

酞酸酯类增塑剂对土壤-作物系统的影响*

安琼 靳伟 李勇 徐瑞薇

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘要 本研究揭示了酞酸酯类增塑剂邻苯二甲酸二丁酯(DBP)和邻苯二甲酸二异辛酯(DEHP)在土壤中的持留动态、降解动力学特征及其对作物生长的影响。结果表明: 试验温度越低, DBP, DEHP的持留性越强; DEHP在土壤中的持留性受温度的影响程度比DBP更为突出。随土壤水份含量增加, 供试物持留性降低。二者在土壤中的降解可用一级反应动力学方程 $C = C_0 e^{-kt}$ 进行描述(C_0 初始浓度, k 速度常数, t 时间)。DEHP的降解速率受环境因素的影响较为明显; DBP的降解不仅稍快于DEHP, 而且受环境因素的影响程度相对较小。

研究结果还显示: 土壤微生物活性对DBP, DEHP在土壤中的降解有重大作用, 土壤微生物活性的提高, 将促进供试物的迅速降解, 有助于减少供试物对土壤的污染。

田间小区施药试验结果表明: 高剂量处理对供试蔬菜在幼苗期生长有一定的障碍作用, DBP对作物生长的影响比DEHP更为突出。同时还发现DBP, DEHP对蔬菜产量有一定影响, 并使部分品种蔬菜可食部位的Vc含量降低。

关键词 增塑剂, 土壤-作物系统, 邻苯二甲酸二丁酯(DBP), 邻苯二甲酸二异辛酯(DEHP), 持留动态, 降解动力学

中图分类号 X53

我国农业生产中大量使用塑料薄膜始于七十年代初期。到七十年代末期我国农膜使用无论是使用量还是使用面积均已达到世界最前列, 据有关资料介绍, 到1991年我国农膜使用面积已达460万 $\text{hm}^{2[1]}$ 。据陕西榆林地区统计, 1978年前全区每年农膜投放量不到200吨, 1992年增加到600吨, 到1993年则猛增至1100吨^[2]。在一些发达地区, 农膜用量的增长速度更快。

农膜的大量使用带来了严重的环境问题: ①土壤中残膜大量累积, 影响水肥在土壤中的运移, 严重时还阻碍作物根系的生长发育, 造成减产, 并使农田生态系统受到大面积破坏^[3,4]; ②增塑剂随农膜的使用而大量地进入农田生态系统, 使农田土壤和作物生长发育及产品品质受到影响^[5]。

农膜尤其是PVC塑料薄膜的生产过程中需添加40%—60%左右的增塑剂以保证塑料的可塑性, 我国常用的增塑剂为酞酸酯类化合物(简称PAEs), 如邻苯二甲酸二丁酯和邻苯二甲酸二异辛酯。我国1995年农膜总产量近60万吨, 若以添加40%的增塑剂来计

* 江苏省自然科学基金资助项目

收稿日期: 1997-05-14; 收到修改稿日期: 1998-07-23

算, 则有近 24 万吨增塑剂进入农田土壤环境之中。本工作就是围绕酞酸酯类的土壤环境问题进行如下几方面内容的研究: ① 酞酸酯在土壤中的持留动态及其影响因素; ② 酞酸酯类化合物在土壤中的降解动力学特征; ③ 酞酸酯对作物生长及对蔬菜品质的影响。

由于酞酸酯类化合物多达数十种, 本研究选择我国塑料添加剂中最常用的邻苯二甲酸二丁酯 (DBP) 和邻苯二甲酸二异辛酯 (DEHP) 为研究对象, 在室内模拟和田间条件下对上述问题进行了探讨。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试 DBP、DEHP 系进口分装色谱纯标准物, 田间试验用 DBP 为化学纯, 上海试剂厂生产, DEHP 为金陵石化化工一厂生产, 纯度 > 95%。

