

除草剂药害诊断 CHUCAOJI YAOHAIZHENDUAN YUANSE TUPU 原色图谱



张玉聚 赵永谦 孙化田 主编

河南科学技术出版社



除草剂药害诊断 原色图谱

张玉聚 赵永谦 孙化田 主编

河南科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

除草剂药害诊断原色图谱 / 张玉聚等主编. — 郑州: 河南科学技术出版社, 2002.10
ISBN 7-5349-2828-1

I. 除… II. 张… III. 除草剂-植物药害-诊断-图谱
IV. S482.4-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 030218 号

责任编辑 周本庆 朱云香 责任校对 张小玲

河南科学技术出版社出版发行
(郑州市经五路 66 号)

邮政编码: 450002 电话: (0371) 5737028

河南第一新华印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 26 字数: 250 千字 1625 幅彩图

2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1—3000

ISBN 7-5349-2828-1/S·676 定价: 220.00 元

前 言

农田杂草是影响农作物丰产与丰收的重要因素。农田杂草化学防治是农田杂草防治中最重要的手段,具有省工、省时、高效、快捷的优点,是提高劳动生产效率、发展高效与优质农业的重要措施。近几年来,我国除草剂的应用与生产得到了快速的发展,除草剂已经成为我国农药生产与应用中最为活跃的一个领域。

除草剂的防治对象是与作物很相近的杂草,它不同于杀虫剂和杀菌剂,在生产中对应用技术要求较高。近年来,除草剂药害的频繁发生,不仅制约着除草剂的进一步推广应用,阻碍高效、优质农业的发展;同时,由于除草剂药害的发生带来了巨大的经济损失,日益暴露出复杂的社会问题,每年群众上访、进法院告状事件很多,严重影响着干群关系和社会安宁。

除草剂药害的早期诊断和除草剂药害的发生原因分析,是除草剂应用技术研究中的关键问题,它是除草剂科学应用的重要范畴。只有研究药害、认识药害、把握药害,才能避免药害,实现除草剂的科学应用。我们于1996年开始,对80余种除草剂、14种作物(小麦、玉米、水稻、花生、大豆、棉花、油菜、黄瓜、西瓜、番茄、豆角、白菜、辣椒、大蒜)进行了不同生育期、不同施药条件、不同施药种类和剂量下药害表现和安全应用技术研究。结合我们多年的科研和工作实践,系统整理了各类室内、田间试验的技术材料,并查阅了大量国内外文献而编写了《除草剂药害诊断原色图谱》一书。

该书内容包括21章,概括介绍了除草剂药害的基本知识,详细介绍了各类除草剂药害的诊断方法,全面分析了除草剂药害产生的原因,并阐述了除草剂药害补救措施。全书共收录各类除草剂在主要农作物上产生药害的原色照片1625幅,这些图片资料十分珍贵。该书图文并茂,是我国第一部全面记载除草剂药害的大型彩色图谱,可供县、乡级农业技术推广人员,高等院校师生,农业科研人员,农药厂技术人员和农药推广销售



人员参考。

在该项目的研究和本书的编写过程中，得到了河南省科学技术厅立项重点资助，同时还得到了农业部农药检定所、南开大学元素有机化学研究所、中国农业科学院植物保护研究所、东北农业大学植物保护系、河南省农业科学院植物保护研究所、河南省农药检定所、河南省植物保护植物检疫站等单位的大力支持和帮助，在此表示诚挚的感谢！

