

林业化学除草技术

吉林省林学会

林 业 化 学 除 草 技 术

佟 影 杨春声 郑宝来

吉 林 省 林 学 会

业经省出版局吉业印字第83号文批准

内部书籍

编辑: 吉林市林业科学研究所
白城地区森林病虫害防治站
出版: 吉林省林学会
印刷: 吉林市印刷厂
印数: 10000
订 阅: 吉林市林业科学研究所

1980年4月

前 言

林业化学除草是林业生产上的一项先进技术。近十多年来，我国林业化学除草试验已取得可喜成果，有些已在生产上推广应用。实践证明，林业化学除草，不仅效果好，成本低，特别是能大幅度地提高劳动生产率。因此，它是目前和今后防除杂草的一项多快好省的技术措施，是实现林业现代化的重要一环。

为了促进林业化学除草这一先进技术得到广泛的应用和发展，加快林业现代化的步伐，我们根据几年来的实践和参考有关书籍、资料，以及学习、总结外单位林业化学除草经验，编写了《林业化学除草技术》一书。该书主要介绍了化学除草剂的基本知识，及其在苗圃地、幼林、防火线的应用技术。供广大林业工作者和社员以及林业院校师生在生产应用时和教学中参考。

此书初稿完成后由中国林科院陈国海、吉林省林业局樊俊、吉林省林科所李华春、时英、吉林市林科所孙嘉玉等同志给予了审阅和修改。吉林市林科所张启云、叶艳萍同志参加了部分工作，在此一并致谢。

由于我们的知识有限，水平不高，加之编写时间短促，可能存在缺点和错误，诚恳地希望同志们批评指正。

编 者

一九八〇年四月

目 录

第一章 除草剂的分类与作用原理

- 一、除草剂的分类..... (1)
 - 1. 按化学结构分类 (1)
 - 2. 按作用方式分类 (2)
 - 3. 按除草剂在植物体内转移性分类..... (3)
 - 4. 按处理部位分类 (4)
- 二、除草剂的选择毒杀作用..... (4)
 - 1. 形态上的选择 (5)
 - 2. 生理生化上的选择 (5)
 - 3. “时差”的选择 (5)
 - 4. “位差”的选择 (6)
 - 5. 其它选择..... (6)
- 三、除草剂的杀草原理..... (7)
 - 1. 除草剂进入植物体内的途径 (7)
 - 2. 除草剂在植物体内的运转..... (8)
 - 3. 除草剂对植物生理生化过程的干扰 (8)

第二章 除草剂的剂型和使用

- 一、除草剂的剂型..... (10)
 - 1. 粉剂 (10)
 - 2. 可湿性粉剂 (11)
 - 3. 可溶性粉剂 (11)
 - 4. 乳油 (11)
 - 5. 乳粉 (12)

6. 水溶液剂	(12)
7. 颗粒剂和微粒剂	(13)
8. 超低容量制剂	(13)
二、除草剂的保管	(13)
三、除草剂的使用	(14)
1. 施药种类和施药量	(14)
2. 施药次数和时间	(16)
3. 施药方法	(16)
4. 除草剂的混用	(20)
5. 环境因子对除草剂作用的影响	(21)
6. 除草剂对环境的影响	(25)
7. 施药注意事项	(26)

第三章 常用除草剂性能

除草醚 (28) 草枯醚 (29) 五氯酚钠 (29) 阿特拉津 (30)
 西玛津 (31) 扑草净 (32) 扑灭津 (33) 敌草隆 (34) 非草隆 (34) 灭草隆 (35) 利谷隆 (36) 除草剂一号 (36) 二甲四氯 (37) 2,4-滴 (38) 茅草枯 (39) 百草烯 (40) 杀草安 (40) 毒草安 (41) 灭草灵 (42) 豆科威 (42) 杀草丹 (43) 草甘膦 (44) 百草枯 (44) 杀草强 (45) 甲肿钠 (45) 氯酸钠 (46) 亚砷酸钠 (47)。

第四章 苗圃地化学除草

一、适用的除草剂和药量	(53)
1. 针叶树育苗圃地适用的除草剂和药量	(53)
2. 阔叶树育苗圃地适用的除草剂和药量	(58)
3. 苗圃主行道适用的除草剂和药量	(58)
二、施药次数和时期	(63)
三、施药方法	(64)

