

除草剂混用原理 与应用技术

张玉聚 陈国参 主编



中国农业科技出版社

《除草剂混用原理与应用技术》编委会

主 编 张玉聚 陈国参

副 主 编 孙化田 孙要兴 吕同航 岳天佑 常中先
徐文洪 党润生 程水明 尤清亮 武予清
鲁传涛 宋玉立 曾 凯 刘嗣伟 张宏亮
孙晨阳 艾国民 刘志强 王有科

编写人员 (按姓氏笔划排列)

王有科	方 平	尤清亮	艾国民	刘玉霞
刘志强	刘京宝	刘清岭	刘嗣伟	孙化田
孙要兴	孙晨阳	李菊梅	朱 琳	吕同航
宋玉立	杨红建	陈国参	岳天佑	郑智龙
武予清	张玉聚	张宏亮	张学斌	张军成
张慎璞	胡登魁	高长看	高赞科	徐文洪
徐淑霞	姬生栋	常中先	鲁传涛	程水明
曾 凯	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。据有关报道,全世界 15 亿公顷耕地,每年因杂草危害就造成 76.3 亿美元的损失,占病虫害鼠害所造成损失的 1/3。据中国农田杂草考查组(1989 年)调查报道,我国稻、麦、棉、豆、玉米、花生等作物田因杂草危害损失率分别达 13.4%、15.0%、14.8%、19.0%、10.0%、9.1%,而且呈现每年危害加重的趋势;其中,黄淮流域主要农作物稻、麦、玉米、大豆、棉花、花生、菜园、果园的草害面积分别达 91%、82%、88%、68%、75%、94%、90%、92%,其中中等以上危害面积分别达 72%、65%、55%、46%、50%、80%、64%、84%。

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。目前化学除草剂已成为一类主要化学农药,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,“六五”期间引进、应用国外品种,“七五”、“八五”期间国内已开发生产多种除草剂,进入“九五”以来,我国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,其中国内生产 60 多种,各种除草剂制剂达 200 多种。除草剂的生产能力从无到有,1991 年产量达 1.6 万吨(有效成分),1997 年产量达 3.5 万吨(有效成分),应用除草剂面积达 6.2 亿亩次;对小麦、玉米、水稻、大豆等主要农作物都研制开发了一次性除草剂,并且对杂草种群、危害和除草剂长年应用后的杂草演替规律、杂草的化学防除策略进行了深入的研究,建立了主要农作物化学除草技术体系。

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出现了大量恶性杂草,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,并查阅了大量国内外文献编著了《除草剂混用原理与应用技术》。本书中参考的文献包括 CAB 1980~1998、AGRIS 1985~1998、中国科技期刊 1989~1998 年的所有文献资料,同时,还对 Weed Science、Weed Technology、Weed Research 3 种重要的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查阅。本书基本概括了 1980 年以来的国内外除草剂混用研究资料。

本书概括地介绍了除草剂混用的意义、应用方式和发展方向;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;深入详细地介绍了各类除草剂混用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;对主要作物田除草剂混用技术及其各生育时期除草剂混用和轮用方法、农田长期施用除草剂的一系列技术性措施与策略进行了全面的分析和阐述。同时,本书对每一部分内容都提供了详细的参考文献。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。

在本书的编写过程中，得到了东北农业大学苏少泉教授、河南省农科院植保所宋凤仙研究员、河南省农药检定所毛景英高级农艺师的热情帮助，提供了大量技术资料；同时，还得到了南开大学元素所、沈阳化工研究院、河南省农科院、河南省科学院、河南省农业厅、河南农业大学等老师和同仁的大力帮助，在此一并致谢。

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 者

1999年5月1日于郑州

目 录

第一篇 除草剂混用的基础知识

第一章 农田杂草化学防治概述	(3)
第一节 农田杂草的种类、分布与危害	(3)
第二节 除草剂应用与发展概况	(6)
第二章 除草剂混用的意义及应用方法	(9)
第一节 除草剂混用的意义和发展状况	(9)
第二节 除草剂混用后的相互作用	(12)
第三节 除草剂混用的基本方法	(13)