由于作者水平有限，书中不当之处，欢迎各位专家和广大读者批评指正。

编著者

2002年1月于郑州



《除草剂药害诊断原色图谱》编写人员

主 编:	张玉聚	赵永谦	孙化田				
副 主 编:	王春生	贾富勤	楚桂芬	赵邦斌	张玉亭	李正先	
	张德胜	沙广乐	吴政卿	张爱忠	刘玉霞	李继德	
	刘 骏	张善侠	王春源	王菊林	徐 忠	李 灿	
	梁义智	余道先	陈国参	刘 伟	吴永虎	潘同霞	
	李菊梅	潘月菊	石红霞	周新强	杨 阳	吴营昌	
	周永波	郭艳春	王洪涛	曹 杰	翟 斌		
编写人员 (按姓氏笔画为序):	丁华锋			王 磊	王立杰	王建敏	
	王春生	王春源	王洪涛	王菊林	王耀东	方江升	
	石红霞	田 冲	冯治强	吕国强	刘 伟	刘 骏	
	刘玉霞	刘周扬	乔显瑞	孙化田	李 灿	李正先	
	李东升	李素芳	李继德	李菊梅	李跃斌	杨 阳	
	吴永虎	吴营昌	吴政卿	何善泉	沙广乐	宋敬魁	
	沈春生	余道先	陈义忠	陈连玉	陈国参	陈家想	
	陈强建	陈德胜	张 建	张玉亭	张玉聚	张爱忠	
	张善侠	张维扬	张德胜	尚广贞	易国强	郑启伟	
	周永波	周新强	赵永谦	赵邦斌	胡 锐	段培元	
	贾富勤	徐 忠	郭艳春	曹 杰	常 虹	阎振领	
	梁义智	韩宏坤	楚桂芬	潘 森	潘月菊	潘同霞	
	翟 斌						

目 录

第一章 除草剂药害基础知识

第一节	除草剂及其药害	(1)
第二节	除草剂药害的发生原因	(3)
第三节	除草剂药害的症状表现与调查方法	(5)
第四节	除草剂的作用机制	(8)
第五节	除草剂药害的主要类型	(17)
第六节	除草剂药害的补救措施	(24)
第七节	除草剂药害补救剂的应用	(25)

第二章 酰胺类除草剂的药害诊断

第一节	酰胺类除草剂的应用	(29)
第二节	酰胺类除草剂的典型药害症状	(34)
第三节	酰胺类除草剂对作物的药害症状	(35)

第三章 均三氮苯类除草剂的药害诊断

第一节	均三氮苯类除草剂的应用	(74)
第二节	均三氮苯类除草剂的典型药害症状	(79)
第三节	均三氮苯类除草剂对作物的药害症状	(80)

第四章 磺酰脲类除草剂的药害诊断

第一节	磺酰脲类除草剂的应用	(104)
第二节	磺酰脲类除草剂的典型药害症状	(109)
第三节	磺酰脲类除草剂对作物的药害症状	(111)

第五章 二苯醚类除草剂的药害诊断

第一节	二苯醚类除草剂的应用	(150)
第二节	二苯醚类除草剂的典型药害症状	(153)
第三节	二苯醚类除草剂对作物的药害症状	(154)



第六章 脲类除草剂的药害诊断

- 第一节 脲类除草剂的应用 (188)
- 第二节 脲类除草剂的典型药害症状 (190)
- 第三节 脲类除草剂对作物的药害症状 (191)

第七章 硫代氨基甲酸酯类除草剂的药害诊断

- 第一节 硫代氨基甲酸酯类除草剂的应用 (201)
- 第二节 硫代氨基甲酸酯类除草剂的典型药害症状 (203)
- 第三节 硫代氨基甲酸酯类除草剂对作物的药害症状 (204)

第八章 苯氧羧酸类除草剂的药害诊断

- 第一节 苯氧羧酸类除草剂的应用 (209)
- 第二节 苯氧羧酸类除草剂的典型药害症状 (212)
- 第三节 苯氧羧酸类除草剂对作物的药害症状 (213)

第九章 苯甲酸类除草剂的药害诊断

- 第一节 苯甲酸类除草剂的应用 (228)
- 第二节 苯甲酸类除草剂的典型药害症状 (229)
- 第三节 苯甲酸类除草剂对作物的药害症状 (230)

第十章 芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的药害诊断

- 第一节 芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的应用 (238)
- 第二节 芳氧基苯氧基丙酸类除草剂的典型药害症状 (241)
- 第三节 芳氧基苯氧基丙酸类除草剂对作物的药害症状 (242)

第十一章 联吡啶类除草剂的药害诊断

- 第一节 联吡啶类除草剂的应用 (251)
- 第二节 联吡啶类除草剂的典型药害症状 (253)
- 第三节 联吡啶类除草剂对作物的药害症状 (253)

第十二章 二硝基苯胺类除草剂的药害诊断

- 第一节 二硝基苯胺类除草剂的应用 (256)



第二节	二硝基苯胺类除草剂的典型药害症状	(258)
第三节	二硝基苯胺类除草剂对作物的药害症状	(259)

