

CHUCAOJI YUANLI YU YINGYONG

除草剂原理与应用

原色图鉴

YUANSE TUJIAN

鲁传涛 等 主编



中国农业科学技术出版社

S482.4-64
2

CHUCAOJI YUANLI YU YINGYONG

除草剂原理与应用

原色图鉴

YUANSE TUJIAN

鲁传涛 等 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

除草剂原理与应用原色图鉴 / 鲁传涛等主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2014.8

ISBN 978-7-5116-1641-8

I. 除… II. 鲁… III. ①除草剂 - 理论- 图集
②除草剂 - 农药施用 - 图集 IV S482-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第092640号

策划编辑 王进宝
责任编辑 姚 欢
责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街12号 邮编: 100081
电 话 (010)82106636 (编辑室) (010)82109704 (发行部)
传 真 (010)82106636
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 各地新华书店
印 刷 者 河南省诚和印制有限公司
开 本 889mm × 1194mm 1/16
印 张 49.25
字 数 1200千字
版 次 2014年10月第1版, 2014年10月第1次印刷
定 价 338.00元

《除草剂原理与应用原色图鉴》

编委会

主 编 鲁传涛 张玉聚 王恒亮 吴仁海 李 美 孙润红 苏旺苍 张永超 孙作文
王林生 朱富春 周国有 熊凤平 王守国

副主编 楚桂芬 李好海 周新强 刘玉霞 闵 红 王留超 张惠娟 关祥斌 李建勇
刘 玮 倪云霞 赵 辉 刘新涛 文 艺 唐 琳 马丽娜 任松巧 王青霞
李中兰 李世民 吴晓明 李春红 雷运荣 马 文 黄灵霞 徐文洪 王 磊
乔 礼 周彦顺 张彦民 张玉昌 陈家想 曹永周 崔得领 张改平 刘雪珂
刘冬霞 张志伟 卢兆成 徐小娃 杨党伟 贾刚民 高新菊 孙祥龙 张玉明
何瑞君 侯新玲 李承亮 马毅辉 张浩光 秦光宇 祖均怀 尚德勇 管 立
张晓光 王淑霞 刘建新 刘武清 崔克亮 施 惠 曹 然 曾大庆 杜海河
蔡富贵 李 勇 张俊涛 李光伟

编写人员 (按姓氏笔画排列)

马 文 马宋彪 马丽娜 马毅辉 王守国 王青霞 王启领 王林生 王留超
王要伟 王恒亮 王淑霞 王 磊 文 艺 牛银亭 申 丽 申瑞红 卢兆成
刘玉霞 刘冬霞 刘 玮 刘建新 刘武清 刘新涛 刘雪珂 李中兰 李世兵
李好海 李光伟 李春红 李国军 李世民 李建勇 李承亮 李 美 李 勇
乔 礼 朱富春 关祥斌 任松巧 孙作文 孙祥龙 孙润红 杜保池 杜海河
苏卫河 杨党伟 何瑞君 闵 红 吴仁海 吴晓明 陈家想 赵 辉 尚德勇
於小水 周国有 周彦顺 侯新玲 侯维娜 张玉昌 张玉明 张玉聚 张志伟
张同香 张改平 张浩光 张彦民 张晓光 张惠娟 段爱菊 施 惠 祖均怀
秦光宇 贾刚民 原京超 高陆卫 高新菊 唐 琳 郭志刚 倪云霞 徐小娃
徐文洪 曹 然 曹永周 黄灵霞 崔克亮 崔得领 熊凤平 鲁传涛 曾大庆
楚桂芬 雷运荣 蔡富贵 管 立 薛 飞

前言

农田杂草是严重影响农作物产量和品质的重要因素。杂草的化学防除是解决农田杂草危害的有效手段，具有省工、省时、方便、高效等优点。近年来，随着我国农业的发展，除草剂的用量在不断增加。然而，在除草剂使用过程中，经常出现药效不稳，药害频发等突出问题，严重制约除草剂的进一步推广应用。

