



除草剂的作用方式及代谢

科学出版社

除草剂的作用方式及代谢

(译文集)

中国科学院植物研究所
生理生化室化学除草组译

科 学 出 版 社

1974

内 容 简 介

使用化学药剂消除杂草,作为一种现代化的农业技术,已在国内外获得广泛的发展。由于化学除草具有节省人力、简便及时、比较经济、增加产量、能和农业机械化大生产相配合,因而受到特别的重视。目前正在推广使用的除草剂已增加到一百三十多种,足见发展的迅速。

本译文集的内容主要是介绍除草剂的作用原理,比如除草剂对植物的生长和形态发生的影响,其中对光合作用、呼吸作用和蛋白质与核酸合成的影响较为重要。此外为了更有效地选择药剂,比如药剂的选择性原理、解除毒性机理、更有效地发挥药效以及减少药剂对环境的污染等也作了适当的介绍。本译文集是从有关的国外文献中选译的。各章均为各专题的综述,有助于读者了解某一方面的概况。

本书可供农业技术工作者、农业院校师生与植物生理学工作者参考。

除草剂的作用方式及代谢 (译文集)

中国科学院植物研究所
生理生化室化学除草组译

*

科学出版社出版
北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1974 年 3 月第 一 版	开本: 787×1092 1/32
1974 年 3 月第一次印刷	印张: 9 1/16
印数: 0001—8,400	字数: 203,000

统一书号: 13031·152

本社书号: 272·13—10

定价: 0.95 元

译 者 的 话

使用化学药剂除草,作为一种现代化的农业技术,已在国内外获得广泛的发展。各种农作物的栽培管理措施中,除草是一种费时间很多而且十分繁重的工作。由于化学除草具有节省人力、简便及时、比较经济、增加产量、能和机械化大生产相配合等优点,因而受到特别的重视。化学除草剂比杀虫剂、杀菌剂出现得晚,但在植物保护领域内发展得比其他二者都快。化学除草是在研究植物生长调节物质的基础上发展起来的,又是植物生长物质中得到最广泛应用的一个方面。化学除草在国外从五十年代开始迅速发展,到七十年代初推广使用的药剂品种已增加到一百三十多种,每年药剂总产量也高达几十万吨,对各国农业增产起了不小的促进作用。我国的化学除草也在六十年代从无到有,极为迅速地发展起来。尤其是在无产阶级文化大革命期间,使用化学药剂除草的农田面积迅速扩大。

有关除草剂作用原理方面的知识对除草剂的研制、生产和推广使用都是有一定价值的。为促进我国化学除草事业的更快发展,贯彻“洋为中用”的方针,我们结合我国的具体情况,选译了几篇这方面的文章。本书各章均为各专题的综述,有助于读者了解某一方面的概况。各章之后均有参考文献,可供深入了解时使用。在除草剂作用方式方面,药剂对植物的生长和形态发生的影响是最直观和基本的;而在植物各种生命活动中,药剂对光合作用、呼吸作用和蛋白质与核酸合成的影响是比较重要的。对于除草剂代谢降解的了解将有助于

对药剂的选择性原理、解毒机理、发挥药效及减少对环境的污染等方面的了解。虽然这本书可能对想了解除草剂的生理生化的同志会有一点帮助,但是由于整个这方面的研究远远落后于除草剂品种的迅速增多和使用量的急剧增长,也由于篇幅有限,译文仅涉及到个别的几个方面,所以还很可能不能满足读者的需要。

本译文集中所用除草剂名称,凡是国内已生产的,都采用广大群众共同使用的中文名称,凡是国内还未生产的,均用外文名称,或直接译出其化学名称。

由于译者水平有限,时间仓促,译文中错误在所难免,敬请读者批评指正。

译 者

1973年2月

目 录

一、除草剂对形态发生的影响	
..... C. J. Gorter 和 W. van der Zweep (1)	
(一) 绪论	(1)
1. 除草剂作用概述	(1)
2. 正常植物的形态发生	(3)
3. 相关现象	(6)
4. 生长素对根和茎叶的作用	(7)
(二) 根、侧根和根毛的异常	(8)
1. 根的变粗和侧根的诱导	(8)
2. 根的分枝	(12)
3. 根毛的反应	(12)
(三) 茎的异常	(13)
1. 由于影响细胞伸长引起的异常	(13)
2. 由于影响细胞分裂引起的异常	(16)
3. 由于影响生长点引起的异常	(19)
(四) 叶的异常	(21)
1. 叶子生长的正常控制	(21)
2. 生长素的作用	(22)
3. 原基形成时受影响的例证	(27)
(五) 花和花序的异常	(28)
1. 花的起源	(28)
2. 生长素对花的影响	(28)
3. 生长素对花序的影响	(32)

