花生对 DDT 的吸收积累*

魏　峰[1,2,3]　董元华[1,2†]　安　琼[1,2]　张桃林[1]

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京　210008)

(2 南京土壤研究所-香港浸会大学土壤与环境联合开放实验室, 南京　210008)

(3 中国科学院研究生院, 北京　100039)

摘　要　采用盆栽试验, 通过向土壤中添加 DDT 设置 3 个浓度处理(T1, 295 ng g^{-1}; T2, 3 723 ng g^{-1}; T3, 6 109 ng g^{-1}) 和 1 个对照(CK, 31 ng g^{-1}), 研究花生(*Arachis hypogaea*)对 DDT 的吸收积累。花生果实成熟后将植株分成根、茎、果壳和果仁四部分, GC-ECD 测定各部位中的 DDT 浓度。结果表明, 在 T2 和 T3 处理中, 花生果仁中的 DDT 含量高达 200 ng g^{-1} 左右, 超过 100 ng g^{-1} 的 WHO/FAO 最大残留限量标准。虽然在 CK 和 T1 中, 花生的果仁没有超标, 但是, 果壳和茎中, 特别是根中 DDT 的高浓度值得关注。根部的总量最大, 果仁中的总量最小, 根部是 DDT 吸收积累的最主要部位。花生根部和茎部较高的生物蓄积系数暗示着花生对 DDT 具有较强的吸收积累能力。此外, 研究显示花生果仁中高的含油量可能有助于亲脂性 DDT 的吸收积累。

关键词　DDTs; 根; 果仁; 含油量; 生物蓄积系数(BAFs)

中图分类号　X171.5　　文献标识码　A

随着环境科学研究的深入, 曾经被誉为"灵丹妙药"的滴滴涕(DDT) 对动物和人体健康的巨大危害逐渐显露出来。研究发现 DDT 主要影响动物特别是鸟类和哺乳动物的神经系统、生殖系统、免疫系统和内分泌系统等[1]。除了作为有机氯农药(Organochlorine Pesticides, OCPs) 的代表, DDT 还被认为是持久性有机污染物(Persistent Organic Pollutants, POPs) 和内分泌干扰物(Endocrine Disrupters, EDs) 的一种, 作为一种环境激素(Environmental Hormone), 微量的 DDT 就可以影响动物和人的内分泌代谢。虽然大多数国家禁用 DDT 已经有二三十年了, 但是, DDT 还广泛残留在世界的各个角落。除了过去巨大的使用量和 DDT 的持久性等原因之外, 一些国家现在还在使用 DDT 来防治疟疾, 而已经禁用 DDT 的国家近年来也出现新的 DDT 污染源[2]。例如, 一些不合法的生产和使用[3], 三氯杀螨醇中作为杂质的 DDT 含量过高等[4]。中国目前年生产 DDT 约 4 000 ~ 6 000 t, 绝大多数用于生产三氯杀螨醇。近年研究表明 DDT 在中国也广泛存在, 土壤、底泥、陆地水、近海、大气和生物体等许多介质中均有检出[2,4], 绝大部分土壤中 ΣDDT 均值少于 200 ng g^{-1}, 但是珠江三角洲和长江三角洲的部分地区土壤中 DDT 含量较高[5]。DDT 的生物富集能力非常强, 对 DDT 吸收富集能力较强的植物有南瓜属植物[6], 紫花苜蓿和黑麦草等的根系吸收富集 DDT 的能力也较强。对 DDT 在植物中积累的研究较多, 过去多集中在农产品含量超标上, 对 DDT 的植物修复研究也开始关注。此外, 对 DDT 在水生植物[7]和陆生植物[8]中的吸收与转移也有一些研究, 但是 DDT 在含油量高的植物中的吸收积累情况还未见报道。DDT 是一种亲脂憎水性的化合物, 容易吸附在富脂的表皮[9]。DDT 在含油量较高的作物中是否容易吸收富集值得进一步研究。

本文通过温室盆栽实验研究了 DDT 在高含油量作物——花生(*Arachis hypogaea*) 各部位的吸收积累情况, 比较了花生吸收积累 DDT 的能力, 以为评估当前环境中 DDT 对食品安全可能构成的威胁提供参考依据。

