

WHO媒介生物学及防制技术 访华团资料选编

中央爱国卫生运动委员会办公室
中国医学科学院流行病学微生物学研究所

一九八一年·五月

前 言

1979年10月22日至11月8日，WHO（世界卫生组织）媒介生物学和防制技术访华团一行十四人，在我国考察期间，通过学术报告和书面介绍，提供了二十八篇蚊、蝇、鼠及其它家庭卫生虫害的生物学及防制方面的材料，有些是比较新的技术、新的方法。现编印成册，供各级爱国卫生运动办公室、卫生防疫站、医学院校卫生系（卫生学教研室）及有关科研单位的专业人员了解国外媒介生物学和防制的科研进展情况，并在实际工作中参考。

本汇编承蒙中国人民解放军军事医学科学院五所、中国科学院动物研究所、中国医学科学院寄生虫研究所、病毒学研究所、流行病学微生物学研究所、北京第二医学院、卫生部卫生防疫局及我室部分同志协助翻译了上述资料，在此表示感谢。不足之处，欢迎批评指正。

中央爱国卫生运动委员会办公室

一九八〇年十一月

目 录

家蝇的生物学及防制	桑坤元译 (1)
家蝇对杀虫剂的抗性和用WHO试验方法检测抗性	孙耘芹译 (14)
氨基甲酸酯杀虫剂在传病媒介蚊虫防制中的应用	贾宝琦译 (21)
用马拉硫磷杀虫剂防制媒蚊	施国函译 (24)
公共卫生害虫的新杀虫剂——“虫螨磷”	曾孝农译 (29)
媒蚊防制中有机磷特效杀虫剂的研究进展	朱成璞译 (39)
在传病蚊虫防制中杀螟硫磷的应用	刘 珣译 (46)
用于防制蚊虫的除虫菊酯及拟除虫菊酯	刘 珣译 (48)
用杀幼剂防制蚊虫	董桂蓍译 (54)
昆虫生长调节剂在媒介蚊虫防制应用的展望	叶宗茂译 (65)
生物防制剂的筛选和发展	魏定宜译 (67)
生物防制重要卫生害虫的展望	许荣满译 (70)
世界卫生组织媒介生物学和防制规划概述	魏定宜译 (75)
媒介蚊群的抗药性及其对杀虫剂实施规划的影响	魏定宜译 (81)
对灌溉区,特别是关于水稻区蚊虫的控制	李干之译 (85)
媒蚊防制中使用的超低容量喷雾器和杀虫剂	朱成璞译 (88)
筛选对哺乳类和环境安全的生物剂	邓 址译 (91)
染病昆虫综合防制进展	张宗宁译 (95)
对哺乳动物安全的化学农药的筛选	乔传令译 (98)
虫螨磷和其他杀虫剂在防制储粮害虫中的效果	冯国蕾译 (101)
防制室内害虫(蟑螂、蚤、臭虫、虱子)的杀虫剂概述	何胜国译 (108)
东南亚及西太平洋地区日本乙型脑炎媒介的生态学及其防制	何胜国译 (113)
西太平洋地区媒介防制及其规划	何胜国译 (115)
东南亚和西太平洋地区登革出血热媒介的生态学及其控制的研究近况	宋 干译 (120)
一些亚州国家疟疾控制现状	杨保平译 (127)
防制疟疾的综合性措施	盛伯梁译 (129)
防制疟疾媒介的研究重点	盛伯梁译 (132)
近年来东南亚和西太平洋区丝虫病蚊媒生态学防制的研究	林心慈译 (134)

家蝇生物学及防制

J. Keiding 丹麦有害动物传染实验室

IV、生活史，生物学及生态学

一、生活史

(一) 卵：香蕉形，1~1.2毫米长，色蛋白至乳白。雌蝇把一束卵产在腐败、发酵的有机质内，这种有机质潮湿但不是水溶液。卵需要高温，相对温度低于90%则死亡率高。自产卵至孵化所需的时间与温度有关，35°C时最短，需6~8小时；13°C以下不发育；15°C至40°C之间能孵化；低于8°C及高于42°C则死亡。