除草剂应用技术研究，已经成为农业生产领域的关键研究课题。近年来，我们先后主持承担了多项国家级和省级重点科研项目，开展了大量的除草剂应用技术与推广工作，积累了一定的实践经验和较为丰富的技术资料。作者在查阅大量国内外文献基础上，结合多年除草剂推广应用的实践经验和研究结果，编写了《除草剂原理与应用原色图鉴》。全面介绍了除草剂的作用原理和应用技术，旨在指导除草剂的安全高效使用。

该书包括两大部分共二十章。第一部分，简要介绍了除草剂的作用原理，应用技术和注意事项，以及除草剂药害的原因分析和药害事故处理原则；第二部分，通过大量彩图（约8000幅）、表格，详细描述了各类除草剂的作用特点和机制，对各种杂草的防除效果，杂草中毒死亡症状和表现过程，除草剂对各种作物的药害症状与产生药害的原因，除草剂的应用技术和注意事项。该书图文并茂、通俗易懂，引用数据多为作者多年的科研成果，实用、准确。该书主要读者对象是各级农技推广，除草剂生产销售，管理服务等有关人员，供读者在农业生产、教学、科研等活动中参考。

该书在编写过程中，得到了中国农业科学院、中国农业大学、南京农业大学、西北农林科技大学、河南农业大学以及河南、山东、河北、黑龙江、辽宁、安徽、江苏、湖北等省市农业科研教学单位有关专家的指导帮助；书中的部分研究成果和著作的出版得到了农业部公益性行业科研专项“除草剂安全使用技术研究与示范（201203098）”的经费资助，在此一并致以衷心感谢。

农田化学除草的技术性和区域性较强，除草的效果和对作物的安全性受除草剂品种、施药方法、作物的品种、作物的生育时期和环境条件等多种因素的影响，书中内容仅供参考。建议读者在阅读本书的基础上，结合当地实际情况和杂草防治经验进行试验示范后再推广应用。由于作者水平有限，书中不当之处，诚请各位专家和读者批评指正。

编委会

2014年8月12日

目 录

第一章 除草剂的作用原理

一、除草剂的吸收与运转方式	1
(一) 杂草对除草剂的吸收	1
(二) 除草剂在杂草体内的运转	2
二、除草剂的作用机制	2
(一) 抑制光合作用	2
(二) 抑制氨基酸生物合成	27
(三) 干扰内源激素	38
(四) 抑制脂类的生物合成	41
(五) 抑制细胞分裂	49
三、除草剂的选择性	52
(一) 形态选择性	52
(二) 生理选择性	53
(三) 生物化学选择性	53
(四) 人为选择性	53
四、除草剂的降解	54
(一) 光解	54
(二) 挥发	54
(三) 土壤吸附	54
(四) 淋溶	55
(五) 化学分解	55
(六) 生物降解	55

第二章 除草剂的类型与分类

一、按除草剂的作用方式分类	56
二、按输导性能分类	57
三、按使用方法分类	59
四、按化学结构分类	60
五、除草剂的主要类型和代表品种	62

第三章 除草剂的应用技术

一、除草剂品种的选择	71
二、除草剂的应用方法	71
三、除草剂药效的影响因素	73
四、除草剂药效试验调查和计算方法	74
(一) 除草剂田间试验的选择和试验设计	74
(二) 除草剂田间试验的调查方法	74
(三) 除草剂田间试验结果的计算方法	75
(四) 除草剂田间试验中产量和安全性调查	75
五、除草剂的复配应用方法	75
(一) 除草剂混用的概念	75
(二) 除草剂混用的意义	76
(三) 除草剂混用后的联合作用方式	77
(四) 除草剂间混用品种的选择	77

第四章 除草剂的药害

一、除草剂药害产生的原因	78
二、除草剂的药害类型	81
(一) 除草剂药害的分类	82
(二) 光合作用抑制剂的药害	84
(三) 氨基酸生物合成抑制剂的药害	92
(四) 激素干扰抑制剂的药害	95
(五) 脂类生物合成抑制剂的药害	96
(六) 细胞分裂抑制剂的药害	98
三、除草剂药害症状表现与调查	100
(一) 除草剂药害的症状表现	100
(二) 除草剂药害的调查内容	101
(三) 除草剂药害程度的调查分级	102
四、除草剂药害的预防与事故处理	103
(一) 除草剂药害预防与处理措施	103
(二) 酰胺类除草剂药害预防与事故处理	104
(三) 均三氮苯类除草剂药害预防与事故处理	105
(四) 磺酰脲类除草剂药害预防与事故处理	106
(五) 二苯醚类除草剂药害预防与事故处理	107
(六) 苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂药害预防与事故处理	108