第十三章 有机磷类除草剂的药害诊断

第一节	有机磷类除草剂的应用	(268)
第二节	有机磷类除草剂的典型药害症状	(270)
第三节	有机磷类除草剂对作物的药害症状	(271)

第十四章 咪唑啉酮类除草剂的药害诊断

第一节	咪唑啉酮类除草剂的应用	(279)
第二节	咪唑啉酮类除草剂的典型药害症状	(281)
第三节	咪唑啉酮类除草剂对作物的药害症状	(281)

第十五章 磺酰胺类除草剂的药害诊断

第一节	磺酰胺类除草剂的应用	(291)
第二节	磺酰胺类除草剂的典型药害症状	(292)
第三节	磺酰胺类除草剂对作物的药害症状	(293)

第十六章 三氮苯酮类除草剂的药害诊断

第一节	三氮苯酮类除草剂的应用	(298)
第二节	三氮苯酮类除草剂的典型药害症状	(299)
第三节	三氮苯酮类除草剂对作物的药害症状	(299)

第十七章 吡啶羧酸类除草剂的药害诊断

第一节	吡啶羧酸类除草剂的应用	(304)
第二节	吡啶羧酸类除草剂的典型药害症状	(305)
第三节	吡啶羧酸类除草剂对作物的药害症状	(306)

第十八章 环己烯酮类除草剂的药害诊断

第一节	环己烯酮类除草剂的应用	(313)
第二节	环己烯酮类除草剂的典型药害症状	(314)
第三节	环己烯酮类除草剂对作物的药害症状	(315)



第十九章 腈类除草剂的药害诊断

第一节	腈类除草剂的应用	(317)
第二节	腈类除草剂的典型药害症状	(318)
第三节	腈类除草剂对作物的药害症状	(318)

第二十章 环状亚胺类除草剂的药害诊断

第一节	环状亚胺类除草剂的应用	(322)
第二节	环状亚胺类除草剂的典型药害症状	(324)
第三节	环状亚胺类除草剂对作物的药害症状	(325)

第二十一章 其它除草剂的药害诊断

第一节	二氯喹啉酸的药害诊断	(354)
第二节	草除灵的药害诊断	(357)
第三节	环庚草醚的药害诊断	(362)
第四节	四唑草胺的药害诊断	(367)
第五节	嘧啶水杨酸的药害诊断	(371)
第六节	异噁唑草酮的药害诊断	(375)
第七节	异噁唑草松的药害诊断	(381)
第八节	灭草松的药害诊断	(391)

附 录

除草剂中英文通用名、俗名对照表	(396)
-----------------------	-------



第一章 除草剂药害基础知识

第一节 除草剂及其药害

农田杂草化学防治是发展高效、优质农业的重要手段，近年来得到了较大的发展。

目前，世界除草剂年总产量折有效成分为70万~80万t，约占化学农药总产量的50%；销售额逐年上升，1960~1980年间，年增长16%，超过了杀菌剂和杀虫剂。具体发展情况见表1-1。从不同地区除草剂应用数量来看，发达国家除草剂用量普遍较高。这一比例在具体的国家差别非常大，如美国的除草剂占农药总量的65%，日本则占农药总量的40%。近几年来，美国每年作物播种面积为1.60亿hm²，化学除草面积为1.44亿hm²。其中，大豆化学除草面积占播种面积的94%，玉米占85%，棉花占90%，水稻占98%。

表 1-1 全世界农药市场变化趋势

内容	农药类别	时间 / 年								
		1960	1970	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1996
销售额 / 亿美元		8.5	27	116	264	268	252	253	278	313
所占份额 / %	除草剂	20	35	41	44	44	45	46	47	48
	杀虫剂	37	37	35	29	29	29	30	29	28
	杀菌剂	40	22	19	21	21	20	19	20	19
	其它	3	6	5	6	6	6	6	4	5

我国的除草剂工业基本上是仿制国外品种。1958年沈阳化工厂开始生产2,4-滴丁酯，揭开了我国除草剂工业的历史；以后生产的品种不断涌现，1980年以前主要开发生产了苯酚、苯氧羧酸、氨基甲酸酯、脲、均三氮苯、酰胺、二苯醚类除草剂，约开发生产了20个除草剂品种；1980年以后，我国除草剂的生产开始了迅速的发展，相继开发出了二硝基苯胺、有机磷、磺酰脲、咪唑啉酮类除草剂，目前生产除草剂约60个品种。然而我国农药生产以杀虫剂为主，除草剂工业比较薄弱，具体生产情况见表1-2。

