

除草剂混用技术与配方大全

张玉聚 孙建伟 雷晓天 王建平 潘进军 主编

中国农业科学技术出版社

除草剂混用技术与配方大全

张玉聚 孙建伟 雷晓天 王建平 潘进军 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

除草剂混用技术与配方大全/张玉聚等主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2006. 7

ISBN 7-80167-963-6

I. 除… II. 张… III. ①除草剂-农药混用-简介②除草剂-配方-简介 IV. S482.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 050849 号

责任编辑 冯凌云
出版发行 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) 68919704 (发行部) (010) 68919709 (编辑室)
(010) 68919703 (读者服务部)
传 真 (010) 62189012
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 河南省诚和印刷有限公司
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 30.25
字 数 680 千字
版 次 2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷
印 数 500 册
定 价 112.00 元

❖ 版权所有·侵权必究 ❖

《除草剂混用技术与配方大全》编委会

主 编： 张玉聚 孙建伟 雷晓天 王建平 潘进军

副 主 编： 周国有 黄本胜 张俊涛 潘同霞 刘周扬 周新强

李法新 李国振 翟志刚 段国占 张秀玲 赵甫河

茹德平 郭志纲 张应开 许靖文 冯 渊 张玉昌

李国新 庞可献 孙红霞 孙树卓 李建军 赵玉乐

编写人员(按姓氏笔划排列):

王 伟	王林生	王建平	冯 渊	刘凤民	刘周扬
孙红霞	孙建伟	孙树卓	李法新	李国振	李国新
李建军	许靖文	庞可献	赵玉乐	赵甫河	周国有
周新强	虎 凯	段国占	胡凤仙	郭志纲	茹德平
张玉昌	张玉聚	张应开	张秀玲	张俊涛	谢金良
黄本胜	雷晓天	翟志刚	潘进军	潘同霞	

前 言

农田杂草是影响农作物丰产丰收的一个重要因素。杂草的化学防除是克服农田杂草危害的有效手段,具有省工、省时、快捷、方便等优点,目前除草剂已成为化学农药中最重要的组成部分,约占全世界农药产量的 50%。我国化学除草也有 30 多年的历史,除草剂的研究与应用取得了较大的进展。目前我国农业生产中应用的化学除草剂单剂品种达 128 种,各种除草剂制剂达千余种,生产上得到了广泛的推广应用。

随着除草剂的推广应用,杂草对除草剂的抗药性日趋严重;同时,随着除草剂的长年施用,它导致农田杂草群落的演替而涌现了大量恶性杂草,所有这些问题已严重地制约着除草剂的应用效果。除草剂的合理混用和轮用是提高除草剂的田间除草效果、延缓除草剂抗药性的发生和发展的最有效措施,也是制定农田杂草防除策略的重要内容,这方面的研究是目前国内外科研和农业技术推广工作的重点和热点。

我们结合多年的科研和工作实践,在《除草剂混用原理与实用技术》的基础上,查阅了大量国内外文献编著了《除草剂混用技术与配方大全》。本书中的文献包括 CAB1980~2005 年、AGRIS1985~2005 年、中国科技期刊 1989~2005 年的所有文献资料;同时,还对 Weed Science、Weed Technology、Weed Research 三大国际上最重要的除草剂研究期刊进行了全面的查阅整理,对国内 1989 年以前的图书、期刊也进行了详细的阅览整理;另外,我们对国内外除草剂企业登记生产的除草剂混剂生产情况、配比、登记证号和生产企业进行了全面的介绍。可以说本书基本概括了 1980 年以来的国内外除草剂混用研究成果和生产推广经验。

本书共分三个大的部分,第一部分概括地介绍了除草剂混用的意义、使用方法和发展方向;系统地介绍了各类除草剂混用后所产生的物理、化学和生物学变化,及其产生这些变化的机理;第二部分深入详细地介绍了各类除草剂混用后对其除草效果的影响、除草谱的变化、对作物的药害,并介绍了一些避免除草剂间拮抗作用、提高除草剂混用效果、减少混用除草剂对作物产生药害的措施,全面介绍了各除草剂企业生产的除草混剂配方;第三部分对主要作物田除草剂混用技术、小麦各生育时期除草剂混用和轮用方法、农田长期施用除草剂后各种恶性草相下杂草防治的系列技术性措施与策略进行了全面的分析和阐述。该书可以供广大农业科研人员、技术人员及农民朋友参考使用。

除草剂是一种特殊商品,其技术性和区域性较强,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。凡是机械性照搬本书,错误施用除草剂而造成的药害和药效问题,恕不负责。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。