(二) 幼虫：同其它蝇类相似，家蝇幼虫分三个龄期。龄期Ⅰ1~3毫米长，龄期Ⅱ3~5毫米，龄期Ⅲ5~13毫米。幼虫细圆筒形，前端(头)圆锥形，逐渐变细，后端较圆壮，无附器。幼虫在龄期Ⅰ、Ⅱ及Ⅲ的前期是饲食期，它们饲食细菌(酵母)及被分解的蛋白质(氨基酸)、维生素(属B类)及固醇。幼虫繁殖期间需要35°C及高湿(龄期Ⅰ需相对湿度97%以上)，避拒光线。幼虫常聚集在一起。

三龄幼虫停食时，即为前蛹期。此时习性改变，除掉仍喜背光外，它对臭味不感兴趣，喜在较低的温度(<15~20°C)及低湿的地方。因此，此时它积极活动迁移到较冷与较高处，如粪堆的表面及侧面或钻入附近的土内化蛹，常群集在一起可达几百或几千个蛹。幼虫自卵内孵化至化蛹所需时间，视营养、温度、湿度而定(表1)，在最适宜的条件下(35°C)仅需3~3.5天。幼虫及蛹都不能在45°C以上高温忍受较长的时间，这样使幼虫与蛹在发酵的粪、污水及腐烂基质内，仅能集中在10~15厘米的外层内生活。

(三) 蛹：幼虫将化蛹时，它的表皮缩成圆筒形的蛹壳。最初软而白，1~2小时内变黄，24小时内逐渐从淡棕，变为深棕或带黑色，同时表皮亦渐硬化。在真蛹形成前，蛹壳内躲藏着缩短的四龄幼虫。

蛹期长短与湿度、温度有密切关系(见表1)。时间约与幼虫期相仿，在35~40°C及相对湿度90%时。蛹期最短，需3~4天。

蛹比幼虫能忍受较低的湿度，但相对湿度低于75%时有的要干死，低于40%很少存活。致死温度与幼虫相同约45°C，低于12°C则停止发育。

(四) 成蝇：

1. 羽化：当成蝇自蛹内羽化时，蛹的前端因成蛹的前额囊(frontal sac)膨胀而裂开。新羽化的成蝇柔软，淡灰色，无翅。成蝇使用前额囊从较疏松且较厚的层内冲出。这活泼无翅的成蝇持续约15分钟，直至选择到适宜的地点而后静止。其后两翅延伸，表皮硬化而变深色。这静止期延续1~1.5小时或更多时间，然后使用两翅飞动。熟悉这时期的栖息场所对防制蝇类有重要意义。羽化后(27°C)的2~24小时的成蝇开始活动与取食。

2. 交配：在适宜温度下，雄蝇约一天(至少18小时)后，雌蝇则需30小时后方能交配。雌雄蝇的相互接近，视觉似乎是交配的最重要因素，但嗅觉的刺激，包括性外激素也较重要。有效的交配时间约需1小时。

绝大多数正常家蝇仅交配一次，没有交配几次的。一次有效交配时精液全部消耗，其后就失掉性的接受能力，这些物质亦刺激产卵。精子贮藏在雌蝇的贮精囊中，能使卵受精延续

表 1 家蝇的个体发育

在适宜营养条件下、不同时期的发育天数						低于下列温度	高于下列温度、
	35°C	30°C	25°C	20°C	16°C	停止发育	致死温度
卵(E)	0.33	0.42	0.66	1.1	1.7	13°C	42°C
幼虫(L)	3~4	4~5	5~6	7~9	17~19	12°C	45~47°C
蛹(P)	3~4	4~5	6~7	10~11	17~19	12°C	45°C
总数(E+L+P)	6~8	8~10	11~13	18~21	36~42		
成蝇, 自羽化至产卵(M)	1~8	2~3	3	5	9		
总生活环E+L+P+(M)	8~10	10~12	14~16	24~27	45~51		