1　材料与方法

1.1　供试土壤

试验采用的土壤为太湖地区常见的黄泥土(苏

* 国家自然科学基金项目(40271097) 和国家重点基础研究发展规划项目(2002CB410805) 资助

† 通讯作者, E-mail: yhdong@mail.issas.ac.cn; Tel: 025-86881317

作者简介: 魏　峰(1977~), 男, 博士研究生, 主要从事环境化学研究。E-mail: nnwind@gmail.com

收稿日期: 2006-05-23; 收到修改稿日期: 2006-08-29

州常熟, 普通铁渗水耕人为土, Typic Fe-leachi-Stagnic Anthrosol), 理化性状如下: pH 6.39, 有机质含量 21.73 g kg^{-1}, 阳离子交换量 16.43 cmol kg^{-1}。

1.2 盆栽试验设计

供试植物为花生, 花生果仁含油量约为 46% ~ 52%。温室盆栽试验于 2004 年 5 月至 9 月进行。DDT 为纯度 98% 的工业 DDT, 为 *p*, *p*′-DDT、*o*, *p*′-DDT、*p*, *p*′-DDE 和 *p*, *p*′-DDD 四个组分的混合物。花生种植周期为 124 d。试验采用 5 kg 的白瓷盆(高 19 cm, 直径 20 cm)。DDT 用丙酮配好后定量加入到 1 kg 过 40 目的风干土中, 拌匀后再混到 4 kg 土壤中, 拌匀后将 5 kg 土壤倒入白瓷盆中。平衡时间为 1 d。

实验设置 3 个 DDT 浓度处理和 1 个对照, 均为 4 个重复: 处理 1(T1), 土壤中 DDT 浓度为 295 ng g^{-1}; 处理 2(T2), 土壤中 DDT 浓度为 3 723 ng g^{-1}; 处理 3(T3), 土壤中 DDT 浓度为 6 109 ng g^{-1}; 对照(CK), 土壤中 DDT 残留浓度为 31 ng g^{-1}。CK 代表的是微量老化残留的情况, 符合国家一级土壤的标准(50 ng g^{-1}); T1 代表的是太湖地区相当部分土壤 DDT 的残留情况[10], 但符合国家二级土壤标准(500 ng g^{-1}); T2 和 T3 代表的是极少数严重污染的地区, 均超出国家三级土壤标准(1 000 ng g^{-1}), 这种土壤可能会以点源污染的形式存在。

1.3 样品采集与分析

播种前每盆取 3 点采样, 混匀风干, 研磨过 40 目筛, 土壤测定采用《GB/T 14550-2003 土壤中六六六和 DDT 测定的气相色谱法》, 该方法与美国环境保护署的 8080 方法偏差在平行样误差容许范围内[11]。土壤中 DDT 组分的回收率为 88% ~ 110%, 变异系数 2.9% ~ 11.8%。

花生收获洗净后分为根、茎(包括残余的枯叶)、果壳和果仁四部分, 并在去离子水中浸泡 10 min 进一步去除根上附着的 DDT。分别在 60 ℃烘干, 将根和茎切碎后用碾槽磨碎, 果壳和果仁直接用碾槽磨碎, 均过 40 目筛。前处理过程中尽量减少交叉污染。

植物样品中 DDT 浓度测定方法为: 称取 0.1 g 根(茎、果壳和果仁为 0.5 g), 置于 15 ml 具塞刻度试管中, HPLC-正己烷 6 ml 浸泡过夜, 超声波功率为 600 W, 强度 80%, 提取 30 min。静置分层, 以吸管吸取提取液, 移入另一 25 ml 具塞试管中, 再用 5 ml 正己烷提取 2 次, 合并提取液。加 2 ml 浓硫酸到提取液中, 第一次涡旋 1 min, 静置分层, 以吸管吸取底层硫酸, 弃去, 重复此磺化过程, 直至硫酸层无色。磺化后的提取液以 2% 硫酸钠水溶液 6 ml 洗涤 2 次, 静置分层。水洗后的提取液 K-D 浓缩至 2 ml, N_2吹干, 用 1 ml 正己烷定容, GC-ECD 测定。花生中 DDT 组分的回收率为 73% ~ 118%, 变异系数为 2.3% ~ 21.6%。