供试土壤样取自南京蔬菜研究所试验田, 其理化性质列于表 1。新鲜土采集后, 风干, 去除石砾及作物根系残余物, 磨碎过 20 目筛, 收集贮存于金属容器中备用。

表1 供试土壤理化性质

Table 1 Some properties of soil tested

土壤 Soil	pH	有机质 O.M.	粘粒 Clay	粉粒 Silt	代换量 CEC
	(1:1)	(g/kg)	<0.002mm (g/kg)	0.02—0.002mm (g/kg)	(cmol(+)/kg)
黄棕壤	7.03	25.3	267	383	174.2

1.2 土壤培养试验

1.2.1 不灭菌土壤 称取备用土样 20.0g 若干份, 分别置于 100ml 锥形瓶中, 加蒸馏水适量调节土壤水分分为田间持水量的 70%, 称重后置于恒温培养箱中 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 下培养一周, 使土壤中微生物活性得以活化。

在万分之一天平上准确称取 DBP、DEHP 标准物适量置于棕色容量瓶中, 用重蒸石油醚 (70—72 $^\circ\text{C}$) 定容至刻度, 为储备液。以此储备液稀释成 80mg/L 的石油醚标准液, 备用。

土壤活化后, 每份土样加入 0.5ml 标准液, 待石油醚完全挥发后混匀, 使土样中 DBP、DEHP 分布均匀, 二者在土壤中的浓度均为 2mg/kg。再加入适量蒸馏水调节土壤水分含量为 6% 和 18%。用棉花塞塞紧瓶口, 锥形瓶分别置于 5 $^\circ\text{C}$ 、20 $^\circ\text{C}$ 、35 $^\circ\text{C}$ ($\pm 1^\circ\text{C}$) 的恒温培养箱中避光培养, 该期间定时称重加入适量蒸馏水以保持土壤水份条件稳定。按计划定期取出锥形瓶供测试用, 每种处理一式三份。

1.2.2 灭菌土壤 称取备用土样若干份, 每份 20.0g 置于 100ml 锥形瓶中, 塞上棉花塞, 经高温 (115 $^\circ\text{C}$) 高压 (15 磅) 灭菌处理 40 分钟, 待其冷后置于室温下放置五天, 进行第二次高温高压灭菌。灭菌后每份土样加入 0.5ml 标准液, 待有机溶剂挥尽后混匀, 再加入适量灭菌蒸馏水, 使土壤水分含量为 18%, 置于恒温箱中 20 $^\circ\text{C}$ 下培养。培养及各操作过程中严格按无菌操作要求进行, 其余要求同上。

1.3 田间试验

实验地点: 南京市蔬菜研究所试验田, 土壤理化性质见表 1。

小区划分: 东西向长条形田垄按需划分成若干小区, 每小区面积 4m \times 3m, 各小区四周分别有 40cm 宽的保护行, 保护行内不种植物, 小区中分别种植萝卜、辣椒、菠菜、花椰菜、青花菜。

施药: 按实际生产操作步骤将土壤翻耕、耙匀、分小区施药。吸取一定量的 DBP 或 DEHP 置于

2000ml 容量瓶中,再加入 1500ml 自来水。为使供试物在水中分散均匀,需加吐温—80 3—5ml,丙酮 5ml,摇匀成乳状液,定容。将此乳状液置于农用喷雾器中加入 1.5L 自来水摇匀,喷雾洒于小区土表,耙匀,使供试物在 0—10cm 土壤中分布均匀。土壤施药为二种剂量,低剂量为 2mg/kg,高剂量为 10mg/kg,栽种(辣椒、花椰菜、青花菜)或播种(萝卜、菠菜)等供试作物,并按大田要求喷洒除草剂氟乐灵以控制杂草的生长。

1.4 样品的前处理及其测定

仪器,气相色谱仪 GC—9A 配电子捕获检测器,色谱柱内径 4mm,长 2 米,10%SE—30 涂于 chromsorp—WHP 80—100 目上,C—R3A 自动积分记录仪。CX—250 型超声波震荡仪(北京医疗设备二厂)。振荡器为本所生产。本试验所用试剂除特殊标出外均为分析纯。石油醚(60—90℃)、丙酮、苯、甲醇、二氯甲烷均经重蒸后各取 100ml 浓缩至 1ml 经 GC 检测后无干扰峰可用。无水 Na_2SO_4 ,置于马富炉中 550℃ 灼烧 4 小时,冷至常温取出置于广口瓶中,密封备用。Florisil 硅土 60—100 目,进口分装,400℃ 活化备用。活性炭(上海活性炭厂生产),色层用,置于马富炉中 600℃ 活化 4 小时,冷至常温后置于全玻璃容器中密封备用。