三周或三周以上。

3.产卵：雌蝇自羽化到产第一批卵的时间，视温度而定，产卵前期（Preoviposition Preiod）自35°C的1.8天到15°C的9天，一般在15°C以下不能产卵。妊娠的雌蝇被孳生场所的粪肥发酵后发生的CO₂、氨等气味所吸引。卵产在粪肥表面的裂缝内，以防止干燥。一般每次产卵约120粒。雌蝇如不被干扰，每次产一簇，几个雌蝇常产在同一地点。实验室饲养的家蝇，一个雌蝇能产10多批，但在一般适宜的自然条件下二天多的时间内产2~4批。

4.生殖能力：在一年内，能繁殖10~30代（热带与温带），保守的估计每个雌蝇能产生100~200后代。因此，在气候适宜条件下能爆发性的突然急增。一公斤良好的孳生物，可以产生5~10,000个健康的成蝇。即使对幼虫与成蝇有丰富的饲料，但由于存在化学药物，不同气候条件或生长季节等自然死亡因素，使群体增长率锐减，例如，美国4个亚热带农场的统计，在生长季节开始时，二周内最高增长6~8倍，丹麦25个温带农场统计，半数农场增加10~22倍，其余的3~9倍。

二、孳生地：

家蝇能繁殖在各种腐烂、发酵的动、植物的有机质内，除丽蝇与麻蝇外，很少生长在肉与腐肉内。

（一）粪肥：堆积的粪肥是家蝇最好的孳生地，但它很少生长在分散点滴粪肥内。这些家畜与家禽堆积的粪肥都不太潮湿，结构疏松，适合家蝇生长。此外，在不同地区家蝇对不同家畜的粪肥有不同的适应性。例如，奶牛粪在世界各地是最重要的孳生地，但北欧与西欧家蝇却不在成年牛粪内繁殖；相反，在猪粪外盖一层奶牛粪，可以防止家蝇繁殖。小牛粪是家蝇最好的繁殖物，在北欧小牛栏是农场内家蝇最好的孳生地。人粪也是家蝇的繁殖物，但有些地区（如欧洲北部）人粪不吸引家蝇繁殖。猪粪、马粪也是很好的繁殖物，但是很快发酵变质。在现代养鸡工厂中鸡粪也是重要孳生物。这里应该注意的是，家蝇只在禽畜排出几天或一周的粪便内繁殖，一般不在堆肥内繁殖。

（二）食物加工的垃圾与废料：垃圾种类很多，在郊区堆积在一起，是家蝇主要的孳生地。水果、蔬菜加工后的残渣亦是繁殖场所。

（三）其他有机肥：如鱼粉、血粉、骨粉、豆饼、虾粉等均是家蝇孳生物。

（四）污水：在适合条件下，家蝇能在污水淤渣、结块的有机废料、开放的污水沟、污

水池内繁殖。厨房污水渗入土内亦是孳生地。

(五) 植株、草料堆：在半郊区、郊区及农村，作物、蔬菜、杂草堆积腐烂发酵地也是家蝇繁殖的场所。

三、季节消长与越冬：

消长：家蝇如不进行防制，每年的消长与空气温度有关系，它能影响发育速度，交配率、产卵前期、产卵及成蝇取食。粪肥的发酵温度亦是重要因素。热带与亚热带干热季节粪肥的干结，会影响家蝇的繁殖。如埃及亚热带干热的夏天及寒冷的冬天家蝇很低。温暖（20~25°C）的春、秋两季最高。大部分温带、亚热带区域，冬季家蝇很少，春季逐渐或突然增多，经夏季到秋季密度下降。在沿海温带气候（西北欧）家蝇的消长与日照时间有关系，湿季下降。

越冬：家蝇在冬天并不真正休眠，它停留在牛棚及其建筑物内，那里温度约高于16°C。在近北极地区很少发现成蝇，但有可能藏在绝温好的畜舍内。

越冬成蝇并不重要，雌蝇在5~15°C变温下很少活过3~4个月。但是，苏联有人发现家蝇成蝇过冬，如前蛹与蛹一样在结冰的粪肥与土内呈不活动状态。很可能这些地方的家蝇有特殊适宜能力。挪威的家蝇幼虫及蛹在2.5~5°C下不能活过一周。总之，家蝇越冬问题尚需进一步研究。