使用 Agilent 6890 气相色谱(GC/ECD) 测定, 色谱柱为 DB-1701(长 30 m, 内径 0.32 mm, 膜厚 0.25 μm)。载气为 He, 进样体积为 1 μl, 分流比例为 1∶1。色谱柱程序升温: 165 ℃(恒温 2 min) 然后以 8 ℃ min^{-1} 升温至 265 ℃(恒温 3 min)。进样口 210 ℃, 检测器 300 ℃。采用外标法定量。

文中 ΣDDT 为 p, p′-DDT、o, p′-DDT、p, p′-DDE 和 p, p′-DDD 四个组分之和。单位 ng g^{-1} 表示每 g 干重土壤或植株含有多少 ng 的 DDT。

2 结果与讨论

不同 DDT 浓度处理下花生的根长、植株干重表现为差异不显著。在开花后一个月内, 添加 DDT 对株高有显著的促进作用, 并对根重有显著的促进作用。这说明添加 DDT 对花生开花后一个月内的营养生长有一定的促进作用。在开花后 1 d 和 4 d, 加 DDT 对花生的开花数量有显著的抑制作用, 之后作用不显著。总的来说, DDT 对花生的生长影响较小, 本文主要讨论 DDT 在花生不同部位中积累的情况。

2.1 DDT 在花生不同部位中的浓度

DDT 在花生不同部位中的浓度以果仁为最低, 根为最高(表 1)。在 T2 和 T3 处理中, 花生果仁中的 DDT 含量达 200 ng g^{-1}左右, 超过 100 ng g^{-1}的 WHO/FAO 最大残留量标准。在 CK 和 T1 中, 果壳和茎中的 DDT 含量均低于 100 ng g^{-1}, 而在 T2 和 T3 中, 该值在 392 ~ 1 258 ng g^{-1}的范围内。根系中 DDT 的浓度最高, 在 T3 中该浓度高达 24 873 ng g^{-1}。

在当前的环境中, 土壤中 DDT 浓度一般与 T1 中土壤的 DDT 浓度相近或更低, 所以花生的果仁不会超标, 由此可见花生的果仁一般不存在 DDT 污染问题。但是, FAO 对于食物链的安全性并不仅仅是涉及到可食的果仁部分, 还包括动物饲料, 生产中和产后的化工处理, 甚至包括产区的土地和水源等[12]。因此, 果壳和茎叶中, 特别是根系中 DDT 的高浓度可能有必要引起人们的关注。因为即使在 T1 处理中, 花生根系中 DDT 的浓度也高达 1 000 ng

g^{-1}以上。在一些农村, 人们用花生的茎叶连同部分根(有的俗称为“花生秧”)饲喂牲畜, 这些 DDT 含量较高的部位一旦作为动物饲料进入动物体内, 就会有部分 DDT 通过生物浓缩形成更高的浓度, 而如果人们进食这些含有更高浓度的动物奶、肉, 可能会对人体健康构成潜在的危害。

表 1　花生果仁、果壳、茎和根中 Σ DDT 的浓度

Table 1　Concentrations of ΣDDT in kernels, husks, stems and roots of peanut plant (ng g^{-1})

处理 Treatment	果仁 Kernel	果壳 Husk	茎 Stem	根 Root
CK	22.3±1.8	38.6±7.9	54.8±5.7	97.2±1.5
T1	57.5±0.9	60.8±0.8	92.5±6.1	1 037±84
T2	191±15	637±2	392±6	11 115±242
T3	207±10	1 258±93	759±219	24 873±877

化合物间的作用有“相似相溶”的现象, 亲脂性的非极性化合物 DDT 更易于溶解在非极性的正己烷、石油醚和油脂中。具有大面积富脂性表皮的水生植物可以吸附亲脂性的有机氯农药[13], 但植物果实含油量高是否会有助于 DDT 等脂溶性物质的吸收尚未有定论。与水稻相比[14], 花生果仁在 CK (31.3 ng g^{-1}) 中吸收积累 DDT 的浓度就和水稻稻粒在 117 ng g^{-1} 土壤中吸收积累的浓度相近(23 ng g^{-1}), 这暗示着花生果仁中高含油量可能有助于 DDT 在该部位的积累。