4. 扁化作用	(34)
(六) 果实的异常	(35)
1. 座果及生长的正常控制	(35)
2. 果实形状的异常	(35)
(七) 生长调节剂对开花的影响	(37)
1. 种子处理	(37)
2. 在成熟植物上的应用	(37)
(八) 相关作用	(39)
参考文献	(39)
二. 生长对除草剂的反应	O. Kiermayer (43)
(一) 绪论	(43)
(二) 对细胞分裂的影响	(44)
1. 初生生分生组织	(45)
2. 次生生分生组织和其他组织	(49)
(三) 对细胞伸长的影响	(55)
1. 一般的看法	(55)
2. 生长素的影响	(56)
3. 除草剂的影响	(57)
(四) 对细胞分化的影响	(63)
(五) 对种子萌发的影响	(65)
参考文献	(67)
三. 除草剂的作用机理	D. E. Moreland (73)
(一) 呼吸作用和线粒体的电子传递	(74)
(二) 光合作用和希尔反应	(78)
1. 希尔反应的抑制	(79)
2. 联吡啶类	(84)

3. 对整体植物和微生物的研究	(85)
4. 褪绿	(87)
(三) 核酸代谢和蛋白质合成	(87)
(四) 结论	(93)
参考文献	(94)

四. 除草剂对植物光合作用的影响

C. M. Маштаков, В. П. Деева, А. П. Во-
лынец, Р. А. Шербаков 和 Г. П. Кудрявцев (104)

(一) 光合作用强度	(109)
(二) 叶绿体的光化学活性(希尔反应)	(111)
(三) 光合磷酸化作用	(116)
参考文献	(128)

五. 苯氧烷基酸类除草剂的降解 M. A. Loos (137)

(一) 绪论: 化学和物理性质	(137)
(二) 苯氧乙酸的降解	(141)
1. 植物体内的降解	(141)
2. 微生物的降解	(155)
(三) 高级苯氧烷基酸的降解	(169)
1. 植物体内的降解	(169)
2. 微生物的降解	(176)
(四) 苯氧烷基酸的酯、酰胺、腈衍生物的降 解	(180)
1. 植物体内的降解	(180)
2. 微生物的降解	(182)
(五) 2,4-二氯苯氧乙基硫酸钠的降解	(182)
(六) 摘要和结论	(183)

参考文献	(184)
------	-------

六. 均-三氮苯类的降解

E. Knuesli, D. Berrer, G. Dupuis 和 H. Esser (191)

(一) 绪论: 化学和物理性质	(191)
-----------------	-------

(二) 三氮苯除草剂被非生物系统的降解	(196)
---------------------	-------

1. 化学降解	(196)
---------	-------

2. 由土壤理化因子造成的降解	(200)
-----------------	-------

3. 光解	(201)
-------	-------

(三) 三氮苯除草剂被生物系统的降解	(201)
--------------------	-------

1. 均三氮苯降解的一般证据	(201)
----------------	-------

2. 具体的代谢降解反应	(205)
--------------	-------

(四) 结论	(214)
--------	-------

参考文献	(214)
------	-------

七. 取代脲类的降解

H. Geissbuhler (222)

(一) 绪论	(222)
--------	-------

(二) 影响降解的土壤和植物因素	(223)
------------------	-------

1. 影响降解的土壤与除草剂的相互作用	(223)
---------------------	-------

2. 脲类除草剂在植物体中的移动	(228)
------------------	-------

3. 在植物中的作用方式	(230)
--------------	-------

(三) 降解	(232)
--------	-------

1. 土壤中的降解	(232)
-----------	-------

2. 植物中的代谢	(238)
-----------	-------

3. 动物中的降解	(244)
-----------	-------

(四) 降解中的生物化学和酶学机理	(247)
-------------------	-------

1. N-脱烷基作用	(247)
------------	-------

2. 另外的途径	(249)
----------	-------

3. 结论	(250)
-------	-------

参考文献	(251)
八. 氯乙酰胺类的降解	E. G. Jaworski (257)
(一) 绪论	(257)
1. 化学和物理性质	(257)
(二) 草毒死(CDAA)的降解作用	(258)
1. 氯代乙酰部分	(259)
2. 烯丙基部分	(263)
3. 土壤中的降解作用	(265)
(三) 2-氯-N-异丙基乙酰苯胺的降解作用	(266)
(四) 其他 2-氯乙酰胺类的吸收与代谢	(269)
(五) 作用方式	(273)
(六) 结论	(275)
参考文献	(276)
除草剂名称表	(277)

