实验（2）中加氨量在 50—200 升/小时（空气流量计读数）净化率为 88—92.5%，因为氨的比重是 0.5971（对空气）若通氨量选择 150 升/小时则实际加氨流量是 251.1 升/小时，即 190.23 克/小时，（11.19 克分子）

实验（2）中 NO_x 排放量为：

$$Q = C \times L = 1.03 \text{ 克/立方米} \times 3059 \text{ 立方米/小时} = 3150 \text{ 克/小时}$$

式中，Q 为实验中每小时排出 NO_x 重量（克/小时）；C 为实验中气体含 NO_x 浓度（克/立方米）；L 为实验中排气风量（立方米/小时）.

所以，气相反应中加氨的比为，

$$NO_x : NH_3 = 67.4 \text{ 克分子} : 11.19 \text{ 克分子} = 1 : 0.177 \approx 1 : 0.2$$

2. 碱（NaOH）浓度：实验中我们是采用 10% NaOH 即按 100 毫升水中加入 10 克 NaOH 配制而成．主要参考《别册化学工业》[1973.17(14),155—159] 中论述：NaOH 水溶液浓度低于 1% 左右或高于 10% 以上，吸收效率下降，所以我们在保证吸收率的情况下，尽量使吸收液的更换周期长一点而采用 10% NaOH 水溶液作为实验中的吸收液．

小麦对 DDT、六六六的吸收及其与土壤残留量的关系

夏增禄　沈瑞珍
（中国科学院地理研究所）

DDT、六六六农药对环境的污染，仍然是目前国内外关心和争论的一个问题[1]．但是，这两种农药在我国还将使用，因此，研究它们在我国自然条件下的残留累积与作物吸收的规律，从而有效的控制使用，仍然具有重要意义．

Morrison 等早于 1948 年就开始了作物对有机氯农药吸收的研究[2]．他们观察了生长在用 DDT 和六六六处理过的土壤上的 29 种不同植物的吸收．以后，许多研究者都曾作过不同的评论[3,4,5]．但是在我国，有关这方面的研究还报道不多．我们曾在北方某些地区进行了一些调查和研究，以下仅就这一问题进行粗浅的讨论．

样品采集、处理和分析方法

土壤样品采集深度一般为 20 厘米，少数采到 100 厘米．小麦在收割前 1 至 2 天左右采集．

土壤样品风干后磨碎，通过 40 目样筛．麦粒用粉碎机粉碎后再细磨至粉状．

取 10—15 克土壤样品用 59:41 的丙酮和已烷混合溶剂以抽提法提取．小麦样品取 20 克，用石油醚溶剂以振摇法提取．用硫酸磺化法进行纯化，以 P-E 900 型气相色谱仪测定．

施药情况下小麦对DDT、六六六的吸收及其与土壤残留量的关系

调查区小麦、土壤中的DDT、六六六的含量列于表1. 从表中可以看出，该区小麦中的DDT含量是微小的(卫生标准300ppb*)，六六六的含量稍高一些，但最高含量仍远比标准小(卫生标准500ppb*)。土壤中的DDT、六六六含量也较低，最高含量仅分别为175 ppb和254 ppb. 由于本区使用DDT、六六六主要是在麦收前10—15天每亩施用一次粘虫散2—3斤防治粘虫，其它时间不再使用，因此在小麦和土壤中的残留量较低. 若今后粘虫散的施用仍按目前用量、时间和方式进行，可以推论，估计对小麦是安全可行的.

表1 小麦、土壤中DDT、六六六的含量
(单位：ppb)

项目	种类	最高	最低	平均	标准差
小麦	DDT	27.0	0.4	7.4	8.7
	六六六	177.0	16.0	59.0	42.8
土壤	DDT	175.0	2.0	44.8	48.2
	六六六	254.0	22.0	107.4	80.3

由于每年喷撒农药，土壤中六六六的含量是逐年累积的. 但是从异构体分析(表2)小麦籽粒中α体的含量几乎等于土壤中的含量，γ体甚至比土壤中的含量还高. 由于DDT、六六六都是水溶性极低的化合物，小麦是否能从土壤中吸收这么大的相对于土壤的量？若以α、γ体占总量百分率与原粉百分率相比，土壤中的α、γ体比原粉低，但麦粒中的α、γ体不是接近于土壤中的百分率，却接近或超过原粉的百分率. 因此，根据上述情况，小麦中的α、γ异构体是否主要来源于植株表面喷撒的六六六呢？

Beall和Nash (1971)[6]曾发现作物的叶和茎很容易被应用到一厘米表土的DDT挥发的DDT、DDE和DDD所污染. Guenzi和Beard (1970)[7]还证明作物对DDT的吸收转移，通过挥发的途径比根吸收的途径更为重要. 因此，作物对DDT、六六六各异构体的吸收不是同等的，而是被自然界多因素作用后的一个量. 它除了一个绝对量外，还有一个相对于农药原粉的变化了的相对量. 国外文献[8]在表示各异构体的量时，除了一个绝对量外，也常用它们之间的相对比值来表示其相对量. 这种方法虽然也能看出一般的关系，但是，由于这种关系决定于彼此之间的变量，是相互依存、相对而立的，因而难于对比、分析. 根据上述原因，我们提出了一种新的表达式.