第二篇 除草剂混用的原理与技术

第三章 除草剂的作用机制及其主要类型	(19)
第一节 除草剂的作用机制	(19)
第二节 酰胺类除草剂	(24)
第三节 三氮苯类除草剂	(28)
第四节 磺酰脲类除草剂	(33)
第五节 二苯醚类除草剂	(37)
第六节 脲类除草剂	(40)
第七节 氨基甲酸酯类除草剂	(43)
第八节 硫代氨基甲酸酯类除草剂	(45)
第九节 苯氧羧酸类除草剂	(47)
第十节 苯甲酸类除草剂	(50)
第十一节 芳氧基苯氧基丙酸类除草剂	(52)
第十二节 其它除草剂	(56)
第四章 酰胺类与其它除草剂的混用	(75)
第一节 酰胺类除草剂之间混用	(75)
第二节 酰胺类与三氮苯类除草剂混用	(77)
第三节 酰胺类与磺酰脲类除草剂混用	(87)
第四节 酰胺类与二苯醚类除草剂混用	(100)
第五节 酰胺类与脲类除草剂混用	(102)
第六节 酰胺类与硫代氨基甲酸酯类除草剂混用	(104)
第七节 酰胺类与苯氧羧酸类除草剂混用	(107)
第八节 酰胺类与芳氧基苯氧基丙酸类除草剂混用	(109)
第九节 酰胺类与联吡啶类除草剂混用	(110)
第十节 酰胺类与有机磷类除草剂混用	(111)

第十一节	酰胺类与咪唑啉酮类除草剂混用	(114)
第十二节	酰胺类与三氮苯酮类除草剂混用	(116)
第十三节	酰胺类与吡啶类除草剂混用	(118)
第十四节	酰胺类与环状亚胺类除草剂混用	(119)
第十五节	酰胺类与其它除草剂混用	(122)
第五章	三氮苯类与其它除草剂的混用	(134)
第一节	三氮苯类除草剂之间混用	(134)
第二节	三氮苯类与磺酰脲类除草剂混用	(136)
第三节	三氮苯类与二苯醚类除草剂混用	(137)
第四节	三氮苯类与脲类除草剂混用	(138)
第五节	三氮苯类与硫代氨基甲酸酯类除草剂混用	(141)
第六节	三氮苯类与苯氧羧酸类除草剂混用	(143)
第七节	三氮苯类与二硝基苯胺类除草剂混用	(145)
第八节	三氮苯类与有机磷类除草剂混用	(146)
第九节	三氮苯类与其它除草剂混用	(148)
第六章	磺酰脲类与其它除草剂的混用	(156)
第一节	磺酰脲类除草剂之间混用	(156)
第二节	磺酰脲类与二苯醚类除草剂混用	(159)
第三节	磺酰脲类与脲类除草剂混用	(161)
第四节	磺酰脲类与氨基甲酸酯类除草剂混用	(164)
第五节	磺酰脲类与硫代氨基甲酸酯类除草剂混用	(165)
第六节	磺酰脲类与苯氧羧酸、苯甲酸类除草剂混用	(167)
第七节	磺酰脲类与芳氧基苯氧基丙酸类除草剂混用	(170)
第八节	磺酰脲类与三氮苯酮类除草剂混用	(178)
第九节	磺酰脲类与环己烯酮类除草剂混用	(181)
第十节	磺酰脲类与环状亚胺类除草剂混用	(188)
第十一节	磺酰脲类与其它除草剂混用	(190)
第七章	二苯醚类与其它除草剂的混用	(198)
第一节	二苯醚类与芳氧基苯氧基丙酸类除草剂混用	(198)
第二节	二苯醚类与联吡啶类除草剂混用	(202)
第三节	二苯醚类与有机磷类除草剂混用	(204)
第四节	二苯醚类与咪唑啉酮类除草剂混用	(205)
第五节	二苯醚类与吡啶酮类除草剂混用	(206)
第六节	二苯醚类与环己烯酮类除草剂混用	(207)
第七节	二苯醚类与其它除草剂混用	(212)
第八章	脲类与其它除草剂的混用	(220)
第一节	脲类与氨基甲酸酯类除草剂混用	(220)
第二节	脲类与苯氧羧酸类除草剂混用	(221)
第三节	脲类与芳氧基苯氧基丙酸类除草剂混用	(223)