气相色谱工作条件:检测器温 300℃,柱温 240℃,载气 N_2 40ml/min。峰高外标法定量。

土壤中 DBP、DEHP 残留量的测试方法参照有关资料^[6,7]简述如下:土样前处理,新鲜土样置于具塞锥形瓶中,加石油醚—丙酮(V:V = 2:1)混合液 40ml 浸泡(4℃ 避光)过夜后,超声震荡 10 分钟,静置 2 小时,吸出上清液,再加入上述石油醚—丙酮混合液 20ml,超声震荡 10 分钟,静置分层,吸出上清液。二次上清液合并于 200ml 分液漏斗中。分液漏斗中预先置有 50ml 蒸馏水,10ml 饱和 Na_2SO_4 液。分液漏斗置于振荡器上振荡 5 分钟,静置分层,去除水相,从上部将有机相转入梨形瓶中经 K—D 浓缩仪浓缩至 2—3ml,此液经 Florisil 硅土柱净化,并以浓 H_2SO_4 进一步纯化,水洗、定容后进 GC—ECD 检测。

蔬菜可食部位 Vc 含量测定方法参照有关资料进行^[8]。

2 结果与讨论

2.1 DBP、DEHP 在土壤中的持留动态及其影响因素

在本研究选定的各种试验条件下,增塑剂 DBP、DEHP 在土壤中的持留量均随试验周期的延长而减少,其持留动态列如表 2。从表 2 可以看出:①培养温度对二种供试物在土壤中的持留动态有着重大的影响,试验温度愈低,DBP、DEHP 的持留性愈强,反之亦然。DEHP 对温度的敏感性比 DBP 更为突出,例如在土壤含水量均为 6% 时,DEHP 施入土壤 63 天后,5℃ 条件下土壤中持留量仍高达 1.071mg/kg,高于施入量的一半,而 35℃ 条件下持留量为 0.274mg/kg,仅为施入量的 13.7%。温度对 DBP 的持留动态也有明显的影响。环境温度的提高能明显降低 DBP、DEHP 在土壤中的持留率(图 1),尤其是在土壤水份含量相对低的情况下,这种现象更为突出。②土壤水分含量对供试物的持留动态也有一定的影响。在其它条件相同情况下,水份含量的增加将促进 DBP、DEHP 持留量降低,使持留动态趋于消减。例如,当培养温度为 5℃,培养时间为 63 天时,DEHP 在水份含量为 6% 的土壤中的持留量为 1.071mg/kg;而在水份含量为 18% 的土壤中,其持留量为 0.682mg/kg,即水份含量增加了 12%,DEHP 在土壤中的持留量降低了 36.22%。

我们认为环境因素如土壤水份、培养温度对增塑剂 DBP、DEHP 的土壤持留动态的影

表2 DBP、DEHP在土壤中的持留浓度(恒温培养, $C_0=2.0\text{mg/kg}$)

Table 2 Amount of DBP, DEHP remained in soil

增塑剂 Plasticizer	水分 Water(%)	温度 Temperature(°C)	试 验 周 期 (天) Period (d)					
			3	7	14	28	49	63
DEHP	6	5	2.221	1.891	1.468	1.201	1.192	1.071
	6	20	1.983	1.547	1.158	0.621	0.631	0.501
	6	35	1.743	1.437	0.729	0.359	0.364	0.274
	18	5	1.823	1.834	1.117	1.102	0.987	0.682
	18	20	1.619	1.512	0.972	0.736	0.569	0.283
	18	35	1.381	1.171	0.869	0.567	0.317	0.0
DBP	6	5	2.128	1.928	1.900	1.611	1.039	0.651
	6	20	2.049	1.669	1.357	0.786	0.725	0.401
	6	35	1.932	1.609	1.193	0.467	0.582	0.351
	18	5	2.284	2.087	1.812	1.335	0.966	0.426
	18	20	1.918	1.541	1.025	0.555	0.544	0.381
	18	35	1.573	1.317	1.107	0.348	0.401	0.348