表2 六六六各异构体在麦粒和土壤中的平均含量和百分率 单位：ppb

样品	α-666		γ-666		β-666		δ-666	
	含量	%	含量	%	含量	%	含量	%
原粉		67		15		10		8
麦粒	44.7	71.9	14.7	23.6	1.0	1.5	1.8	2.8
土壤	46.8	43.1	6.6	6.2	45.6	42.9	8.2	7.7

麦粒对DDT、六六六的吸收有一个总量，对各异构体有一个分量. 假若麦粒对DDT、六六六各异构体的吸收是同等的，那末，麦粒对各异构体的吸收是按原粉中各异构体的比例吸收的. 由于麦粒对各异构体的吸收量不一样，因而吸收各种异构体的量并不与原粉比例相符，对有些异构体吸收多一些，对另一些异构体吸收少一些. 因此，麦粒对各异构体的吸收差异，可用下式表达：

$$A = \frac{H}{B} \qquad \because \quad B = QK$$

$$\therefore \quad A = \frac{H}{QK}$$

式中，A为吸收指数；H为麦粒中某异构体的含量；B为按原粉比例吸收时应吸收的量；Q为某农药的总含量；K为某异构体占原粉的百分率(即商品农药中异构体的组成百分率).

* 中国医学科学院卫生研究所1977年建议标准(原粮)

根据上式，将本区六六六各异构体平均值进行计算后的数值列于表3．从表中可以清晰的看出各异构体被吸收的难易．其中麦粒的α-666含量（*H*栏）居于最高，吸收最多．但就其吸收性（*A*值）而言，却是γ-666最易吸收，其次才是α-666．β-666很难吸收．但是，若以国内外一般用各异构体相互间的比例来表示：α:γ:β:δ的比值则应是4.17:1.47:0.10:0.18．这个比值给人一个印象，好象最易吸收的异构体不是γ-666，而是α-666．

表3　各异构体的A值

项　目	总　量	α	γ	β	δ
K		67	15	10	8
H	59.0	44.8	11.7	1.0	1.5
B		39.5	8.9	5.9	4.7
A		1.13	1.30	0.17	0.32

我们认为：利用新提出的表达式分析各异构体的吸收性能是比较简单明了．它的优点在于与一种标准比较，获得的结果可以在大量资料的汇总中进行比较和研究．同时也给某异构体在一定条件下被吸收的性能以一个较清晰的概念．当然，这一表达式也有其局限性，只能说明一定的问题，在另一情况下，应根据需要灵活应用．