第四节	脲类与其它除草剂混用·····	(225)
第九章	氨基甲酸酯、硫代氨基甲酸酯类与其它除草剂的混用·····	(228)
第一节	氨基甲酸酯类除草剂之间混用·····	(228)
第二节	氨基甲酸酯类与吡啶类除草剂混用·····	(228)
第三节	硫代氨基甲酸酯类除草剂之间混用·····	(229)
第四节	硫代氨基甲酸酯类与苯氧羧酸类除草剂混用·····	(230)
第五节	硫代氨基甲酸酯类与环状亚胺类除草剂混用·····	(231)
第六节	硫代氨基甲酸酯类与其它除草剂混用·····	(232)
第十章	苯氧羧酸、苯甲酸类与其它除草剂的混用·····	(234)
第一节	苯氧羧酸类与苯甲酸类除草剂混用·····	(234)
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·····	(235)
第三节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与联吡啶类除草剂混用·····	(241)
第四节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与有机磷类除草剂混用·····	(244)
第五节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与咪唑啉酮类除草剂混用·····	(247)
第六节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与吡啶类除草剂混用·····	(251)
第七节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与腈类除草剂混用·····	(253)
第八节	苯氧羧酸类、苯甲酸类与其它除草剂混用·····	(255)
第十一章	芳氧基苯氧基丙酸类与其它除草剂的混用·····	(264)
第一节	芳氧基苯氧基丙酸类除草剂之间混用·····	(264)
第二节	芳氧基苯氧基丙酸类与咪唑啉酮类除草剂混用·····	(264)
第三节	芳氧基苯氧基丙酸类与吡啶类除草剂混用·····	(266)
第四节	芳氧基苯氧基丙酸类与其它除草剂混用·····	(269)
第十二章	其它除草剂间的混用·····	(275)
第一节	联吡啶类与其它除草剂混用·····	(275)
第二节	二硝基苯胺类与其它除草剂混用·····	(276)
第三节	有机磷类与其它除草剂混用·····	(278)
第四节	咪唑啉酮类与其它除草剂混用·····	(280)
第五节	三氮苯酮类与吡啶类除草剂混用·····	(282)
第六节	吡啶类与其它除草剂混用·····	(283)
第七节	环己烯酮类与其它除草剂混用·····	(284)
第八节	其它除草剂混用·····	(289)

第三篇 主要农作物杂草化学防治与除草剂混用技术

第十三章	麦田杂草化学防治与除草剂混用技术·····	(295)
第一节	麦田杂草的发生特点·····	(295)
第二节	麦田杂草化学防除策略·····	(297)
第三节	小麦播种期杂草防治及除草剂混用技术·····	(299)
第四节	小麦冬前期杂草防治及除草剂混用技术·····	(301)
第五节	小麦返青期杂草防治及除草剂混用技术·····	(305)

第十四章 水稻田杂草化学防治及除草剂混用技术	(308)
第一节 水稻田杂草发生特点.....	(308)
第二节 稻田杂草化学防治概述.....	(311)
第三节 水稻秧田杂草防治及除草剂混用技术.....	(314)
第四节 水稻移栽田杂草防治及除草剂混用技术.....	(316)
第十五章 玉米田杂草化学防治及除草剂混用技术	(324)
第一节 玉米田杂草的发生特点.....	(324)
第二节 玉米田杂草的化学防治.....	(326)
第十六章 大豆田杂草化学防治及除草剂混用技术	(332)
第一节 大豆田杂草的发生特点.....	(332)
第二节 大豆播种期杂草防治与除草剂混用技术.....	(333)
第三节 大豆生长期杂草防治及除草剂混用技术.....	(339)
第十七章 花生田杂草化学防治及除草剂混用技术	(343)
第一节 花生田杂草的发生特点.....	(343)
第二节 花生田杂草防治及除草剂混用技术.....	(344)
第十八章 棉田杂草化学防治及除草剂混用技术	(346)
第一节 棉田杂草的发生特点.....	(346)
第二节 棉花育苗田(苗床)杂草防治及除草剂混用技术.....	(347)
第三节 棉田杂草防治及除草剂混用技术.....	(350)
附录 1 国内主要除草剂品种及其生产厂家	(353)

第一篇

除草剂混用的基础知识

第一章 农田杂草化学防治概述

第一节 农田杂草的种类、分布与危害

一、农田杂草的种类

我国幅员辽阔,各地区的地貌、气候、土壤等自然条件差异很大,农作物种类繁多,耕作和栽培方式也不相同。由于农田生态环境的多样化,杂草作为农田生态系统的重要组成部分,种类繁多,危害严重。