(七) 其他类除草剂药害预防与事故处理	109
---------------------------	-----

第五章 酰胺类除草剂

一、酰胺类除草剂的发展概况及主要品种	110
(一) 酰胺类除草剂的发展概况	110
(二) 酰胺类除草剂的主要品种	110
二、酰胺类除草剂的作用原理	110
(一) 酰胺类除草剂的主要特性	110
(二) 酰胺类除草剂的吸收与传导方式	111
(三) 酰胺类除草剂的作用部位和杂草死亡症状	111
(四) 酰胺类除草剂的作用机制	112
(五) 酰胺类除草剂的选择性原理	113
(六) 酰胺类除草剂的代谢与降解	114
三、酰胺类除草剂的药害与安全应用	114
(一) 酰胺类除草剂的典型药害症状	114
(二) 各类作物的药害症状与药害原因分析	117
(三) 酰胺类除草剂的安全应用原则与药害补救方法	187
四、酰胺类除草剂的主要品种与应用技术	187
乙草胺(187) 异丙甲草胺(191) 甲草胺(192) 丙草胺(193) 萘丙酰草胺(193) 敌稗(195) 丁草胺(195) 异丙草胺(197) 双苯酰草胺(197) 吡氟酰草胺(198) 苯噻酰草胺(199) 克草胺(200) 杀草胺(200) 苄草胺(201) 氟噻草胺(201) 溴丁酰草胺(202) R-左旋敌草胺(202) 吡草胺(203) 唑草胺(203) 氟胺草唑(203) 炔苯酰草胺(204) 二甲噻草胺(204)	

第六章 均三氮苯类除草剂

一、均三氮苯类除草剂的发展概况及主要品种	205
(一) 均三氮苯类除草剂的发展概况	205
(二) 均三氮苯类除草剂的主要品种	205
二、均三氮苯类除草剂的作用原理	205
(一) 均三氮苯类除草剂的主要特性	205
(二) 均三氮苯类除草剂的吸收与传导方式	206
(三) 均三氮苯类除草剂的作用机制	206
(四) 均三氮苯类除草剂的作用部位和杂草死亡症状	206
(五) 均三氮苯类除草剂的选择性原理	207
(六) 均三氮苯类除草剂的代谢与降解	208
三、均三氮苯类除草剂的药害与安全应用	208
(一) 均三氮苯类除草剂的典型药害症状	208
(二) 各类作物的药害症状与药害原因分析	209
(三) 均三氮苯类除草剂的安全应则与药害补救方法	248

四、均三氮苯类除草剂的主要品种与应用技术	248
莠去津(248) 西玛津(257) 扑草净(258) 氰草津(265) 西草净(273) 莠灭净(274) 扑草津(275) 异丙净(275) 氟草净(276) 特丁净(276) 特丁津(276)	

第七章 磺酰脲类除草剂

一、磺酰脲类除草剂的发展概况及主要品种	278
(一)磺酰脲类除草剂的发展概况	278
(二)磺酰脲类除草剂的主要品种	278
二、磺酰脲类除草剂的作用原理	278
(一)磺酰脲类除草剂的主要特性	278
(二)磺酰脲类除草剂的吸收与传导方式	279
(三)磺酰脲类除草剂的作用部位和杂草死亡症状	279
(四)磺酰脲类除草剂的作用机制	280
(五)磺酰脲类除草剂的选择性原理	280
(六)磺酰脲类除草剂的降解与消失	280
三、磺酰脲类除草剂的药害与安全应用	281
(一)磺酰脲类除草剂的典型药害症状	281
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析	705
(三)磺酰脲类除草剂的安全应用原则与药害补救方法	319
四、磺酰脲类除草剂的主要品种与应用技术	319
噻磺隆(319) 苯磺隆(326) 绿磺隆(332) 甲磺隆(335) 苄嘧磺隆(336) 醚磺隆(339) 氯嘧磺隆(340) 嘧磺隆(341) 吡嘧磺隆(342) 烟嘧磺隆(343) 砒嘧磺隆(349) 胺苯磺隆(355) 啶嘧磺隆(356) 甲基二磺隆(357) 甲酰氨磺隆(361) 环丙嘧磺隆(364) 乙氧嘧磺隆(364) 醚苯磺隆(365) 氟嘧磺隆(366) 单嘧磺酯(366) 丙苯磺隆(366) 甲基碘磺隆钠盐(367) 氟吡磺隆(367) 氟唑磺隆(368) 磺酰磺隆(369) 甲硫嘧磺隆(369) 氯吡嘧磺隆(369) 三氟丙磺隆(370) 三氟啶磺隆(370) 四唑嘧磺隆(371)	

