

中国农田杂草 化学防治

苏少泉 宋顺祖 主编



中国农业出版社

中国农田杂草化学防治

苏少泉 宋顺祖 主编

中国农业出版社

内 容 简 介

本书系有关我国农田杂草及其化学防治的系统论著,介绍了我国作物田主要杂草种类及其生态与群落组成,阐述了各类除草剂的特性、除草剂的药害诊断、生物测定、安全剂的使用、除草剂毒性与污染、安全使用、喷药器械及各种作物的化学除草技术。

本书可作为植保技术人员的专业书籍,也是研究除草剂及杂草防治人员的重要参考书,农业高等院校及各级中等专业学校的教材。

中国农田杂草化学防治

苏少泉 宋顺祖 主编

* * *

责任编辑 胡志江

中国农业出版社出版(北京市朝阳区农展馆北路2号)

新华书店北京发行所发行 北京市密云县印刷厂印刷

787×1092mm16开本 36印张 720千字

1996年7月第1版 1996年7月北京第1次印刷

印数 1—5,500册 定价 49.50元

ISBN 7-109-04283-9/S·2650

前 言

杂草防治一直是农业生产中的重要问题,近年来,随着大量除草剂品种的引进与开发,杂草防治技术有很大发展,为此,迫切需要有关杂草及其化学防治方面的系统知识,以适应生产的需要;在这样的形势下,中国农业出版社组织编写了这本《中国农田杂草化学防治》,在编写过程中,力求全面阐述杂草及其防治的理论与实践,使其成为一部农业生产所需的系统论著及研究与教学方面的重要参考书。

本书编写分工如下:

苏少泉:第一章,我国农田杂草防治历史;杂草与作物的竞争;第二章、第六章、第七章、第九章;第四章,取代脲类至其它有机杂环类。

辛明远:第一章,我国农田杂草群落;第四章,苯氧羧酸类;第五章。

王险峰:第一章,杂草的生态与物理防治;第四章,苯甲酸类至酰胺类;第五章、第七章、第十章。

宋顺祖:第三章、第五章、第八章。

冯维卓:第一章,杂草检疫;第五章。

阎纯博:第一章,农田杂草的综合治理、杂草的生物防治;第三章、第五章。

马德慧:第四章,三氮苯类。

由于编者水平所限,敬请专家与读者批评指正。

编 者

.1995年4月

目 录

前言

第一章 杂草防治概述	(1)
一、我国农田杂草防治历史	(1)
(一) 我国传统农业的特点与杂草防治	(1)
(二) 我国古代的杂草防治	(1)
(三) 我国近代的杂草防治	(2)
(四) 我国目前杂草防治中的问题	(2)
二、我国农田杂草群落	(3)
(一) 农田杂草的群落形成、分布与特点	(3)
(二) 农田杂草的群落及其分布与种群密度	(4)
三、杂草与作物的竞争	(5)
(一) 竞争的概念	(5)
(二) 影响竞争的因素	(5)
(三) 竞争临界期与经济阈值	(7)
四、农田杂草的综合治理	(8)
(一) 杂草综合治理的概念	(8)
(二) 农田杂草综合治理的特点及意义	(8)
(三) 农田杂草综合治理措施	(10)
(四) 杂草综合治理中的防治指标	(14)
五、杂草检疫	(16)
(一) 杂草检疫的重要性	(16)
(二) 杂草检疫的生物学基础	(17)
(三) 杂草检疫的特点	(19)
(四) 检疫杂草的确定和我国的主要检疫杂草	(19)
六、杂草的生态与物理防治	(27)
(一) 杂草的生态防治	(27)
(二) 杂草的物理防治	(30)
七、杂草的生物防治	(31)
(一) 生物防治的概念	(31)
(二) 杂草生防的过去和现在	(31)
(三) 我国杂草生物防治的研究及实例	(34)
(四) 杂草生物防治的理论基础及途径	(36)
第二章 化学除草原理	(40)
一、化学除草的发展	(40)

