

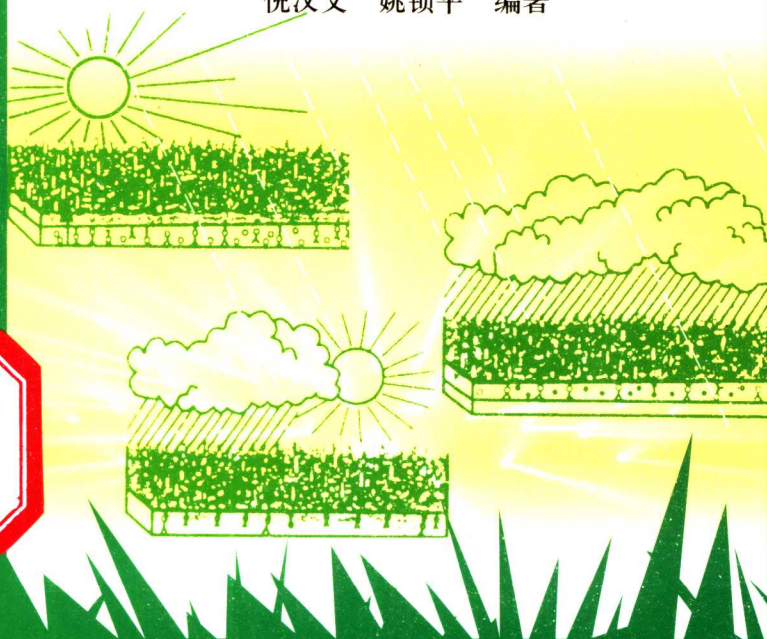
“十五”国家重点图书

杂草化学防除技术丛书

中国植物保护学会杂草学分会 组织编写

除草剂使用的 基本原理

倪汉文 姚锁平 编著



化学工业出版社

“十五”国家重点图书

杂草化学防除技术丛书

中国植物保护学会杂草学分会 组织编写

除草剂使用的基本原理

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

除草剂使用的基本原理/倪汉文,姚锁平编著. —北京:化学工业出版社,2003.12
(杂草化学防除技术丛书)
ISBN 7-5025-5073-9

I. 除… II. ①倪…②姚… III. 除草剂-农药施用 IV. S482.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 116355 号

杂草化学防除技术丛书
中国植物保护学会杂草学分会 组织编写
除草剂使用的基本原理
倪汉文 姚锁平 编著
责任编辑:杨立新
责任校对:顾淑云 于志岩
封面设计:于兵

*

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话:(010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
化学工业出版社印刷厂印刷
三河市宇新装订厂装订
开本 787 毫米×1092 毫米 1/32 印张 5¼ 字数 109 千字
2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-5073-9/TQ·1884
定 价: 10.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换
京工商广临字 2003—003 号

《杂草化学防除技术丛书》编委会

主编 倪汉文 张朝贤

编委 (按姓氏汉语拼音字母排序)

车晋滇 陈铁保 黄春艳 李香菊

倪汉文 邱学林 沈国辉 涂鹤龄

王 宇 王金信 吴竞仑 武菊英

薛 光 张朝贤

丛书序言

我国农田受杂草危害的面积约为 4300 万公顷，每年减产粮食 1750 万吨，皮棉 25 万吨。近年来，我国杂草化学防除的面积迅速扩大，化学除草面积达 4000 多万公顷。使用化学除草剂要求技术性强，如果使用不当，不仅达不到除草效果，还会伤害作物，甚至把作物杀死。在除草剂使用过程中，还经常发生作物受药害事件。为了帮助广大农民和基层农业技术人员了解不同除草剂品种的特性，掌握其使用技术，我们组织全国长期从事杂草防除工作的具有丰富实践经验的专家编写了这套《杂草化学防除技术》丛书。按作物设 7 册，另设除草剂使用的基本知识和药害诊断 2 册。该丛书既介绍一些杂草防除的基本知识，又很具体地讲述了不同杂草的化学防除方法。

该丛书简洁、实用，对每种除草剂的使用要领和注意事项讲得细致、具体。希望能帮助读者尽快掌握除草剂使用技术，从而能正确地使用除草剂，达到除草保苗的目的。

除草剂的生物活性受环境条件影响较大，同一种除草剂在不同地方使用的除草效果和对作物的安全性可能不一样。请读者根据本地条件，灵活应用，在使用新除草剂前应进行试验、示范，并将你们的意见告诉我们，使本丛书能够不断改进、提高。