表 1-2 中国农药市场发展状况

农药类别	内容	时间 / 年									
		1970	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
总计	产量 / 万 t	9.28	53	21	23	25	26	23	26	35	35
	销售额 / 亿元						58	78	78	140	162
除草剂	总产量比率 / %	9.6	4	9	9	8	9	12	13	15	13
	原药品种数 / 个		17	14	29	29	33	40	45	42	42
杀虫剂	总产量比率 / %	84.6	93	79	79	77	77	76	76	70	73
	原药品种数 / 个		40	43	70	75	81	78	80	79	84
杀菌剂	总产量比率 / %	4.8	3	10	11	14	13	10	10	11	10
	原药品种数 / 个		28	23	40	39	41	38	41	43	44
其它	总产量比率 / %	2.0		2	1	1	1	1	1	4	4

我国除草剂的应用研究和推广开始于20世纪50年代,但直到目前,国外除草剂在我国一直占据重要地位。1956年在稻田试验、应用2,4,5-涕是我国化学除草剂应用较早的实例,1963年开始在麦田使用2,4-滴丁酯,直到70年代末期,生产上大量使用的除草剂主要是苯氧羧酸类的2,4-滴丁酯、二甲四氯和二苯醚类除草剂的除草醚、酰胺类的敌稗等,这一阶段是我国化学除草的起始阶段,这一阶段不仅拥有的除草剂品种比较少,而且生产上大面积应用只局限于黑龙江等少数省和地区。80年代是我国化学除草兴旺发展时期,在此期间,随着我国农药工业结构的调整 and 变化,国产除草剂品种与数量不断增加;同时,开始批量进口比较短缺的除草剂,从而促使化学除草面积迅速扩大,每年以10%以上的速度发展。具体发展情况见表1-3。我国各地除草剂应用情况也不平衡,使用面积较大的是黑龙江、江苏、广东、云南等省;以作物划分,化学除草面积最大的是水稻,其次分别是小麦、大豆、玉米等;目前我国农业生产应用的除草剂中,稻田除草剂25种,麦田除草剂20种,玉米田除草剂15种,大豆田除草剂20种,棉花田除草剂5种,油菜田除草剂3种,花生田除草剂6种。

表 1-3 中国农田化学除草面积的发展情况

年度	1967	1974	1979	1983	1984	1985	1987	1990	1998
面积 / 万 hm ²	32.7	166.7	363.8	466.7	666.7	1000	1330	1999	4000

注:我国目前耕地面积约1亿hm²。

然而,除草剂的防治对象是与作物很相近的杂草,它不同于杀虫剂和杀菌剂,在生产中对应用技术要求较高。任何作物都不能完全抗除草剂的药害,只能忍耐一定剂量的除草剂,也就是说除草剂对作物与杂草的选择性不是绝对的,超出其选择性范围时作物就会发生药害。除

草剂药害发生频繁，它不仅制约着除草剂的进一步推广应用，同时，由于除草剂药害的发生带来了巨大的经济损失，每年还引发多起群众上访、进法院告状事件，严重影响着干群关系和社会安宁。

近年来，我国黄淮海地区，除草剂药害发生频繁，已成为生产中的突出问题，如河南处于亚热带和北温带交接的特殊地理位置，该地区杂草群落复杂，我国南北地区发生的杂草种类在河南均有发生；河南种植的作物多种多样，基本上全国主要农作物在河南均有栽培，因而，除草剂应用的种类繁多，目前国内登记的除草剂在河南市场基本上都有销售，除草剂混剂更是数不胜数；河南农作物间作、轮作方式复杂，如南方大面积为水稻，东北和西北常年为一季作物，种植方式简单，除草剂应用相对稳定；河南气候变幻无常，如南方相对湿热、北方相对干冷，河南广大地区天气情况经常性变化，给除草剂的药效发挥和对作物的安全性带来应用技术上的困难。据调查，近几年，全省大的除草剂药害事件上百起，受害农作物面积近 66.7 万 hm^2 。2001 年，获嘉 600 hm^2 小麦由于 2,4-滴丁酯应用不当发生药害；中牟西瓜田除草剂应用不当，几十个温室绝收，瓜农痛不欲生；辉县市麦田除草剂选用不当，后茬玉米 566.7 hm^2 受害；1999 年南阳、驻马店等地因麦田错用除草剂，对下茬玉米、大豆、花生药害面积达 6.7 万 hm^2 ……农民怨声载道，农户、商户、管理部门矛盾日益激化。