二、杂草对除草剂的吸收与运转	(42)
(一) 杂草对除草剂的吸收	(42)
(二) 除草剂在杂草体内的运转	(44)
三、除草剂的生理与生物化学效应	(45)
(一) 抑制呼吸作用	(46)
(二) 抑制光合作用	(46)
(三) 抑制色素合成	(47)
(四) 抑制微管与组织发育	(48)
(五) 抑制脂类合成	(48)
(六) 抑制核酸与蛋白质合成	(49)
(七) 抑制植物体内酶的活性	(50)
(八) 干扰激素平衡	(51)
四、除草剂在植物体内的代谢与降解	(51)
(一) 除草剂在植物体内的代谢过程	(52)
(二) 除草剂的生物活化作用与对植物的毒性	(52)
(三) 除草剂在植物体内的代谢途径与解毒反应	(53)
(四) 除草剂在植物体内的代谢与选择性	(58)
五、除草剂在环境中的归趋	(59)
(一) 物理过程	(60)
(二) 化学过程	(61)
(三) 生物学过程	(64)
第三章 农田主要杂草	(71)
一、禾本科 (Gramineae)	(71)
稗(71) 野燕麦(72) 看麦娘(72) 日本看麦娘(73) 双穗雀稗(74) 雀麦(74) 硬草(75) 马唐(75) 毒麦(76) 稻李氏禾(76) 棒头草(77) 狗尾草(77) 两耳草(78) 千金子(78) 野黍(79) 画眉草(79) 牛筋草(80) 狗牙根(80) 东北甜茅(81) 白茅(81) 芦苇(81) 假高粱(82)	
二、莎草科 (Cyperaceae)	(82)
扁秆藨草(82) 日本藨草(83) 水葱(83) 萤蔺(84) 牛毛毡(84) 水莎草(84) 日照飘拂草(85) 碎米莎草(85) 异型莎草(85) 香附子(86) 荆三棱(87) 针蔺(87)	
三、泽泻科 (Alismataceae)	(88)
泽泻(88) 矮慈姑(88) 长瓣慈姑(89)	
四、雨久花科 (Pontederiaceae)	(89)
鸭舌草(89) 凤眼莲(90)	
五、香蒲科 (Typhaceae)	(90)
蒲草(90)	
六、眼子菜科 (Potamogetonaceae)	(91)
眼子菜(91)	
七、浮萍科 (Lemnaceae)	(92)

浮萍(92)	紫萍(92)	
八、鸭跖草科 (Commelinaceae)		(92)
鸭跖草(92)		
九、茜草科 (Rubiaceae)		(93)
猪殃殃(93)	麦仁珠(93)	
十、玄参科 (Scrophulariaceae)		(94)
通泉草(94)	陌上菜(94)	婆婆纳(95)
十一、列当科 (Orobanchaceae)		(95)
分枝列当(95)	向日葵列当(96)	
十二、茄科 (Solanaceae)		(96)
龙葵(96)		
十三、唇形科 (Labiatae)		(97)
水棘针(97)	香薷(97)	鼬瓣花(97)
十四、紫草科 (Boraginaceae)		(98)
麦家公(98)	附地菜(98)	
十五、旋花科 (Convolvulaceae)		(99)
田旋花(99)	打碗花(99)	菟丝子(100)
		欧洲菟丝子(100)
十六、千屈菜科 (Lythraceae)		(100)
水苋菜(100)	节节菜(101)	
十七、锦葵科 (Malvaceae)		(101)
苘麻(101)	野西瓜苗(101)	
十八、大戟科 (Euphorbiaceae)		(102)
铁苋菜(102)		
十九、石竹科 (Caryophyllaceae)		(102)
牛繁缕(102)	米瓦罐(103)	王不留行(103)
	繁缕(104)	薄蒴草(104)
二十、马齿苋科 (Portulacaceae)		(105)
马齿苋(105)		
二十一、桑科 (Moraceae)		(105)
莓草(105)		
二十二、木贼科 (Equisetaceae)		(106)
问荆(106)		
二十三、苋科 (Amaranthaceae)		(106)
空心莲子草(106)	反枝苋(107)	
二十四、豆科 (Leguminosae)		(107)
大巢菜(107)		
二十五、十字花科 (Cruciferae)		(108)
芥(108)	播娘蒿(108)	独行菜(109)
	遏蓝菜(109)	凤花菜(109)
二十六、藜科 (Chenopodiaceae)		(110)
藜(110)	猪毛菜(110)	地肤(111)
	灰绿藜(111)	中亚滨藜(111)
二十七、蓼科 (Polygonaceae)		(112)