第八章 二苯醚类除草剂

一、二苯醚类除草剂的发展概况及主要品种	372
(一)二苯醚类除草剂的发展概况	372
(二)二苯醚类除草剂的主要品种	372
二、二苯醚类除草剂的作用原理	372
(一)二苯醚类除草剂的主要特性	372
(二)二苯醚类除草剂的吸收和传导方式	372
(三)二苯醚类除草剂的作用部位和杂草死亡症状	373
(四)二苯醚类除草剂的作用机制	373
(五)二苯醚类除草剂的选择性原理	374

(六)二苯醚类除草剂的降解与消失	374
三、二苯醚类除草剂的药害与安全应用	374
(一)二苯醚类除草剂的典型药害症状	374
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析	375
(三)二苯醚类除草剂的安全应用原则与药害补救方法	399
四、二苯醚类除草剂的主要品种与应用技术	400
乙氧氟草醚(400) 三氟羧草醚(103) 乳氟禾草灵(407) 甲羧除草醚(409) 氟磺胺草醚(410) 乙羧氟草醚(414) 草枯醚(418) 甲氧除草醚(418) 苯草醚(419) 氯氟草醚乙酯(419)	

第九章 脲类除草剂

一、脲类除草剂的发展概况及主要品种	420
(一)脲类除草剂的发展概况	420
(二)脲类除草剂的主要品种	420
二、脲类除草剂的作用原理	420
(一)脲类除草剂的主要特征	420
(二)脲类除草剂的吸收与传导方式	421
(三)脲类除草剂的作用部位和杂草死亡症状	421
(四)脲类除草剂的作用机制	422
(五)脲类除草剂的选择性原理	422
(六)脲类除草剂的代谢与降解	422
三、脲类除草剂的药害与安全应用	422
(一)脲类除草剂的典型药害症状	422
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析	422
(三)脲类除草剂的安全应用原则与药害补救方法	432
四、脲类除草剂的主要品种与应用技术	433
绿麦隆(433) 异丙隆(439) 利谷隆(450) 敌草隆(451) 莎扑隆(451) 伏草隆(452) 苄草隆(453)	

第十章 硫代氨基甲酸酯类除草剂

一、硫代氨基甲酸酯类除草剂的发展概况及主要品种	454
(一)硫代氨基甲酸酯类除草剂的发展概况	454
(二)硫代氨基甲酸酯类的主要品种	454
二、硫代氨基甲酸酯类除草剂的作用原理	454
(一)硫代氨基甲酸酯类除草剂的主要特性	454
(二)硫代氨基甲酸酯类除草剂的吸收与传导方式	454
(三)硫代氨基甲酸酯类除草剂的作用部位和杂草死亡症状	454

(四)硫代氨基甲酸酯类除草剂的作用机制 455

(五)硫代氨基甲酸酯类除草剂的选择性原理 455

(六)硫代氨基甲酸酯类除草剂的代谢与降解 455

三、硫代氨基甲酸酯类除草剂的药害与安全应用 456

(一)硫代氨基甲酸酯类除草剂的典型药害症状 456

(二)各类作物的药害症状与药害原因分析 457

(三)硫代氨基甲酸酯类除草剂安全应用原则与药害补救方法 461

四、硫代氨基甲酸酯类除草剂的主要品种与应用技术 461

丁草特(461) 禾草丹(462) 灭草猛(464) 禾草特(465) 野麦畏(466) 哌草丹(467) 磺草灵(467) 环草特(468)

