

六六六在食物链中传递与积累的研究*

黄士忠 李治祥 王一茹 田作峰

(农牧渔业部环境保护研究所)

环境中的化学农药,经食物链扩散并在生物体内累积的事实,早已被大家所公认。但土壤中残留的六六六农药,经蚯蚓向陆生食物链转移及积累规律的研究资料非常缺乏。虽然,Sticke 等(1965)及 Efferies 和 Davis (1968)研究证实了蚯蚓吸收七氯和狄氏剂后,进一步污染了取食这种蚯蚓的丘鹑^[2]和画眉鸟^{[3],[4]}。但尚未阐明农药在鸟体内积累和排出的规律,目前国内亦无这方面的报道。

本文采用室内模拟的方法,研究了土壤中六六六进入蚯蚓后再向鹌鹑体内转移及在鹌鹑体内各种组织中的分布状况,并观察了在鹌鹑蛋中的累积及排出规律,为农药污染生态学研究提供实验资料。目前,蚯蚓作为家禽饲料中的动物蛋白源,已日益受到人们的重视,并不断得到推广应用。因此,研究土壤中六六六残留,经过蚯蚓向食物链转移的规律,具有一定的实际意义。

一、材料和方法

1. 材料

供试土壤系天津市工农联盟农场菜地壤土,添加适量腐熟马粪及纸浆,混合均匀后用不同浓度的六六六丙酮溶液喷雾,充分混匀放置一周测定六六六含量,然后分装于木箱和水泥池中,供饲养蚯蚓用。

供试蚯蚓为赤子爱胜蚓(*Eisemia Foetida*),购于天津市蚯蚓养殖场,3个月龄。测定蚯蚓体内六六六本底含量后,置于上述约20℃左右的土壤中分别饲养45天和30天取出,测定其体内六六六含量,然后置于-20℃低

温冰箱中冻存备用。

供试鹌鹑(*Coturnix Coturnix*)购于天津市鹌鹑养殖场,50天龄。试验前喂混合饲料(六六六含量为0.083ppm),观察20天,取健康鹌鹑(体重为130~150克)按试验要求随机分组,在室内饲养,室温约为25—30℃。

2. 方法

试验共分三组。I组:供试鹌鹑6只每只每日喂鲜蚯蚓(六六六含量为1.628 ppm)25克,喂10天扑杀3只,余下的喂到20天时扑杀,测定鹌鹑体内脂肪、肌肉、肝、脑组织及血浆中的六六六含量。II组:供试生蛋鹌鹑30只,每只每日喂鲜蚯蚓(六六六含量为2.18 ppm)10克和混合饲料20克。从试验之日开始,每隔3天取20只蛋测定六六六含量,连续测定27天。27天后停喂蚯蚓,喂混合饲料25克,仍每隔3天测定一次蛋中的六六六含量,连续测定30天。III组:供试生蛋鹌鹑12只,每日每只喂混合饲料25克,根据需要定期测定蛋中的六六六含量,以便与II组试验结果进行比较。

混合饲料、土壤、蚯蚓、鹌鹑体内各组织和血浆、鹌鹑蛋中的六六六残留含量的测定方法,分别按樊德方(1982)^[5],Eduards (1974)^[6],Bhupendra S. Kaphalia (1981)^[7]报道的方法进行。

二、结果和讨论

1. 土壤中六六六残留经食物链(蚯蚓→

* 李平,王荣琴参加部分试验工作。

表 1 六六六在食物链中含量及在鹌鹑体内分布状况

农药	样品	土壤中 含量 ppm	蚯蚓中 含量 ppm	肌肉中含量 ppm		肝中含量 ppm		脑中含量 ppm		血浆中含量 ppm		脂肪中含量 ppm	
				10 天*	20 天	10 天	20 天	10 天	20 天	10 天	20 天	10 天	20 天
	β -六六六	0.367	0.734	0.048 (0.018)**	0.027	0.051 (0.020)	0.081	0.039 (0.012)	0.074	0.047 (0.015)	0.037	2.206 (0.432)	1.212
	Σ -六六六	0.507	1.628	0.071 (0.036)	0.041	0.079 (0.040)	0.094	0.301 (0.227)	0.335	0.062 (0.032)	0.059	2.359 (0.688)	1.402