表 2　几种植物根和茎生物蓄积系数的比较

Table 2　Comparison between several plants in BAFs of the roots and stems

植物 Plant	水稻 Rice	高秆牛毛草 Tall fescue	紫花苜蓿 Alfalfa	黑麦草 Rye grass	夏南瓜 Zucchini	南瓜 Pumpkin	花生 Peanut
茎 Stem	0.28	0.03	0.03	0.05	0.66	2.50	1.75
根 Root	0.40	0.89	0.72	0.71	1.43	2.15	3.11

注: 水稻的生物蓄积系数通过文献[14]计算得到, 另外几种植物的生物蓄积系数通过文献[6]计算得到 Note: Bioaccumulation factors (BAFs) of the rice and other plants were calculated from literature [6, 14]

生物蓄积系数(Bioaccumulation factors, BAFs)可以用来比较不同植物从土壤中吸收积累污染物的能力, 根部对 DDT 的生物蓄积系数通常用 $[\Sigma DDT]_{根}/[\Sigma DDT]_{土壤}$ 来表示植物根部吸收积累 DDT 的能力。由表 2 可见: 花生根部的 BAFs 几倍于水稻(土壤中残留 ΣDDT 浓度为 117 ng g^{-1}), 与根部积累 DDT 浓度较高的紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、南瓜(*Cucurbita pepo* cv. Howden)等植物(土壤中残留 ΣDDT 浓度为 150 ng g^{-1})相比, 花生根部(土壤中残留 ΣDDT 浓度为 31 ng g^{-1})的生物蓄积系数相对较高, 这说明花生根部从土壤中吸收积累 DDT 的能力可能要高于这几种植物, 而紫花苜蓿和南瓜等的根系是已知的吸收 DDT 能力最强的植物根系之一[6]。

茎部对 DDT 的生物蓄积系数通常用 $[\Sigma DDT]_{茎}/[\Sigma DDT]_{土壤}$ 来表示。从表 2 还可以看出, 茎部 BAFs 超过 1 的只有南瓜和花生, 南瓜和夏南瓜(*Cucurbita pepo* L. cv. Senator hybrid)因为吸收积累能力强和生物量大等原因被当作潜在的植物修复材料[6]。

此外, 从 3 种油料作物在不同处理下的生物蓄积系数的比较中也可以看出花生具有较强的吸收积累能力(图 1)。3 种植物根对 DDT 的生物蓄积系数均大于茎对 DDT 的生物蓄积系数, 特别是在高浓度的 T2 和 T3 处理中, 这种差距更加明显。在添加 DDT 的 3 个处理中, 大豆和芝麻根系的生物蓄积系数均低于对照, 甚至在 T2 和 T3 中仅为 CK 的 30% 左右, 但是花生根系的生物蓄积系数只有 T2 的略低于 CK, 在 T1 和 T3 中还高于 CK。花生根系能在高浓度下保持对 DDT 的较高的生物蓄积系数, 再次证明花生根系具有较强的吸收积累 DDT 的能力。相比根系的生物蓄积系数, 3 种植物茎对 DDT 的生物蓄积系数都在添加 DDT 的处理中明显降低, 但是花生茎的生物蓄积系数在每个处理下均高于大豆和芝麻的, 说明花生茎对 DDT 的吸收积累能力也强于二者。