张玉聚

2006 年 5 月 10 日于郑州

目 录

第一篇 除草剂混用的基础知识

第一章 除草剂混用的意义及应用方法	(1)
第一节 除草剂混用的意义和发展状况	(1)
第二节 除草剂混用后的相互作用	(4)
第三节 除草剂混用的基本方法	(5)
第二章 除草剂的作用机制及其主要类型	(7)
第一节 除草剂的作用机制	(7)
第二节 酰胺类除草剂	(12)
第三节 均三氮苯类除草剂	(16)
第四节 磺酰脲类除草剂	(20)
第五节 二苯醚类除草剂	(23)
第六节 脲类除草剂	(26)
第七节 氨基甲酸酯类除草剂	(28)
第八节 硫代氨基甲酸酯类除草剂	(29)
第九节 苯氧羧酸类除草剂	(31)
第十节 苯甲酸类除草剂	(33)
第十一节 芳氧基苯氧基丙酸类除草剂	(35)
第十二节 其它除草剂	(37)

第二篇 除草剂混用技术与配方

第三章 酰胺类与其它除草剂混用	(49)
第一节 酰胺类除草剂之间混用	(49)
第二节 酰胺类与均三氮苯类除草剂混用	(50)
第三节 酰胺类与磺酰脲类除草剂混用	(77)
第四节 酰胺类与二苯醚类除草剂混用	(117)
第五节 酰胺类与脲类除草剂混用	(120)
第六节 酰胺类与硫代氨基甲酸酯类除草剂混用	(126)
第七节 酰胺类与苯氧羧酸类除草剂混用	(129)
第八节 酰胺类与氧基苯氧基丙酸类除草剂混用	(134)
第九节 酰胺类与联吡啶类除草剂混用	(136)
第十节 酰胺类与有机磷类除草剂混用	(137)
第十一节 酰胺类与咪唑啉酮类除草剂混用	(140)

第十二节	酰胺类与三氮苯酮类除草剂混用	(141)
第十三节	酰胺类与吡啶类除草剂混用	(146)
第十四节	酰胺类与环状亚胺类除草剂混用	(148)
第十五节	酰胺类与其它除草剂混用	(154)
第四章	均三氮苯类与其它除草剂混用	(177)
第一节	均三氮苯类除草剂之间混用	(177)
第二节	均三氮苯类与磺酰脲类除草剂混用	(180)
第三节	均三氮苯类与二苯醚类除草剂混用	(185)
第四节	均三氮苯类与脲类除草剂混用	(187)
第五节	均三氮苯类与硫代氨基甲酸酯类除草剂混用	(190)
第六节	均三氮苯类与苯氧羧酸类除草剂混用	(192)
第七节	均三氮苯类与二硝基苯胺类除草剂混用	(198)
第八节	均三氮苯类与有机磷类除草剂混用	(202)
第九节	均三氮苯类与其它除草剂混用	(204)
第五章	磺酰脲类与其它除草剂混用	(211)
第一节	磺酰脲类除草剂之间混用	(211)
第二节	磺酰脲类与二苯醚类除草剂混用	(217)
第三节	磺酰脲类与脲类除草剂混用	(221)
第四节	磺酰脲类与氨基甲酸酯类除草剂混用	(227)
第五节	磺酰脲类与硫代氨基甲酸酯类除草剂混用	(228)
第六节	磺酰脲类与苯氧羧酸类、苯甲酸类除草剂混用	(234)
第七节	磺酰脲类与芳氧基苯氧基丙酸类除草剂混用	(243)
第八节	磺酰脲类与三氮苯酮类除草剂混用	(253)
第九节	磺酰脲类与环己烯酮类除草剂混用	(255)
第十节	磺酰脲类与环状亚胺类除草剂混用	(262)
第十一节	磺酰脲类与其它除草剂混用	(268)
第六章	二苯醚类与其它除草剂混用	(295)
第一节	二苯醚类与芳氧基苯氧基丙酸类除草剂混用	(295)
第二节	二苯醚类与联吡啶类除草剂混用	(305)
第三节	二苯醚类与有机磷类除草剂混用	(306)
第四节	二苯醚类与咪唑啉酮类除草剂混用	(308)
第五节	二苯醚类与哒嗪酮类除草剂混用	(310)
第六节	二苯醚类与环己烯酮类除草剂混用	(311)
第七节	二苯醚类与其它除草剂混用	(317)
第七章	脲类与其它除草剂混用	(332)
第一节	脲类与氨基甲酸酯类除草剂混用	(332)
第二节	脲类与苯氧羧酸类除草剂混用	(333)
第三节	脲类与芳氧基苯氧基丙酸类除草剂混用	(336)