四、成蝇的生物学与行为

(一) 食物：雌雄蝇仅吸水与糖或其它能吸收的碳水化合物，可活得很好；雌蝇产卵则需要蛋白质或氨基酸，但无需脂类物质。家蝇能进食各类食品及垃圾、排泄物（包括汗及畜粪）。家蝇触角上的嗅觉器不十分灵敏，仅能被较近距离的食物气味所吸引，它凭着视觉进行广泛地探索活动，以寻找食物。对湿度与臭味的辨别仅在短距离内。家蝇能嗅出发酵与腐烂物质的气味，以及醇类、低级脂肪酸、醛类及酯类（可能包括或不包括“甜味”）。另外，对有毒物质如氯仿、甲醛及有些有机磷农药亦有反应。

家蝇接触食物时用足上与吻上的化学感受器来尝辨。这些感受器对糖液很敏感，遇到喜欢的食物伸长它的吻取食，液质即可吸食，固质需用喉囊与唾液腺分泌的液质来溶解，并可用吻辨上的细菌粉碎。有些化合物如氨基酸、鸟嘧啶、单磷酸酯能刺激食欲，增加雌蝇的取食。

一般经验证明，食物中含有糖与淀粉经其他成蝇取食后，吸引力更强。由于成蝇取食后的唾液作用，把食物分解为麦芽糖、葡萄糖、果糖等家蝇更喜欢的物质；另外，由于群聚的本能（herd instinct），看到其他家蝇就引集上去，这里没有什么蝇因子（fly factor）在内的传说。

最近有人试验家蝇有学会辨别食物气味及光刺激的能力（Fukushi, 1973, 1976）。

(二) 日夜的分布：成蝇习性的研究对防制有重要意义。成蝇仅在白天或人工光亮中活动，暗黑时静止或仅能缓慢地爬行。

1. 白天分布：家蝇常集居在食物及孳生地附近活动，交配与产卵常在孳生地进行。温度、湿度、风、光、颜色及表面性质能影响家蝇的活动与栖息。在干燥天气，水与湿气很有吸引力，在食物中奶最有吸引力。

家蝇对温度的反应：35~40°C（初羽化为27°C）时静止，致死温度为45~47°C，在30~35°C时最能活动，温度下降活动能力渐减，产卵、交配、取食及飞动在15~10°C时停止，

在4~7°C时仅能爬动。

虽口渴的家蝇常被水分吸引。但在一般情况下，家蝇喜欢较低湿度。

对光的反应很复杂。新羽化的成蝇向上爬（负趋地性），但喜欢暗黑处（负趋光性）。较老的家蝇对光无一定的趋性，有时喜欢暗黑或在光暗交界处，也有向光的。被干扰的群集家蝇常向光亮方向飞行。在27°C以下常趋向有阳光处，以取得较好的温度。

对颜色的反应有不同的试验结果。用有颜色的表面试验，家蝇常避开光滑而反光的表面。在室内（有紫外光灯）常喜欢深色、黑、深红的表面，兰色次之，但在室外喜欢黄及白的表面而避开黑的。不同颜色的光源（排除热的吸引）没有显著差异。金红色及红光（热源）常在较低温度（19°C）时容易吸引。兰或紫外光较高温度（28°C）容易吸引。

表面的性质是家蝇选择栖息场所的重要因素，它喜欢在粗面上停息，特别是在边缘上。

家蝇在炎热天气下，一般常在室外活动（白天）或在门户开放的菜市场、加工厂、走廊、商店、旅馆等处活动。如无食物引诱，它常停留在桌面、天花板、地板等较平的面上。在室内，常在厨房、厕所、畜舍等有食料处活动。气温升到30°C以上，常喜在较荫凉的地方，在较冷的季节尤其是潮湿与有风的天气喜在室内，在农村常集中于畜舍与家畜、粪肥的周围。

2. 夜间栖息习性：夜间栖息在白天活动的场所。较热天气，如温度高于20°C，相当数量的家蝇栖息在室外的树枝、树叶、电线、篱笆，及离地二米以上的挂绳线、纸条等处。在温度15~20°C之间，少量仍留在室外，大部分迁入室内。在夏季温度不高的地方，夜间都在室内停留，如在畜舍内，一部分在天花板上，也有不少在隔板的下部分。熟悉蝇类的栖息地点，有助于防制工作的进行。