四、除草效果	(65)
五、除草剂对苗木的影响	(66)
六、经济效益	(66)
第五章 幼林和果园化学除草	
一、适用的除草剂和药量	(71)
1. 针叶树幼林适用的除草剂和药量	(72)
2. 阔叶树幼林适用的除草剂和药量	(72)
3. 果园适用的除草剂和药量	(78)
二、施药次数和时期	(79)
1. 施药次数	(79)
2. 施药时期	(79)
三、施药方法	(80)
1. 土壤处理施药方法	(80)
2. 茎叶处理施药方法	(80)
四、除草效果与经济效益	(81)
1. 除草效果	(81)
2. 经济效益	(81)
第六章 防火线化学除草	
一、触杀型除草剂催干植物点烧开辟防火线	(83)
1. 适用的除草剂和药量	(84)
2. 施药时期和方法	(85)
3. 点烧方法	(85)
二、灭生性除草剂除草开辟防火线	(85)
1. 适用的除草剂和药量	(86)
2. 施药时期和方法	(88)
三、除草效果与经济效益	(88)
1. 除草效果	(88)

2. 经济效益	(89)
---------------	--------

第七章 化学除草常用药械构造和性能

一、喷雾药械	(91)
1. 工农——16型背负手动喷雾器	(91)
2. 东方红——18A型机动弥雾喷粉机	(93)
3. 工农——36型机动喷雾机	(95)
4. 机动打药车	(97)
5. 机引双翼喷雾机	(98)
6. 机引摇臂式双枪喷雾机	(99)
7. 运——5型飞机喷雾	(100)
二、超低容量喷雾药械	(101)
1. 电动——I型超低容量喷雾器	(101)
2. WFB——18A型超低容量喷雾机	(103)
三、喷粉药械	(105)
1. 丰收——10型背负喷粉器	(105)
2. 丰收——32型机动喷粉机	(106)

第八章 化学除草的一般试验方法和国外除草剂使用、研究动向

一、化学除草的一般试验方法	(109)
1. 试验设计和施药	(109)
2. 药效试验调查	(110)
3. 试验总结与分析	(113)
二、国外除草剂的使用和除草研究动向	(113)
1. 除草剂的使用	(113)
2. 除草剂的发展趋势和研究情况	(114)
3. 其它除草方法的研究	(116)
主要参考书籍和资料	(118)

第一章 除草剂的分类与作用原理

一、除草剂的分类

除草剂的种类很多，性质也不相同。为了比较它们的相似性、差异性与毒害植物的能力，以及探讨药效的理论，通常按下列方法加以分类。

1. 按化学结构分类

(1) 无机除草剂：是由天然矿物原料制成，不含有机碳素化合物。它们的特点是化学性质稳定，不易分解，大多数能溶解在水中，成为水溶液状态；除草性能较低，用药量大，绝大部分属于灭生性，易对植物产生药害，有的对人、畜不安全；在土壤中容易流失，使用时局限性很大。因此，很少使用，多已被有机除草剂所代替。有的用于道路两侧和防火线等处除草。防除对象主要是多年生深根性杂草和非目的性木本植物。无机除草剂主要有氯酸钠、氯酸钾、亚砷酸钠、石灰氮等。

(2) 有机除草剂：主要由苯、醇、脂肪酸、有机胺等有机合成原料制成，含有机碳素化合物。在我国生产的化学除草剂中，有机除草剂占绝大部分。由于有机除草剂效果好，用药量小，适用性大，得到了迅速发展。有机除草剂按化学结构通常分为以下几类：