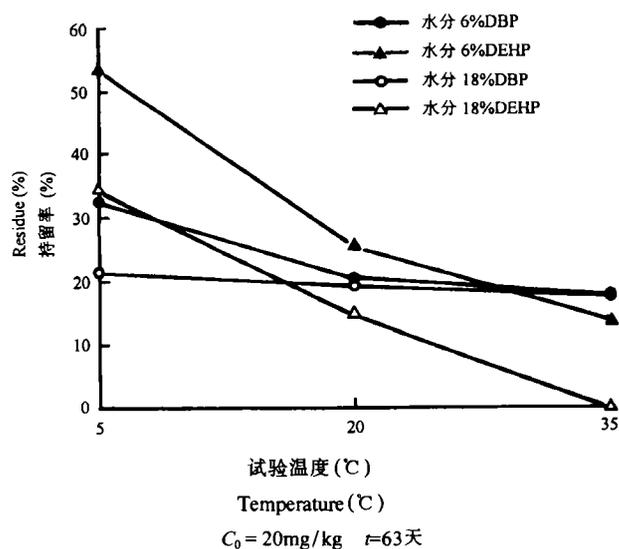
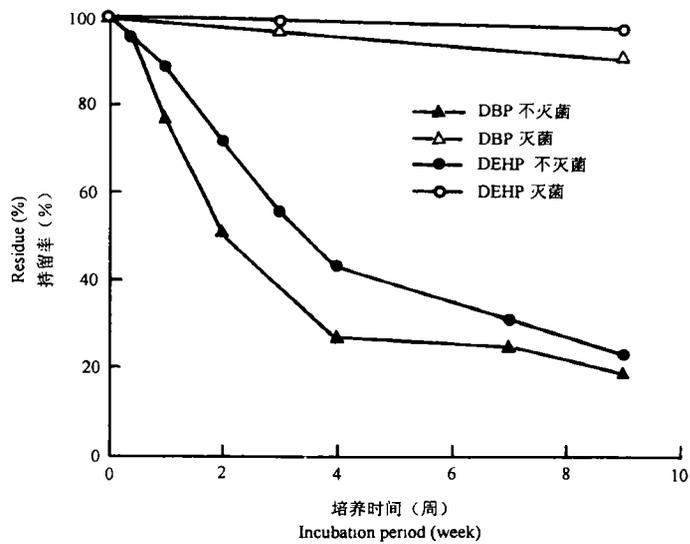


图1 环境温度对DBP、DEHP在土壤中持留率的影响

Fig.1 Effect of temperature on the residual rates of DBP and DEHP in soil

响,本质上是通过这些因素对土壤微生物活性促进或抑制而起作用的。只有当环境条件有利于微生物活性提高时, DBP、DEHP在土壤中的持留量将迅速减少。图2所示为增塑剂DBP及DEHP在灭菌和不灭菌土壤中的持留动态之比较。从图2可以看出,灭菌土壤中所添加的二种增塑剂在整个培养期间极少消失,到试验结束时,持留率仍高达



土壤水份含量18%, 温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$

图2 微生物活性对DBP、DEHP在土壤中持留动态的影响

Fig.2 Effect of microbial activity on the residual dynamics of DBP and DEHP in soil

97% (DEHP) 和 91% (DBP)。而不灭菌土壤中二者的持留率仅分别为 23.00% (DEHP) 和 19.05% (DBP)。由此可见土壤微生物活性乃是影响供试物在土壤中持留动态的决定性因素, 促进微生物活性提高的环境条件将有利于 DBP 和 DEHP 在土壤中的持留迅速降低。