据全国农田杂草考查组在全国 27 个省、市、自治区, 303 个县, 30 000 多块样点(田)调查,共发现杂草种类有 77 科、580 种,其中稻田杂草 129 种,占 22%;旱地杂草 427 种,占 74%;水旱田均有的杂草 24 种,占 4%。在这些杂草中,一年生杂草所占比例最大,共计 278 种,占 48%;其次是多年生杂草,计 243 种,占杂草总数的 42%;越年生杂草 59 种,占杂草总数的 10%。其中,菊科杂草种类最多,共计 77 种,占 13%;禾本科杂草 66 种,占 11%;莎草科杂草居第三位,共计 35 种,占 6%;以下依次为唇形科(28 种)、豆科(27 种)、蓼科(27 种)、十字花科(25 种)、藜科(18 种)、玄参科(18 种)、石竹科(14 种)、蔷薇科(13 种)、伞形科(12 种)^[1]。

根据对每种杂草在所调查的样田中出现频率的分析结果,全国范围分布的常见杂草有 120 种,地区性分布的常见杂草有 135 种,总计 55 科, 255 种。在这些杂草种类中,稻田杂草 62 种,占 24%;旱地杂草 177 种,占 70%;水旱田均有出现的杂草 15 种,占 6%。一年生杂草所占比例最大,共 149 种,占杂草总数的 59%;其次为多年生杂草 78 种,占 30%;越年生杂草 28 种,仅占 11%。禾本科杂草最多,共计 45 种,占杂草总数的 18%;菊科杂草种类居第二位,34 种,占 13%;莎草科杂草和蓼科杂草各为 17 种,分别占 7%,以下依次为唇形科(12 种)、藜科(10 种)、豆科和玄参科(各 9 种)、大戟科(7 种)、石竹科(6 种)、苋科(5 种)^[1]。

不同种类的杂草对作物的危害程度不同,从防除角度来看,其重要性也是不同的。通过大量调查,依据杂草危害程度和防治上的重要性,可以把全国的农田杂草种类分为四大类^[1]。

第一类为重要杂草,指全国或多数省市范围内普遍发生、对农作物危害严重的种类,共 17 种。其中水旱田均有的杂草 1 种,即旱稗(*Echinochloa crus-galli* L.);水田杂草 5 种,包括稗草(*Echinochloa oryzicola* V.)、异型莎草(*Cyperus difformis* L.)、鸭舌草(*Monochoria vaginalis* P.)、眼子菜(*Potamogeton distinctus* A.)和扁秆蔗草(*Scirpus planiculmis* F.);旱地杂草 11 种,包括野燕麦(*Avena fatua* L.)、看麦娘(*Alopecurus aequalis* S.)、马唐(*Digitaria sanguinalis* S.)、牛筋草(*Eleusine indica* G.)、绿狗尾草(*Setaria viridis*

B.)、香附子 (*Cyperus rotundus* L.)、藜 (*Chenopodium album* L.)、酸模叶蓼 (*Polygonum lapathifolium* L.)、反枝苋 (*Amaranthus retroflexus* L.)、牛繁缕 (*Malachium aquaticum* F.) 和白茅 (*Imperata cylindrica* D.)^[1]。

第二类为主要杂草，指分布范围较广、对农作物危害程度较为严重的杂草种类。该类杂草共计 31 种，其中水田杂草 9 种，包括萤蔺 (*Scirpus juncoides* R.)、牛毛草 (*Eleocharis yokoscensis* T.)、水莎草 (*Juncellus serotinus* C.)、碎米莎草 (*Cyperus iria* L.)、野慈姑 (*Sagittaria sagittifolia* L.)、矮慈姑 (*Sagittaria pygmaea* M.)、节节菜 (*Rotala indica* K.)、空心莲子草 (*Alternanthera philoxeroides* G.) 和四叶萍 (*Marsilea quadrifolia* L.)；旱地杂草 19 种，包括金狗尾草 (*Setaria glauca* B.)、双穗雀稗 (*Paspalum distichum* L.)、棒头草 (*Polypogon fugax* N.)、狗牙根 (*Cynodon dactylon* P.)、猪殃殃 (*Galium aparine* L.)、繁缕 (*Stellaria media* C.)、小藜 (*Chenopodium serotinum* L.)、凹头苋 (*Amaranthus ascendens* L.)、马齿苋 (*Portulaca oleracea* L.)、大巢菜 (*Vicia amoena* F.)、鸭跖草 (*Commelina communis* L.)、刺儿菜 (*Cephalanoplos segetum* K.)、大蓟 (*Cephalanoplos setosum* K.)、扁蓄 (*Polygonum aviculare* L.)、播娘蒿 (*Descurainia sophia* S.)、苣荬菜 (*Sonchus brachyotus* D.)、田旋花 (*Convolvulus arvensis* L.)、小旋花 (*Calystegia hederacea* W.)、荠菜 (*Capsella bursa-pastoris* M.) 和苕荬 (*Thlaspi arvense* L.)；水旱田兼有杂草 3 种，包括千金子 (*Leptochloa chinensis* N.)、细叶千金子 (*Leptochloa panicea* O.) 和芦苇 (*Phragmites communis* T.)。

