

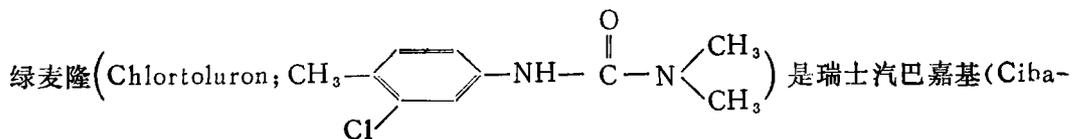
# 绿麦隆在土壤中的降解残留与垂直分布

李德平 徐瑞薇 靳伟

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

文章讨论了绿麦隆在土壤中的残留、降解和迁移状况及其影响因子。



Gegy) 公司1969年研制的一种取代脲类麦田除草剂。由于它毒性低、杀草谱广,目前已成为我国主要除草剂品种之一。在小麦播后至萌芽前阶段施用,可防除看麦娘、繁缕、猪殃殃、播娘蒿、荠菜等单叶和阔叶杂草。有关绿麦隆在植物<sup>[1,2]</sup>、动物体内的迁移、转化的报道较多<sup>[3]</sup>,在土壤中的转化、吸附也有报道<sup>[4,5]</sup>。为研究绿麦隆除草剂对农业环境生态的潜在影响,作者在黄淮海平原的河南封丘试区,就绿麦隆在土壤中的降解、残留与垂直分布等问题进行了试验。结果表明,在当地耕作条件下,绿麦隆施入土壤后,80%以上集中在0—5厘米的表层,但其迁移深度可达30厘米。由于土壤性质、有机质含量、土壤生物、水份和温度等方面的差异,其在土壤中降解速率是不同的。在中壤质的淤土上,半衰期为31天;在轻壤质的两合土和沙土上,半衰期分别为24和22天。届至麦收时,土壤耕层和小麦籽粒中已检测不出绿麦隆。表明此除草剂对下茬作物和环境不会造成不良影响。本研究亦为合理施用绿麦隆除草剂,提高杂草防除效果、保护环境,提供了科学依据。

## 一、试 验 方 法

### (一) 供试土壤

河南封丘潘店试区的淤土、两合土和沙土、性质见表1。

### (二) 试剂

正己烷, 异丙醇(分析纯), 绿麦隆25%粉剂(上海农药厂产)。

### (三) 田间试验

将供试田块平整细耙后划分区, 每小区20平方米。在小麦播种后, 按每亩用1斤的剂量, 加100斤水稀释后, 用喷雾器均匀喷洒于小区土壤表层, 重复3次。

### (四) 采样

表1

供 试 土 壤 理 化 性 质

土 壤 称 名	采 样 点	pH	有机质 gkg <sup>-1</sup>	全 氮 N gkg <sup>-1</sup>	速效磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg kg <sup>-1</sup>	速效钾 K <sub>2</sub> O mg kg <sup>-1</sup>	碳酸钙 CaCO <sub>3</sub> g kg <sup>-1</sup>	交换量 cmol (+ )kg <sup>-1</sup>	物理粘粒 <0.01mm %	质地
淤 土	段 堤	8.44	9.6	0.74	43	140	80.3	9.98	30.5	中壤
两合土	屯 里	8.33	9.5	0.59	48	176	76.9	7.68	22.3	轻壤
沙 土	大黑岗	8.44	8.6	0.62	60	142	83.0	8.59	23.5	轻壤

除在喷药后的当天采一次土样外,以后分别在第10天及1、2、5、8个月时采样。第1次采样的深度为5厘米,以后每次采样深度均递增5厘米,总深度为30厘米。

### (五)测定<sup>[6]</sup>

1. 土壤样品处理:称10克已风干磨碎的土样于100ml磨口三角瓶中,加20ml甲醇,振荡1小时,在5000转/分的离心机上离心5分钟,过滤,吸一定量的滤液于K-D浓缩器中,在水浴(40℃,100mmHg真空)下浓缩近干,用正一己烷(分析纯)稀释,供液相色谱测定用。