第十一章 苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂

一、苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的发展概况及主要品种 469

(一)苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的发展概况 469

(二)苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的主要品种 469

二、苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的作用原理 469

(一)苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的主要特性 469

(二)苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的吸收与传导方式 469

(三)苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的作用部位和杂草死亡症状 470

(四)苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的作用机制 471

(五)苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的选择性原理 471

(六)苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的代谢与降解 472

三、苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的药害与安全应用 472

(一)苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的典型药害症状 472

(二)各类作物的药害症状与药害原因分析 474

(三)苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的安全应用原则与药害补救方法 492

四、苯氧羧酸和苯甲酸类除草剂的主要品种与应用技术 492

2,4-滴丁酯(492) 2甲4氯钠盐(500) 麦草畏(508) 二甲四氯胺盐(514) 二甲四氯乙硫酯(514) 高2,4-滴丙酸(515) 高二甲四氯丙酸(515)

第十二章 芳氧基苯氧基丙酸类除草剂

一、芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的发展概况及主要品种 516

(一)芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的发展概况 516

(二)芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的主要品种 516

二、芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的作用原理 516

(一)芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的主要特性	516
(二)芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的吸收与传导方式	516
(三)芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的作用部位和杂草死亡症状	517
(四)芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的作用机制	517
(五)芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的选择性原理	517
(六)芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的代谢与降解	518
三、芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的药害与安全应用	518
(一)芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的典型药害症状	518
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析	518
(三)芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的安全应用原则与药害补救方法	523
四、芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的主要品种与应用技术	523
禾草灵(523) 精吡氟禾草灵(524) 高效氟吡甲禾灵(527) 精喹禾灵(531) 精恶唑禾草灵(535) 喔草酯(538) 氰氟草酯(539) 喹禾糠酯(540) 炔草酯(541)	

第十三章 联吡啶类除草剂

一、联吡啶类除草剂的发展概况及主要品种	542
(一)联吡啶类除草剂的发展概况	542
(二)联吡啶类除草剂的主要品种	542
二、联吡啶类除草剂的作用原理	542
(一)联吡啶类除草剂的主要特性	542
(二)联吡啶类除草剂的吸收与传导方式	542
(三)联吡啶类除草剂的作用部位和杂草死亡症状	543
(四)联吡啶类除草剂的作用机制	543
(五)联吡啶类除草剂的选择性原理	543
(六)联吡啶类除草剂的代谢与降解	544
三、联吡啶类除草剂的药害与安全应用	544
(一)联吡啶类除草剂的典型药害症状	544
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析	545
(三)联吡啶类除草剂的安全应用原则与药害补救方法	547
四、联吡啶类除草剂的主要品种与应用技术	547
百草枯(547) 敌草快(553)	

第十四章 二硝基苯胺类除草剂

一、二硝基苯胺类除草剂的发展概况及主要品种	554
(一)二硝基苯胺类除草剂的发展概况	554

(二)二硝基苯胺类除草剂的主要品种	554
二、二硝基苯胺类除草剂的作用原理	554
(一)二硝基苯胺类除草剂的主要特性	554
(二)二硝基苯胺类除草剂的吸收与传导方式	555
(三)二硝基苯胺类除草剂的作用部位和杂草死亡症状	555
(四)二硝基苯胺类除草剂的作用机制	555
(五)二硝基苯胺类除草剂的选择性原理	555
(六)二硝基苯胺类除草剂的代谢与降解	555
三、二硝基苯胺类除草剂的药害与安全应用	556
(一)二硝基苯胺类除草剂的典型药害症状	556
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析	557
(三)二硝基苯胺类除草剂的安全应用原则与药害补救方法	576
四、二硝基苯胺类除草剂的主要品种与应用技术	576
二甲戊乐灵(576) 地乐胺(578) 氟乐灵(578) 安磺灵(580)	