第二节 除草剂药害的发生原因

任何作物对除草剂都不具有绝对的耐性或抗性，而所有除草剂品种对作物与杂草的选择性也都是相对的，在具备一定的环境条件与正确的使用技术时，才能显现出选择性而不伤害作物。在除草剂大面积使用中，作物产生药害的原因多种多样，其中有的是可以避免的，有的则是难以避免的。

1. 雾滴挥发与飘移 高挥发性除草剂，如短侧链苯氧羧酸类、二硝基苯胺类、硫代氨基甲酸酯类、苯甲酸类、广灭灵等，在喷洒过程中， $< 100\ \mu\text{m}$ 的药液雾滴极易挥发与飘移，致使邻近的敏感作物及树木受害。而且，喷雾器压力愈大，雾滴愈细，愈容易飘移。在这几类除草剂中，特别是短侧链苯氧羧酸酯类的 2,4-滴丁酯表现最为严重与突出，在地面喷洒时，其雾滴可飘移 1 000~2 000m；而禾大壮在地面喷洒时，雾滴可飘移 500m 以上。若采取航空喷洒，雾滴飘移的距离更远。挥发和飘移产生的药害特征是，药害随着与处理田块的距离增加而减轻。对于易挥发的除草剂，不仅存在飘移问题，而且在施药后的一段时间内药液不断挥发，不断发生药害。

2. 土壤残留 在土壤中持效期长、残留时间久的除草剂易对轮作中敏感的后茬作物造成伤害，如玉米田施用西玛津或阿特拉津，对后茬大豆、甜菜、小麦等作物有药害；大豆田施用广灭灵、普施特、氟乐灵，对后茬小麦、玉米有药害；小麦田施用绿磺隆，对后茬甜菜有

药害。这种现象易在农业生产中发生而造成不应有的损失。常见长效除草剂品种及其敏感作物见表 1-4。

表 1-4 常见长效除草剂及其对后茬易造成药害的作物

除草剂品种	后茬敏感作物
莠去津、西玛津	小麦、水稻、大豆、桃树、棉花、十字花科蔬菜等
绿磺隆、甲磺隆	玉米、花生、大豆、棉花等
噻磺隆	几乎所有农作物
氯嘧磺隆	小麦、油菜、大蒜、玉米、花生、棉花等
胺苯磺隆	小麦、大蒜、玉米、花生、棉花等
绿麦隆	油菜、大蒜、水稻等
氟磺胺草醚	小麦、油菜、大蒜、玉米、花生、棉花等
异噁草松	小麦、大麦等

3. 混用不当 不同除草剂品种间以及除草剂与杀虫剂、杀菌剂等其它农药混用不当，也易造成药害，如敌稗与 2, 4- 滴丁酯、有机磷、氨基甲酸酯及硫代氨基甲酸酯农药混用，能使水稻受害。此类药害，往往是由于混用后产生的加成效应或干扰与抑制作物体内对除草剂的解毒系统所造成。有机磷杀虫剂、硫代氨基甲酸酯杀虫剂能严重抑制水稻植株内导致敌稗水解的芳基酰胺酶的活性，因此，将其与敌稗混用或短时期内间隔使用时，均会使水稻受害。