2.2 DBP, DEHP 在土壤中的降解动力学特征

通过大量的室内外试验, 获得了供试土壤中 DBP, DEHP 在不同条件下降解动力学参数 (表 3), 这些结果可以表明: DBP, DEHP 在土壤中的降解可较好地用一级反应动力学方程进行描述, 除个别数据外, 绝大部分试验结果与一级反应动力学方程 $C_t = C_0 e^{-kt}$ 吻合度较高 ($r > 0.900$), 式中 C_t 为 t 时间土壤中供试物持留量 (mg/kg), C_0 为土壤中供试物的添加浓度 (mg/kg), k 为供试物在土壤中降解速度常数, t 为供试时间 (天数)。就降解速率而言, DEHP 在土壤中的降解受环境因素如水分含量、温度的影响较明显, 一般降解速率随水份含量或温度的升高而增加。总体看来 DBP 的降解不但要稍快于 DEHP, 而且它受环境因素的影响程度相对较小, 例如在土壤水份含量为 18% 时, 温度从 5°C 增至 35°C , DBP 的降解速率也不过从 0.024 提高到 0.026, 降解半衰期从 28.875 天减至 26.907 天, 变化并不太大。

从表 3 所列结果可以看出, 在不同试验条件下 (除灭菌外), DEHP 的降解半衰期 $t_{1/2}$ 处于 14.438—73.255 天的范围内, 其中 $t_{1/2} < 30$ 天的占 54.54%, 30—60 天的占 27.27%, > 60 天的占 18.18%; DBP 的降解半衰期 $t_{1/2}$ 处于 25.667—45.730 天的范围内, 其中 $t_{1/2} < 30$ 天的占 72.73%, 30—46 天的占 27.27%。由此可见增塑剂 DBP 和 DEHP 在通常条件下还是比较容易降解的, 持留性并不太强。但在温度或水分较低的情况下有一定的持留性, 因而需引起适度的关注。

由于田间试验情况较复杂, 一方面供试物要经历包括生物或非生物降解、挥发、作物吸收而消减, 另一方面大气飘尘的沉降又可引起污染物的增加, 因而难以进行单因子分析。

表3 DBP, DEHP在不同土壤条件下的降解动力学特征

Table 3 Dynamic characteristics of DBP and DEHP degradation in different soil conditions

供试物 Plasticizer	试验条件 Condition	水份 Water (%)	温度 Temperature (°C)	周期 Period (天)	起始浓度 C ₀ (mg/kg)	降解动力学特征 Dynamic characteristics of degradation		
						<i>k</i>	<i>t</i> _{1/2}	<i>r</i>
DEHP	恒温	6	5	63	2.00	0.011	69.300	0.903
	恒温	6	20	63	2.00	0.021	33.000	0.920
	恒温	6	35	63	2.00	0.029	23.897	0.905
	恒温	18	5	63	2.00	0.015	46.200	0.917
	恒温	18	20	63	2.00	0.026	26.654	0.973
	恒温	18	35	63	2.00	0.048	14.438	0.949
	恒温	18	5	122	5.00	0.010	73.255	0.954
	恒温	18	20	122	5.00	0.030	23.100	0.958
	田间	—	—	90	10.00	0.018	38.084	0.981
	田间	—	—	90	2.00	0.037	18.901	0.991
DBP	恒温	6	5	63	2.00	0.019	36.474	0.976
	恒温	6	20	63	2.00	0.024	28.875	0.970
	恒温	6	35	63	2.00	0.027	25.667	0.911
	恒温	18	5	63	2.00	0.024	28.875	0.959
	恒温	18	20	63	2.00	0.025	27.720	0.937
	恒温	18	35	63	2.00	0.026	26.907	0.895
	恒温	18	5	122	5.00	0.019	36.474	0.993
	恒温	18	20	122	5.00	0.024	28.875	0.993
	恒温	18	35	122	5.00	0.026	26.654	0.991
	田间	—	—	90	10.00	0.025	27.893	0.923
田间	—	—	90	2.00	0.015	45.730	0.962	
DEHP	灭菌	18	20	63	20.00	0.0005	1432.325	1.000
DBP	灭菌	18	20	63	20.00	0.0015	461.901	1.000