倪汉文 张朝贤

2002 年 1 月

前 言

化学除草是一种有效、经济的除草方法，现已广泛地被采用。而使用除草剂是一项技术性很强的工作，化学除草的除草效果和对作物的安全性不仅受到除草剂本身特性的影响，而且还受到杂草发生、作物生长状态及环境条件的制约。因此，只有选用合适的除草剂，在适当的时间，正确地施用，才能达到除草保苗的效果。反之，则除草效果不理想，还可能造成作物药害，导致减产，甚至带来不可弥补的损失。为了帮助广大基层农业技术人员和农民了解杂草的基本知识和掌握除草剂使用的基本原理，有效、正确地使用除草剂，我们编写了此书。

本书中所附的常用除草剂的使用方法，仅供读者参考。由于各地厂家生产的除草剂产品质量有差异，不同地区环境条件、耕作方式、杂草发生种类和发生情况也不一样，除草剂的使用剂量也会有区别。因此，在实际生产过程中，读者在施用除草剂前，应仔细阅读该商品的标签，严格按标签上的使用剂量和使用方法来施用。

由于时间所限，在此书编写过程中错误或不妥之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编者

2003 年 11 月于北京

目 录

一、杂草的基本知识	1
(一) 杂草的危害	1
(二) 杂草的特性	3
(三) 杂草的分类	4
1. 根据生活史分类	4
2. 根据形态特征分类	6
3. 根据习性分类	7
二、除草剂的基本知识	8
(一) 除草剂的分类	9
1. 根据使用时间分类	9
2. 根据对作物的选择性分类	10
3. 根据对不同类型杂草的活性分类	11
4. 根据在植物体内的传导方式分类	11
5. 根据化学结构分类	11
6. 根据作用方式分类	13
(二) 除草剂的剂型	13
1. 水剂	13
2. 乳油	14
3. 悬浮剂(胶悬剂)	14
4. 水乳剂(浓乳剂)	14
5. 颗粒剂	15
6. 可湿性粉剂	15
7. 可溶性粉剂	15
8. 干悬浮剂	15
9. 水分散粒剂	16

10. 药剂	16
(三) 除草剂与植物的关系	16
1. 除草剂的吸收	16
2. 除草剂的传导	19
3. 除草剂在植物体内的代谢	22
(四) 除草剂的作用机理	23
1. 抑制光合作用	23
2. 抑制脂肪酸的合成	25
3. 抑制氨基酸的合成	25
4. 干扰激素平衡	27
5. 抑制微管与组织发育	27
(五) 除草剂的选择性原理	27
1. 形态选择	28
2. 生理选择	28
3. 生化选择	29
4. 时差和位差选择	29
(六) 杂草的抗药性	30
1. 抗性杂草产生的原因及条件	30
2. 杂草抗药性形成的机理	32
3. 影响杂草产生抗药性的因素	33
4. 杂草抗药性预防和治理	34
(七) 除草剂与土壤的关系	34
三、各类除草剂概述	39
(一) 苯氧羧酸类除草剂	39
(二) 苯甲酸类	41
(三) 芳氧苯氧基丙酸类	42
(四) 环己烯酮类	44
(五) 酰胺类	45
(六) 取代脲类	48
(七) 磺酰脲类	50
(八) 咪唑啉酮类	55

(九) 三氮苯类(三嗪类)	57
(十) 氨基甲酸酯类	59
(十一) 硫代氨基甲酸酯类	60
(十二) 二苯醚类	62
(十三) <i>N</i> -苯基胍亚胺类	64
(十四) 二硝基苯胺类	65
(十五) 联吡啶类	66
(十六) 有机磷类	67
(十七) 其它	68
四、除草剂的使用	72
(一) 除草剂商品的选购	72
(二) 除草剂的使用时间和方法	73
1. 使用时间	73
2. 使用方法	76
(三) 除草剂施用器械及药液的配制	77
1. 常见术语	77
2. 药械的标定	78
3. 大型喷雾机具田间喷布药液量的测算数字查对	80
4. 除草剂药液配制程序	80
(四) 除草剂的混合使用	85
1. 除草剂混用的原则	85
2. 常见作物地除草剂的混用	86
(五) 影响除草剂药效的因素	89
1. 土壤因素	89
2. 环境因素	90
(六) 除草剂的药害	90
1. 药害的类型	90
2. 药害发生的原因	91
3. 药害的症状	92
4. 药害的预防	94
(七) 除草剂的有效使用	96