4. 药械性能不良或作业不标准 如多喷头喷雾器喷嘴流量不一致、喷雾不匀、喷幅连接带重叠、喷嘴后滴等，造成局部喷液量过多，使作物受害。

5. 误用 过量使用以及使用时期不当，如在小麦拔节期使用百草敌或 2, 4- 滴丁酯，水直播稻田前期应用丁草胺、甲草胺等，往往会造成严重药害。

6. 除草剂降解产生有毒物质 在通气不良的嫌气性稻田土壤中，过量或多次使用杀草丹，形成脱氯杀草丹，严重抑制水稻生育，造成水稻矮化。

7. 异常不良的环境条件 在大豆田应用甲草胺、异丙甲草胺以及乙草胺时，喷药后如遇低温、多雨、寡照、土壤过湿等，会使大豆幼苗受害，严重时还会出现死苗现象。

8. 作物品种 不同作物品种对除草剂的药害耐受程度不同，如芥菜型油菜对草除灵高度敏感，易发生药害。

第三节 除草剂药害的症状表现与调查方法

一、除草剂药害的症状表现

除草剂对作物造成的药害症状多种多样,这些症状与除草剂的种类、除草剂的施用方法、作物生育时期、环境条件等密切相关。现将除草剂的症状表现归类总结如下。

(一) 除草剂药害在茎叶上的症状表现

用做茎叶喷雾的除草剂,需要渗透叶片绒毛和叶表的蜡质层进入叶肉组织才能发挥其除草效果或在作物上造成药害;应用于土壤处理的除草剂,也需植物的胚芽鞘或根的吸收进入植株体内发生作用。当然,叶面喷雾的除草剂与经由根部吸收的除草剂,其药害症状的表现有很大差异。

叶上的药害症状主要有以下几种:

1. **褪绿** 褪绿是叶片内叶绿体崩溃、叶绿素分解造成的。褪绿症状可以发生在叶缘、叶尖、叶脉间或叶脉及其近缘,也可全叶褪绿。褪绿的色调因除草剂种类和植物种类的不同而异,有完全白化苗、黄化苗,也有的仅仅是部分褪绿。三氮苯类、脲类除草剂是典型的光合作用抑制剂,多数作物的根部吸收除草剂后,药剂随蒸腾作用向茎叶转移,首先是植株下部叶片表现症状,沿叶脉出现黄白化;这类除草剂用做茎叶喷雾时,在叶脉间出现褪绿黄化症状,但出现症状的时间要比用做土壤处理的快。

2. **坏死** 坏死是作物的某个部分如器官、组织或细胞的死亡。坏死的部位可以在叶缘、叶脉间或叶脉及其近缘,坏死部分的颜色差别也很大。例如,需光型除草剂草枯醚、除草醚等,在水稻移栽后数天内以毒土法施入稻田,水中的药剂沿叶鞘呈毛细管现象上升,使叶鞘表层呈现黑褐色,这种症状一般称为叶鞘变色。又如,氟磺胺草醚(虎威)应用于大豆时,在高温强光下,叶片上会出现不规则的黄褐色斑块,造成局部坏死。

3. **落叶** 褪绿和坏死严重的叶片,最后因离层形成而落叶。这种现象在果树上,特别是在柑橘上最易见到,大田作物的大豆、花生、棉花等也常发生。

4. **畸形叶** 与正常叶相比,叶形和叶片大小都发生明显变化成畸形。例如,苯氧羧酸类除草剂在非禾本科作物上应用,会出现类似激素引起的柳条叶、鸡爪叶、捻曲叶等症状,部分组织异常膨大,这种情况下,常常是造成生长点枯死,周缘腋芽丛生。又如,抑制蛋白质合成的除草剂应用于稻田,在过量使用情况下会出现植株矮化、叶片变宽、色浓绿、叶身和叶鞘缩短、出叶顺序错位,抽出心叶常呈蛇形扭曲。这类症状也是畸形叶的一种。

5. **植株矮化** 对于禾本科作物,其叶片生长受抑制也就伴随着植株矮化。但也有仅仅

是植株节间缩短而矮化的例子。例如，水稻生长中后期施用2, 4-滴丁酯、二甲四氯钠盐时混用异稻瘟净，使稻株秆壁增厚，硅细胞增加，节间缩短，植株矮化。

除草剂在茎叶上的药害症状主要表现为叶色、叶形变化，落叶和叶片部分缺损以及植株矮化。

（二）除草剂药害在根部的症状表现

除草剂药害在根部的表现主要是根数变少，根变色或畸形。二硝基苯胺类除草剂的作用机制是抑制次生根的生长，使次生根肿大，继而停止生长；水稻田使用过量的二甲四氯丁酸后，水稻须根生长受阻，稻根呈疙瘩状。