土壤经灭菌后, 尽管土壤培养温度及水份含量处于较好的状态下, DBP 和 DEHP 的降解速率仍显著下降, $t_{1/2}$ 分别增至 461.901 和 1432.325 天。显而易见, 微生物活性对污染物在土壤中的降解是至关重要的。为了促进污染物在土壤中迅速降解, 减少其对作物的影响, 一条重要措施便是合理增加水、肥施用量, 以提高土壤微生物活性, 继而使 DBP、DEHP 从土壤中尽快消减。

2.3 供试物对蔬菜的生长及品质的影响

田间试验小区, 土壤中施入不同剂量的 DBP 和 DEHP, 并种植五种供试蔬菜, 观察作物生长所受影响。试验发现: ①高剂量处理小区中种植的各种蔬菜在幼苗期生长受到供试物一定的阻碍作用, 而低剂量处理小区中供试作物苗期生长情况基本与对照无明显差异; ②与 DEHP 相比, DBP 对作物生长的影响较为突出; ③供试蔬菜中以花椰菜、菠菜早期生长受害症状较为明显, 其表现为: 花椰菜叶片卷曲, 生长受阻, 且成苗率低, 花菜结球迟, 成球少; 菠菜出苗率低, 生长缓慢, 植株矮小。供试蔬菜对增塑剂的敏感性为: 花椰菜

> 菠菜 > 萝卜 > 青花菜及辣椒。

通过田间试验结果还可发现 DBP、DEHP 对蔬菜产量亦有一定影响(表 4)。一般而言, DBP 的影响要大于 DEHP, 除低剂量 DBP 处理小区萝卜试验外, 其余小区均造成一定量的减产, 减产幅度在 12.8%—60%; 而 DEHP 只是在高剂量处理时对蔬菜产量有所影响, 减产幅度为 13.5%—32%。实验结果还显现出低剂量 DEHP 处理小区中, 个别作物似有增产, 其原因有待论证。

表4 DBP、DEHP对蔬菜产量的影响(kg/小区)

Table 4 Effect of DBP and DEHP on the yield of vegetable

处理 Treatment	蔬菜 Vegetable				
	萝卜 Radish	辣椒 Chile	菠菜 Spinach	花椰菜 Cauliflower	青花菜 <i>Italica premch</i>
对照	10.0	18.1	/	25.0	25.1
DBP(高剂量)	4.0	13.8	0.305	21.8	19.2
DBP(低剂量)	13.0	14.8	0.510	19.9	19.5
DEHP(高剂量)	6.8	13.5	0.500	25.8	21.7
DEHP(低剂量)	14.0	18.1	0.805	25.9	27.0

表 5 所示为供试酞酸酯对蔬菜可食部位 Vc 含量的影响, 结果显示, 花椰菜 Vc 含量比对照略高, 而青花菜、菠菜的 Vc 含量比对照略低。

表5 DBP、DEHP对供试蔬菜Vc含量(mg/kg鲜重)的影响

Table 5 Effect of DBP and DEHP on the Vc content of vegetable

处 理 Treatment	蔬菜 Vegetable		
	青花菜 <i>Italica premch</i>	菠菜 Spinach	花椰菜 Cauliflower
对照	1047.5	411.3	675.0
DBP(高剂量)	1005.4	383.8	677.5
DBP(低剂量)	1021.2	383.8	687.5
DEBP(高剂量)	1034.4	383.8	677.5
DEHP(低剂量)	1021.2	401.3	677.5

有文章报导 DBP 喷雾处理辣椒、黄瓜叶片后, 将使其叶绿体解体, 叶绿素叶功能发生障碍^[9]; 还有资料说明 DBP 对绿色植物光合作用的影响是通过干扰类胡萝卜素合成的干扰而致使对叶绿素的保护及吸光作用减弱, 最终破坏了光合作用的正常进行。笔者认为这种对绿色植物光合作用的破坏, 可能最终导致蔬菜品质和产量的下降。