* 指喂蚯蚓天数, ** 括号内数字为背景值

表 2 六六六各异构体在食物链中的比例

类别	α -六六六		β -六六六		γ -六六六		δ -六六六		Σ -六六六	
	含量	比例	含量	比例	含量	比例	含量	比例	含量	浓缩系数
	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	
六六六原药		63		11		14		6.6		
土壤	0.080	15.70	0.367	72.24	0.037	7.24	0.024	4.77	0.507	
蚯蚓	0.392	24.07	0.734	45.08	0.175	10.75	0.327	20.10	1.628	3.211
鹌鹑脂肪	0.093	3.92	2.206	93.52	0.036	1.52	0.024	1.04	2.359	1.450

鹌鹑) 逐级浓缩作用的试验结果列入表 1 和表 2 中。以表 1 可以看出; 土壤中残留的六六六为 0.507ppm, 饲养蚯蚓 (*Eisenia foetide*) 45 天, 蚯蚓体内含量为 1.628ppm, (浓缩 3.2 倍)。用这样蚯蚓喂鹌鹑 10 天, 鹌鹑脂肪中含量为 2.36ppm(浓缩 1.45 倍)。土壤中六六六残留经蚯蚓吸收再进入鹌鹑脂肪中共浓缩了 4.65 倍, 在鹌鹑体内各组织中分布顺序是脂肪 (2.36 ppm) > 脑 (0.227 ppm) > 肝 (0.079 ppm) > 肌肉 (0.071 ppm) > 血浆 (0.062 ppm) β -六六六在上述组织中的含量顺序为与之相同, 脂肪 (2.206 ppm) > 脑 (0.066ppm) > 肝(0.051ppm) > 肌肉 (0.048 ppm) > 血浆(0.047 ppm)以上顺序表明鹌鹑体内累积六六六主要是在脂肪组织中, 而且以 β -六六六为主。表 1 中还说明了喂蚯蚓 20 天, 鹌鹑脂肪中总六六六及 β -六六六含量均低于喂 10 天的。

表 2 表明, 六六六各异构体在食物链中的残留比例发生了很大变化, 原药中的 β -六六六含量占总六六六的 11%, 在土壤中占 72.24% 是原药的 6.5 倍, 进入蚯蚓体内占

45% 是原药的 4.5 倍, 积累到鹌鹑脂肪中占 93.52% 为原药的 9.3 倍。

α -六六六和 γ -六六六比例下降明显, 原药中 α -六六六占 63% 而土壤中仅占 15.70% 约为原药的 1/4, 到达蚯蚓时占 24.07% 是原药的 2/5 左右, 进入鹌鹑脂肪中占 3.92% 约为原药的 1/16。 γ -六六六在土壤、蚯蚓、鹌鹑中的比例分别占总六六六的 7.24%、10.75%、1.52% 是原药的 1/2、3/4、1/9。