（三）除草剂药害在花、果部位的症状表现

除草剂的使用时间一般都是在种子播种前后或在作物生长前期，在开花结实（果）期很少使用。在作物生长前期如果使用不当，也会对花果造成严重影响，有的表现为开花时间推迟或开花数量减少，甚至完全不开花。例如，麦草畏在小麦花药四分体时期应用，起初对小麦外部形态的影响不明显，但抽穗推迟，抽穗后绝大多数为空瘪粒。果园使用除草剂时，如有部分药液随风飘移到花或果实上，常常会造成落花、落果、畸形果或者果实局部枯斑，果实着色不匀，水果品质和商品价值下降。

上述药害症状，在实际情况下，单独出现一种症状的情况是较少的，一般都表现出几种症状。例如，褪绿和畸形叶常常是同时发生的。同一种除草剂在作物的不同生育期使用时，会产生不同的药害症状；在同一种作物上，同一种药剂有时因使用方法和使用时环境条件不同，药害症状的表现也会有差异。尤其值得注意的是，药害症状的表现是有一个过程的，随着时间推移，症状表现也随之变化，因而在识别除草剂的药害时要注意到药害症状的变化过程。

作物的茎叶、根或花果上形成的药害症状，是由于除草剂进入植物体内改变植物正常的细胞结构和生理生化活动的综合表现。例如，用百草枯处理植物叶片后，在电子显微镜下观察，其原生质膜、核膜、叶绿体膜、质体片层、线粒体膜等细胞膜系会先出现油滴状、电子密度高的颗粒，以后整个膜系都消失；从生理学上看，百草枯在植物体内参与光合作用的电子传递，在绿色组织通过光合和呼吸作用被还原成联吡啶游离基，又经自氧化作用使叶组织中的水和氧形成过氧化氢和过氧游离基。这类物质对叶绿体膜等细胞膜系破坏力极强，最终使光合作用和叶绿体合成中止，表现为叶片黄化、坏死斑。

二、 除草剂药害的调查内容

在诊断除草剂药害时，仅凭症状还不够，应了解药害发生的原因，因此，调查、收集引起药害的因素是必要的。一般要分析如下几个方面：

（一）作物栽培和管理情况

调查了解栽培作物的播种期、发育阶段、品种情况，土壤类型、土壤墒情、土壤质地及有机质含量，温度、降水、阴晴、风向、风力，田间化肥、有机肥施用情况，除草剂种类、用量、施药方法、施用时间。

（二）药害在田间的分布情况

调查除草剂药害的发生数量（田间药害的发生株率）、发生程度（每株药害的比例）、发生方式（成行药害、成片药害），了解药害的发生与施药方式、栽培方式、品种之间的关系。

（三）药害的症状及发展情况

调查药害症状的表现，如出苗情况、生长情况、叶色表现、根茎叶及芽花果的外观症状，同时，了解药害的发生、发展及植物的死亡过程。

三 除草剂药害程度的调查分级

调查药害的指标，应根据药害发生的特点加以选择使用。除草剂药害所表现的症状归纳起来有两类：一类是生长抑制型，如植株矮化，茎叶畸形，分蘖分枝减少等；一类是触杀型，如叶片黄化、叶片枯死等。对全株性药害，一般采用萌芽率、出苗数（率）、生长期提前或推迟的天数、植株高度和鲜重等指标来表示其药害程度。对于叶片黄化、枯斑型药害，通常用枯死（黄化）面积所占叶片全面积百分率来表示其药害程度，并计算药害指数。

江荣昌（1987）把除草剂分为生长抑制型和触杀型除草剂两大类。这两类除草剂造成的作物药害均分成0~Ⅳ级，最后统计药害指数（表1-5）。魏福香（1992）综合全株性药害症状（生长抑制等）和叶枯性（包括变色）症状，制定了0~5级和0~10级（受害率）的药害分级标准（表1-6和表1-7）。

表 1-5 除草剂药害分级标准

（江荣昌，1987）

药害分级	生长抑制型	触杀型
0	作物生长正常	作物生长正常
I	生长受抑制（不旺、停滞）	叶片 1/4 枯黄
Ⅱ	心叶轻度畸形，植株矮化	叶片 1/2 枯黄
Ⅲ	心叶严重畸形，植株明显矮化	叶片 3/4 枯黄
Ⅳ	全株死亡	叶片 3/4 枯黄至死亡

$$\text{药害指数} = \frac{\sum (\text{各级级数} \times \text{株数})}{\text{调查总株数} \times \text{最高级数}} \times 100\%$$