2. 小麦样品处理:称2克已烘干并磨成粉的小麦样品于50ml三角瓶中,加10ml甲醇,振荡1小时,过滤,滤液供液相色谱测定用。

3. 液相色谱测定:用美国PE公司Serise-3 B型高效液相色谱仪(带有紫外可变波长的检测器)测定。正相柱为SiLiCA-A,250×4.6mm,流动相为正一己烷+异丙醇(3:1);流速为1.0ml/min。反相柱为HC ODS/SiLi-X,250×2.6mm;流动相为甲醇+水(1:1);流速为1.0ml/min。两柱所用的波长均为242nm。样品浓度以外标法计算,最小检测量0.1mg/kg土。

## 二、结果与讨论

### (一)绿麦隆在土壤中的降解与残留

影响农药在土壤中降解的因素有水分的多少,温度的高低和微生物活动的强弱等。一般是随水分和温度的升高,农药的蒸发、下渗以及各类化学反应和物化反应均有所加速,尤其有利于土壤微生物的活动和繁殖。通常,土壤温度在15—30℃,湿度在饱和持水量的35—80%范围时,微生物活性最强,数量最多。试验结果表明,试验的第一个月(1986年10月),平均气温为13℃,雨量为55.6mm;相对湿度71%(表2)。而绿麦隆在沙土、两合土和淤土中的降解率依次为60.5、58.1和49.1%。第二个月中平均气温为6.4℃;降雨量为0.4mm;相对湿度为71%,降解率依次为68.6、63.2和59.1%,第二个月仅较第一个月多降解10%左右。说明在湿度相同情况下,温度对绿麦隆的降解则起主导作用。从绿麦隆对微生物影响的试验

表2

试 验 期 的 气 象 数 据

(1986年10月—1987年5月)

月 份	10	11	12	1	2	3	4	5
雨量(mm)	55.6	0.4	15.9	3.4	7.3	33.4	24.3	12.1
温度(℃)	13.0	6.4	1.1	0.5	3.0	6.4	14.4	20.3
相对湿度(%)	71.1	71.1	65.0	79.0	65.0	65.0	77.0	70.0
日照时数(小时)	6.6	4.4	4.1	4.3	4.0	4.4	7.5	6.1

\* 由微生物室林先贵同志提供数据,谨表感谢。

结果也可看出\*, 用药后50天, 土壤中细菌、真菌的数量减少50%, 放线菌减少80%。显然, 由于微生物数量的下降, 使绿麦隆降解率大大减缓, 说明在绿麦隆降解过程中, 受温度制约的土壤微生物数量和活性起着重要作用。

绿麦隆施入土壤后的6次测定结果表明, 绿麦隆在三个供试土壤中的降解都遵循一级反应动力学方程:  $C = C_0 e^{-kt}$ , 即  $\ln C_0 - \ln C = Kt$ 。绿麦隆在三个土壤中的降解速率(K)、半衰期( $T_{1/2}$ )和相关系数(r)列于表3。由表可见, 绿麦隆的降解与土壤性质有关。特别是与土壤粘粒含量和阳离子交换量关系密切。在粘粒含量和阳离子交换量低的轻壤土中其降解速率较快, 而在两者含量均高的中壤土中降解速率则较慢。施药150天后, 沙土中(轻壤)绿麦隆降解了87.2%,

表3 绿麦隆在三种土壤中的降解 (mg/kg, 0—5厘米)

采样次数	1	2	3	4	5	6	$T_{1/2}$ (天)	K	r
淤土	1.69	1.30	0.86	0.69	0.69	0.18	31	0.0225	-0.8578
两合土	1.55	0.68	0.65	0.57	0.43	0.12	24	0.0289	-0.7807
沙土	1.72	0.81	0.68	0.54	0.22	0.00	22	0.0309	-0.8468

两合土(轻壤)中降解了72.2%, 淤土(中壤)中降解了59.1%。到240天时, 沙土中绿麦隆已完全降解(100%), 两合土中降解了92.2%, 淤土中降解了89.3%(图1)。这可能是土壤吸附造成的。第一个月降解较快, 其后绿麦隆每月以降解10%左右的速率在减少, 到小麦收获时, 0—10厘米土层中绿麦隆的残留量为0.1mg/kg左右; 15—30厘米土层内已不能检出。在连续三年施药的土壤中, 到小麦收获期, 0—10厘米土层内绿麦隆的含量为0.1mg/kg; 15—20厘米土层内和小麦籽粒中均无检出。从这些结果可看出, 绿麦隆不属于持久性农药(半衰期超过6个月的属持久性), 按常量施用, 不会造成残留累积和土壤污染。