在施药情况下，小麦籽粒与土壤残留量之间的关系示于图1、2．相关计算，DDT的相关系数$\gamma = 0.62$，显著性达5%的置信限

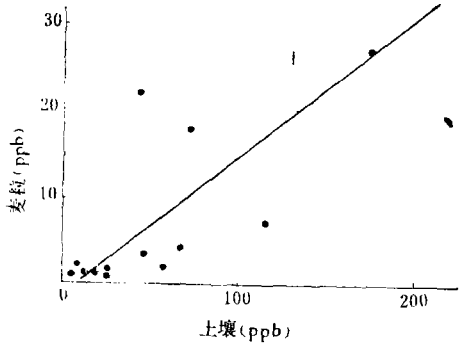

图1　麦粒和土壤DDT含量相关图

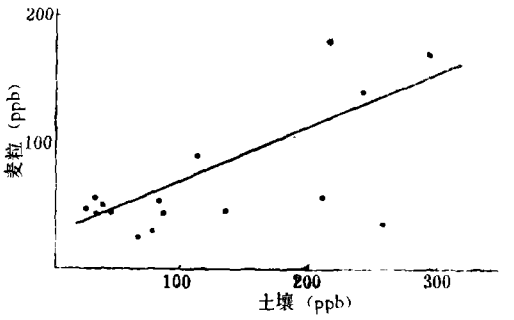

图2　麦粒和土壤六六六含量相关图

度．但六六六的$\gamma = 0.36$，不相关．关于DDT、六六六在小麦、水稻与土壤中的相关关系，曾有过不一致的报道．盐田悠贺里[13]曾计算过六六六在水稻稻草与土壤中的残留量无相关关系．但是，北京市农业科学院环境保护室对一区域的调查资料进行计算，却具有相关关系*．这些不同的结果表明，DDT、六六六在土壤、作物间的残留关系是不稳定的．因为作物中的农药含量主要与两种因素有关．一种是农药喷撒作物时一部分农药通过植株地上部分直接转移到植物体内的关系．一种是农药在土壤中造成残留后，残留的农药通过根系进入植株，或经挥发被植株吸收的关系．两种情况相互交织，DDT和六六六在麦粒中的残留量是来源于土壤，还是来源于喷撒在植株上的残留农药所吸收转移？谁是主要因素？这都与具体施药量、施药时间、施药方式和土壤中已有的残留量有关．而这些因素是变化的，因此，这种关系常常是不稳定的．

在停止施药情况下小麦对DDT、六六六的吸收及其与土壤残留量的关系

样品是在上一年曾经施用六六六分别为3斤/亩、5斤/亩和10斤/亩，今年未施用六六六的土壤上采集的．分别分析了小麦的籽粒、茎叶、根和土壤．分析结果列于表4．从

* 北京市农科院农业环境保护研究室，1975年资料

表 4　小麦根、茎叶、籽粒、土壤中六六六的含量与吸收率　　单位：ppb

项　目	处理	总量	各异构体含量				各异构体占总量百分率				吸收率(%)	各异构体吸收率(%)			
			α	γ	β	δ	α	γ	β	δ		α	γ	β	δ
籽粒	三斤	93.4	66.1	22.3	3.0	1.0	70.8	23.9	3.2	1.1	23.3	141.8	136.8	1.1	6.4
	五斤	128.1	84.5	24.0	7.5	12.0	66.0	18.7	3.5	9.4	15.8	256.8	127.7	1.0	19.2
	十斤	194.1	135.0	39.0	8.1	12.0	69.6	20.1	4.2	6.2	8.9	371.9	312.0	0.4	65.4
麦秆	三斤	665.1	205.0	58.4	360.0	41.7	30.8	8.8	54.1	6.3	194.8	439.9	358.3	136.8	267.3
	五斤	817.3	241.0	78.3	433.0	65.0	29.5	9.0	53.0	8.0	101.0	732.5	416.5	62.3	104.0
	十斤	991.5	218.0	67.8	660.0	45.0	22.0	6.8	66.6	4.6	45.7	600.6	542.4	31.4	249.7
麦根	三斤	607.3	85.3	36.8	469.0	16.2	14.0	6.1	77.2	2.7	177.8	183.0	225.8	178.3	103.8
	五斤	1004.2	87.5	41.7	752.0	123.0	8.7	4.2	74.9	12.2	124.1	266.0	221.8	108.2	196.8
	十斤	1109.9	54.2	38.9	989.0	27.8	4.9	3.5	89.1	2.5	51.2	149.3	311.2	47.1	151.9
土壤	三斤	341.5	46.6	16.3	265.0	15.6	13.6	4.8	77.0	4.6					
	五斤	809.2	32.9	18.8	695.0	62.5	4.1	2.3	85.9	7.7					
	十斤	2167.2	36.3	12.5	2100.0	18.3	1.7	0.6	96.9	0.8					

表中可以看出；小麦各器官累积的量以根最高，麦秆稍低，籽粒显著较低．这与金泽等(1971)的结果相似[8]．Beestman, Bell, Nash等[6,9,10,11]也曾认为，不同植物部分残留浓度随转移距离而迅速减小．顶部的残留量比底部的低许多．若将表4中的绝对量换算为吸收率，麦根和茎秆可高达100%以上，麦粒最高仅25%．可见六六六在通过根系和茎秆最后向籽粒输送时，受到了某些因素的限制．但是，六六六在茎叶中的累积是如此之多，以致对吃草类畜牧产品的污染会成为一个重要的因素．

Caro (1971) 认为[12]，栽培植物中的杀虫剂几乎与土壤残留量成比例．我们的结果也证明小麦各器官对六六六的吸收依土壤含量增高而增大．但在较高含量时，这种增大已较微弱．从吸收率看，甚至表现出负相关系，即土壤含量越高，小麦各部分的吸收率越低．这种情况说明，小麦对六六六的吸收性能是具有一定限度的，六六六在土壤中的衰减并不能引起小麦中的残留量以同等速度减弱．