篇蓄(112) 卷茎蓼(112) 酸模叶蓼(113) 本氏蓼(113) 红蓼(113) 水蓼(114)	
二十八、菊科 (Compositae)	(114)
豚草(114) 三裂叶豚草(115) 苍耳(115) 刺儿菜(115) 鬼针草(116) 狼把草	
(116) 稀荇(117) 苣荬菜(117) 苦苣菜(118) 鳢肠(118) 飞机草(119) 辣	
子草(119)	
二十九、百合科 (Liliaceae)	(119)
薤白(119)	
三十、薺科 (Marsileaceae)	(120)
薺(120)	
三十一、星接藻科 (Zygnemataceae)	(120)
水绵(120)	
第四章 除草剂类型及品种	(122)
一、苯氧羧酸类	(122)
二、苯甲酸类	(128)
三、芳氧苯氧丙酸类	(131)
四、二硝基苯胺类	(138)
五、三氮苯类	(144)
六、氨基甲酸酯与硫代氨基甲酸酯类	(150)
七、酰胺类	(157)
八、取代脲类	(163)
九、磺酰脲类	(170)
十、有机磷类	(178)
十一、咪唑啉酮类	(183)
十二、环己烯酮类	(188)
十三、二苯醚类	(192)
十四、联吡啶类	(197)
十五、腈类	(200)
十六、吡啶类	(202)
十七、环状亚胺类	(206)
十八、磺酰胺类	(209)
十九、嘧啶类	(214)
二十、其它有机杂环类	(217)
第五章 农田杂草化学防治	(223)
一、粮食作物	(223)
(一) 稻田杂草的化学防除	(223)
1. 水稻育苗秧田(226) 2. 水稻移栽本田(232) 3. 水稻半旱式移栽田(239) 4. 水	
稻直播田(239) 5. 陆稻田(243) 6. 其它稻田(244)	
(二) 麦田杂草的化学防除	(249)
(三) 玉米田杂草的化学防除	(269)

1. 春玉米田(269)	2. 夏玉米田(281)	3. 玉米与小麦套种田(283)	
(四) 高粱、谷子(粟)和糜子(黍)田杂草的化学防除			(284)
1. 高粱田(284)	2. 谷子(粟)田(286)	3. 糜子(黍)田(286)	
(五) 大豆田杂草的化学防除			(287)
1. 春大豆田(290)	2. 夏大豆田(308)		
(六) 薯类作物田杂草的化学防除			(310)
1. 马铃薯田(310)	2. 甘薯田(315)		
二、经济作物			(316)
(一) 油料作物田杂草的化学防除			(316)
1. 花生田(316)	2. 油菜田(320)	3. 芝麻田(325)	4. 向日葵田(327)
5. 蓖麻田(329)	6. 红花田(331)		
(二) 棉、麻作物田杂草的化学防除			(332)
1. 棉田(332)	2. 黄、红麻和苧麻、亚麻田(341)		
(三) 糖料作物田杂草的化学防除			(346)
1. 甘蔗田(346)	2. 甜菜田(349)	3. 甜叶菊田(352)	
(四) 烟草、啤酒花田杂草的化学防除			(353)
1. 烟草田(353)	2. 啤酒花田(355)		
(五) 香料作物田杂草的化学防除			(357)
1. 薄荷、留兰香田(357)	2. 茅香田(360)	3. 玫瑰园(360)	
(六) 瓜类作物田杂草的化学防除			(361)
三、蔬菜田			(364)
(一) 百合科菜田杂草的化学防除			(365)
1. 韭菜田(365)	2. 葱和元葱田(366)	3. 大蒜田(367)	4. 芦笋田(368)
(二) 葫芦科菜田杂草的化学防除			(368)
1. 黄瓜田(368)	2. 菜瓜、冬瓜、角瓜、南瓜、丝瓜、节瓜田(369)	3. 蛇瓜、苦瓜和葫芦田(369)	
(三) 茄科菜田杂草的化学防除			(369)
1. 辣椒直播田(369)	2. 茄子、辣椒、番茄露地移栽田(369)	3. 茄子、辣椒、番茄地膜覆盖移栽田(370)	
(四) 豆科菜田杂草的化学防除			(370)
1. 芸豆田(370)	2. 豇豆、扁豆田(371)	3. 豌豆田、蚕豆田(371)	4. 毛豆(大豆)田(371)
(五) 伞形科菜田杂草的化学防除			(371)
1. 胡萝卜田(371)	2. 芹菜田(372)	3. 香菜田(373)	4. 茴香田(373)
(六) 十字花科菜田杂草的化学防除			(373)
1. 直播田及苗床(373)	2. 移栽田(374)		
(七) 菊科菜田杂草的化学防除			(374)
1. 茼蒿田(374)	2. 莴笋田(374)	3. 莴苣田(374)	
(八) 藜科菜田杂草的化学防除			(374)
1. 当年种植菠菜田(375)	2. 越冬宿根菠菜田(375)		
(九) 水生菜田杂草的化学防除			(375)

