰、鸭舌草、异型莎草 (*Cyperus difformis* L.)、碎米莎草 (*Cyperus iria* L.)、具芒碎米莎草 (*Cyperus microiria* Steud.)、飘拂草 (*Fimbristylis* spp.)、芒稷、眼子菜 (*Potamogeton* spp.)、长瓣慈姑 (*Sagittaria sagittifolia* L.)、蓼 (*Polygonum* spp.)、虻眼 [*Dopatrium junceum* (Roxb.) Buch.-Ham.]、*Azolla* spp.、牛毛毡、母草 (*Lindernia* spp.)、节节菜 [*Rotala indica* (Willd.) Koehne]、*Marsilea crenata*、*Marsilea quadrifolia*、*Salvinia* spp.。

在影响作物产量的诸因素中，杂草的危害很大，因为它是常发性的害物，与作物的竞争激烈，易于造成减产和品质下降。估计全世界每年由于草害造成作物损失 5% (高度发达国家)、10% (中等发达国家) 与 25% (发展中国家)，合计为 11.5%，损失值高达 204 亿美元 (Parker 与 Fryer, 1975)。同年中，印度因草害使玉米减产 29—74%，肯尼亚 34%，尼日利亚 40%，加纳 55% (Akobundu, 1980)。Ordish (1968) 估计，世界草害每年平均造成作物损失为 10—20%，欧洲草害损失约 7%，非洲为 16%。以作物区分，水稻损失 10.6%，玉米 13%，小麦 9.8%，甜菜 15.1%，棉花 5.8%。

1980 年美国因草害损失达 120 亿美元，每年支出的化学除草费用 36 亿美元，其它除草措施费用 26 亿美元。这样，杂草造成的损失及防治费合计超过 182 亿美元。苏联每年草害造成的损失超过 40 亿卢布，其中禾谷物减产 10.8%，豆科作物 10.6%，亚麻 15%，向日葵 11%，蔬菜 10% (Лалонин, 1986)。在混杂度中等的农田，杂草平均每公顷吸收 N、P、K 50 公斤以上，这样原苏联全国合计耗费 10 百万吨 N、P、K，其中耗费的无机肥料不少于 400 万吨。Shad (1987) 报道，巴基斯坦由于草害造成小麦损失 17—25%，水稻 20—63%，玉米 20—45%，棉花 13—41%，甘蔗 10—35%。联合国粮农组织估计 (1972)，苏丹棉花因草害损失 8%，花生 12%，高粱 6%。

二、我国杂草的分布与危害

我国地域辽阔，不同地区的气候条件、土壤、作物种类、复种指数及轮作、耕作情况差异较大，因而表现在杂草种类、发生、分布与危害程度不同；根据各省区农田杂草普查结果，全国旱田杂草 200 余种，分属于 150 多属、50 余科；稻田杂草 100 余种，分属于 75 多属、40 余科，其中分布广泛、危害严重的杂草见表 3—2、表 3—3。

由于经度与纬度不同，造成复种指数及耕作栽培制度不同，导致生态环境的变化，因而杂草种类及分布有较大差异，群落组成亦各种各样。

(一) 麦田杂草

1. 北方春麦区 包括长城以北各省 (区)，主要杂草是野燕麦、卷茎蓼、藜、本氏蓼、稗、香薷、狗尾草、苣荬菜、猪毛菜、薊等。