六六六各异构体在食物链传递与积累中的变化特征, 揭示出六六六农药在环境中的演变规律。

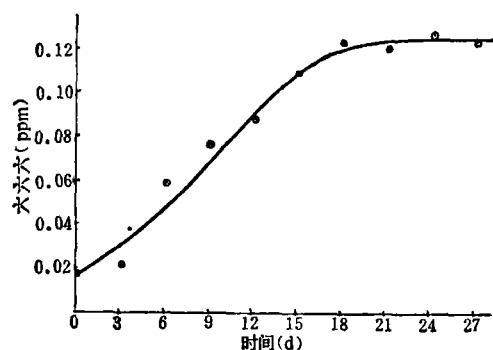


图 1 六六六在鹌鹑蛋中的积累规律

2. 六六六在鹌鹑蛋中的积累与排泄规律的试验结果绘于图 1、图 2 中。

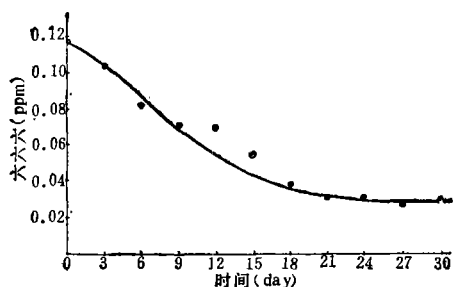


图 2 鹌鹑蛋中六六六的排出规律

试验用 30 只生蛋鹌鹑, 试验前喂混合饲料(六六六含量为 0.083ppm), 蛋中含量仅为 0.018ppm. 试验开始改喂鲜蚯蚓(六六六含量为 2.18ppm)10 克, 同时补充喂 20 克混合饲料. 经过计算每只鹌鹑每日自蚯蚓中摄取六六六为 21.80 微克; 占总摄入量 23.46 微克的 93.0%, 而自混合饲料中摄入的六六六仅为 1.66 微克, 占摄入总量的 7%. 此外, 试验前及试验全过程中一直喂混合饲料的对照组(即 III 组), 蛋中六六六含量始终维持在开始时水平(0.018ppm), 这些结果表明, 在试验期间蛋中累积的六六六主要来自污染的蚯蚓。

从图 1 可以看出, 在开始喂蚯蚓的 18 天内, 蛋中六六六含量逐日增加, 到 18 天以后渐趋平衡. 说明鹌鹑取食了被六六六污染的蚯蚓后, 六六六在蛋中累积存在着自上升到达平衡的过程. 据此, 若评价蚯蚓中六六六残留对鹌鹑污染影响的程度, 必须连续喂这种蚯蚓 18 天以上待六六六在其体内达到平衡状态时, 再测定蛋中六六六含量, 才能得到正确的结果。

六六六四种异构体在鹌鹑蛋中的累积规律较为相似, 从各异构体的生物浓缩能力来看, β -六六六大于其它异构体. 其中具有杀虫作用的 γ -六六六的累积量仅占蛋中六六六总量的 2.3-5.6%. 这提示我们 γ -六六六对生物体的污染影响不大。

蚯蚓体内残留六六六在鹌鹑蛋中的累积规律与国内报道的饲料中残留六六六在鸡蛋中的累积规律相一致. 这说明鹌鹑的试验结果推及到鸡的可行性, 反之亦然。

从图 2 可以看出, 六六六在鹌鹑蛋中的排泄规律. 当停止喂被六六六污染的蚯蚓后, 在前 21 天内, 鹌鹑蛋中六六六含量日趋下降至 21 天下降 74.36%, 21 天后趋于平衡. 说明鹌鹑体内六六六残留能较快的排出体外。

六六六各异构体在鹌鹑蛋中的消减规律与总体六六六相仿, 但消失速率不完全相同, 21 天内各异构体消失的百分数按下列顺序递减: δ -体(96.25%) > β -体(77.44%) > α -体(58.87%) > γ -体(14.28%) 此外, 还测定了蛋中六六六含量在蛋黄和蛋白中分布. 结果表明蛋中六六六主要残存在蛋黄里(含量为 0.143 ppm), 而蛋白中很低(含量为 0.014 ppm), 是蛋黄中含量的 10% 左右。

综上所述, 鹌鹑对六六六农药的吸收、累积与排泄的两个过程始终是处于动态平衡之中, 当摄入量大于排出量时, 累积量会增加, 反之即降低。

三、结 论

1. 土壤中残留六六六农药可经食物链(蚯蚓→鹌鹑)而被逐级浓缩. 在鹌鹑体内主要累积在脂肪里. 其它组织如脑、肝、肌肉及血浆中含量都不高。

2. 蚯蚓和鹌鹑体内累积六六六主要是 β -体, 其它异构体含量都较低。

3. 被土壤中六六六污染的蚯蚓喂养鹌鹑, 六六六在鹌鹑蛋中的积累过程具有一定的规律性, 即在开始的 18 天内累积量逐日增加, 至 18 天以后趋于平衡. 停喂上述污染蚯蚓而改喂混合饲料后, 在前 20 天内蛋中六六六含量逐日下降, 至 21 天后趋于平衡。

参 考 文 献

[1] 黄士忠, 农业环境保护, 2, 23(1984).