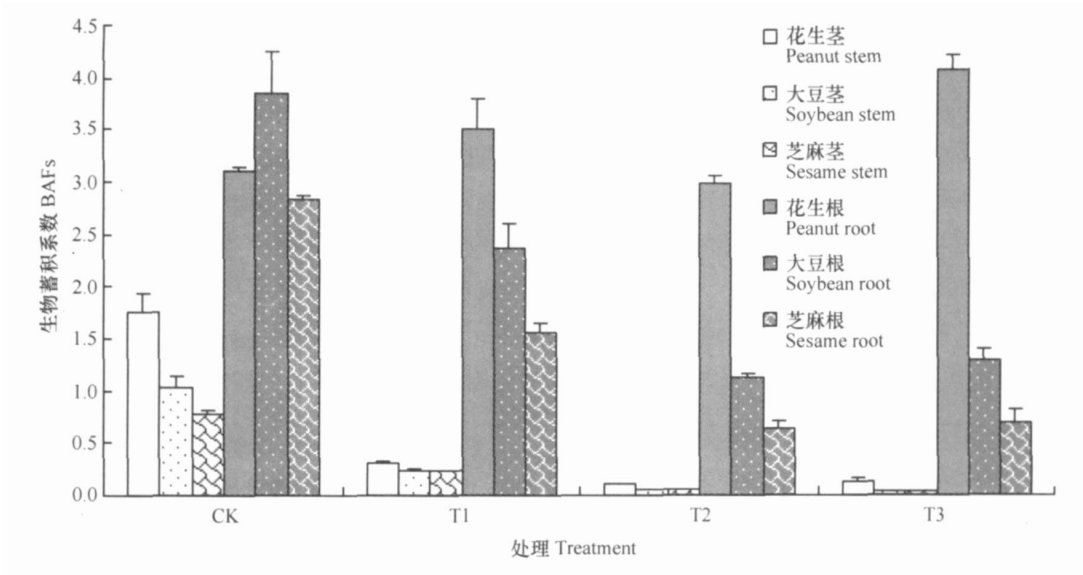

图 1 花生、大豆和芝麻在不同处理下的生物蓄积系数

Fig. 1 BAFs of peanut, soybean and sesame in four treatments

注: 大豆和芝麻数据来自作者其他试验 Note: The data about soybean and sesame were cited from other experiments conducted by the same authors

2.2 DDT 在花生不同部位中的总量

DDT 在各部位的总量是由该部位的浓度和生物量决定的, 它可以反映植物不同部位吸收积累 DDT 的能力。DDT 在花生不同部位中的总量与在各部位的浓度是基本一致的。在 3 个处理和对照中, 果仁中的总量均为最低(表 3)。根部的 DDT 在 CK 中低于茎中的 DDT 总量, 但在添加 DDT 的 3 个处理中, 根部的 DDT 总量高于其他 3 个部位的总和。

3 个处理中根部的总量最大, 果仁中的总量最小。说明植物吸收的 DDT 主要积累在根部, 而只有极少量的 DDT 积累在果仁中。这与黑麦草茎中积累 DDT 最多[15] 的情况不同。在对照中, 茎的 DDT 总量是最高的, 但是随着土壤中 DDT 浓度的升高, 茎中 DDT 的总量反而低于果壳中 DDT 的总量。这主要是由于果壳中 DDT 的浓度随着土壤中 DDT 浓度的升高而超过茎中 DDT 的浓度造成的。

植物对 DDT 等污染物的吸收在一定范围内是一种线性关系, 一旦超出这个范围这种线性关系就不存在[16]。试验结果显示: 土壤中 DDT 浓度与植物各部位 DDT 总量呈极显著正相关($p < 0.01$), 说明植物中吸收的 DDT 总量与土壤中添加的 DDT 浓度呈正比。由此推论, 本文土壤中 DDT 的最高浓度还没有超出 DDT 吸收的线性范围, 即花生可能有一个较大的 DDT 线性吸收范围。

表 3 花生果仁、果壳、茎和根中 ΣDDT 的总量

Table 3 Total amounts of ΣDDT accumulated in kernels, husks, stems and roots of peanut plant (ng)

处理 Treatment	果仁 Kernel	果壳 Husk	茎 Stem	根 Root	总量 Total
CK	49.7±4.1	181.7±37.2	298.0±31.1	237.2±3.5	766.6±2.9
T1	139.4±2.2	295.8±4.1	527.4±35.0	2 389±193	3 352±80
T2	466.0±35.7	3 158±11	2 227±31	26 421±575	32 271±235
T3	518.1±23.7	6 165±457	4 181±1 206	58 008±2 045	68 872±921

2.3 DDT 在花生不同部位的组分变化

在 CK 土壤中, DDE 约占总 DDT 的 50%, 其次是占 21% 的 p, p′-DDT 和占 16% 的 o, p′-DDT, 含量最少的是占 13% 的 p, p′-DDD。说明土壤中的 DDT 以有氧代谢为主。该农田土壤没有新的 DDT 污染源。