第四节	脲类与其它除草剂混用	(338)
第八章	氨基甲酸酯、硫代氨基甲酸酯类与其它除草剂混用	(343)
第一节	氨基甲酸酯类除草剂之间混用	(343)
第二节	氨基甲酸酯类与吡啶类除草剂混用	(343)
第三节	硫代氨基甲酸酯类除草剂之间混用	(344)
第四节	硫代氨基甲酸酯类与苯氧羧酸类除草剂混用	(345)
第五节	硫代氨基甲酸酯类与其它除草剂混用	(346)
第九章	苯氧羧酸类、苯甲酸类与其它除草剂混用	(347)
第一节	苯氧羧酸类与苯甲酸类除草剂混用	(347)
第二节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与芳氧基苯氧基丙酸类除草剂混用	(348)
第三节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与联吡啶类除草剂混用	(354)
第四节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与有机磷类除草剂混用	(357)
第五节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与咪唑啉酮类除草剂混用	(362)
第六节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与吡啶类除草剂混用	(366)
第七节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与腈类除草剂混用	(369)
第八节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与其它除草剂混用	(372)
第十章	芳氧基苯氧基丙酸类与其它除草剂混用	(379)
第一节	芳氧基苯氧基丙酸类除草剂之间混用	(379)
第二节	芳氧基苯氧基丙酸类与咪唑啉酮类除草剂混用	(380)
第三节	芳氧基苯氧基丙酸类与吡啶类除草剂混用	(382)
第四节	芳氧基苯氧基丙酸类与其它除草剂混用	(385)
第十一章	其它除草剂间混用	(394)
第一节	联吡啶类与其它除草剂混用	(394)
第二节	二硝基苯胺类与其它除草剂混用	(398)
第三节	有机磷类与其它除草剂混用	(401)
第四节	咪唑啉酮类与其它除草剂混用	(404)
第五节	三氮苯酮类与其它除草剂混用	(409)
第六节	吡啶类与其它除草剂混用	(410)
第七节	环己烯酮类与其它除草剂混用	(411)
第八节	其它除草剂混用	(418)

第三篇 农田杂草防治策略与除草剂混用技术

第十二章	麦田杂草防治策略与除草剂混用技术	(419)
第一节	麦田杂草的种类与发生特点	(419)
第二节	麦田杂草的防治策略与除草剂混用技术	(421)
第十三章	稻田杂草防治策略与除草剂混用技术	(428)
第一节	稻田杂草的种类与发生特点	(428)

第二节	稻田杂草的防治策略与除草剂混用技术	(430)
第十四章	玉米田杂草防治策略与除草剂混用技术	(437)
第一节	玉米田杂草的种类与发生特点	(437)
第二节	玉米田杂草的防治策略与除草剂混用技术	(438)
第十五章	大豆田杂草防治策略与除草剂混用技术	(444)
第一节	大豆田杂草的种类与发生特点	(444)
第二节	大豆田杂草的防治策略与除草剂混用技术	(445)
第十六章	花生田杂草防治策略与除草剂混用技术	(447)
第一节	花生田杂草的种类与发生特点	(447)
第二节	花生田杂草的防治策略与除草剂混用技术	(448)
第十七章	棉田杂草防治策略与除草剂混用技术	(451)
第一节	棉田杂草的种类与发生特点	(451)
第二节	棉田杂草的防治策略与除草剂混用技术	(451)
第十八章	其它作物田杂草防治策略与除草剂混用技术	(453)
第一节	芝麻田杂草防治及除草剂混用技术	(453)
第二节	烟田杂草防治及除草剂混用技术	(454)
第三节	甘薯田杂草防治及除草剂混用技术	(456)
第四节	油菜田杂草防治及除草剂混用技术	(457)
第十九章	北方菜田杂草防治策略与除草剂混用技术	(459)
第一节	蔬菜田杂草及其发生危害特点	(459)
第二节	瓜类作物田杂草防治及除草剂混用技术	(459)
第三节	茄科蔬菜田杂草防治及除草剂混用技术	(462)
第四节	豆科蔬菜田杂草防治及除草剂混用技术	(463)
第五节	伞形科蔬菜田杂草防治及除草剂混用技术	(464)
第六节	十字花科蔬菜田杂草防治及除草剂混用技术	(464)
第七节	大蒜田杂草防治及除草剂混用技术	(466)
第二十章	北方果园杂草防治策略与除草剂混用技术	(468)
第一节	果园杂草及其发生危害特点	(468)
第二节	果树苗圃杂草化学防除策略	(469)
第三节	成株果园杂草化学防除策略	(470)