1. 莲藕田(375)	2. 茭白田(376)	3. 慈姑、芋头(水植)田(376)	
(十) 菜田沟、埂杂草的化学防除			(376)
四、果园			(376)
(一) 北方果园杂草的化学防除			(376)
1. 定植果园(377)	2. 果树苗圃(383)		
(二) 南方果园杂草的化学防除			(384)
1. 柑桔园(385)	2. 香蕉园(387)	3. 菠萝园(387)	4. 荔枝、龙眼、枇杷、芒果、 洋桃、油梨等果园(388)
(三) 草莓由杂草的化学防除			(389)
五、茶、桑园			(390)
(一) 茶园杂草的化学防除			(390)
1. 茶树苗圃(391)	2. 定植茶园(392)		
(二) 桑园杂草的化学防除			(393)
1. 定植桑园(394)	2. 桑树苗圃(396)		
六、热带特种作物园			(396)
(一) 橡胶园杂草的化学防除			(396)
1. 苗圃(396)	2. 幼龄胶园(397)	3. 成龄胶园及树桩(398)	4. 橡胶园植前的化 学开荒(399)
(二) 油棕、椰子、腰果等木本油料作物园杂草的化学防除			(400)
1. 油棕、椰子、腰果苗圃(400)	2. 油棕定植园及淘汰树的化学防除(400)	3. 椰子 园(400)	4. 腰果园(401)
(三) 其他热带特种作物园杂草的化学防除			(401)
1. 油茶园(401)	2. 咖啡、可可园(402)	3. 木薯地(402)	4. 剑麻园(403)
5. 胡椒园(403)	6. 八角园(403)		
七、花卉圃和绿化园地			(404)
(一) 花卉杂草的化学防除			(404)
1. 木本花卉圃(404)	2. 草本、藤本花卉圃(405)		
(二) 绿化植物园地杂草的化学防除			(405)
1. 绿化树木园(405)	2. 草坪(410)		
八、草场、苇田及非耕地			(415)
(一) 草场杂草的化学防除			(415)
1. 禾本科牧草场地(416)	2. 豆科牧草场地(416)		
(二) 苇田杂草的化学防除			(417)
(三) 非耕地杂草的化学防除			(419)
1. 有植被非耕地(419)	2. 无植被非耕地(420)		
第六章 除草剂药害诊断、生物测定及安全剂的使用			(423)
一、除草剂的药害诊断			(423)
(一) 除草剂药害产生的原因			(423)
(二) 易与除草剂药害混淆的其他异常症状			(424)
(三) 除草剂药害症状的表现			(425)
(四) 除草剂对稻田稗草的作用症状			(427)

二、除草剂的生物测定	(428)
(一) 生物测定发展	(428)
(二) 生物测定的原理与程序	(428)
(三) 生物测定技术的应用	(433)
(四) 生物测定方法	(434)
三、除草剂田间试验的药效评价	(438)
(一) 田间试验的种类	(438)
(二) 田间试验的药效评价	(438)
四、除草剂安全剂的使用	(440)
(一) 除草剂安全剂的发展	(440)
(二) 除草剂安全剂的开发	(441)
(三) 主要安全剂品种与应用	(441)
(四) 影响安全剂效应的因素	(445)
(五) 安全剂的作用原理	(446)
(六) 安全剂的未来	(447)
第七章 除草剂毒性与污染	(450)
一、除草剂的毒性	(450)
(一) 急性毒性	(450)
(二) 慢性毒性与迟发性毒性	(452)
(三) 除草剂代谢产物的毒性	(453)
(四) 除草剂杂质的毒性	(454)
二、除草剂对环境的污染	(456)
(一) 空气污染	(456)
(二) 水污染	(457)
(三) 土壤污染	(458)
(四) 农产品污染	(462)
(五) 污染的预防与治理	(464)
第八章 除草剂的毒性与安全使用	(468)
一、除草剂的毒性	(468)
(一) 农药的急性毒性分级	(468)
(二) 除草剂的慢性毒性	(473)
二、除草剂的安全使用	(474)
(一) 安全运输、贮存、保管与销售	(474)
(二) 安全使用	(475)
(三) 安全使用技术指标	(477)
三、除草剂的急性中毒与救护	(480)
(一) 各类除草剂急性中毒的症状与危害	(480)
(二) 除草剂急性中毒的急救处理	(481)
(三) 各类除草剂急性中毒的治疗措施	(483)
第九章 杂草对除草剂的抗性及其利用	(485)
一、杂草抗性的发展	(485)