第三类为地域性主要杂草，指在局部地区对农作物危害较严重的杂草种类，共计 24 种。

第四类为次要杂草，指一般不对农作物造成严重危害的常见杂草，共计 183 种。

二、农田杂草的分布

我国农田杂草危害严重，主要农作物稻、麦、玉米、大豆、棉花、蔬菜、花生、油菜、果树中等以上草害面积分别达 24 986、24 193、10 836、72 398、4 700、3 651、1 827、1 060、2 236 万亩；按调查资料计算，稻、麦、棉、豆、杂粮（主要是玉米）、花生等作物田因杂草危害损失率分别达 13.4%、15.0%、14.8%、19.0%、10.0%、9.0%，损失稻谷约 103 亿公斤、麦 40~50 亿公斤、杂粮 25 亿公斤、棉花 500 万担、大豆 5 亿公斤^[2]。

根据全国农田杂草考查组几十年的调查，依据气候特点的类似性、农业生产相对一致性以及农田杂草的共同性把我国农田杂草划分成 8 个草害区^[2]，它们分别是：

1. 珠江流域草害区

本区又划分为海南草害亚区和闽广草害亚区。海南草害亚区包括海南岛和广东、广西北纬 23° 以南的热带地区，主要农作物为水稻等；闽广草害亚区包括福建中部、广东和广西大部属亚热带地区，主要作物为双季稻等。

2. 长江流域草害区

本区包括江苏、上海、浙江、江西、安徽、湖南、湖北、四川大部以及河南信阳、陕西汉中等中北部亚热带地区，年平均气温在 14~18℃，年降雨量 1 000 毫米左右，主要农作物有稻、麦、油菜，一年 2~3 熟。由于四季分明，杂草种类繁多。本区主要杂草有稗草、看麦娘、马唐、千金子、牛繁缕、凹头苋、扁秆藨草、牛筋草、眼子菜、鸭舌草、异型莎草、马齿苋等，杂草危害率分别

达 42%、32.5%、25.2%、22.4%、20.6%、16.8%、16.6%、15.4%、10.1%、7.7%、6.8%、7.3%。该区主要农作物有稻、麦、玉米、大豆、棉花、蔬菜、花生、油菜、果、桑、茶园，草害面积分别达 72%、73%、82%、80%、83%、68%、82%、47%、98%，中等以上草害面积分别达 45.6%、62.0%、57.5%、38.0%、61.7%、42.9%、38.0%、22.3%、94.0%。

3. 黄淮海草害区

本区包括黄河、淮河、海河流域，有山东、河北、河南、山西南部、安徽北部、关中平原以及北京、天津等暖温带地区，年平均气温在 10~14℃，年降雨量 780 毫米。主要作物有小麦、棉花、大豆、玉米、花生，一年二熟或二年三熟，杂草以夏季杂草为主，也有部分冬季杂草。主要农作物稻、麦、玉米、大豆、棉花、油菜、花生、果树的草害面积分别达 91%、82%、88%、68%、75%、90%、94%、92%，中等以上草害占 71.5%、65.0%、55.0%、46.0%、50.4%、64.0%、80.0%、84.0%。本区主要杂草有稗草、马唐、扁秆藨草、牛筋草、马齿苋、鸭舌草、播娘蒿、田旋花、反枝苋、凹头苋、眼子菜，危害率分别达 66.4%、44.4%、43.0%、24.6%、22.6%、16.0%、15.0%、11.9%、11.4%、11.4%、10.1%。