第十五章 有机磷类除草剂

一、有机磷类除草剂的发展概况及主要品种	581
(一)有机磷类除草剂的发展概况	581
(二)有机磷类除草剂的主要品种	581
二、有机磷类除草剂的作用原理	581
(一)有机磷类除草剂的主要特性	581
(二)有机磷类除草剂的吸收与传导方式	581
(三)有机磷类除草剂的作用部位和杂草死亡症状	582
(四)有机磷类除草剂的作用机制	583
(五)有机磷类除草剂的代谢与降解	583
三、有机磷类除草剂的药害与安全应用	583
(一)有机磷类除草剂的典型药害症状	583
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析	583
(三)有机磷类除草剂的安全应用原则与药害补救方法	589
四、有机磷类除草剂的主要品种与应用技术	589
草甘膦(589) 哌草膦(595) 莎稗膦(595) 草铵膦(596) 双丙氨酰膦(597) 双甲胺草膦(598)	

第十六章 咪唑啉酮类除草剂

一、咪唑啉酮类除草剂的发展概况及主要品种	599
(一)咪唑啉酮类除草剂的发展概况	599

(二)咪唑啉酮类除草剂的主要品种·····	599
二、咪唑啉酮类除草剂的作用原理 ·····	599
(一)咪唑啉酮类除草剂的主要特性·····	599
(二)咪唑啉酮类除草剂的吸收与传导方式·····	599
(三)咪唑啉酮类除草剂的作用部位和杂草死亡症状·····	599
(四)咪唑啉酮类除草剂的作用机制·····	600
(五)咪唑啉酮类除草剂的选择性原理·····	601
(六)咪唑啉酮类除草剂的代谢与降解·····	601
三、咪唑啉酮类除草剂的药害与安全应用 ·····	601
(一)咪唑啉酮类除草剂的典型药害症状·····	601
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析·····	602
(三)咪唑啉酮类除草剂的安全应用原则与药害补救方法·····	615
四、咪唑啉酮类除草剂的主要品种与应用技术 ·····	615
咪唑啉酸(615) 咪唑烟酸(615) 咪唑乙烟酸(616) 甲氧咪草烟(622) 甲咪唑烟酸(623)	

第十七章 吡啶羧酸类除草剂

一、吡啶羧酸类除草剂的发展概况及主要品种 ·····	628
(一)吡啶羧酸类除草剂的发展概况·····	628
(二)吡啶羧酸类除草剂的主要品种·····	628
二、吡啶羧酸类除草剂的作用原理 ·····	628
(一)吡啶羧酸类除草剂的主要特性·····	628
(二)吡啶羧酸类除草剂的作用原理·····	628
(三)吡啶羧酸类除草剂的代谢与降解·····	629
三、吡啶羧酸类除草剂的药害与安全应用 ·····	629
(一)吡啶羧酸类除草剂的典型药害症状·····	629
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析·····	630
四、吡啶羧酸类除草剂的主要品种与应用技术 ·····	633
氨基吡啶酸(633) 氯氟吡氧乙酸(634) 三氯吡氧乙酸(640) 二氯吡啶酸(641) 氟硫草定(641)	

第十八章 环己烯酮类除草剂

一、环己烯酮类除草剂的发展概况及主要品种 ·····	643
(一)环己烯酮类除草剂的发展概况·····	643
(二)环己烯酮类除草剂的主要品种·····	643
二、环己烯酮类除草剂的作用原理 ·····	643
(一)环己烯酮类除草剂的主要特性·····	643

(二)环己烯酮类除草剂的主要品种	643
二、环己烯酮类除草剂的作用原理	643
(一)环己烯酮类除草剂的主要特性	643
(二)环己烯酮类除草剂的作用原理	643
三、环己烯酮类除草剂的药害与安全应用	644
(一)环己烯酮类除草剂的典型药害症状	644
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析	644
(三)环己烯酮类除草剂的安全应用原则与药害补救方法	647
四、环己烯酮类除草剂的主要品种与应用技术	647
稀禾啶(647) 烯草酮(651) 噻草酮(651) 苯草酮(652) 吡喃草酮(652) 环苯草酮(653)	

第十九章 三氮苯酮类除草剂

一、三氮苯酮类除草剂的发展概况及主要品种	654
(一)三氮苯酮类除草剂的发展概况	654
(二)三氮苯酮类除草剂的主要品种	654
二、三氮苯酮类除草剂的作用原理	654
(一)三氮苯酮类除草剂的主要特性	654
(二)三氮苯酮类除草剂的作用原理	654
三、三氮苯酮类除草剂的药害与安全应用	655
(一)三氮苯酮类除草剂的典型药害症状	655
(二)各类作物的药害症状与药害原因分析	656
四、三氮苯酮类除草剂的主要品种与应用技术	661
噻草酮(661) 环噻酮(667) 苯噻草酮(667)	