第一篇 除草剂混用的基础知识

第一章 除草剂混用的意义及应用方法

第一节 除草剂混用的意义和发展状况

一、除草剂混用的概念

将两种或两种以上的除草剂混配在一起应用的施药方式,叫除草剂混用。

除草剂的混用包括三种使用形式:(1)除草混剂(Herbicides mixture),是由两种或两种以上的有效成分、助剂、填料等按一定配比、经过一系列工艺加工而成的农药制剂,它是由农药生物学专家进行认真配比筛选、农药化工专家进行混合剂型研究,并由农药生产工厂经过精细加工、包装而成的一种商品农药,农民可以依照商品的标签直接应用;(2)现混现用,习惯上简称除草剂混用,是农民在施药现场,针对杂草的发生情况,依据一定的技术资料 and 施药经验,临时将两种除草剂混合在一起,并立即喷洒的施药方式,这种施药方式带有某些经验性,除草效果不够稳定;(3)桶混剂(Tank mix),是介于除草混剂和现混现用之间的一种施药方式,它是农药生产厂家加工与包装而成的一种容积相对较大、标签上注明由大量农药应用生物学家提供的最佳除草剂混用配方、农民在施药现场临时混合在一起喷洒的施药方式。在这三种除草剂混用方式中,除草混剂具有稳定的除草效果,但一般价格较贵、使用成本较高;除草剂现混现用可以减少生产环节,降低应用成本,但除草效果不稳定,且往往降低除草效果、作物发生药害;除草剂桶混具有除草混剂的应用效果,同时应用方便、施药灵活、成本低廉,是以后除草剂应用的发展方向。

二、除草剂混用的意义

除草剂混用是杂草综合治理中的重要措施之一,通过除草剂的混用可以扩大除草谱、提高除草效果、延长施药适期、降低药害、减少残留活性、延缓除草剂抗药性的发生与发展,是提高除草剂应用水平的一项重要措施。

(一)扩大杀草谱

各种除草剂的化学成分、结构及理化性质都是有区别的。因此,它们的杀草能力及范围也不一样,例如,苯氧羧酸类除草剂杀双子叶杂草效果突出,氨基甲酸酯类除草剂对单子叶杂草的毒力高;就是同类除草剂,其杀草能力及范围也不完全相同,这些除草剂间混用均可不同程度地扩大杀草谱,有关试验报道见表1-1和表1-2。一般说来,同类除草剂间混用也可以扩大除草谱,但杀草谱扩大范围较小;而不同类除草剂间混用往往可以明显扩大除草谱范围。

某些除草剂杀草谱较窄,但有独到之处,能根除用其它除草剂难以消灭的杂草。例如,杀草隆对莎草科杂草,尤其是多年生莎草科杂草防治效果优异,但对禾本科杂草活性不高,也不能防除阔

叶杂草,在各类杂草丛生的稻田里,只施用杀草隆显然是不能达到满意的除草效果;而杀草隆与除草醚或草枯醚混合施用,在稻田中既能防治各种一年生杂草,又能防治多年生莎草科杂草。

表 1-1 2,4-滴和 2 甲 4 氯丙酸及其混剂对不同杂草的敏感性

杂草名称	2,4-滴铵盐或酯 (1.1~2.2 千克/公顷)	2 甲 4 氯丙酸 (2.2~3.4 千克/公顷)	混用(0.75~1.7+ 1.5~3.4 千克/公顷)
皱菊	M	MR	M
海乳草	M	S	S
卷耳	MR	S	S
蛙灯心草	R	MR	M
天蓝	R	M	M
海滨车前	S	M	S
夏枯草	MR	M	M
鳞茎毛茛	M	MR	M
匍枝毛茛	S	MR	S
酸模叶蓼	M	R	M
小酸模	M	R	M
皱叶酸模	M	MR	M
平铺漆姑草	MR	S	S
繁缕	M	S	S

注:S表示敏感,一次施药全部杀死;M表示中等敏感,杀死一部分,施药两次才能全部防除;MR表示敏感性差,施药三次才能获得相当效果;R表示不敏感,没有防除效果。

表 1-2 乙草胺等酰胺类除草剂对高粱幼苗抑制效应的差异

处理	主根长(厘米)	侧根长(厘米)	胚轴长(厘米)	胚芽鞘长(厘米)
对照	8.83 a	21.3 a	3.7 a	1.8 a
甲草胺	10.20 a	2.3 c	2.2 b	0.9 b
异丙甲草胺	9.20 a	3.7 b	2.2 b	0.9 b
乙草胺	9.90 a	2.0 c	2.0 b	0.7 b

注:以上结果为播种后第 4 天的测定结果;表中字母表示的是差异显著性。

目前,农业生产中推广的除草混剂几乎都有扩大杀草谱的作用,而且有许多混剂品种能够防除某些作物田中的几乎所有主要杂草,对作物十分安全。

(二)提高除草效果

许多除草剂混用后具有明显的增效作用。这些具有增效作用的除草剂混用配方多数是由不同类型的除草剂组成的,也有一些同类型的除草剂混用产生增效作用,具体实例可见以后各章节中的介绍。利用除草剂混用的增效作用能提高除草效果,降低单位面积上的用药量,减少用药成本。