4. 松辽高原草害区

本区包括辽宁、吉林、黑龙江三省，属温带—寒温带地区，除北部寒温带地区年平均气温在 0℃ 以下，大部分地区年平均气温在 2~8℃。主要农作物有玉米、小麦、大豆、水稻等，一年一熟，均为春播，没有冬季作物和冬季杂草。该区主要杂草有马唐、稗草、眼子菜、卷茎蓼、野燕麦、马齿苋、本氏蓼、凹头苋、反枝苋、扁秆藨草。

5. 黄土高原草害区

本区包括山西中北部、陕北、内蒙古、宁夏南部，海拔 1 000 米以上，属温带地区，年平均气温在 8.2~9.4℃，年降雨量 400~500 毫米。主要农作物有麦、棉花。

6. 青藏高原草害区

本区包括青海、西藏以及四川西部海拔 2 000 米以上的农田，年平均气温在 5.6~7.1℃，近似温带气候。主要作物有青稞、油菜、蔬菜等。

7. 西北草害区

本区包括新疆、甘肃中西部、宁夏北部，海拔在 1 000~1 500 米之间，杂草种类较少。

8. 云贵草害区

本区包括云南、贵州及四川南部地区，杂草种类较多。

三、农田杂草的危害

杂草是农业生产的大敌，它是在长期适应当地的作物、栽培、耕作、气候、土壤等生态环境条件下生存下来的，从多方面侵害作物，严重影响农作物的产量和品质^[2]。

1. 杂草与农作物争夺水、肥、光能。杂草根系庞大，对水肥吸收能力极强，少量杂草的存在即会对作物的生长产生较大的影响。

2. 杂草侵占地上空间，影响作物的光合作用，干扰作物的正常生长。

3. 杂草是作物病、虫害的中间寄主。由于杂草的抗逆性强，而且不少是越年生或多年生的，其生育期较长，许多病菌及害虫常常以杂草为寄主越冬或越夏，待作物长出后，则逐

渐迁移到作物上进行危害。

4. 影响人畜健康, 有些杂草如毒麦种子如果大量混入小麦, 就会引起人畜中毒; 如误食了混有大量苍耳籽的大豆, 也会引起中毒。

第二节 除草剂应用与发展概况

21 世纪对除草剂的要求可以概括为“三高”: 高活性, 是建立在对有害生物靶标的高活性基础上, 具有低用量高选择性, 通过加工可以达到速效、高效; 高安全性, 对环境影响小, 在土壤和水中易降解, 对人畜低毒, 在生物体内低残留、无蓄积作用, 保持生态平衡; 高效率化, 具有成本低、物耗少^[6]。

一、国外除草剂发展概况

自从美国的 P.W. Zimmerman 和 A.E. Hitchcock 发现 2, 4-滴的除草活性以来, 科学家们发现 2, 4-滴及有关激素可能对农业生产起巨大的作用。1944 年, 有许多家化学公司对销售 2, 4-滴产生了兴趣, 1945 年美国化学涂料公司用“Weedone”作商品名销售了第一个选择性除草剂, 在此后的 20 年间, 2, 4-滴的销售从 417 吨上升到 2.41 万吨^[7,8]。

50、60 年代主要开发了苯酚、苯甲酸、苯氧羧酸、氨基甲酸酯、二硝基苯胺、脲、三氮苯类和酰胺类除草剂, 用量多在 2~5 公斤/公顷, 主要在芽前施用。敌稗等除草剂的开发, 使水田除草有了较大的发展^[7]。

进入 70 年代, 随着有机合成化学、生物化学、数量统计学和计算机的发展与各学科相互渗透, 再加上 QSAR 的建立与深入, 导致除草剂的飞速发展, 除草剂的年产量、销售值和使用面积逐步跃居农药之首^[9]。