(八) 除草剂的安全使用	97
附表 1 常用除草剂的使用方法	100
附表 2 除草剂通用名称索引	111
附表 3 除草剂商品名称索引	127

一、杂草的基本知识

杂草是伴随人类生产活动而得名的，是影响人类农业生产或其它活动的一类特殊植物。如稻田稗草，旱地的藜，草坪中的马唐，草原上的毒草，水渠和湖泊中的水葫芦。在特定的情况下，作物也可能变成杂草。如在稻茬地种小麦时，大量发生的水稻自生苗影响到小麦苗的生长，此时水稻就变成杂草了。

（一）杂草的危害

杂草的危害主要表现在如下几个方面。

（1）与作物争肥、争光、争水 杂草根系发达，吸肥量大，消耗极大的肥力。如在玉米地，玉米的氮、磷和钾的含量分别是 1.2%、0.2% 和 1.2%，而苋菜的氮、磷和钾达 2.6%、0.4% 和 3.9%，藜的氮、磷和钾达 2.6%、0.4% 和 3.9%，马唐的氮、磷和钾分别达 2%、0.4% 和 3.5%。杂草的耗水量也很大，如每生产 1 千克小麦干物质需水 513 千克，而产生 1 千克藜和猪殃殃干物质分别耗水 658 千克和 912 千克。杂草生长速度快，在作物苗期常常出现草欺苗现象，作物苗被杂草遮盖，使得作物苗接收阳光量大大减少，导致光合作用减低，不能正常生长。

（2）降低作物产量和质量 中国农田杂草危害面积约为 4300 万公顷，其中严重受害面积约为 1000 万公顷。估计由于草害造成减产在 13% 左右，稻谷减产 1000 万吨，小麦减产 400 万吨，皮棉减产 25 万吨，大豆减产 50 万吨。每丛水稻有

一株夹心稗时，减产 35%；有 2 株夹心稗，减产 62%；有 3 株夹心稗，减产高达 88%。作物收获时籽实混有杂草种子，将大大降低作物品质。如小麦中混杂毒麦、大豆中混杂龙葵的浆果，将会大大降低食用性和等级。

(3) 妨碍农事操作 农田杂草发生除了减低作物的产量和质量外，同时也影响到农事操作，如中耕、收割，从而降低劳动效率；水渠中长满杂草会妨碍排灌。

(4) 孳生病虫害 杂草是很多病、虫害的中间寄主。如棉蚜，可在刺儿菜、苦苣菜、紫花地丁、芥菜、夏至草上越冬，春天再转移到棉苗上危害。表 1 列出部分寄主杂草。

表 1 部分寄主杂草

杂 草	寄生或孳生的病、虫	杂 草	寄生或孳生的病、虫
刺儿菜	棉蚜、地老虎、向日葵菌核病	牛筋草	稻褐飞虱、稻灰飞虱
苦苣菜	棉蚜、地老虎	狗尾草	水稻细菌性褐斑病、黏虫
苍耳	棉蚜、棉金刚钻、棉铃虫、向日葵菌核病	荆三棱	稻褐飞虱、稻灰飞虱
车前	棉蚜、地老虎、稻褐飞虱、稻灰飞虱	看麦娘	稻叶蝉、稻大螟、稻褐飞虱、稻灰飞虱
龙葵	棉盲椿象、烟蚜、烟草炭疽病	稗草	稻褐飞虱、稻白背飞虱、稻叶蝉、稻大螟、黏虫、稻细菌性褐斑病
芥菜	棉盲椿象、棉蚜、麦蚜、烟蚜、霜霉病	假稻	稻褐飞虱、稻白背飞虱、稻叶蝉、白叶枯病
小藜	棉蚜、棉铃虫、地老虎		

(5) 影响人、畜健康 有很多杂草对人、畜有毒害，如毒麦、苍耳、毛茛、狼毒、紫茎泽兰、豚草等。人食用含有 4% 的毒麦的小麦面粉可导致中毒甚至死亡；食用混有苍耳籽的大豆加工制品也导致中毒；豚草花粉可引部分人的哮喘、鼻炎等“花粉过敏症”；牲口取食毛茛和狼毒可出现中毒症状；马吸入紫茎泽兰的冠毛可引起哮喘病。

(6) 影响水利设施和河道航运 水渠中长满杂草会影响到水渠排灌水的能力,同时为鼠类栖息提供条件,威胁堤坝的安全。在河流、湖泊中大量生长的水葫芦会影响船舶的正常航运。