一. 除草剂对形态发生的影响

C. J. Gorter 和 W. van der Zweep

(一) 绪 论

1. 除草剂作用概述

很多除草剂都可以对作物及杂草的习性引起异常。一般说来,在作物中不希望有这些异常。不过在很多场合,从正常生长习性中发生一些小的偏差,构成了可以接受的生长规律,也是默许的。当然,生长习性中所有的异常,最终都是根据化学物质对植物细胞的生物化学和生理学的影响。这里我们将不考虑这些生理学方面,而仅评论“形态发生的效果”(希腊文: *μορφη* = 样子, *γενετιν* = 起源),即这些效果对于植物或植物器官最终形状的反应。从这一点上指出形态学和形态发生之间的差异可能是有用的。前者讨论了植物及植物器官的形状,而后者则关系到形状如何发生。

随着所用除草剂的种类,环境条件及被影响植物敏感性的不同,所引起的异常可以在应用后立即表现出来或需要发育一些时间以后才表现出来。特别是传导性除草剂,强烈地影响到植物器官的形态发生,它比之触杀性除草剂如氯酸钠、二硝甲酚(DNOC)或芳香油有着更为惊人的生长异常。然而,形态发生的影响不只局限于化学药品的任何特殊的生理活性基团上。因此,对于具有形态发生作用的产品提出了各

种术语。Zimmerman 和 Hitchcock (1942)^[83] 对这样的化学药品采用了“形成素”(formagen) 这一名词; Linser (1957)^[52] 则称它们为“形态调节剂”(morphoregulator)。

下面将分成几部分, 按照各种植物器官的顺序(根、茎、叶、花、果)及各种相关现象进行讨论。由生长素型除草剂所产生的效应最为显著, 因此这里讨论的主要是这一类化学药品。对另一类非生长素型除草剂, 由于对它在形态发生效应上基本原因的研究很少进展, 所以将讨论得很少。

在同一种植物中, 不同器官、同一器官的不同组织, 甚至同一组织的不同细胞, 它们对除草剂处理的反应不一定都是同样速度或同样范围。例如, 根可以为对茎不敏感的生长素浓度所杀死。除了器官敏感性的这些差异之外, 植物的不同部分一般可以独立的起反应。除草剂对茎叶的效应可以说是一种化学的“刈割”。但对植物地下部分却没有很大影响。

除草剂对于根系的影响, 能从土壤或通过传导性化合物的运输从茎叶来达到。虽然, 生长素型除草剂对根系的影响大部分取决于它们在植物体内的运输能力, 而很多其他的从土壤发挥效能的除草剂也是非常重要的。应用于茎叶的传导型除草剂在根上的反应, 不但取决于它向根系运输的程度, 而且也取决于向下运输的途径。由于根系的所有部分不是必然要接收相同剂量的化学药物, 所以它们可以发生不同的反应。

在实际应用中, 决难保证所有被喷射的植物都接收相等剂量的除草剂。如果杂草接收的是亚致死剂量的话, 植物的一些部分可以被杀死, 而另一些部分则仍能活着。另一方面, 使用过高浓度或过大的剂量可以引起触杀性的伤害, 从而阻止了充分的吸收和向根系的运输 (Crafts, 1961)^[13]。因此, 它们对根系的作用将被降低。

在部分死亡或生理活动严重受损的场合, 植物特有的特

性可能出现：就是再生新器官的能力。这种最好的说明是摘除植物的生长点，一个较上面的侧芽长出来代替去掉的顶芽。在作物栽培实践中，剪枝的艺术就是以此现象为根据的。

植物对于除去器官的这种反应，使我们了解到，如果除草剂处理后植物没有立刻或完全杀死会发生什么。特别是应用非致死的触杀性除草剂以后，各种新器官可以再生，于是植物可能发育出有些异常的习性。