(三)延长施药适期

当两种或几种对杂草不同生育期有防治效果的除草剂混用时,有延长施药适期的作用。例如,杀草丹-西草净颗粒混剂,杀草丹在水稻插秧后 4~10 天,稗草 1.5 叶期以前施用才能获得良好的除草效果;西草净的施药适期是在插秧后 5~10 天;而杀草丹-西草净颗粒混剂的施药适期可以延长到插秧后 6~15 天,具体试验结果见表 1-3。

(四)降低对作物的药害

很多除草剂在作物和杂草之间选择性较差,用药时稍不注意就可能对作物产生药害,有的

表 1-3 杀草丹-西草净混剂的除草效果

除草剂	移栽后 施药天数	剂量 (千克/公顷)	残草重量(克)				
			牛毛草	稗草	异型莎草	阔叶杂草	总草
杀草丹	6	3	0.01	0.04	0.01	4.56	4.62
	15	3	0.08	17.50	0	4.04	21.62
杀草丹+西草净	6	2.1+0.45	0.01	0.05	0.01	0.02	0.09
	15	2.1+0.45	0.18	2.48	0	0.17	2.33
对照			17.55	75.48	0.49	17.02	111.54

除草剂通过与其它某种除草剂混用可以提高它们在作物和杂草之间的选择性,提高对作物的安全性。例如,噻草酮是豆田出苗前用的除草剂,它的水溶性较大,易于被豆苗吸收,土壤 pH 值较高、砂性较大时易于产生药害;而氟乐灵和噻草酮混用,在增加除草效果的同时,对大豆还表现出拮抗作用,保护大豆免受噻草酮的药害。丁草胺-甲氧除草醚混剂对稗草增效作用显著,对水稻没有增毒作用;与各成分单独施用相比,在增加除草效果的同时,提高了对水稻的安全性,消除了单用甲氧除草醚时水稻叶鞘变褐的现象。

(五)减少残留活性

一些除草剂在常用剂量下具有很长的残效期,会影响下茬作物的安全生长,这个问题可以通过除草剂混用来解决。例如,莠去津是用于玉米田的优良除草剂,对玉米安全,对大多数杂草均具有较好的除草效果;但是,它的残留活性较长,用 1~2 千克/公顷即会对下茬作物产生影响;而甲草胺、乙草胺、利谷隆等与莠去津混用,可以减少莠去津的用药量,显著减轻对下茬作物产生的药害。

(六)延缓除草剂抗药性的发生和发展

混合使用具有不同作用方式的除草剂被看作是避免、延缓和控制杂草产生抗药性的最基本的方法。使用一定配比的混用除草剂可以明显降低抗药性杂草的出现频率,降低选择压,从而达到降低除草剂抗性发生与发展的目的。

三、除草剂混用的发展状况

除草剂发展初期,人们就注意到了除草剂混用的作用。1955 年有人报道了杀草强能增加茅草枯对石茅的防除作用;到 1962 年,涉及到除草剂混用的专门文献就达 200 多篇,其中有些文章深入阐述了除草剂间混用的增效、相加和拮抗作用。以后,随着除草剂生产和应用的进一步发展,除草剂之间的混用和除草混剂也发展起来。据报道,1974 年美国市场销售的除草剂有 92 种,其中混剂及桶混剂有 32 种,约占除草剂品种数的 1/3;1978 年销售的除草剂品种为 141 种,其中混剂 31 种,桶混剂 34 种,二者合计约占除草剂品种数的 46%。1976 年,日本水田用除草剂的总面积为 580 万公顷,其中用除草混剂的面积为 241 万公顷,占用除草剂总面积的 41.6%;这一年共用 46 种除草剂,其中 24 种是混剂,而且其中的茎叶兼土壤处理剂几乎全部是混剂。近些年来,除草剂混用发展较快。

我国在除草剂的混用研究方面也较为重视,被广泛认做是除草剂合理使用的重要措施之一,在国家“七五”、“八五”期间均开展了大量的研究工作,研究开发出了一系列除草混剂,取得了较大的进展。据报道,1995 年以前,我国除草剂有 46 种,到 2003 年除草混剂达 1036 多种。近几年来,我国除草剂应用面积迅速扩大,除草剂混剂品种和生产数量发展很快。据统计,截至

到 2005 年底,我国共登记生产各种除草单剂 120 多种,除草混剂 4000 多种,除草混剂生产厂家 600 多家,除草混剂在生产中得以广泛的应用。

第二节 除草剂混用后的相互作用

一、除草剂混用后的联合作用方式

两种或多种除草剂混用,对杂草的防治效果可以增加或降低,混用后的联合作用方式主要表现为以下三个方面。

(1)相加作用 两种或几种除草剂混用后的药效表现为各药剂单用效果之和。一般化学结构类似、作用机制相同的除草剂混用时,多表现为相加作用。生产中这类除草剂的混用,主要考虑各品种间的速效性、残留活性、杀草谱、选择性及价格等方面的差异,将这些品种混用可以取长补短、增加效益。