(二) 杂草的特性

(1) 生长快 大多数杂草是 C_4 植物,生长速度快。不除草的条件下,杂草苗往往长得比作物苗快,出苗后不久就会把作物苗覆盖住,导致作物长势差,甚至死亡。

(2) 多实性、连续结实性、落粒性 杂草结实多,一株苋菜可结几千粒到几万粒种子,一棵稗草能结几百上千粒种子。另外,杂草成熟期不一致,结实期长,成熟后随即脱落。杂草这些特性使得大量的杂草种子进入土壤中,在合适条件能源源不断地发芽、出苗,危害作物。

(3) 出苗持续不一 作物出苗整齐一致,而杂草出苗则持续不一。从作物播种到成熟,都可能有杂草出苗。杂草这一特性,给人工除草带来很大的困难。锄了又长,长了再锄,使得作物一个生长季节中需要多次人工除草,才能达到防止杂草危害的目的。从对作物产量影响来说,在作物封行前出苗杂草,特别是在作物出苗前或和作物同时出苗的杂草危害最大;在作物封行后出苗在杂草危害小。因此,杂草的防除越早越好,作物封行后出苗的杂草一般可不用防除。

(4) 种子寿命长 杂草种子的寿命长短因种类不同而有差异,但总的来说,杂草种子的寿命长。大多数杂草种子在土壤中能存活3年以上,有很多杂草种子能在土壤中存活十来年甚至几十年。杂草种子在土壤中的存活期受环境条件影响很大,改变原来的环境条件可大大缩短其寿命。如水旱轮作,可降低土壤中杂草种子的寿命,降低土壤中的杂草种子量,从而减少

杂草的危害。

(5) 可塑性和抗逆性强 杂草对环境的适应能力很强，生育期、种群数量、个体大小可随着环境条件的变化而改变，从而保证其结籽繁殖、繁衍后代。

(6) 多种授粉途径 杂草既能异花授粉，也能自花授粉，且对传粉媒介要求不严格，可通过风、昆虫、动物或人传粉。

(7) 多种传播方式 杂草传播方式多种多样。杂草远距离的传播主要是通过作物引种、农产品的交易等商业行为使得杂草从一地传播到异地；杂草也可通过水流进行长距离的传播；另外，鸟类通过取食杂草种子也可把杂草传播到异地；杂草近距离的传播主要是通过风、动物、灌水、农事操作等。

(8) 拟态性 很多杂草幼苗和作物苗形态相似，如稻田稗草、麦田的野燕麦、谷子田的狗尾草。杂草除了在形态上和作物长得相似外，在生长特性也和作物相似，适应于人为干预频繁、高投入的生存环境。杂草对作物的这些拟态性，给人们防除杂草，特别是人工除草，带来很大的困难。

(三) 杂草的分类

杂草除了按植物分类系统分成不同科、属、种外，还可结合杂草防除特点，分成不同类型。

1. 根据生活史分类

(1) 一年生杂草 一年生杂草在一个生长季节内完成从种子萌发、营养生长、开花结籽，到死亡全过程。一年生杂草又可分为两种，夏性一年生杂草和冬性一年生杂草。

① 夏性杂草 在春或夏萌发、出苗，冬前成熟。农田大多数杂草都是一年生杂草如稗草、马唐、狗尾草、反枝苋、藜、马齿苋、苘麻等。

② 冬性杂草 在秋、冬萌发、出苗，次年春天或早夏成熟。这类杂草，常常被叫做越年生杂草。如冬麦地的芥菜、猪殃殃、婆婆纳、繁缕、看麦娘等。

一年生杂草以种子繁殖，繁殖量大，对除草剂的耐药性差，易于防除。

(2) 两年生杂草 两年生杂草从种子萌发、营养生长、开花结籽，到死亡全过程需要一年以上，但不超过两年。在第一年，只进行营养生长，以营养组织越冬，第二年开花结实。两年生杂草较少，常见的有野胡萝卜。两年生杂草和一年生杂草一样，以种子繁殖。