第二十章 其他类除草剂

溴本腈(668) 唑嘧磺草胺(675) 恶草酮(683) 丙炔恶草酮(693) 氟烯草酸(697) 丙炔氟草胺(703) 氟唑草酮(706) 磺草酮(715) 硝磺草酮(723) 异恶唑草酮(724) 异恶草酮(731) 苯达松(745) 二氯喹啉酸(754) 草除灵(758) 环庚草醚(759) 野燕枯(760) 吡草特(760) 四唑酰草胺(761) 嘧啶水杨酸(761) 吡草醚(762) 去稗安(762) 双草醚(763) 嘧草硫醚(763) 嘧草醚(764) 吲哚酮草酯(765) 氨唑草酮(765) 甲磺草胺(765) 唑啶草酮(766) 异丙吡草酯(766) 丙酯草醚(767) 异丙酯草醚(768) 喹草酸(768) 氟噻乙草酯(768) 茚草酮(769) 氯酯磺草胺(770) 双氟磺草胺(770) 五氟磺草胺(771) 灭草灵(771) 甜菜宁(772) 甜菜安(772)

第一章 除草剂的作用原理

一、除草剂的吸收与运转方式

在田间除草剂施用后，除草剂必须被杂草吸收并通过植物体表皮进入到植物体内、运转到目标部位与作用靶标结合后，才能发挥其生理与生物化学效应，干扰杂草的代谢作用，最终导致杂草死亡。因此，杂草对除草剂的吸收与运转情况往往影响除草剂的杀草效果。由于除草剂品种特性及其使用方法不同，他们被杂草吸收与运转的途径也不相同。只有充分研究和了解除草剂的吸收方式，才能保证杂草的防治效果或目标作物的安全性；同时，因除草剂吸收方式不同，也相应要求着除草剂的施药方式。

（一）杂草对除草剂的吸收

吸收作用是发挥除草剂活性的首要步骤。激发吸收活性机制所需的条件是：①温度系数要高；②对代谢抑制剂敏感；③吸收速度与外界浓度非线性函数关系；④类似结构化合物对吸收产生竞争。

1. 杂草对土壤处理除草剂的吸收

施于土壤中的除草剂通常溶于土壤溶液中以液态或者以气态通过杂草根或幼芽组织而被吸收，影响吸收的因素有：①土壤特性，特别是土壤有机质含量与土壤含水量；②化合物在水中的溶解度；③除草剂的浓度；④根系体积及不定根在土壤中所处的位置。

（1）根系吸收 杂草根系是吸收土壤处理除草剂的主要部位。根系一般不含角质层，且以相对多的游离间隙形成较大的吸附表面，因此，根系对除草剂的吸收比叶片容易。土壤溶液中的除草剂分子或离子接触分生组织区的根毛后，通过扩散作用进入根内。根系吸收与除草剂浓度直线相关，开始阶段吸收迅速，其后逐步下降。从开始吸收至达到最大值所需时间因除草剂品种及杂草种类而异。施药后在杂草吸收的初期阶段，保证土壤含水量可以促进吸收，从而提高除草效果。

（2）幼芽吸收 杂草萌芽后出苗前，幼芽组织接触含有除草剂的土壤溶液或气体时，便能吸收除草剂。幼芽是吸收土壤处理除草剂，特别是土表处理除草剂的重要部位，挥发性强的除草剂如硫代氨基甲酸酯类、二硝基苯胺类等更是以幼芽吸收为主。通常，禾本科杂草主要通过幼芽的胚芽鞘吸收，而阔叶杂草则以幼芽的下胚轴吸收为主。

2. 茎叶处理除草剂的吸收

茎叶处理除草剂主要通过叶片吸收而进入植株内部。药液雾滴的特性、大小及其覆盖面积对吸收有显著影响，除草剂雾滴从叶表面到达表皮细胞的细胞质中需通过如下几个阶段：①渗入蜡质（角质）层；②渗入表皮细胞的细胞壁；③进入质膜；④释放于细胞质中。