(2)增效作用 两种或几种除草剂混用后的药效大于各药剂单用效果之和。一般化学结构不同、作用机制不同的除草剂混用时,表现为增效作用的可能性大。生产中这类除草剂的混用,可以提高除草效果,降低除草剂用量。

(3)拮抗作用 两种或几种除草剂混用后的药效低于各药剂单用效果之和。生产中这类除草剂的混用,对杂草的防治效果下降,有时还会伴有药害的加重,生产中注意避免应用。

二、除草剂混用后相互作用机制

不同除草剂品种间混用后,相互间可能会产生一系列生理生化作用,举例介绍见表 1-4。

表 1-4 除草剂的联合作用

类群序号	除草剂(I)	除草剂(II)	作用机制
1	噻草酮、莠去津扑草净、利谷隆	氟乐灵、二甲戊乐灵、安磺灵、萘氧丙草胺、甲草胺	(-)除草剂 II 能降低杂草对除草剂 I 的吸收;同时降低吸收和传导
2	甜菜安、莠去津、2,4-滴、敌草快	乙炔草磺、燕麦畏	(+)除草剂 II 能减少除草剂 I 在叶表面蜡质层中的残留,增加除草剂 I 在植物叶片上的吸收和传导
3	禾草灵、除草佳、麦草伏	2,4-滴、2 甲 4 氯、麦草畏、溴苯腈	(-)除草剂 II 能增加除草剂 I 的自由酸扼合作用
4	苄嘧黄隆	杀草丹、哌草丹	(-)两类药剂混用时,可以增加除草剂 I 的降解
5	莠去津	灭草环	(+)除草剂 II 可以抑制除草剂 I 的降解
6	莠去津	甲草胺	(+)机制不详
	氟乐灵	甲草胺	(+)机制不详
	草甘膦	西玛津、莠去津	(-)在除草剂 II 的溶液中,除草剂 I 常被物理性结合
	草甘膦	2,4-滴、麦草畏	(+)增加除草剂 I 的吸收和传导
	碘苯腈	2 甲 4 氯丙酸	(+)机制不详
	伏草胺	苯达松	(+)机制不详
	乙炔草磺	苯噻草酮	(-)机制不详
	环草定	苯噻草酮	(+)机制不详
	环草定	杀草敏	(+)机制不详
	燕麦灵	麦草伏	(+)增加吸收
	燕麦灵	2,4-滴	(-)抑制 DNA 生物合成
	苯达松、草甘膦	赤霉素	(+)增加植物的敏感性

注: + 表示增效, - 表示拮抗;作用机制表示 II 类除草剂对 I 类除草剂的影响。

第三节 除草剂混用的基本方法

一、除草剂间混用品种的选择

除草剂混用具有很多优越性,它是合理应用除草剂、提高除草剂应用水平的最有效手段。

两种除草剂能否混用,最好做一次兼容性试验。试用时以水为载体,将要混合的除草剂依次加入,顺序应为水剂、可湿性粉剂、悬浮剂、乳剂,每加入一种药剂要充分搅拌,静置 30 分钟,如乳化、分散、悬浮性能良好即可混用。

除草剂间混用品种的选择应考虑以下几个方面的因素:

(1)两个或两个以上除草剂间混用时,除草剂相互之间应具有增效作用或相加作用;同时,还必须物理、化学性能兼容,混用后不能出现沉淀、分层、凝结现象。

(2)两个或两个以上除草剂间混用时,除草剂相互之间不能产生拮抗作用,混用后对作物的药害不应增加。

(3)混用的除草剂品种最好为不同类除草剂,或具有不同的作用机制,以最大限度地提高除草效果、最大限度地延缓抗药性的发生与发展。

(4)混用的除草剂品种间除草谱应有所不同、或对杂草的生育阶段敏感性不同。

(5)混用的除草剂品种间应尽可能考虑速效性和缓效性相结合、持效期长和持效期短相结合、土壤中易于扩散和难于扩散的相结合、作用部位不同的除草剂品种相结合。

(6)混用除草剂的品种选择和用药量的确定,应根据田间杂草种类、发生程度、土壤质地、土壤有机质含量、作物种类、作物生育状况等因素综合确定。

除草剂混用后的除草效果,受各方面因素的影响,在大面积应用前,应按不同比例、不同用量先进行试验、示范,或在具体的技术指导下进行。

二、合理进行除草剂混用的方式

除草剂混用,应根据除草剂特性、杂草发生特点、作物的生育阶段,灵活选择除草剂混用的施药方式。各级科研、政府和技术推广部门应抓好除草剂的应用研究、技术推广工作,避免除草剂混用的盲目性;同时,还应避免除草混剂生产的过多、过滥,以致不必要地增加农民施药成本。