① 醚类和酚类：如除草醚、草枯醚、五氯酚钠等。

②均三氮苯类：如阿特拉津、西玛津、扑草净、扑灭通、灭草通、莠去通等。

③取代脲类：如敌草隆、灭草隆、非草隆、除草剂一号、利谷隆、绿麦隆、异丙隆、莠谷隆等。

④苯氧羧酸类：如2,4-滴、2,4,5-涕、二甲四氯等。

⑤氯代烃及氯代脂肪酸类：如茅草枯、百草烯、三氯乙酸、二氯丁酸等。

⑥酰胺类：如除草佳、杀草安、毒草安、敌草安、敌稗、克草尔等。

⑦氨基甲酸酯类：如灭草灵、燕麦灵、燕麦敌、稗蓼灵、苯胺灵等。

⑧苯基羧酸类：如豆科威、伐草克等。

⑨硫代氨基甲酸酯类：如杀草丹、草达灭、草克死等。

⑩有机磷类：如草甘膦、草特磷、伐莠磷等。

⑪杂环类：如百草枯、杀草快、麦草净等。

⑫其它有机除草剂：如除草剂101、甲腈钠等。

2.按作用方式分类

(1) 选择性除草剂：这类除草剂的特点是只能杀死某些植物，而对另一些植物无毒害作用，仿佛有“挑选”和“鉴别”的能力。这类除草剂有阿特拉津、西玛津、扑草净、扑灭津、除草剂一号、茅草枯、甲腈钠、灭草灵、杀草安、杀草丹、豆科威、利谷隆、二甲四氯、2,4-滴等。

(2) 灭生性除草剂：这类除草剂的特点是对一切植物均有杀灭作用。在通常用量下，对各种植物没有“挑选”和“鉴别”的能力。主要在栽种植物前或播种后出苗前以及休闲地、道路、造林地、防火线上使用。在栽种植物出苗后一般

不宜施用，只有确认局部受害，不致影响栽种植物生育时，采用特殊方法，方可施用。这类除草剂有除草醚、草枯醚、五氯酚钠、敌草隆、非草隆、灭草隆、百草枯、杀草快、氯酸钠、亚砷酸钠，草甘膦等。

但是，选择性除草剂与灭生性除草剂之间的界限不是绝对的。如除草醚、敌草隆等，就其本身作用而言是灭生性除草剂，如果使用得当也可作选择性除草剂应用；反之，如2,4-滴、阿特拉津和扑草净等是选择性除草剂，若用量过大，却表现出灭生性。

3. 按除草剂在植物体内转移性分类

(1) 内吸传导型除草剂：内吸传导型除草剂的特点是可以被植物吸收，并在体内传导，遍布全株，能起到斩草除根彻底灭绝的效果，对防除一年生和多年生深根性杂草特别有效。施用内吸传导型除草剂，不应急于见效，也不应用量过大，否则会杀伤筛管，阻碍药剂传导，降低药效和会使栽种植物遭受药害。内吸传导型除草剂，有的如2,4-滴等能被根、茎、叶同时吸收并传导。有的如草甘膦、茅草枯、甲肿钠等，根、茎、叶虽然都能吸收，但主要被叶片吸收后随光合作用的产物运输到根、茎和其它叶片。也有的如阿特拉津、扑草净、敌草隆等，由叶片吸收后随光合作用产物移动能力很小，主要是在土壤中通过根系吸收，随茎内蒸腾流的上升而移动，到叶部发生毒杀作用。对于第一种情况的药剂，可作土壤处理，也可作茎叶处理。对于第二种情况的药剂，主要作茎叶处理。对于第三种情况的药剂，主要作土壤处理。

(2) 触杀型除草剂：这类除草剂有除草醚、草枯醚、

毒草安、灭草安、五氯酚钠、敌稗等。它们的特点是只起局部的杀伤作用，不能在植物体内移动传导。药剂接触到哪一部位，哪一部位就受伤害或死亡，而没有接触到药剂的部位则不受到伤害，往往起不到斩草除根的作用。使用时必须喷洒均匀周到，才能收到良好效果。触杀型除草剂一般见效都较快。

有的除草剂如非草隆、利谷隆、杀草安等，既有内吸传导作用又有触杀作用。这类除草剂既是内吸传导型除草剂，又是触杀型除草剂。

4. 按处理部位分类

(1) 茎叶处理剂：如甲肿钠、百草枯、杀草快、草甘膦等。一般采用喷雾法，将药剂溶液以细小的雾点形式均匀地喷到茎叶上。

(2) 土壤处理剂：如除草醚、草枯醚、西玛津、扑灭津、毒草安、杀草安等。可用喷雾法、浇洒法或喷粉法将药液或药粉均匀喷于土壤表面，也可将药剂与细土混拌成毒土，均匀洒到土壤表面。