即使除草剂可以达到和影响植物的所有部分，由于各种器官的不同敏感性，可使一些部分比另一些部分有更为强烈的紊乱。因之，植物正常处于相当严密控制下的器官之间的相关关系，就部分地或完全地被打乱了。由此，我们可以预期异常习性的不同类型，它们可沿着下面几条基本线索加以分类：

- (1) 由敏感性不同所引起的植物各部分的不同生长反应。
- (2) 再生现象。
- (3) 上面两种情况的综合。

2. 正常植物的形态发生

植物的形状是由分生组织（如生长锥）活动的结果所决定。新器官起源于由能够增殖和分化的细胞组成的分生组织。这些细胞多少是等径而薄壁的；它们具丰富和活动的原生质及明显的细胞核。在植物生命具有分化的各个时期，分生组织细胞都处于活跃的分裂状态。这些细胞的分裂是按照非常有规律的空间及时间的型式进行的；仅是这些神奇的规律性，导致了每一个植物器官发育出它特有的形态。

图 1.1 表示双子叶植物中可见分生组织的地方。在主茎的末端，通过“顶芽”的活动，茎生长并连续分化出新的叶和

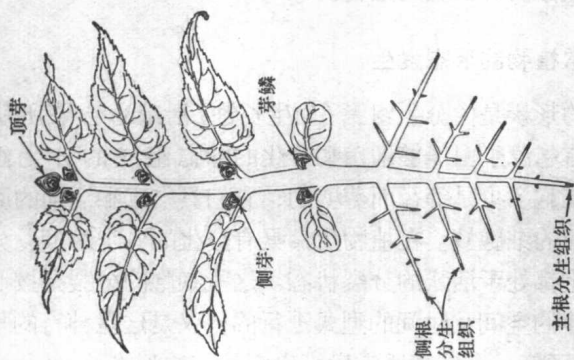


图 1.1 图解说明双子叶植物分生组织的分布。
分生组织用黑色表示 (Audus, 1959)

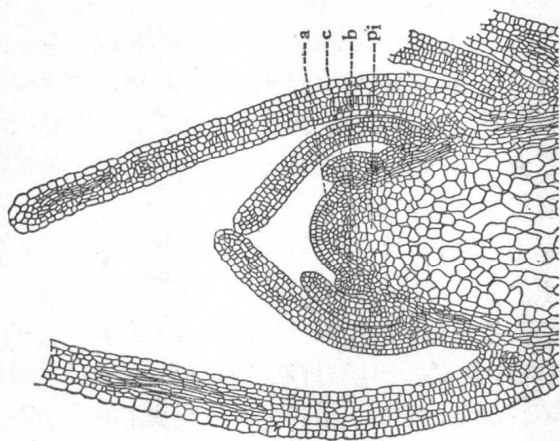


图 1.2 叶子形成的早期阶段: a. 很幼小的叶
原基 (仅二个细胞分裂); b., c. 较老的叶原基;
pi. 髓。(仿 Hayward, 1938)

花。在叶腋内，“侧芽”分生组织形成新的带有叶和花的侧枝，在这些叶子的叶腋内又可以再重复整个过程。

顶端分生组织以有规律的间隔形成叶子；叶子形成的早期阶段如图 1.2 所示。叶子的这种有规律的产生，使叶子以特有的方式沿着茎着生，此现象即称之为“叶序”。在某一时候，当植物“要成熟开花”，分生组织就不产生营养叶，而发育出花原基。花的产生耗尽了整个生长点，而茎就终止在花或花序。

很早，幼苗就具有两个主要的分生组织，一个产生茎（具叶、花及侧枝），另一个产生带侧根的根。在每一条根的顶端有一个使其继续生长的分生组织。离主根顶端一定距离产生侧根，它们从特殊的内部组织（中柱鞘）的某些细胞分裂分化形成的根原基产生。更详细的，可参考 Eames 和 MacDaniels (1947)^[17] 及 Esau (1953)^[18]。

从图 1.3 可以看到，象禾草这类单子叶植物中，器官的形成与双子叶植物稍有不同。单子叶植物茎与双子叶植物茎的不同之处，在于它的节间常常很短并为叶子的基部所覆盖。并且，在节及叶子的基部有活动的分生组织（居间分生组织）。居间分生组织的细胞分裂可以引起节间和叶子进一步发育。这和双子叶植物茎的情况比较，它们没有居间分生组织。因此，它们的