3 结 论

通过上述讨论, 我们对农膜增塑剂邻苯二甲酸二丁酯(DBP)和邻苯二甲酸二异辛酯(DEHP)在土壤-作物系统的影响行为归纳为如下几方面:

(1) DBP, DEHP 在土壤中有一定的持留性, 因此对土壤环境质量有一定的影响, 土壤

水分和温度的提高能显著降低 DBP、DEHP 在土壤中的持留性。

(2) DBP, DEHP 在土壤中的降解动力学可用一级反应动力学方程 $C_t = C_0 e^{-kt}$ 来进行描述。土壤微生物活性是决定降解速率 k 的重要因素, 凡能促进微生物活性的措施, 都将使 DBP, DEHP 在土壤中的降解速率增加, 从而促使其从土壤中消减, 降低其对土壤-作物系的不良影响。

(3) 供试物对蔬菜的生长有一定的障碍作用, DBP 的影响更为明显。DBP 对不同蔬菜的产量也有一定的影响, 减产幅度在 12.8%—60%。DBP, DEHP 还使部分品种蔬菜可食部位 Vc 含量减少, 使蔬菜品质降低, 其原因可能是增塑剂对绿色植物光合作用的破坏所致。增塑剂对作物产量和品质的影响应引起必要的关注。

参 考 文 献

1. 金维续, 程桂芬, 张文群等. 光解地膜的农业效果与降解过程. 农业环境保护, 1995, 14(4): 162—166
2. 李 平, 叶应强. 废弃地膜的再生利用. 环境科技, 1994, 14(6): 22—23
3. 刘 清. 我国农膜污染的现状、原因与治理措施. 环境污染与防治, 1993, 15(4): 21—23
4. 张保民, 王兰芝, 潘同霞等. 残膜对花生生长发育的影响. 农业环境保护, 1994, 13(4): 184—185
5. 庞金梅, 段亚利, 池宝亮等. DEHP 在土壤和白菜中的残留及毒性分析. 环境化学, 1995, 14(3): 239—242
6. 汤国才, 蔡玉琪. 土壤中酞酸酯的分析方法. 环境化学, 1993, 12(4): 263—267
7. 中国环境监测总站等单位译. 固体废弃物试验分析手册. 北京: 中国环境出版社, 1992, 165—251
8. 南京植物研究所编, 植物成分测定. 南京: 江苏人民出版社, 1960
9. 蔡玉琪, 汤国才, 王珊龄等. 植物对酞酸酯的敏感性. 农村生态环境, 1994, 10(1): 29—32

EFFECT OF PAEs PLASTICIZERS ON SOIL-CROP SYSTEM

An Qiong Jin Wei Li Yong Xu Rui-wei

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing 210008)

Summary

The effect of persistence, degradation dynamics of DBP (Dibutyl phthalate) and DEHP (di(2-ethylhexyl) phthalate) on crop growth were studied in this work. Results showed that DBP and DEHP remained in soil increased with experimental temperature raised, especially for DEHP. The remained amount of phthalate plasticizers decreased with the increase of soil water content. The degradation of these two chemicals in the soil can be described by the first order kinetic equation of $C = C_0 e^{-kt}$. The degradation of DEHP was strongly affected by environmental factors. Although DBP degraded faster than DEHP, the dependence of its degradation in soil on environmental factors was much smaller than that of DEHP.

Results also indicated that the activities of soil micro organisms played a very important role in PAEs degradation in soil. Increase in activities of soil micro-organisms would accelerate the PAEs degradation rates and reduce the pollution of PAEs to soils.

Results of field experiment with these two chemicals showed that a high dose of them restricted the growth of vegetable to some extent, especially for DBP. Meanwhile, it was also concluded that DBP and DEHP decreased the vegetable yield slightly and reduced the Vc contents of eatable parts of vegetables.

Key words Plasticizer, Soil-crop system, DBP (Dibutyl phthalate), DEHP (di(2-ethylhexyl) phthalate), Persistence dynamics, Degradation kinetics