（三）扩散：家蝇善于飞翔，一小时内可飞6~8公里。但它的本性不善迁飞，不长期飞行。它主要在栖息地附近探索寻找食物，因此，常离孳生地半径100~200米的范围内活动。但在适宜天气下，尤其群集密度过大的时候，可能迁到离原地1~5公里的邻村或农场。人们曾用标记的方法证明家蝇可以扩散到10~20公里以外。但这是不常见的。现在还不清楚，一些运输工具如卡车、马、骆驼等携带家蝇到底能多远？这种由运输工具被动地运输家蝇，确实是家蝇扩散的重要方式。人们发现，家蝇能逆微风而上2~12公里/小时，也能顺风或横风飞行。

Ⅴ、搞好环境卫生控制家蝇

从长远看，在郊区、农村及农场等地控制家蝇，对改善环境卫生是最基本的方法。化学控制仅是卫生措施的补充。这个基本原则在炎热地区更需要贯彻执行。

一、消灭或减少蝇类的孳生场所：

（一）堆积畜粪：农场与家畜不仅在农村有，而且分散在城镇与郊区，尤其是有屠宰场与家畜市场的地区。

1. 在畜舍内，粪与尿混在垫草或土内。①要经常（最好每天）清除；②具坚固不渗的地面并备有排水沟。

2. 在鸡场内，堆积笼下的鸡粪：①经常清除；②与石灰相混并使其干燥。

3. 粪堆：①堆积发酵以杀蝇蛆，发酵后的肥料，不是家蝇良好孳生地；②将粪肥放在槽内，上盖塑料布、稻草及土等（使粪肥与家蝇隔绝，让发酵温度高至50°C，使蝇蛆致死）；

③将粪肥存在水泥地上，围着水沟以免蛆外逸；④散开、干燥。

（二）人粪：

1. 厕坑、尿桶等，易被家蝇孳生：①建筑厕所，装上防蝇设备；②坑、桶上加盖；③装抽水马桶。

2. 粪堆（主要在农村地区）：同（一）3。

3. 杂乱的排粪：①准备专门厕所；②教育及改变不良习惯；③在有困难的地区，定期清除粪便。

（三）原地垃圾的处理与存放：

1. 产生垃圾的场所很多，如住宅、旅馆、饮食店、学校、医院、菜场、饭店、屠宰场、食品加工厂、街道路旁、野营营地、海岸等。

在不同情况下，如何估计并改进垃圾的处理与存放，以防止家蝇的孳生是常遇到的问题：①经常维持足够的垃圾容器（如垃圾箱、垃圾桶、垃圾袋等）；②收取时要包扎，防止散落；③适于进行蝇类采集调查；④局部垃圾加盖或焚化。