这种分类方法不是绝对的。用于叶面处理的除草剂，有的也可以用于土壤处理。用于土壤处理的除草剂，有的也可用于茎叶处理。

此外，有的按施用时期不同，将除草剂分为播种前处理剂，出苗前处理剂和出苗后处理剂等类。

二、除草剂的选择毒杀作用

使用除草剂的目的是防除杂草，保护栽种植物。各种除草剂能防除的杂草和能保护的栽种植物是不相同的，它们选择

性作用的原因也是多种多样的，归纳起来有以下几种：

1. 形态上的选择

由于植物外部形态的不同，使除草剂接触植物和被植物吸收的机会也不一样。接触或吸收药剂多的植物受药害就严重；反之，受药害就轻。如单子叶植物叶片竖直、狭小，有的叶片表皮具有较厚的角质层，使喷到叶面上的药剂容易滚落，幼芽又被多层鳞片保护，所以不利于药剂发挥作用，抗药性较强。双子叶植物叶片大，平展，表层组织较薄，使药剂沾附在叶面上的机会多，幼芽又裸露在外部，易于药剂发挥作用，故抗药性较弱。

2. 生理生化上的选择

不同植物有不同的生理生化特性，因而对同一除草剂的反应也就不同。有的植物在它的体内，由于有某种酶的存在，能将有毒物质转化为无毒物质。如阿特拉津、西玛津在一定剂量下能杀死多种杂草，而对某些栽种植物无害。其原因在于它们体内有一种谷胱甘肽转化酶，能将有毒的氯化三氮苯迅速水解为无毒的羟基三氮苯。多种杂草体内因无这种酶而遭毒害死亡。也有的植物体内的酶能将无毒物质转化为有毒物质。如二甲四氯（2—甲基—4—氯苯氧丁酸），对植物本来是无毒的，但在许多杂草体内有一种酶能将其转化为有毒的2—甲基—4—氯苯氧乙酸，使自己被杀死。有的作物体内由于没有这种酶，不致遭致毒害。

3. “时差”的选择

有的除草剂如五氯酚钠残效期很短，但药效迅速。利用

这一特点，在播种前或播种后出苗前施用，能将已萌发的杂草杀死。药剂在阳光下，经过3—7天后，既可分解失效。这时播种或幼苗出土，则对种子和幼苗无药害。

4. “位差”的选择

利用栽种植物和杂草根系分布深浅的差异进行化学除草。一般来讲，栽种植物特别是木本植物，根系在土壤中分布较深，而大多数杂草在土壤表层萌发，根系分布较浅。利用这一特点，可把除草剂施于土壤表层，防除杂草。如用除草醚在针叶树苗圃地播种后出苗前施药，药剂在土壤表层形成药层，杂草种子萌发接触到药层，便被杀死。而针叶树幼苗的根系分布在药层以下，它的叶子和生长点又受到种壳的保护，所以不致受害。在林地和果园应用某些除草剂除草，并不是由于药剂对树木有选择性，而是由于树木根深，接触不到药剂，才不致遭受药害。

5. 其它选择

有些灭生性除草剂，如百草枯、草甘膦等，是茎叶处理剂。它们对植物的光合作用具有强烈的抑制作用，可是一旦进入土壤就会失效，对林木根系无毒害作用，对树干、枝、非绿色部分也无毒害作用。根据这种选择特性，可应用于幼林、果园等地除草。

栽种植物对某种除草剂之所以有抗性，主要基于上述的某些选择作用。但这种抗性是相对的，有条件的。如果条件改变了，栽种植物也有可能受害。如落叶松对除草醚抗性很强，但播种复沙极薄时，也会发生药害。

三、除草剂的杀草原理

除草剂杀草的作用方式有触杀和被植物吸收后毒杀两种。要了解除草剂的除草原理，首先要明了除草剂是如何进入杂草体内的，以后又如何被运转，最后找出杀死杂草的原因。

1. 除草剂进入植物体内的途径

作土壤处理的除草剂是通过根部进入杂草体内的。植物的根系与土壤接触密切，幼根又无特殊的保护层。在根系吸收水分和各种营养物质的同时，除草剂也随之被吸收进入杂草体内。

作茎叶处理的除草剂主要是从叶面进入植物体内的。药剂通过叶面进入植物体内比较难些。因为除草剂虽然可以通过气孔进入叶片内部，但进入的主要途径是通过表皮上的角质层。通过角质层的除草剂，还必须通过细胞壁和原生质膜，才能进入原生质内起毒杀作用。角质层是由亲脂性物质构成。因此，亲脂性强的除草剂比亲脂性弱的除草剂较易进入植物的细胞内。