在设置的 3 个处理下, 由于添加 DDT 的缘故, 花生的不同部位中 p, p′-DDT 与 o, p′-DDT 之和比例很高。DDE 在 CK 中最多, 但在 3 个处理中明显减少(一般低于 10%, 个别在 10%~14%)。DDD 含量最少, 一般低于 10%, 最高达到 14%。p, p′-DDT 与 o, p′-DDT 之和范围一般在 70%~85% 之间, 在高

浓度时甚至可以超过 90%。p, p′-DDT 一般占 40%～60%, 但是在 T2 和 T3 的根中含量分别为 71% 和 75%。

o, *p*′-DDT 因为水溶性在 4 个组分中最高, 所以相对容易在植物中运移[12]。本文的实验结果也能证明这一点。在 4 个处理中, 都是果仁中的 *o*, *p*′-DDT/DDT 比值高于根部中的该比值(表 4), 其中 CK 中果仁和根的该比值差异不显著, 3 个浓度处理下该比值的差异均为极显著($p < 0.01$), 这说明 *o*, *p*′-DDT 更容易转移到果仁中。

表 4　花生根系和果仁中 ***o*, *p*′-DDT/ΣDDT** 的比值

Table 4　Ratio of *o*, *p*′-DDT/ΣDDT in roots and kernels of peanut (%)

处理 Treatment	*o*, *p*′-DDT/ΣDDT	
	根 Root	果仁 Kernel
CK	30.8±0.1	31.3±1.9
T1	20.2±0.4	33.3±0.3
T2	15.6±0.2	26.7±0.3
T3	15.5±1.1	25.3±1.0

3　结　论

DDT 在花生不同部位中积累的浓度以根为最高, 果仁为最少。土壤中 DDT 浓度为 295 ng g^{-1}、3 723 ng g^{-1}和 6 109 ng g^{-1}时, 花生中 DDT 总量以根部为最大, 果仁中为最小。3 个浓度中 DDT 总量也是以根部的总量为最大, 果仁中的总量为最小。这说明根部是吸收积累 DDT 最主要的部位。

与其他植物相比, 无论是生长在老化残留 DDT 的土壤中还是生长在新添加 DDT 的土壤中, 花生根系和茎部的生物蓄积系数均较高, 说明花生具有较强的吸收积累 DDT 的能力。

土壤中 DDT 添加浓度为 3 723 ng g^{-1}和 6 109 ng g^{-1}时, 花生果仁中 DDT 含量超过 100 ng g^{-1}的 WHO/FAO 最大残留限量标准。虽然在当前的土壤环境条件下, 花生果仁一般不会超过该标准, 但是果壳和茎叶中, 特别是根系中高浓度 DDT 应该引起人们的关注。

花生果仁中高的含油量可能有助于亲脂性 DDT 的吸收积累。同时, 水溶性相对较强的 *o*, *p*′-DDT 更容易在植物中运移而进入果仁中。

致　谢　感谢中国科学院南京土壤研究所高坤林老师对实验盆栽的精心管理。

参 考 文 献

[1] ATSDR. Toxicological Profile for DDT, DDE, and DDD. Atlanta, Georgia, 2002. 33～215

[2] Nakata H, Hirakawa Y, Kawazoe M, *et al*. Concentrations and compositions of organochlorine contaminants in sediments, soils, crustaceans, fishes and birds collected from Lake Tai, Hangzhou Bay and Shanghai city region, China. Environ. Pollut., 2005, 133 (3): 415～429

[3] Sudaryanto A, Kunisue T, Kajiwara N, *et al*. Specific accumulation of organochlorines in human breast milk from Indonesia: Levels, distribution, accumulation kinetics and infant health risk. Environ. Pollut., 2006, 139 (1): 107～117

[4] Qiu X H, Zhu T, Yao B, *et al*. Contribution of dicofol to the current DDT pollution in China. Environ. Sci. Technol., 2005, 39 (12): 4 385～4 390

[5] Gao H J, Jiang X, Wang F, *et al*. Residual levels and new inputs of chlorinated POPs in agricultural soils from Taihu Lake region. Pedosphere, 2005, 15(3): 301～309

[6] Lunney A I, Zeeb B A, Reimer K J. Uptake of weathered DDT in vascular plants: Potential for phytoremediation. Environ. Sci. Technol., 2004, 38: 6 147～6 154