（四）垃圾的收集与运送：

1. 经常收集：在炎热天气，每周收集两次，对防止垃圾箱内产生蝇类仍嫌不足，因蝇蛹在垃圾箱内仍可能羽化。另外，余留在垃圾箱内的潮湿污水仍可能继续生蛆。

2. 收集地点：设立固定的收集点，中心收集点及转运站等。

3. 防止垃圾自收集卡车散落。

4. 采取灭蝇措施，以防蝇类随收集卡车运送他处。

5. 蝇类可能在卡车的余留污水与残脂中繁殖，应保持运输卡车的清洁。

（五）垃圾处理：

1. 堆积：垃圾堆积处能繁殖与吸引蝇类。因此，是个严重问题。垃圾堆积场地要远离村落，可堆积在海岸线上。

2. 盖土：在垃圾堆上可密封15厘米以上的土层，防止蝇蛹羽化。

3. 做成堆肥：垃圾堆积时的发酵期间，可能有较多的成蝇去孳生，发酵后的堆肥应经常翻动，以帮助灭蛆。

4. 焚化。

（六）污泥与废水：

病菌的来源，也是蝇类的繁殖地。

1. 污泥水的有机废渣：引入污水沟或污水池内，并加上盖。

2. 污水床与污水场：在污水、污泥上盖干土，并冲洗污水床。

3. 污水渗湿土壤：使污水在土面浓缩，防止污水外溢。

（七）有机质与土壤混合：

1. 畜舍、菜场、屠宰场等地，可用附近的土与垃圾相混，或用土浸吸血水。但避免垃圾与垫高的杂草土相混，附近干土亦不要污染。

2. 大田、花圃等在适宜湿度下，可用污水、粪肥、垃圾及有机质施肥。不要施用结块的堆肥，应施发酵后的堆肥。

二、消除吸引家蝇的根源

各种气味是吸引家蝇从他处飞来的根源，也是增加密度的重要因素。有时即便孳生场所

已不适宜家蝇繁殖，但由于发生气味，仍能吸引家蝇。能吸引家蝇的东西很多，如人粪、畜粪、垃圾、污泥、污水、水果、糖渣、血水、鱼粉等。要消除这些根源，唯一的办法是随时清理，搞好环境卫生。

三、使家蝇与含有病菌的污物隔绝：

随时消毒或清理污物，医院、厨房、旅馆、加工厂应装纱窗、纱门等防蝇设备。

四、防止食物、器皿和人体与蝇类接触：

1. 在食物进行加工、运输、储藏与膳食时，防止食物的各种用具与家蝇接触。

2. 必要器皿进行消毒。

装置纱窗、纱门等防蝇设备。

4. 用蝇笼、电网、蝇拍来消灭蝇类。

五、进行宣传教育。

VI、化学防制

化学防制主要有六种方法（其中一种是对幼虫的）：（1）用杀幼虫剂处理孳生地；（2）滞留喷洒处理成蝇栖息的场所；（3）用杀虫剂浸泡绳、条、带等挂在家蝇栖息处；（4）毒饵；（5）在室内外空间喷洒并在家蝇密集处直接喷洒；（6）熏水。

一、杀幼虫剂：

从理论上讲，用药剂处理孳生地是防制家蝇的好办法，但实际上也有些不利之处。由于孳生物的经常累积及改变，每周使用药剂至少1~2次。同时，杀伤孳生物内的天敌，有碍生物控制；且经常使用药剂容易产生抗药性。使用时，常用粗喷头喷洒，渗入孳生物内10~15厘米，用量约0.5~5升/米²。

过去常用六六六及狄氏剂，由于发生抗性而停止使用。

在有机磷农药中，二嗪农（diazinon OMS 469）（0.3~1克/米²）是最好的杀蛆剂（从速效与残效考虑）。敌敌畏亦较好，快速而有熏杀作用，但残效短。其他有机磷用量较高（1~2克/米²），如敌百虫、乐果、皮蝇磷、杀虫畏、溴硫磷、杀螟松、蝇毒磷、倍硫磷等及杀草剂草特磷（1~2克/米²），同样有效。

有些有机磷能掺在饲料内，内服杀蛆。其中有：蝇毒磷、杀虫畏、皮蝇磷及乐果。但是，由于这些农药能在家畜体内残留，不宜使用。目前，只有美国准许用蝇毒磷掺在饲料内杀蛆。多数国家，反对这样使用。

最近几年，用昆虫生长抑制剂防制蝇蛆，有不少进展。

灭幼脲（TH6040）：在孳生物质内使用1~2 ppm能抑制各龄期蛆的生长，而且对有机磷、氨基甲酸酯及拟除虫菊酯等没有交互抗性。但也有发现与实验室有机磷抗性品系有交互抗性的。

丹麦在粪肥内每平方米使用1克（用1升水稀释），可维持2~3周的效果。美国用0.5克/米²对家蝇蛆有90%防制效果；日本在家畜粪内用0.25克/米²（用2升水稀释）蝇蛆有97%的防制效果。

TH6040的有效剂量很低，但价格仍贵（如在丹麦25%TH6048一公斤约需50美元以上，仅能处理250~500米²粪肥面积）。有些刺吸蝇类的成蝇，如厩蝇及牛角蝇，接触TH6040后产卵不能孵化，但对家蝇需要很高的剂量，