除草剂进入植物体内的速度，不仅与除草剂的性质、植物构造、生育期、生长速度等有密切的关系，而且还与温度、土壤水分、光照、溶液的酸碱度及所用的辅助剂有关。在一定的范围内，除草剂进入植物体内的速度随温度的升高而加快。在阳光和水分充足的条件下，有利于除草剂被植物吸收。通常在除草剂中加入具有粘着性、展着性、湿润性和渗透性的辅助剂如多聚二乙醇、农乳6201、羊毛脂膏和肥皂等能促进除草剂被植物吸收。

2. 除草剂在植物体内的运转

触杀型除草剂，如除草醚、五氯酚钠等，用于茎叶处理时，被植物地上部分吸收后，只伤害吸收到药剂的细胞，或少量药剂在细胞间移动。但这种移动不涉及传导系统，只能起触杀作用。在应用这类除草剂时，要喷洒均匀周到才能收到良好效果。

内吸传导型除草剂被植物吸收以后，在植物体内通过输导系统，由吸收到药剂的组织传导到分生组织才能起到毒杀作用。由于传导途径不同，分为导管传导和筛管传导。由根部吸收的除草剂是通过导管向地上部运输。导管是由无生命细胞组成，药剂无害导管本身，甚至根已经死亡了一段时间，药剂仍可继续运转。作茎叶处理的内吸传导型除草剂，进入植物体后，随光合作用的产物，沿着筛管运送到生长旺盛的顶芽、幼叶和根尖，植物因生理生化机能被干扰破坏遭致死亡。这类除草剂对深根性的多年生杂草杀伤力很强，能起到“斩草除根”的效果。筛管由活细胞构成，若施药量过大，会把筛管杀死，失去传导作用。这样虽然地上部分死亡很快，但根仍然活着，不久又会萌生杂草，在使用上应注意。

内吸传导型除草剂，在温度较高，土壤水分充足和有阳光条件下施用，利于药剂被植物吸收，也有利于蒸腾流和光合作用产物的生成，除草效果较高。

3. 除草剂对植物生理生化过程的干扰

除草剂被植物吸收后，必须对植物正常生理生化过程有某种干扰和破坏作用，才能起毒杀作用，使植物的生长受到影响，甚至死亡。目前使用的除草剂，虽然作用各有不同，但

除草作用机制主要有以下几种：

(1) 对光合作用的干扰：有些除草剂，如阿特拉津、西玛津、灭草隆和2,4-滴等对植物光合作用有强烈的抑制性。植物在这类药剂的毒害下，赖以生存的光合作用受到干扰，便遭到死亡。

(2) 破坏植物的呼吸作用：有些除草剂是植物呼吸作用的抑制剂。如甲肿钠等能打断植物呼吸过程中氧化磷酸化的偶联反应，五氯酚钠等能破坏植物体内的呼吸酶，茅草枯等可取代呼吸过程中起非常重要作用的丙酮酸，破坏植物的正常呼吸，使植物呼吸中断，导致死亡。

(3) 导致植物生长反常：有些除草剂，如2,4-滴，二甲四氯等激素型除草剂，用量小时，可促进植物生长；若用量大时，伸长过度，变成畸形，最后导致死亡。氨基甲酸酯类除草剂，如灭草灵、燕麦灵、苯胺灵等，能强烈地抑制细胞的分裂，使杂草致死。

(4) 影响氮素代谢：有些除草剂，如杀草丹、灭草灵等，能干扰植物的氮素代谢，影响蛋白质的合成，使叶绿素不能形成，植物因失绿变黄而枯死。

(5) 夺去植物必需的金属离子：有的除草剂，如2,4-滴等，能与植物生活必需的金属离子发生螯合作用，使植物丧失生命活动的金属离子而死亡。

每种除草剂对植物的影响不是单一的，而是多方面的。但是，最敏感的生理过程则是除草剂杀草的主要原因。