

进行了试验。浓度为 200、600 ppm 的 SO_4^{2-} 以及 100、400 ppm 的 NO_3^- ，对四膜虫细胞生长分裂均无影响。

四、钴、铬对四膜虫细胞的毒性试验

试验结果表明，随着培养液中钴和铬(VI)量的增加，四膜虫细胞的生长与分裂均受到强烈的抑制。还曾以硒—钴、硒—铬(VI)分别作试验，在类似条件下未观察到明显的颉颃作用(数据略)。

五、低浓度硒对四膜虫细胞生长分裂的影响

硒的浓度在 0.01、0.1、1.4 ppm 时对四膜虫细胞的生长与分裂没有表现出促进作用(数据略)。

结 论

本工作进行了镍、铊、钴、铬(VI)等几种

元素和硫酸根、硝酸根对四膜虫细胞的生物毒性试验。发现微量硒对镍、铊产生颉颃效应。用低浓度硒先行培养法和同位素源激发 X 射线荧光分析法的测量结果，说明这种颉颃机制是属于细胞体内的生化作用。钴、铬(VI)两种元素在类似条件下，未发现硒对它们的颉颃效应。

参 考 文 献

- [1] Black, R. S. et al., *Biol. Trace Element Res.*, 1(4), 313 (1979).
- [2] Ridlington, J. W. and Whanger, P. D., *Fundam. Appl. Toxicol.*, 2(5), 368 (1981).
- [3] 陈阅增等, 动物学报, 28(4), 319(1982).

高温烹调对棉油、猪油中六六六、DDT 的降解作用*

周 敬 思

(湖北省襄樊市卫生防疫站)

六六六、DDT 农药，化学性质稳定，残留时间长，脂溶性强。经过食物链的生物浓缩作用，在脂肪类食品中的残留量较高。据有关调查资料^[1]：肥猪肉中六六六含量比加工粮(大米、面粉)和蔬菜(五种菜)高 7.1 倍和 17.3 倍，DDT 含量高 160 倍和 38 倍；棉油、菜油中六六六平均含量比加工粮和蔬菜高 6.4 倍和 15.6 倍，DDT 含量高 21 倍和 5 倍。随着我国人民生活水平的不断提高，动植物性脂肪的进食量已逐年增加，是六六六、DDT 进入人体的重要途径。

我国居民食用油的烹调方法多用高温。

有关食油中的六六六、DDT 经过高温烹调后的变化情况国内报道不多。我们对本地居民食用较多的棉油、猪油在高温烹调过程中六六六、DDT 的降解情况作了实验观察，所得结果对于利用高温烹调方法，减少从食用油中摄入六六六、DDT 残留量有一定的实际意义。

* 本文蒙武汉医学院卫生系营养与食品卫生教研室周榘珍副教授、湖北省卫生防疫站路光仲副主任医师审阅，并提出了有益的修改意见。文世芳、彭先江同志协助采样。一并致谢。

方 法

一、样品来源

现场试验油样为本地市售食用油。实验室试验油样为被六六六、DDT 污染的棉油。

二、试验方法

现场试验：(一)仿照家庭常用的炒菜法，在煤火炉上将铁锅烧热，加入 30—40 毫升棉油，熬至起“青烟”后，立即倾入烧杯中。(二)肥猪肉(纯肥肉)在实验室测定含水量后，照通常的炼油法，在家庭及食堂用铁锅炼成猪油。(三)棉油炸油条由餐馆营业人员照常法进行。

实验室试验：为了比较准确控制实验条件，观察不同加热温度对六六六、DDT 降解的影响，用自动控温的电热干燥箱进行了如下实验。(一)不同加热温度实验：将盛有 100 毫升棉油的小铁锅放入干燥箱中，升温至实验温度开始记时，恒温 50 分钟取出。如此从 130—230℃ 作 8 个不同温度实验。(二)不同加热时间实验：将盛有 50 毫升棉油的 9 个 100 毫升烧杯，同时放入干燥箱中，第一个烧杯在 220℃ 下加热 10 分钟取出，以后每隔 10 分钟取出一个烧杯。

上述加热实验，均以未加热油样作对照。肥肉炼成的猪油(包括油渣)，折算成肥肉表示六六六、DDT 的含量后，再计算加热烹调

的降解率。

三、测定方法：

肥猪肉样用高氯酸：冰醋酸(1:1 体积比)在 80℃ 下消化为液态^[2]。全部油样均用浓硫酸磺化法净化处理 2 次，用带有电子捕获检测器的 103 型气相色谱仪测定样品处理前后的六六六、DDT 的含量^[2]。

结 果

一、炒菜前铁锅短时高温熬油对六六六、DDT 的降解作用

通常在炒菜前要将食油加热，这一过程虽然时间很短，但炒锅烧得很热，每次炒菜加入的油量少，油温在瞬间急剧上升。据家庭及食堂的多次现场测定，油温一般为 210—260℃。居民家庭的试验结果(表 1)说明：高温熬过的棉油中，六六六、DDT 分别降解 53.4% 及 49.1%。在熬油过程中，有部分 p,p'-DDT 转变为 p,p'-DDD，故 p,p'-DDT 比熬前降解 64.9%，油熬后 p,p'-DDD 的含量有所增高。在六六六异构体中， β -BHC 降解 51.5%。