- [2] Slickel, W. H., *J. Wildl. Manage.* 29 (1), 132 (1965).
- [3] Jefferies, D. J. et al., *Nature*. 247 (5437), 441 (1968).
- [4] Davis, B. N. K. *J. Wildl. Manage.*, 32 (3), 441(1968).
- [5] 樊德方主编, 农药残留分析与检测, 上海科学技术出版社, 226—233页, 1982年.
- [6] Edwards, C. A. et al., *Nature*. 247 (5437), 157 (1974).
- [7] Kaphalia, B. S. et al., *Pesticides Monitoring Journal*, 15 (1), 9 (1981).

园林植物对氯气污染的净化效应

夏宗凤 董宝贤

(山东海洋学院)

龙爱敏

(青岛市园林科学研究所)

利用植物叶片中污染物含量的变化可监测大气质量^[1]。氯气是大气污染物质的一种。人们经常、少量吸入氯气可引起咳嗽、支气管炎、消瘦、过早的衰老等,严重影响人体健康。目前,为减少环境污染,利用植物吸毒、净化大气已成为环境保护学科的重要研究课题之一。

植物吸收氯气能力的研究,国内已有报道^[2-6]。本文分析了某农药厂十四种植物叶片的含氯率以研究该厂植物净化氯气的效应。该厂在生产工艺过程中有低浓度氯气和氯化氢气排放。因微量氯气用大气采样器难以测出。而厂内植物长期生长在低浓度氯气污染环境中,具有吸收和积累氯气的能力。通过测定植物叶片中累积的含氯率,可准确监测出环境中氯的污染程度和污染范围。同时可选出受氯气污染区的抗污树种和花卉植物。

材 料 和 方 法

1. 供试植物

用紫露草监测土壤污染。测定厂内加拿大杨、泡桐、木槿、柳树、合欢、正木、欧刺柏、樱花树种及草本花卉: 紫茉莉、凤仙花、万寿菊、菊花、蜀葵、千首蓝等十四种植物叶片的含氯率,分析植物净化大气的效应。对照植物采自青岛市园林科学研究所的植物园。

2. 叶片的采集及处理

于1984年7月采集植物叶片。选择生长较旺盛的植株、树龄及方位尽量一致。选取树冠中部的枝条,取离顶芽1.5尺左右的成熟叶,分东西南北四方位摘叶片混合。采样后用自来水洗去叶上的尘土,后用蒸馏水冲洗一次,晾干后,放入70°—80℃干燥箱中烘干。研碎过40目筛,将样品放入瓶中保存,用KLY—一卤素微库仑分析仪测定叶片含氯率。

3. 用浸提—库仑法测定叶片含氯率的方法。

(1) 浸提 称取样品0.5g—1g于100ml具塞锥形瓶中,加蒸馏水25—50ml,振摇20分钟后再静置浸提一夜或12小时以上,过滤,滤液用离子沉淀器,转速1500转/分—2000转/分,沉降20分钟以上,备用。

(2) 仪器测定 首先清洗电极及电解瓶,然后在电解瓶中加入电解液10ml,0.01N NaOH 20ml,蒸馏水20ml,1%明胶液约2—3滴管,开动振荡器并进行电解。电解完毕后,停止振荡。加入1ml KCl溶液再进行振荡电解。当达到预定终点时,即可进行样品分析。

准确吸取上述备用滤液2—5ml于电解瓶中,开动振荡器,15秒钟后进行电解。等自动停止电解后记下数码管显示的数字,按