在生产中除草剂的混用应区别对待,以提高除草剂混用的安全、效果和效益。其应用方式主要分为以下 3 个方面:

1. 正视除草混剂的生产与应用 除草剂混剂是提高除草剂混用效果、保证除草剂的质量和作物安全性的最佳使用方式。除草混剂多是由技术人员经过大量研究工作而得到的最佳配比、最佳剂型,农民可以直接使用,它具有安全、高效、方便的特点。但是,除草混剂和其它农药混剂一样,大大提高了施药成本;除草混剂的特点相对固定,一般仅适用于个别地区、或作物的某一生育阶段,从而不同程度地限制了除草剂的有效、灵活应用。目前,大多混剂生产厂家生产条件简陋、质量控制设施不健全,不少厂家为了追逐高额利润而盲目生产,致使除草混剂出现了较多问题,政府管理部门应予以科学的管理。一般说来,一些用量较少、除草谱较窄、安全性较差、农民应用中难于掌握的除草剂品种可以考虑生产加工为混剂;对于一些应用安全、施药要求简单、除草谱较广的除草剂不宜随意生产成混剂,这样会无意义地加大农民生产成本。

2. 抓好除草剂的现混现用 除草剂现混现用具有成本低、使用灵活的特点,农民可以根据作物栽培生长情况、杂草的发生状况,采用适宜的除草剂种类和配比,以达到高效、经济、安全的要求。但现混现用要求农民有较高的文化素质和施药技术,配比不当常常难以达到理想的除草效果、降低对作物的安全性。随着农民对除草剂的认识不断增加,我国技术推广部门的除草剂知识广泛宣传,现混现用的除草剂会逐步增多。

3. 提倡除草剂的桶混 除草剂桶混兼有以上两种除草剂混用方式的优点,同时也较好地克服了它们的缺点,应得到广泛的推广普及。要做到这些并不难,它一方面要求生产厂家生产容积相对较大的包装,商品标签或产品说明书介绍产品的理化性能、除草特点,并全面而详细地介绍该除草剂在不同条件下与其它除草剂的混用方法;另一方面,要求基层除草剂销售、技术服务部门、乡村农技站针对本地的农作物栽培情况和杂草发生规律,有目标地引进除草剂,并指导农民对除草剂进行合理的混用。

第二章 除草剂的作用机制及其主要类型

第一节 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充分把握的基础上,才能做到除草剂的合理应用,它是除草剂混用的理论基础。

一、抑制光合作用

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,通过对光合作用的抑制,使其无法完成正常的能量代谢,从而饥饿致死。通过体外试验研究,除草剂主要通过以下 5 个途径抑制杂草的光合作用:(1)电子传递抑制剂;(2)能量传递抑制剂;(3)电子受体抑制剂;(4)解偶联剂;(5)解偶联抑制剂。

1. 抑制电子传递 主要转移或钝化一个或多个电子传递载体。其作用部位在质体醌还原之前的光合系统Ⅱ与光合系统Ⅰ之间,即 Q_A 和 PQ 之间的电子传递体 B 蛋白,它是由 32~34 千道尔顿多肽组成。除草剂与 B 蛋白结合后改变了蛋白质的氨基酸结构,抑制了电子从束缚性质体醌 Q_A 向第 2 个质体醌 Q_B 传递,从而影响光电子传递,改变 Q/B 复合物的氧化还原特性。属于此类作用机制的除草剂有脲类、均三氮苯类、吡嗪酮类、三氮苯酮类和嘧啶类等。

2. 逆转电子传递 此类除草剂主要作用于光合系统Ⅰ,联吡啶类是典型代表,它们具有 300~500 毫伏的氧化还原电势,能够拦截 $X-Fd$ 的电子,使电子流脱离电子传递链,从而阻止铁氧化还原蛋白的还原及其后的反应。

二、抑制呼吸作用

呼吸作用是能量释放过程。它是对底物的生物氧化作用,即从底物的糖酵解开始,分解为三碳丙酮酸,进而通过一系列氧化阶段(三羧酸循环)释放出 CO_2 与电子以及与氧结合形成水的 H^+ ,电子则沿着还原电位化合物至高还原电位的电子传递系统进行传递等。除草剂对杂草呼吸作用的影响主要表现在以下几个方面。

1. 破坏偶联反应 在呼吸作用的过程中,把氧化作用与氧化磷酸化作用这两个相互联系且又同时进行的不同过程称之为偶联反应,并把破坏偶联反应的物质称之为解偶联剂。五氯酚钠、地乐酚、溴苯腈、碘苯腈等是解偶联剂的代表。