二、杂草对除草剂的抗性类型	(486)
(一) 三氮苯类	(486)
(二) 苯氧羧酸类	(487)
(三) 芳氧苯氧丙酸类	(488)
(四) 联吡啶类	(488)
(五) 二硝基苯胺类	(488)
(六) 氨基甲酸酯与硫代氨基甲酸酯类	(488)
(七) 脲类与尿嘧啶类	(489)
(八) 酰胺类	(489)
(九) 磺酰脲类、咪唑啉酮类与磺酰胺类	(489)
(十) 其它	(490)
三、杂草抗性形成的原因	(490)
(一) 杂草的遗传特性	(490)
(二) 除草剂的选择压力	(490)
四、杂草抗性机制	(491)
(一) 靶标的变化与修饰	(491)
(二) 膜的效应	(492)
(三) 代谢作用	(493)
五、杂草抗性的治理	(493)
六、杂草抗性的利用	(494)
(一) 选育抗性作物品种的优点与除草剂品种的选择	(494)
(二) 抗性作物品种的选育途径	(495)
(三) 生物工程技术在选育抗性作物品种中的应用	(496)
第十章 施药机械	(501)
一、大型喷雾机械的正确调整和使用	(501)
(一) 喷雾机	(501)
(二) 喷雾机的主要组成部分	(506)
(三) 喷雾机的安装与调整	(522)
(四) 田间操作	(527)
二、航空喷雾机械的正确调整和使用	(529)
(一) 飞机在农业生产中的应用	(529)
(二) 农用飞机的机型与性能	(530)
(三) 机场建设及作业区划	(533)
(四) 喷洒设备的安装和调整	(538)
三、小型喷雾器(机)及涂抹器的正确调整和使用	(550)
(一) 手动喷雾器的类型与调整使用	(550)
(二) 背负式机动弥雾喷粉机的类型与调整使用	(554)
(三) 担架式机动喷雾机的类型与调整使用	(557)
(四) 超低量喷雾器的类型与使用	(559)
(五) 涂抹器的类型与使用	(561)

第一章 杂草防治概述

一、我国农田杂草防治历史

(一) 我国传统农业的特点与杂草防治

我国是一个农业大国，农业在国民经济中占很大比重；我国传统农业的特点是：(1)基本上是以粮食生产为主体的种植业，畜牧业所占比重很小；(2)依靠精耕细作和轮作复种以取得较多产量。早在春秋战国时期，铁制农具的应用和牛耕的出现，便初步奠定了传统农业技术的基础，其后不断的积累经验，进行完善，但农业劳动生产率则长时间内未能显著提高。由于精耕细作与轮作复种，因而杂草危害并不严重，农田杂草往往通过中耕管理等措施进行防治。

(二) 我国古代的杂草防治

我国数千年的农业发展史也包括与杂草作斗争的历史，早在公元前 1066—771 年，就出现了薅、耘、耔等名词，《说文》记载：“薅，拔去田草也”，“耘，除苗间秽”。公元一世纪成书的《汜胜之书》对于“锄”和锄地作业已有明确记载，《释名》：“锄者，助也，去秽助苗长也”。公元十三四世纪，太湖地区首创耘耩使草泥溷溺，“虽以去草，实以固苗”，它“既胜耙锄，又代手足”，这说明除草工具已有所改进。西周时代《周礼·蓺氏》除草法即有“以水火变之”之说。元代开始使用稻田中耕的专门工具耘耩，明代，稻田中耕更为精细，一般二耘二耩，及至清代《知本提纲》进而提出“三耪、三荡、三掘”的要求，即耘耩者先以手指套铁耘爪，不问草之有无，必遍排攘，务令根旁洁净，名曰耪稻”；耘过后，即“用耘荡推荡禾垄间，使草泥平净”；以后“数日草芽复生，又用稻耨细掘一遍”，这样“三耪、三荡、三掘，田必精熟，稻自倍收”。

我国古代在与杂草作斗争的同时，化害为利，通过不同途径来利用农田杂草。早在西周时代，对杂草枝叶的肥田作用便有所认识，《诗·周颂·良耜》中有“荼蓼朽止，黍稷茂止”的诗句，即被薅除的杂草腐烂后可以肥田。到秦汉时期，则利用整地之机诱使杂草萌芽，进而翻压；魏晋时期，提出了“秋耕 耨青者为上”的土壤耕作原则，“耨青”即翻压杂草。此外，利用杂草作食用、药用与饲料亦很早受到重视，《诗经》记载，莫（酸模）、荠（荠菜）、苍耳、薇（野豌豆）、莠（萝蒿）、繁（白蒿）等的枝叶要作菜食用；明代则撰写出专论救荒植物的论著，如王磐的《野菜谱》、鲍山的《野菜博录》、姚可成的《救荒野谱》等。杂草作药用的历史更为悠久。《诗经》中已有利用荜苳（车前）、野艾作草药的事例，《四民月令》中有以芥子、冬葵子、葶苈子、蓖苰子、车前实、王不留行作为药用记载；早在公元前一世纪，艾便用于种子储藏以驱虫，这可以说是世界上植物性杀虫剂的最早例证。其它如以农田杂草为物候，确定农事操作，农田杂草用以改良土壤等亦多有记载。

总之，我国古代很早就对杂草的危害、防治与利用有比较深刻的认识，并采取了多种方法来防治杂草，但是，由于受社会条件的限制以及传统农业的束缚，农田杂草防治基本上以人工劳动为主，结合一些畜力耕作，因而效率较低，同时在几千年的农业历史中，杂草防治技术水平的提高也比较缓慢，特别是到了近代更显得不足，与发达国家存在一定差距。