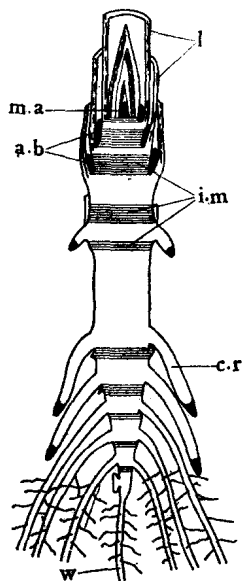


图 1.3 单子叶植物的分生组织(图解仿 Sachs.)

l. 叶子；m.a. 主茎顶端生长点；a.b. 腋芽；i.m. 居间分生组织；c.r. 冠根；w. 主根。顶端分生组织用黑色表示。居间分生组织用线条表示。

生长仅靠起源于顶端分生组织细胞的延伸。对于说明除草剂的效应,这个差异是十分重要的。

虽然,单子叶植物有初生根系,但这种根系很快死亡,而为起源于茎基部和包括所谓由冠根组成的不定根根系所代替。

众所周知,禾草的分蘖过程,就是由叶腋内生长出茎叶。这些腋生茎叶形成了簇生的习性。很多除草剂抑制了分蘖。另一方面,由于抑制剂在植物体上的局部作用和打乱了正常的相关生长关系,也可以刺激这一过程。

有些单子叶植物和双子叶植物具有侧生分枝的地下茎。如马铃薯块茎,它不是一种膨大的根而是用于贮藏食物的地下茎部分。

3. 相关现象

植物各部分,在其发育中彼此影响着。这个过程最突出的例子,是顶芽对其下面芽的影响。正如早已提到过的,只要顶芽存在并在活跃的生长阶段,则下面的腋芽就保持休眠。这种生长控制的自然形式称之为顶端优势。一旦顶芽去掉或是生理上变得不活动,则下面的芽就开始生长。类似的相互控制机理也存在于其他各部分之间,如芽之间,根和茎叶之间。相互生长调节的这种或那种现象叫作相关现象。推想相关现象是受激素调节的,很有点象动物体内激素的调节作用。在植物中,我们所讨论的激素,它们在化学结构上与动物激素很不相同,但它们的生理学功能可以相比较。因此,可以说激素是一种有机的化学物质,它们在有机体内某些地方(如在动物体内的内分泌腺)产生,而在别处发挥它的生理和形态发生的效能。激素有时称为“化学信使”;它们多以极低浓度起作用,并且它们的起源和作用的地方互相之间可以相当遥远。调节

生长的激素特称为生长激素。应该明白，从外面应用于植物的合成化合物，决不可称为生长激素，因为按定义激素是植物体内正常代谢的产物。任何具有改变生长特性的除草剂可能归入生长调节剂或生长物质。这些除草剂，它的作用类似于植物生长激素，故特地称为生长素型除草剂。由于它们不是自然存在而是人工合成的，故这些除草剂不可以叫做生长素。

4. 生长素对根和茎叶的作用

虽然，许多激素似乎可能与植物的生长控制有关，但只有一种化合物长期以来认为是自然发生的生长调节剂：吲哚乙酸 (IAA)。在植物中它特别是在分生组织中产生，而在别处发挥其影响。因之，它是一种真正的激素。吲哚乙酸已从植物中分离出来并能化学合成。它是研究得最多的生长物质。因此，我们将首先讨论这个化合物对植物不同部分的效能。

IAA 作用的多种效应，完全能根据细胞水平的两个基本效能。随着浓度的不同，它可以促进或抑制细胞的扩大或增殖。IAA 的任何形态发生学的影响都可以从这两个基本作用来推究。然而，它们最终的表现仍强烈地由细胞的特殊特性及其在器官里的位置等等来决定。而且，在判断应用激素的形态发生活动，内源激素存在的数量，也常常是重要的。

正如已经指出的，每一种植物器官对生长素都有着特殊的敏感

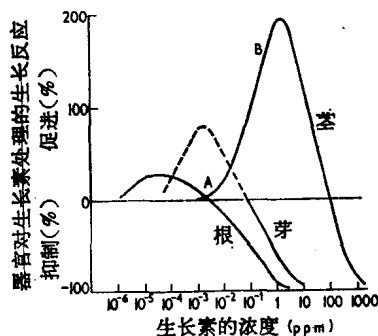


图 1.4 图解表示植物器官(茎,根和芽)对生长素的不同反应 曲线说明反应(生长比例的促进或抑制)与 IAA 浓度的关系(Audus, 1959)