二、肥猪肉炼成猪油后六六六、DDT 的变化

将重约 1 公斤的 5 份肥猪肉样，切成小块，分别在家庭用铁锅炼成猪油。最高油温为 200—225℃，炼油时间为 10—18 分钟。结

表 1 炒菜前铁锅熬油对棉油中六六六、DDT 的降解作用

处 理				六六六含量 (ppm)					DDT 含量 (ppm)			
油 样	时间 (min)	最高温度 (°C)		α -BHC	β -BHC	γ -BHC	δ -BHC	总 BHC	o,p' -DDT	p,p' -DDD	p,p' -DDT	总 DDT
未加热	...	...		0.375	0.097	0.268	0.093	0.833	0.245	0.056	1.328	1.629
加 热 熬 油 实 验	1	2	260	0.155	0.027	0.037	0.022	0.241	0.059	0.377	0.178	0.614
	2	2	244	0.235	0.043	0.056	0.028	0.362	0.113	0.203	0.578	0.894
	3	2	240	0.279	0.059	0.089	0.044	0.471	0.116	0.271	0.427	0.814
	4	2	252	0.268	0.046	0.037	0.035	0.386	0.095	0.232	0.563	0.890
	5	2	238	0.281	0.060	0.094	0.044	0.479	0.105	0.240	0.586	0.931
	均值	...	...	0.244	0.047	0.063	0.035	0.388	0.098	0.265	0.466	0.829
降解率(%)	...	...		35.1	51.5	76.5	62.8	53.4	60.1	增高	64.9	49.1

表 2 棉油炸油条前后六六六残留量的变化*

开炸后的时间 (min)	样品名称	六六六含量 (ppm)					残留率 (%)
		α -BHC	β -BHC	γ -BHC	δ -BHC	总 BHC	
0	棉油 面团	0.376 0.012	0.207 0.007	0.043 0.012	0.023 0.003	0.649 0.034	100 100
5	棉油 油条	0.202 0.034	0.142 0.017	0.030 0.010	0.022 0.002	0.396 0.063	61.0 185.3
10	棉油 油条	0.119 0.025	0.091 0.016	0.056 0.011	0.017 0.002	0.283 0.054	43.6 158.8
20	棉油 油条	0.087 0.019	0.031 0.014	0.045 0.010	0.013 0.002	0.176 0.045	27.1 132.4
40	棉油 油条	0.058 0.011	0.018 0.014	0.019 0.010	0.002 0.001	0.097 0.036	14.9 105.8

* 1. 从冷油加热至开炸油温的时间, 主要与炉火大小及炸油用量有关, 餐馆用油量一般为 10—15 公斤, 需时 18—30 分钟。表中的时间是指开炸后的采样时间。

2. 面团及油条中六六六含量以干重计算。

果六六六降解 9.8—16.0%, 平均 13.7%, 其中 β -BHC 降解 13.5%。DDT 降解 8.9—14.5%, 平均 12.0%。此外, 将含有六六六 1.602 ppm、DDT 0.341 ppm 的肥猪肉 5 公斤, 在职工食堂由炊事员炼成猪油, 最高油温达 250℃, 30 分钟炼完。猪油中六六六及 DDT 含量, 折算成鲜重表示后, 分别为 0.964 ppm 及 0.266 ppm, 降解 39.8% 及 21.9%。 β -BHC 降解 34.1%。常法炼油实验说明, 对六六六、DDT 的降解作用较小。炼油时油温超过 230℃, 虽然对农药降解较快, 但炼出的猪油色、香、味欠佳。

三、棉油炸油条对六六六的降解作用

经现场多次测定, 炸油条时的油温为 215—245℃^[3]。用六六六含量在 1.5 ppm 以下的棉油, 在餐馆 4 次现场实验的结果: 棉油炸油条半小时, 六六六平均降解 48.9%, 炸油条 1 小时降解 90% 以上 (不加新油)。油条中六六六的残留量随面团及炸油的六六六含量以及油的熬炸时间的不同而变化 (表 2)。

表 2 说明棉油在前期炸出的油条中六六六残留量比面团高。随着熬炸时间的延长, 炸油中的六六六逐步降解, 后期炸出的油条中六六六含量逐步趋于接近面团的残留水

平。

四、不同加热温度对棉油中六六六的降解作用

同一棉油样在不同温度下加热 50 分钟, 结果 (图 1) 表明六六六在 200℃ 以下很难降解。超过 200℃ 降解速度显著增加。

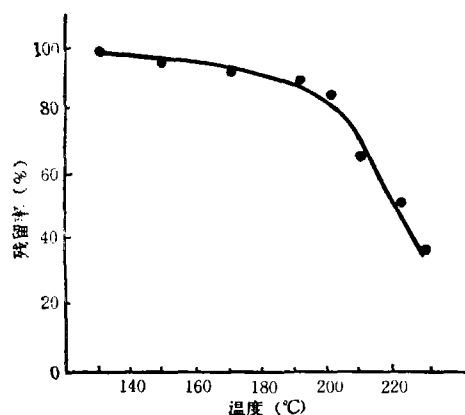


图 1 不同加热温度对棉油中六六六的降解作用

五、不同加热时间对棉油中六六六、DDT 的降解作用

在 220℃ 下, 不同的加热时间 (10—90 分钟) 实验结果 (图 2) 说明: 棉油中的六六六随加热时间的延长而降解, 在加热后的 20—50 分钟期间, 降解速度最快。DDT 的降解速度比六六六低, 加热 40 分钟后基本不再降