(3) 多年生杂草 多年生杂草可连续生存三年以上，一生中能多次开花结实。多年生杂草还可分成简单多年生杂草和匍匐多年生杂草。

① 简单多年生杂草 只以种子传播。地上茎被破坏后，可从地下营养组织长出新苗，但繁殖方式是以种子进行，如车前草。

② 匍匐多年生杂草 能以种子繁殖，也可以营养器官繁殖。大多数多年生杂草属于匍匐多年生杂草，如狗牙根、双穗雀稗、空心莲子草、田旋花、香附子、眼子菜。

多年生杂草的营养繁殖器官有(图1)：

① 匍匐茎(图1a)：紧贴作地面生长，节上可长出不定根和幼株，如狗牙根。

② 根状茎(图1b)：生长在地下，从地下茎节上长出不顶根和腋芽，如白茅、假高粱。

③ 直根(图1c)：根粗长无节，其上布满芽眼，从芽眼中可长出幼苗，如田旋花、小薊。

④ 块茎(图1d)：地下茎变态成块状，有节和芽眼，从芽

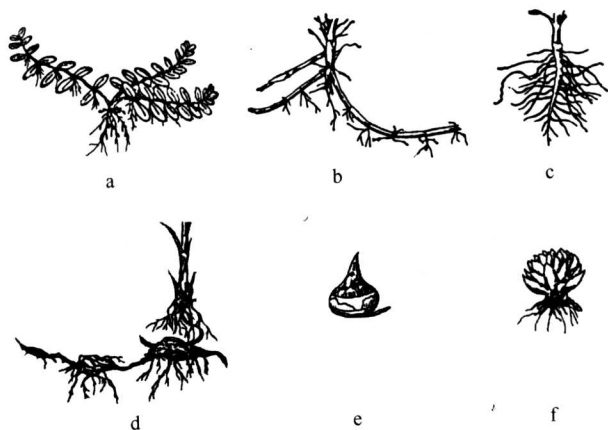


图1 多年生杂草的营养繁殖器官

眼中可长出幼苗，如香附子，扁秆蔗草。

⑤ 茎叶断块：茎叶肥厚多汁，从母体断裂后可生出不定根，继续生长，如仙人掌。

⑥ 球茎（图 1e）：地下茎变态为球形，球茎尖端具顶芽，节与节之间明显，节上有膜质鳞叶和腋芽，由此可长出幼苗，如回回蒜、慈姑。

⑧ 鳞茎（图 1f）：地下茎变态成半球形的盘状体，其上着生鳞叶，具变态芽，可由此长出幼苗，如砂韭。

2. 根据形态特征分类

(1) 禾草 禾草指的是禾本科杂草。该类杂草的主要特征为：茎圆形或扁圆形，有节，茎中空；叶长条形，无叶柄，叶脉平行。如稗草、千金子、野燕麦、牛筋草、马唐、狗尾草、看麦娘、芦苇、白茅等。

(2) 莎草 莎草指的是莎草科杂草。该类杂草的主要特征为：茎三棱或扁三棱，无节，茎实心；叶长条形，无叶柄，叶

脉平行。如三棱草、异型莎草、牛毛毡、香附子等。

(3) 阔叶杂草 阔叶杂草包括所有的双子叶杂草和部分单子叶杂草。该类杂草的主要特征为：茎圆形或四棱形；叶片宽阔，有叶柄，多数叶脉网状，少数叶脉平行。如藜、苋、蓼、鸭舌草、眼子菜等。

3. 根据习性分类

(1) 耕地杂草 耕地杂草指农田、菜地等人们耕作地方，危害作物生长的植物。这类杂草适应耕翻、肥水好的耕地环境。大部分是一年生杂草，少数为多年生杂草。

(2) 林地杂草 林地杂草多为多年生杂草。因为在林地，人为影响小，有利于多年生杂草的生长。

(3) 草地杂草 在草地中对人畜有毒，或其它影响放牧的植物。这类杂草适应于干旱、不耕翻等恶劣环境条件。一般是多年生杂草。

(4) 水生杂草 水生杂草生长在沟、渠、塘、河流、湖泊等生境中，影响灌溉、养殖、水上运输、水体生态系统和景观。中国很多地方成片生长的水葫芦给农业灌溉、水产养殖、旅游等造成了极大的经济损失。

(5) 环境杂草 环境杂草主要指那些生长在人们居住、活动场所周围并对人有毒害作用的植物，如豚草。该杂草花粉可引起部分人的哮喘、鼻炎等“花粉过敏症”。

(6) 寄生性杂草 寄生杂草寄生在作物上，从寄主植物中获得全部或部分所需营养。根据寄生的特点可分为全寄生杂草和半寄生杂草。全寄生杂草无叶绿素，不能进行光合作用，如菟丝子、列当。半寄生杂草含有叶绿素，能进行光合作用，但仍需从寄主植物上吸收部分营养才能正常生长、繁殖，如独脚金和桑寄生。