昆虫保幼激素类似物ZR-515 2~3ppm可抑制敏感的蝇蛆生长，但在粪肥内施用无效。另外有些有机磷抗性品系与ER-515有交互抗性。

硫脲是1943年开始使用的杀蛆剂，它能抑制生长，近几年又开始使用。它价格便宜但用量大，有效浓度200~500ppm，在粪肥上需40克/米²。美国在鸡粪上喷洒0.28克硫脲/鸡/周有效。硫脲在高浓度时也是化学不孕剂。但使用硫脲时应注意，它对脊椎动物有特殊的生理作用（如抑制甲状腺素的合成）。TH6040及ZR-515在使用时则十分安全。

二、滞留喷洒：

自第二次世界大战后，用DDT作滞留喷洒可维持几个月，被认为“奇迹”杀虫剂。但自发生抗性后，不少地区已不用DDT及有机氯农药。不少有机磷农药可作滞留喷洒，但仅能维持2~6周，很少达到2~4月。滞留喷洒残效的长短与下列因素有关：①剂型：一般可湿剂优于乳剂；②墙面的性质：吸水强与碱性强的减低效力；③温度：在高温时减低残效；④湿度与光照亦减低残效；⑤抗药性：减低残效。

滞留喷洒维持防制效果的时间与下列因素有关：①新成蝇的恢复速度（当地繁殖与迁入的数量）；②杀灭的速度，这与成蝇在滞留喷洒药面上栖息的数量与栖息时间有关。

药液主要喷洒在家蝇栖息的部位，特别是夜间停留的地方。因此，在畜舍内应处理木撑、隔板、窗、横梁、脾及天花板。这些部位约为全面积的30%。滞留喷洒应在蝇类繁殖季节前开始，在繁殖盛期，要考虑加入其他防制措施。

有机磷农药作为滞留喷洒，其中皮蝇磷、溴硫磷、碘硫磷、杀虫畏、马拉松及氯辛硫磷对哺乳动物毒性低；敌百虫、杀螟松，二嗪农、乐果及倍硫磷的毒性中等。

实际使用浓度0.5~2.5克/米²，一般1克/米²。马拉松用量要高一些。

如何选择药剂，最好先作试验。因为，由于抗性、质量等问题，不同地区效果不一。

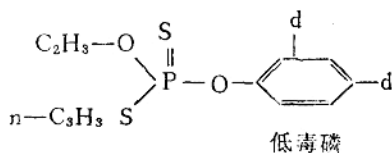
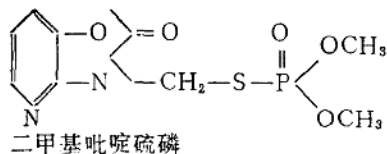
在药液中加入糖1~2.5克/米²，可以增加效果，但在温度高的地区不宜在室内使用。敌百虫是胃毒剂加糖后作滞留喷洒，能显著增效，在苏联与东欧常用这种方法。

有机磷农药多数不用在奶房、食品加工厂，也有的不准在鸡、奶牛及其他家畜停留时喷洒。

氨基甲酸酯类如残杀威、恶虫威（bendiocarb），加糖亦可作滞留喷洒，用量与有机磷农药相同。但有些氨基甲酸酯毒性高，不宜作滞留喷洒。

近三年内，有两种有机磷农药对有机磷多种抗性的家蝇防制效果较好：①二甲基吡啶硫磷（AEmethiphos）在欧洲及地中海进行试验，用0.5~2克/米²有很好的残效；②低毒磷（Tokuthion, Prothifos），在日本的试验表明它们对马拉松、二嗪农、倍硫磷、杀螟松或敌敌畏有抗性的家蝇有效，其毒性低（LD₅₀ 1730毫克/公斤），具有熏蒸及触杀作用。

另外，有两种有机氯新农药CM-UTH-1424及Plifenate（=MEB6046），可作滞留喷洒。



三、药剂浸泡条带与绳索等：

由于家蝇尤其在夜间，喜欢停在绳带、电线、家什等边缘及天花板上。因此，药剂浸泡条带，绳索、线条等成为防制方法之一。最初使用的药剂是毒性高的对硫磷浸泡纱布带、棉绳，其后使用毒性较低的二嗪农、皮蝇磷、马拉松、倍硫磷、乐果、敌百虫及氨基甲酸酯类的残杀威，敌蝇威（dimetilan），以代替毒性高的对硫磷。使用浓度为10~25%有机磷油剂或乳剂，但也有用1%的。使用时常加糖及引诱剂再加胶质或油，以形成维持较久的薄膜。浸泡的条带或绳索直接悬挂在天花板下效果较好。在菜场、畜舍、商店多可选用，每平方米约用一条。浸泡绳索较经济有效，同时与滞留喷洒方法相比较，不易发生抗性。