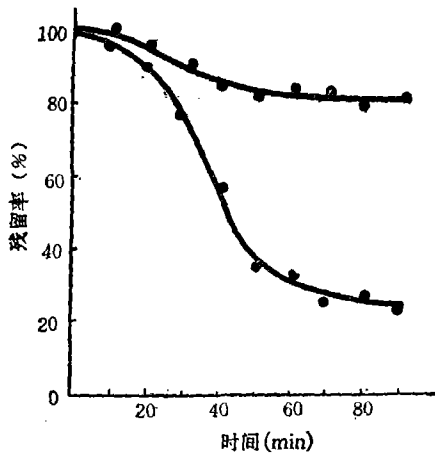


图 2 220°C 下不同加热时间对棉油中六六六, DDT 的降解

解. 原因是 p, p' -DDT 在 220°C 下加热 20 分钟后, 开始转变为 p, p' -DDD, 而 p, p' -DDD 在无催化剂作用的条件下 (在玻璃盛器中), 具有很强的耐热性质, 在 220°C 下加热至 90 分钟也很少被降解 (图 3).

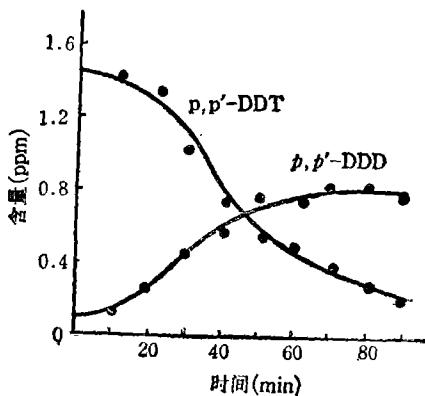


图 3 p, p' -DDT 转变为 p, p' -DDD 的情况

讨 论

一、在六六六的异构体中, β -BHC 在人体内的代谢排泄最慢, 蓄积于体内, 危害最大^[4,5]. 在动物性脂肪中, β -BHC 的残留量往往又最高^[1]. 高温烹调对 β -BHC 具有一定的降解作用, 对于从脂肪中减少 β -BHC 的摄

入量有一定的意义.

二、图 2 说明在相同条件下, 棉油盛于玻璃烧杯中, DDT 的降解速度明显低于六六六. 而表 1 说明棉油在铁质炊具中, DDT 的降解速度接近于六六六. 可能是铁在高温下对 DDT 的降解具有催化还原作用, 先将 p, p' -DDT 还原为 p, p' -DDD, 然后再逐步降解下去^[6,7].

三、高温烹调能使食油中的 p, p' -DDT 转变为 p, p' -DDD, 这对减轻 DDT 的毒性有意义. 因为 p, p' -DDT 占工业品 DDT 的 70—75%, 降解为 p, p' -DDD 后, 不仅在机体内的排泄速度比 p, p' -DDT 快^[4], 而且分子上减少了一个氯原子. DDT 的分子上含氯原子越少, 其毒性也越小^[6], 有文献报导 p, p' -DDD 的毒性只有 p, p' -DDT 的 1/5—1/10^[8].

四、上述实验是在食油烹调时通常使用的温度和方法下进行的, 切不可为了减少食油中农药的含量而使烹调温度过高. 因为食油加热温度过高, 不仅降低了营养价值, 而且还产生对人体有害的大分子多聚体化合物. 避免油脂在过高的温度下长时间加热, 油炸食物时加入新油, 可以防止多聚体的产生^[4].

参 考 文 献

- [1] 湖北省卫生防疫站编, 第一届全国食品卫生学术会议资料选辑, 第 318—323 页, 1981 年.
- [2] 卫生部, 食品卫生检验方法 (理化部分), 第 42—46 页, 技术标准出版社, 1981 年.
- [3] 周祥祺, 食品科技, 4, 8 (1983).
- [4] 武汉医学院主编, 营养与食品卫生学, 第 156—159 页, 270 页, 人民卫生出版社, 1981 年.
- [5] 上海第一医学院、中国医科院卫生研究所主编, 食品毒理, 第 329 页, 人民卫生出版社, 1978 年.
- [6] 唐桂春等, 环境科学, 6(1), (1980).
- [7] 中国医科院卫生研究所, 中华预防医学杂志, 2, 77 (1978).
- [8] Natsamara, F., *Toxicology of Insecticides*, p.54, Plenum Press, New York, 1975.