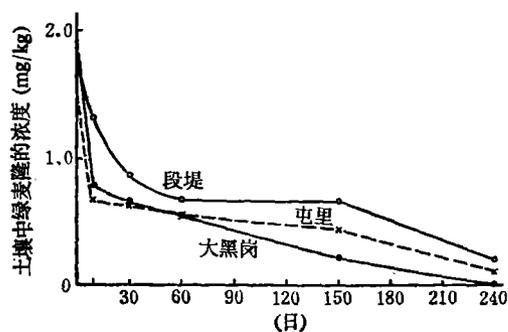


图1 绿麦隆在三种土壤中的降解曲线

## (二) 绿麦隆在土壤中的迁移

1. 在土壤各层次中的垂直分布 农药在土壤中的垂直移动是以下移为主的, 它主要是借助渗漏水的作用而实现的。农药下移速度和深度, 直接与土壤和农药性质有关。一般有机质含量和粘粒含量高的重壤土对离子农药吸附较强, 相对移动则较慢; 有机质含量和粘粒含量低的轻壤土, 尤其砂壤土对此类农药的吸附很弱, 因而农药的移动则较快, 下渗较深。对同一土壤而言, 极性强的和水溶性大的农药, 吸附较弱, 移动较快。总之, 农药的迁移与吸附是相互制约的, 吸附性强, 移动性就小, 移动性大, 则吸附性必然较弱。绿麦隆属于非离子型除草剂, 其极性较弱, 它在土壤中可通过分子中羧基氧和氨基氮二个位点, 与土壤中可交换性阳离子以配位体相结合或与粘粒表面的电荷相作用而被吸附, 也可以通过范德华力与土壤有机质进行物理吸附。测定结果表明, 绿麦隆施入土壤10天后, 最深可以下移到10厘米深的土层内, 1个月后可下移到20厘米, 2个月后可下移到25厘米, 并随深度的增加, 浓度减少(表4)。下渗深度与各层中的含量呈负相关, 符合一元回归方程式  $Y = a - bx$ 。  $Y_{淤} = 61.79 - 2.6x$ ,  $r = -0.7030$ ;  $Y_{两} = 60.1 - 2.5x$ ,  $r = -0.7851$ ;  $Y_{沙} = 62.3 - 2.6x$ ,  $r = -0.7195$

表4 绿麦隆在三种土壤中的垂直分布 (mg/kg)

深度(厘米)	0—5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30	合计
沙土	3.97	0.38	0.25	0.03	0.01	0	4.64
两合土	4.00	1.16	0.09	0.05	0.04	0.02	5.36
淤土	5.41	0.56	0.07	0.10	0.07	0.05	6.26

(n为6, 相关性均不显著)。

2. 粘粒含量和阳离子交换量对绿麦隆迁移的影响 绿麦隆从表土向下迁移的数量,受土壤的粘粒含量和阳离子交换量的影响极大。供试的淤土和沙土的粘粒含量和阳离子交换量分别为30.5、23.5%和9.98、8.59cmol/kg,其表层中绿麦隆的相对含量分别为86.4和85.6%。而两合土的粘粒含量和阳离子含量为22.3%和7.68cmol/kg,其表层中绿麦隆的相对含量为74.6%。说明粘粒和阳离子对绿麦隆有一定的吸附作用。

此外,绿麦隆在土壤中的迁移状况,还要受地温和地表水的影响。通常,地表水愈多,下渗愈快。但随地温升高,绿麦隆借助水分的蒸发作用而向土表移动。由于地表水分和温度的经常变化,引起绿麦隆在土层中上下反复移动,导致同一土层在不同的时期内,绿麦隆的含量有高低之别。这种情形在5—10厘米土层内尤为明显。

#### 参 考 文 献

- [1] P. J. Ryan, et al., pesticide biochemistry and physiology, 16: 213—221, 1981.
- [2] M. Gonneau, et al., Weed Research, 28: 19—25, 1988.
- [3] W. Muecke, et al., pesticide biochemistry and physiology, 6:430—441, 1976.
- [4] D. Gross, et al., pesticide biochemistry and physiology, 19: 49—59, 1979.
- [5] Yousef A. et al., soil sci. soc. Am. J., 50: 1467—1470, 1986.
- [6] 李德平等, 用液相色谱法测定土壤中绿麦隆。土壤, 19卷, 3期, 1987。