角质层是由覆盖于叶片表皮细胞的蜡质形成，它是一种均匀、连续、少孔隙的半透性膜，不溶于水及大多数有机溶剂，其组成与结构导致既具有亲酯途径，也具有亲水途径。除草剂通过角质层的扩散途

径有3: ①通过分子间隙渗入; ②水溶性质通过类脂片状体间充水的果胶通道移动; ③油类与油溶性物质直接通过角质层的蜡质部分移动。除草剂渗入角质层是一种物理过程, 直接受植株含水量、pH值、载体表面张力、雾滴大小、除草剂分子的特性以及角质层构造与厚度等因素的影响。

此外, 气孔可作为一部分除草剂进入叶片的特殊通道, 即有少量除草剂溶液可通过气孔进入叶片内。气孔渗入机制比较复杂, 涉及一系列因素, 如表面张力、雾滴接触角、气孔壁的作用以及环境条件等。

(二) 除草剂在杂草体内的运转

被杂草吸收的除草剂分子或离子, 通过与水及溶质同样的途径, 即蒸腾流、光合产物流与胞质流在植株内进行运转。根吸收的除草剂进入木质部后, 通过蒸腾流向叶片运转, 停留于叶组织或通过光合产物流再向其他部位运转。叶片吸收的除草剂进入叶肉细胞后, 通过共质体途径从一个细胞向另一个细胞移动, 而后进入维管组织。水溶性除草剂还可通过维管束鞘的伸展, 直接穿过叶脉进入维管组织。通常, 除草剂在共质体对植物发生毒害作用, 而非共质体则为除草剂提供广阔的贮存处。除草剂在植物体内运转速度与蒸腾流及光合产物流近似, 通过蒸腾流的运转速度为每小时9m, 通过光合产物流的运转速度为每小时10~100cm。后者的运转主要在强光下进行, 这种运转直至糖类合成停止。

在正常条件下, 由木质部运转的除草剂不能从被处理的叶片向外传导, 而由韧皮部运转的除草剂则能向植株的各部位传导。除草剂在韧皮部是通过活的韧皮组织进行运转, 所以, 不能把它快速杀伤, 否则将阻碍其运转功能, 草甘膦的优点就在于高浓度时对叶片的直接伤害作用很缓慢。有时, 一种除草剂分次用低剂量进行处理, 其除草效果往往优于一次性高剂量处理。大多数传导性茎叶处理除草剂在被叶片吸收的数量中, 仅有少部分从处理部位通过韧皮部向其他部位运转。限制除草剂通过韧皮部向作用靶标运转的原因有: ①除草剂不能进入维管组织或不适于进入韧皮部; ②除草剂不能进行长距离运转; ③除草剂本身的物理化学特性及其加工剂型、毒性状况、环境条件和解毒作用中的杂草代谢反应等因素的影响。

二、除草剂的作用机制

除草剂是通过干扰与抑制植物的生理代谢而造成杂草死亡, 其中, 包括光合作用、细胞分裂、蛋白质及脂类合成等, 这些生理过程往往由不同的酶系统所引导; 除草剂通过对靶标酶的抑制, 而干扰杂草的生理作用。不同类型除草剂会抑制不同的靶标位点(靶标酶)的代谢反应, 只有在对这些除草机制有充分把握的基础上, 才能做到除草剂的科学应用。

(一) 抑制光合作用

光合作用是绿色植物吸收太阳光的能量, 同化二氧化碳和水, 制造有机物质并释放氧的过程。光合作用是高等绿色植物特有的、赖以生存的重要生命过程。光合作用是在植物叶绿体上进行的, 它包括光反应和暗反应两个过程, 光反应是在光照条件下、在基粒片层(光合膜)上进行的; 暗反应是在暗处(也可以在光下)、由若干酶所催化进行的化学反应, 是在基质(叶绿体的可溶部分)中进行的; 光合作用是光反应和暗反应的综合作用。整个光合作用过程大致可以分为三个大的过程: 光能的吸收、传递和转换过程; 电能转换为活跃化学能过程; 活跃化学能转变为稳定化学能过程。