2. 抑制能量传递 抑制磷酸化电子传递,与能量-偶联链中的中间产物结合,从而抑制 ATP 合成中的磷酸化作用。这类除草剂如磺草灵、燕麦灵、氯苯胺灵等。

3. 抑制电子传递 抑制电子传递链上的电子流,与电子载体结合,阻止氧化还原偶联形成,表现为对呼吸阶段 3 和偶联磷酸化反应的抑制。二硝基苯胺类、二苯醚类等除草剂具有此种作用。此外,敌稗、氯苯胺灵等,在较低的浓度下抑制呼吸阶段 3,但也促进呼吸阶段 4,因此,它们不是纯粹的电子传递抑制剂,而是抑制性解偶联剂。

4. 破坏偶联反应与抑制电子传递 在低浓度下是解偶联剂,高浓度时是典型的电子传递抑制剂,它促进呼吸阶段 4 和抑制呼吸阶段 3。乙酰替苯胺、氨基甲酸酯类等除草剂属于此类。

三、抑制核酸与蛋白质合成

1. 抑制氨基酸合成 氨基酸用于合成蛋白质及其它含氮有机物如叶绿素、维生素、激素及生物碱等。对氨基酸合成的抑制,将造成蛋白质及其它含氮物质的合成受阻。抑制氨基酸合成的除草剂,如广谱性除草剂草甘膦抑制芳氨酸、特别是莽草酸的合成;草丁磷与双丙氨磷则抑制谷氨酰胺的生物合成;超高效除草剂磺酰脲类、咪唑啉酮类抑制支链氨基酸——缬氨酸、异亮氨酸与亮氨酸的合成。

2. 干扰核酸与蛋白质合成 一些除草剂通过对 DNA 与 RNA 酶活性的抑制,从而干扰 DNA 与蛋白质的合成,影响植物体内的正常生理代谢。野燕枯是直接影响 DNA 合成的典型除草剂;毒草胺抑制氨基酸的活化,从而抑制包括酶复合物在内的蛋白质化合物的形成;茵达灭(EPTC)主要抑制 18SrRNA 的合成;2,4-滴促进 RNA 酶活性与线粒体 RNA 形成,造成核酸与蛋白质的过量产生,使组织快速生长而导致生长紊乱。

四、抑制脂类的生物合成和膜的完整性

植物体内脂类是膜的完整性与机能以及一些酶活性所必需的物质,其中包括线粒体、质体与胞质脂类,每种脂类都是通过不同途径进行合成。通过大量的研究,目前已知影响酯类合成的除草剂有五类:(1)硫代氨基甲酸酯类;(2)氯乙酰胺类;(3)吡嗪酮类;(4)环己烯酮类;(5)芳氧基苯氧基丙酸类。其中芳氧基苯氧基丙酸类、环己烯二酮类除草剂则是通过对乙酰辅酶 A 羧化酶、抑制脂肪酸合成而导致脂类合成受抑制的。

膜在细胞机能中起着重要作用,它能防止溶质、代谢产物与酶从细胞质向外渗漏。百草枯、二硝基苯胺类、脲类除草剂影响膜的透性,促进氨基酸与电解质的渗漏;二苯醚类除草剂可使杂草叶片表皮及下表皮细胞内外的渗透压发生改变,造成细胞萎蔫,受害植物产生坏死褐斑;杂草焚在光活化后,可与细胞膜上磷脂的某些成分发生反应,破坏膜的选择透性,最终导致细胞死亡;联吡啶类除草剂是典型的破坏生物膜的除草剂,如百草枯能迅速破坏植物细胞内的各种膜结构,导致细胞解体、细胞内含物渗漏、膨压丧失;氯代乙酰胺类的异丙甲草胺等、芳氧基苯氧基丙酸类的禾草灵等除草剂也能破坏细胞的各种膜结构,造成各种超微结构受损、细胞内含物丧失,造成细胞的正常生理功能紊乱。

五、抑制植物体内酶的活性

植物体内一系列生理生化反应均受各种酶的诱导与控制,一旦某种酶的活性受阻,将导致其所催化的生化反应停止,造成与此相连的许多生理和生化过程异常,代谢作用紊乱。

1. 抑制 ATP 合成酶 质体 ATP 合成酶催化 ATP 形成的末期阶段,即无机磷酸盐与 ADP 结合,此种酶的抑制剂系能量传递抑制剂,如二苯胺类。

2. 抑制氨基酸合成酶 不同除草剂对植物体内氨基酸合成酶的抑制存在着差异,具体情况见表 2-1。

3. 抑制脂肪酸合成酶 抑制脂类合成的除草剂往往是通过抑制酶活性的抑制而发挥作用,具体情况见表 2-2。