（三）我国近代的杂草防治

20 世纪以来，我国农田杂草防治技术不断改善与提高，但并未脱离传统农业的范畴，基本上仍以人工结合畜力为主，耗费了大量劳动。40 年代，以农业比较发达的江苏南部地区为例，水稻本田一般中耕除草 2 次，中耕除草分为“荡、耘”两个作业环节，即第一天用“田荡”农具“荡稻”，其作用是用带铁齿的荡耙松田泥并将行间杂草耙起，第二天用手将田泥拨匀壅在稻根并把杂草压入泥中，称为“耘稻”，中耕除草亩用工约 2.5—3 个。棉田中耕除草用工 5—8 个，冬小麦用工 3—4 个。至于边缘省区，如黑龙江省、内蒙古自治区等，由于耕地面积大，耕作粗放，畜力除草占较大比重，杂草危害远比长江流域各省严重，草荒现象时有发生。

50 年代前期，随着我国农垦事业的迅速发展，在黑龙江、新疆、海南等省区及其它各地，大型农场迅速建立，60 年代初期，军垦农场也随之建立，农田耕作机械化水平迅速提高，机械化除草有了很大发展，不仅建立了适应于当时机械种类与生产条件的作物轮作与耕作制度，为杂草防治建立了基础，而且大麦、大豆、棉花等作物的机械除草广为采用，取得了较大的成效。

近十余年来，作为杂草防治基础的杂草生物学研究开始加强，如扁秆藨草、毒麦、香附子、苣荬菜、野燕麦等的生物学特性已有所阐明；生物除草进一步得到重视，特别是近年来福建、湖南等地大面积推广“稻、萍、鱼”立体种养模式，以鱼治虫、治草，萍、草养鱼，有效地减少病、虫、杂草对水稻的危害。

关于近代先进的化学除草，我国开始与应用较晚，不论是除草剂品种的开发与生产、除草剂的作用机制及使用技术等与先进国家都存在一定差距。从 60 年代我国开始大面积进行化学除草，70 年代后期开始批量进口除草剂，直至 80 年代规模性生产除草剂，化学除草得到迅速发展，除草剂品种不断增多，其生物活性急剧提高，应用作物种类与面积逐步扩大。

（四）我国目前杂草防治中的问题

1. 应当进一步加强与贯彻综合防治的方针，在一定的轮作与土壤耕作基础上，把各项防治措施综合在一起，以求得高效、低投入。

2. 加强杂草生物学研究，诸如种子休眠、萌发、群落组成与演替，与作物的相关性等，以便为防治创造基础；目前，这方面的研究还比较薄弱，应进一步加强。

3. 在重视化学除草的同时，应加强农业防治，目前存在着过分依赖化学除草的趋向，忽视了行之有效的机械除草措施，导致杂草防治成本提高，效益下降。

4. 针对田间杂草种类与群落组成，合理与安全地使用除草剂，避免过量使用与滥用，

尽力研究与提高并充分发挥除草剂的活性与选择性，以减少除草剂用量，降低化学除草成本。

5. 喷雾器械落后，远不适用于化学除草的要求，特别是在推广应用一些长残留性超高效除草剂品种如磺酰脲、咪唑啉酮以及磺酰胺类等品种时，由于喷雾器械不良，喷药不匀，极易造成药剂残留而伤害后茬敏感作物。

二、我国农田杂草群落

(一) 农田杂草的群落形成、分布与特点

我国地域辽阔，纵跨热带、亚热带、暖温带、温带、寒温带地区，各地气候、土壤及环境条件差异很大，种植的作物多种多样，在长期的生产和自然选择中形成了复杂的杂草群落。如亚热带冬麦田主要杂草为看麦娘、牛繁缕、猪殃殃、大巢菜；暖温带旱作冬麦区主要杂草有播娘蒿、田旋花、刺儿菜、蒺藜；温带及高寒春麦区主要杂草有野燕麦、大马蓼、卷茎蓼、藜等；云贵高原冬春麦混栽区的杂草兼有以上种类。

我国农田杂草可以从不同纬度看出它的分布与特点。以北纬 26° 的经相分布为例，在沿海平原或丘陵地，一般在海拔 500—1000 米以下，由于海拔低，又近海，受太平洋季风影响，气候温和，降雨多，杂草种类多，生长迅速；从福州至永安、郴州，贵州至云南禄劝县马鹿，反映了我国地势东部低，往西逐渐变高的特点，杂草种类和分布规律变化显著。福州由于受台湾海峡暖流的影响，属南部亚热带气候，有龙爪茅的分布。贵州属北部亚热带气候，稻麦两熟，眼子菜、看麦娘等杂草严重发生。云南马鹿高寒地带，只有马铃薯、燕麦作物，主要杂草有野燕麦、香薷、苦荞麦、欧洲千里光等寒带杂草。