[7] Gao J P, Garrison A W, Hoehamer C, *et al*. Uptake and phytotransformation of o, p′-DDT and p, p′-DDT by axenically cultivated aquatic plants. J. Agr. Food Chem., 2000, 48 (12): 6 121～6 127

[8] Cunningham S D, Ow D W. Promises and prospects of phytoremediation. Plant Physiol., 1996, 110: 715～719

[9] Wild S R, Jones K C. Studies on the polynuclear aromatic hydrocarbon content of carrots (*Daucus carota*). Chemosphere, 1991, 23 (2): 243～251

[10] 安琼, 董元华, 王辉, 等. 苏南农田土壤有机氯农药残留规律. 土壤学报, 2004, 41(3): 414～419. An Q, Dong Y H, Wang H, *et al*. Organochlorine pesticide residues in cultivated soils, in the south of Jiangsu, China (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2004, 41 (3): 414～419

[11] 王霞, 董元华, 安琼, 等. 水稻土中有机氯农药残留测定方法比较. 土壤, 2005, 37 (1): 105～108. Wang X, Dong Y H, An Q, *et al*. Difference in analyzing organochlorines between USEPA 8080 and GB/T 14550－93 (In Chinese). Soils, 2005, 37 (1): 105～108

[12] FAO. FAO's Strategy for A Safe and Nutritious Food Supply, Item 5 of the Provisional Agenda. Committee on Agriculture Nineteenth Session. Rome. 2005

[13] Ockenden W A, Steinnes E, Parker C, *et al*. Observations on persistent organic pollutants in plants: Implications for their use as passive air samplers and for POP cycling. Environ. Sci. Technol., 1998, 32 (18): 2 721～2 726

[14] Babu G S, Farooq M, Ray R S, *et al*. DDT and HCH residues in Basmati rice (*Oryza sativa*) cultivated in Dehradun (India). Water, Air, and Soil Pollution, 2003, 144: 149～157

[15] 安凤春, 莫汉宏, 郑明辉, 等. DDT 污染土壤的植物修复技术. 环境污染治理技术与设备, 2002, 3(7): 39～44. An F C, Mo H H, Zheng M H, *et al*. The phytoremediation technique of DDT-contaminated soil (In Chinese). Techniques and Equipment for Environmer

tal Pollution Control, 2002, 3(7): 39~ 44

[16] Galiulin R V, Bashkin V N, Galiulina R A. Review: Behavior of persistent organic pollutants in the air-plant-soil system. Water, Air, and Soil Pollution, 2002, 137: 179~ 191

UPTAKE AND ACCUMULATION OF DDT BY PEANUT (*ARACHIS HYPOGAEA*)

Wei Feng[1,2,3] Dong Yuanhua[1,2†] An Qiong[1,2] Zhang Taolin[1]

(1 *State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*)

(2 *Soil and Environment Joint Open Laboratory between Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences and Hong Kong Baptist University, Nanjing 210008, China*)

(3 *Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China*)

Abstract A pot experiment was conducted with three treatments (T1, 295 ng g^{-1}; T2, 3 723 ng g^{-1}; T3, 6 109 ng g^{-1} in concentration of DDT) and one control (CK, 31 ng g^{-1}). When peanuts were mature whole peanut (*Arachis hypogaea*) plants were harvested and divided into four parts, roots, stems, husks and kernels. Concentrations of DDT in these parts were determined separately by GC-ECD. Results show that the concentration of DDT in the kernels was about 200 ng g^{-1} in T2 and T3, exceeding the maximum residue limit for DDT residue (100 ng g^{-1}) set by WHO/FAO. In general, the concentration of DDT in peanut kernels is not likely to exceed the maximum residue limit in current environment, but the concentrations of DDT in the husks and stems, especially in the roots, of the plants were rather high, which causes more concerns. The total amount of ΣDDT in the roots was the highest, indicating the roots are the dominating part of the plant that takes up and accumulates DDT. Fairly high bioaccumulation factors of the roots and the stems suggest the peanut plant is great in capacity of absorbing and accumulating DDT. Furthermore, the results suggest that the high oil content in peanut kernels might facilitate the uptake and accumulation of lipophilic DDT.

Key words Bioaccumulation factors (BAFs); Kernel; Oil content; DDTs; Root