β-666在小麦各器官中的含量大体与六六六总量相一致，以根最高、茎秆稍次，籽粒最低．β体在根中的含量达总量的75—90%，几乎与土壤的百分含量相同，在茎叶中的含量也达53—66%．可见β-666向根系的运行是相当良好的．金泽[8]等也曾发现这一有趣的问题．但是，β体在麦粒中的含量是如此低，与在茎和根中的情况相反，以致使人质疑β-666在植物体各部分含量的形成机制，除了由于β体的运行之外，是否还有别的原因？

α异构体与β异构体不一样，它和土壤比较，以绝对量而言，由根到茎逐渐增加．在籽粒中也比土壤为高．以百分含量计，则以土壤，根、茎、籽粒依次增高．若假设这种情况是由于植株各部分的吸收所致，那末，从α和β体在植株各部分的变异情况都可看出，它们在植株运行过程中不断受到选择吸收．这种选择性能是距土壤越远，性能越强，以根、茎、籽粒次序依次增大．但是，Beall 和 Nash[5]，Guenzi 和 Beard[7] 曾通过试验认为，植株通过根吸收DDT的量是微小的，通过土表挥发的途径吸收的量比之要大得多．因而由此推论，小麦茎叶吸收如此多的α异构体，是否可能来源于土壤中农药挥发的途径？至于以何种途径吸收为主，将是今后进一步研究的一个有趣的问题．

γ异构体与α异构体具有相似的规律，唯程度比α体表现较弱.

结　　语

一、通过对比分析，证明提出的吸收指数概念能较好的表达植物对六六六各异构体的吸收性能.

二、在施药情况下，小麦籽粒和土壤中的DDT呈正相关，但六六六不相关. 由于在施药时作物地上部分参与吸收，这种关系可能是不稳定的.

三、在未施药情况下，小麦各部分对土壤六六六的吸收以根最高，茎叶稍低，籽粒最低. 小麦各部分对六六六的吸收，随土壤含量增高而增大. 以吸收率计，则土壤含药量越高，吸收率越低.

α、γ异构体在小麦各部分中的百分组成与β体呈相反趋势，α、γ体随土壤、根、茎叶、籽粒次序增大，β体随土壤、根、茎叶、籽粒次序而减小，表现出明显不同的吸收性能.

参 考 文 献

[1] 龚坤元，关于农药环境毒理的研究问题，环境科学情报资料，第1期(1977.11).

[2] Morrison, H. E. *et al.*, *J. Econ. Entomol.*, **41**, 374—378 (1948).

[3] Lichlenstein, E. P., *J. Agri. Food Chem.*, **7**, 430—433 (1959).

[4] Beall, M. L., Jr., *et al.*, *Agron. J.*, **61**, 571—575 (1969).

[5] Nash, R. G. *et al.*, *J. Environ. Qual.* **2**, 269—273 (1973).

[6] Beall, M. L., Jr., *et al.*, *Agron. J.*, **63**, 460—464 (1971).

[7] Guenzi, W. D. *et al.*, *Soc. Amer. Proc.*, **31**, 443—477 (1970).

[8] 金沢　纯，农技研报告，**25**，142－154(1971).

[9] Beestman, G. B., *et al.*, *Agron. J.*, **61**, 247—250 (1969a).

[10] Beestman, G. B., *ibid*, *Agron. J.*, **61**, 390—392 (1969).

[11] Beall, M. L., Jr., *et al.*, *J. Environ. Qual.*, **1**, 283—288 (1972).

[12] Caro, J. H., *J. Agr. Food Chem.*, **19**, 78—80 (1971).

[13] 盐田悠贺里、田边仁志、尾崎典光，水田土壤中BHC(666)的残留及其向稻草的运转，植物生态学译丛，第二集，姜恕译，1975年.

试用数学方法预报土壤中农药积累残留量

梅世俊　　施昌亚

（浙江省化学工业研究所）

近三、四十年来，化学农药对防病灭虫除草、确保农业丰收起了很大作用. 然而，由于化学农药大量使用，环境(土壤、水质、空气)受到不同程度的污染. 但是，人们认为，在今后相当长时期内，化学农药仍将在防病灭虫除草方面起主导作用.

化学农药污染环境一般通过两个渠道：一是农田使用农药；一是农药生产过程中三废的排放.

农药进入土壤一般有三种途径：(1)为杀灭土壤害虫直接施入土壤中；(2)在叶面喷撒过程中药剂落入土壤中；(3)由于风吹、雨淋而飘移、洗淋到土壤中. 这说明：农药使用方法尽管不同，但其最终结果是大部分都落在土壤中(在10—30厘米深度以内)[4,5,7]，只有很少部分留在植物体内外.

农药进入土壤后，要通过物理的(飞散、蒸发、流失)、化学的(氧化、水解)和生物化学