在北纬 30° 即中部亚热带和北部亚热带交界地，杂草大部分属于亚热带—北亚热带杂草，如看麦娘、牛繁缕、苍耳、千金子、矮慈姑、雀舌草等，也有部分是暖温带杂草，如马唐、牛筋草、鸭舌草、异型莎草、香附子，其次是温带杂草如眼子菜、鳢肠、猪殃殃等；还有全国性杂草，如稗草、马唐、水莎草、牛毛草、四叶萍等。

在北纬 40°，从山海关、北京至大同、酒泉和库尔勒的自然条件下，由于气候条件的差异，杂草分布不同。山海关由于受北方冷空气的影响，气温略低，凹头苑、牛筋草、马齿苋等喜温湿的杂草的危害比北京轻。大同海拔高，气温低，主要杂草以耐寒、耐干旱的温带杂草如野燕麦、藜、苣荬菜、西伯利亚蓼、驴耳草等喜温湿的杂草为主。酒泉和库尔勒都是典型的大陆气候，年降雨量少，旱田杂草基本相同，库尔勒气温比酒泉高，有马唐、马齿苋分布和危害，水稻田有稗草、扁秆藨草、泽泻、轮藻等水生杂草危害。

从垂直分布来看，地处海拔 980—1000 米的云南省谋县江边乡与相邻的海拔 3000 米以上的禄劝县马鹿乡，由于海拔高度不同，农田杂草分布与危害有很大差别。低海拔处有热带杂草龙爪茅、两耳草、黄花稔、飞扬草的分布和危害；海拔在 1800—2000 米左右的中海拔地区，禄劝的屏山镇至团街，主要杂草有亚热带的千金子、看麦娘；海拔在 2400 米以上的撒营盘地区，主要杂草是野燕麦、猪殃殃、欧洲千里光、尼泊尔蓼；海拔在 2700—3000 米的马鹿乡主要杂草有香薷、尼泊尔蓼、苦荞麦、棒毛马唐等。

杂草群落的构成一般可分为三种类型：单种优势杂草群落，即以某种优势杂草为主与

其他杂草形成的群落，如野燕麦群落、看麦娘群落；双种优势杂草群落，即在一块田内存在两种优势杂草，再与其他杂草组成的群落，如野燕麦+卷茎蓼群落、大巢菜+猪殃殃群落；多种优势杂草群落，即一块田内有3种以上的优势杂草与其他杂草组成的群落，如野燕麦+薄蒴草+香薷群落。由于全国各地气候条件、种植制度差异很大，所以，不同地区、不同作物田间的杂草群落组成比较复杂，甚至同一地区、同一作物的不同田块杂草群落也存在差异。以小麦为例，大致可分为以下几种草害群落区：

春麦草害区：以东北、华北和西北为主。多数地区为一年一熟制，主要杂草分布有野燕麦、藜、卷茎蓼、猪殃殃、香薷、鼬瓣花、苋、稗、薄蒴草、苣荬菜、大刺儿菜、问荆、篇蓄等。其中野燕麦危害率达25.3%。杂草群落组成主要有野燕麦群落，野燕麦+香薷或卷茎蓼或薄蒴草或藜或苣荬菜群落，多年生杂草蒿类、苣荬菜、皱叶酸模等群落。主要杂草群落有10多种。

旱作冬麦草害区：主要在黄土高原、关中平原、华北平原和云贵高原地区。多为一年两熟或两年三熟，在玉米、大豆、高粱等旱田作物收获之后种冬小麦。主要杂草是野燕麦，危害率达15.6%；播娘蒿危害面积达3200万亩以上，危害率达16.1%。其他还有刺儿菜、猪殃殃、离子草、小巢菜、小藜、小旋花、篇蓄、田旋花等。杂草群落组成有野燕麦群落、播娘蒿群落、田旋花群落，以及这些杂草为主的其他杂草群落。

稻作冬麦草害区：主要在长江以南地区。一年二熟至三熟，水稻收获后种冬小麦。主要杂草有看麦娘，危害面积约5000万亩，占麦田面积的34%；牛繁缕危害面积约4000万亩，占麦田面积的27.4%；大巢菜、猪殃殃、小藜、棒头草、硬草、霍舌草、春蓼、婆婆纳、碎米荠等杂草发生危害也较重。杂草群落组成的特点是以看麦娘群落或看麦娘+牛繁缕群落为主，及其与其他双子叶或单子叶杂草组成的群落。