进入 80 年代以来, 超高效除草剂磺酰脲类化合物的发现, 将除草剂品种的开发和应用又推向了一个新阶段, 成为农药研究和应用中最活跃的领域^[7,9]。

90 年代以来开发的 1, 2, 4, 5-四取代苯类原卟啉原氧化酶抑制剂类除草剂等既高效, 又安全, 一些用量高、毒性大的除草剂逐渐退出了市场^[7]。

目前, 世界除草剂年总产量折成有效成分约为 70~80 万吨, 约占化学农药总产量的 50% 左右; 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, 具体调查结果见表 1-2。这一比例在不同的国家差别非常大, 如美国的除草剂占农药总量的 65%, 日本则占农药总量的 40%^[6]。近几年来, 美国每年作物播种面积为 1.60 亿公顷, 化学除草面积为 1.44 亿公顷, 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%^[9]。

表 1-1 全世界农药市场变化趋势^[7,3]

项目	农药类别	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
	除草剂	20	35	41	44	44	45	46	47	48
所占份额 (%)	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

二、国内除草剂发展概况

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,揭开了我国除草剂工业的历史;以后生产品种不断涌现,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 20 个除草剂品种;1980 年以后,我国除草剂的生产有了迅速的发展,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。目前生产除草剂品种约 60 个,原药生产厂家 110 多个^[7]。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 1-3。

表 1-2 世界各地除草剂用量 (1995)^[6]

地区	占世界总量的百分比 (%)
北美	42.2
西欧	25.5
东欧	3.8
拉美	10.0
远东	16.6
其它	1.9

表 1-3 中国农药市场发展状况^[7,9]

农药类别	内容	1970	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
总 计	产量 (万吨)	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 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,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、2 甲 4 氯和二苯醚类的除草醚、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和变化,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^[4]。具体发展情况见表 1-4。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。在我国目前生产的除草剂中稻田用除草剂 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^[7,9]。

表 1-4 中国农田化学除草面积的发展情况^[4,5,7,10]

年度	1967	1974	1979	1983	1984	1985	1987	1990	1998
面积 (万公顷)	32.7	166.7	363.8	466.7	666.7	1 000	1 330	1 999	4 000

注: 我国目前耕地面积约 1 亿公顷。

近几年来, 我国除草剂的生产量占农药总产量的比率不断增大, 但与世界农药市场相比, 仍有很大差距, 一般来说, 工业化程度越高的国家, 除草剂用量越大。随着我国农业生产的发展, 预计我国化学除草剂的应用将会得到迅速的发展。可能主要体现在以下几个方面: 我国农药工业集团化势在必行, 随着集团化的发展、除草剂产量的上升、价格下降, 产品质量会得到较大的改善; 仿制越来越多的国外优秀除草剂为我国农业生产服务; 新除草剂的创制开发将日益受到各级科研部门、党和政府部门的重视, 除草剂的研究和生产投资扩大; 复配除草剂将得到大力的发展, 某些高效除草剂由于其安全性、价格、除草谱等诸多原因, 在生产应用中存在很多不便, 省工、省时、高效、广谱的复合型除草剂的使用, 不仅能克服除草剂单用的很多缺点, 还能弥补我国除草剂品种少的不足, 同时也能减少杂草抗药性的产生和延缓杂草群落的演替速度。

参 考 文 献

- 1 全国农田杂草考查组. 中国农田杂草的种类. 杂草学报, 1987, 1 (1): 37~38
- 2 全国农田杂草考查组. 中国农田杂草区划. 杂草学报, 1989, 3 (2): 1~9
- 3 张一宾. 农药译丛, 1998, 20 (5): 1~8
- 4 张泽溥. 发展化学除草重视综合治理. 见: 中国农科院植保所. 中国有害生物综合治理文集. 中国农业科技出版社, 1996
- 5 张朝贤, 钱益新, 胡祥恩. 农田化学除草与可持续发展农业. 农药, 1998, 37 (4): 8~12
- 6 李光照. 提高科技含量迈向新世纪的除草剂开发、研制与应用. 杂草科学, 1998, (1): 2~5
- 7 李 斌. 农药, 1998, 37 (10): 1~7
- 8 肖维. 美国除草剂的发展和杂草防除市场化. 农药译丛, 1993, 15 (1): 20~24
- 9 苏少泉等. 中国农田杂草化学防治. 中国农业出版社, 1996
- 10 涂鹤龄. 中国有害生物综合治理文集. 中国农业科技出版社, 1996

第二章 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 (Herbicides combination 或 Herbicides mixing)。

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和施药经验, 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 (Integrated weed managements systems, 简称 IWMS) 中的重要措施之一^[6], 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^[4,5,9,15,23,24,25,38,41,47]。

(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