(二) 农田杂草的群落及其分布与种群密度

农田杂草群落及其分布与种群密度的变化是人类通过农业生产措施使环境因素发生改变的结果。耕作、轮作、栽培制度的改变，翻耕机械和收获机械的使用，多年生杂草再生器官切成有生命力的小段，杂草种子随着收割作业被分散到各处。混杂有草籽的作物种子频繁调运使杂草远地传播。由于劳力安排或自然条件影响，不能按期收获或应用联合收获机延迟收获时间，都有利于杂草种子的成熟和落入土壤。应用除草剂的地方被防除的杂草种类和数量减少，但抗性种类增加，同时也从中分离出一些抗性杂草新的类型，一些种群被压下去，另一些种群则出现，农田杂草的结构组成形成了新的组合。

农田杂草及其种群的演变结果：(1) 数量减少，优势种群减弱；(2) 杂草种类密度增加，个体生长势更强，整个田地会被某种或数种杂草布满，劣势种群变为优势种群；(3) 一个原来没有的某些杂草和种群的出现，杂草迁移到新的农田。

在杂草群落的演变中，人类的生产活动起着关键作用，我们可以通过防治措施来干扰和控制农田杂草群落的组成。

2,4-滴丁酯和2甲4氯是我国麦田除草普遍应用的两个除草剂品种，前者主要在东北、西北地区应用，后者用于南方各省。这类除草剂能防除麦田中的蓼、藜、播娘蒿、苋、遏蓝菜、芥菜、大巢菜、野芥菜等杂草，但对卷茎蓼、鼬瓣花、猪殃殃、薄蒴草等无效；对

一些多年生杂草如田旋花等仅有一定抑制作用。长期应用这类除草剂，使麦田杂草群落发生了明显变化，如在黑龙江省北部和南部地区麦田杂草卷茎蓼发生成灾，出现率分别为53%和70%；鼬瓣花在北部地区麦田成为难以防除的主要杂草，东部地区也开始蔓延，青海省长期使用2,4-滴后，卷茎蓼、猪殃殃、薄蒴草和多年生杂草田旋花发生和危害严重。

内蒙古东北部，呼伦贝尔盟海拉尔农牧管理局21个农牧场1968—1983年16年连续使用2,4-滴钠盐和丁酯进行麦田除草结果，敏感性杂草藜、轴藜、东北米果芹、苣荬菜、大蓟、问荆、猪毛菜逐年减少；抗性杂草裂边鼬瓣花、卷茎蓼、苦荞麦、狗筋麦瓶草、偃麦草、茅香、光稃茅香、野燕麦、野黍、狗尾草等杂草数量逐渐增加，形成了茅香群落，加有东北茵陈蒿、大籽蒿、猪毛菜、还阳参、蒙古鹤虱；偃麦草有芒变种群落，加有还阳参、狗筋麦瓶草、平车前、苣荬菜、裂边鼬瓣花、鹅绒萎陵菜、烟管蓟；裂边鼬瓣花群落，加有卷茎蓼、大籽蒿、阴地蒿、轴藜、柳叶蒿；野燕麦群落，加有藜、裂边鼬瓣花、大籽蒿、问荆、卷茎蓼；野稗群落，加有苍耳、苣荬菜、问荆；野黍群落，加有金狗尾草、益母草、卷茎蓼。

稻田连续应用禾大壮、丁草胺、杂草丹等除草剂，有效地防除了稗草等禾本科杂草，但莎草科杂草和阔叶杂草成为群落中的优势种。如吉林省前郭灌区莲花泡农场直播稻田1986—1989年连续4年使用禾大壮除草，禾本科、莎草科、阔叶杂草每平方米株数分别由16.4降至6.7，224.4增加至704.2，7.2增加至39.1，禾本科杂草显著降低，莎草科和阔叶杂草大量增加。

三、杂草与作物的竞争

(一) 竞争的概念

植物共生条件下，种间以及种内不同植物间的相互干扰与抑制称作竞争，这种干扰与抑制作用既包括植物对水分、养分、光照与空气等生活条件的竞争，也包括植株间的异株克生效应。

杂草与作物的竞争是农业生产中的普遍现象，由于竞争造成作物产量与品质下降，如每米行长有稗草1—500株时，大豆减产0—78%，其中稗草42株时，减产10%，110株减产25%，250株减产50%；当行距71厘米时，每平方米有苣荬菜根芽78与96个，大豆分别减产49%和87%，而且降低大豆发芽率、幼苗生长速度及百粒重。

在杂草—作物生态系统中，杂草与作物产生竞争；而在杂草的混合群落中，不同组成成分（种）之间也产生激烈竞争，因此，在杂草的综合治理中，我们既要考虑杂草与作物间的竞争，也要充分利用杂草间的竞争。

(二) 影响竞争的因素

杂草与作物以及杂草与杂草之间的竞争决定于多种因素与条件，其中既涉及植物本身的特征与生物学特性，也涉及它们生存的空间，即水分、养分、光照与空气等（图1-1）；这里有环境因素，也有人为因素。