四、毒饵：

在现代新的有机合成农药尚未发现前，很早就有人在糖水内加亚砷酸钠或在奶与甜水内加蚁醛以杀成蝇。投放毒饵的地方要禁止小孩与家畜入内，以保证安全。

自有机磷及氨基甲酸酯农药创制后，其中不少是毒性低或中等的，开创了各种毒杀家蝇的方法：

1. 干散毒饵：内含0.1~2%杀虫剂，加糖后，与砂、贝壳粉或玉米芯粉等相混，亦可加引诱剂，如家蝇性外激素（muscalure）。这些散粉可以撒在地板、过道旁蝇类栖集的地方。
2. 液酒毒饵：内含0.1~0.2%杀虫剂，加糖或其他甜水，用喷雾器洒在地板、墙面上。
3. 液体毒饵分散器：含量与上述相同，但放在一器皿内，如盘内放一倒置的水杯，或吸水的泡沫塑料、海绵、灯心等物，种类很多。
4. 粘漆毒饵：内含药剂2~6%，混入含糖的胶体内，可作涂料。可用刷子涂漆条带、绳类、隔板、墙、窗、天花板，可维持数周或数月。

以上几种毒饵要选择适宜药剂，如表2中“++”者最适宜。

敌敌畏与敌百虫在毒饵内使用最广。敌敌畏速效而有熏杀作用，但残效短。敌百虫在粘漆内可维持几个月。敌百虫含少量的杂质（0.25%）可增加引诱力。敌敌畏与稳定的杀虫剂如皮蝇磷相混，能增加杀灭速度。

表2 毒饵内所用的杀虫剂

	干散	液酒	液分散器	粘漆
有机磷				
敌敌畏（水溶）	+	++	++	
乐果（水溶）		+		++
敌百虫（水溶）	++	++	++	+
二嗪农	++	+		+
皮蝇磷	+	+		+
溴硫磷				+
马拉松	+	+		+
二溴磷	+	+		+
氨基甲酸酯				
残杀威	++	+		
恶虫威	++	+		
敌蝇威（水注）		+	++	+
蚁醛				+

施散或喷洒毒饵可以在几小时内压低虫口密度，但其缺点是要经常施用（每周1~6次，应放置在儿童与家畜不到之处。粘漆应涂刷在家蝇密集处，有较长的残效。

使用毒饵除价廉及施用方便外，对抗性的发展比用滞留喷洒要好。因为，浓毒饵对高抗家蝇与正常家蝇一样有效。

五、空间处理与直接喷洒：

1. 室内空间喷洒：用气雾剂与迷雾剂在空间喷洒，可快速的将室内群集的全部家蝇消灭。最适合的药剂是除虫菊素（0.1~0.4%）加增效剂（0.5~2.5%）或合成除虫菊酯，击倒速度快、对动物无有害。但除虫菊类价钱贵，应与有机磷混用或用有机磷代替，如敌敌畏（0.1~0.5%）、皮蝇磷（0.5~2%）、马拉松（2~4%）、二溴磷（1%）及溴硫磷；

但有些国家在室内禁用有机磷农药，同时它们的击倒速度较拟除虫菊酯慢。

室内空间处理可用在住宅、厨房、旅馆、商店及其他受蝇类干扰的室内，也可用在畜舍、鸡场等地。在畜舍，常用滞留喷洒、毒饵等方法结合进行。处理时应在家蝇群集较多的夜间，每周处理两次。

用自动气雾发生器，可用时钟控制，每15分钟喷洒一次，效果很好但花钱较多。

最近有人发现用少量超细粉（micronized dust），能快速有效地控制家蝇，将30%苯呋菊酯粉，用压缩空气喷撒1克/100米²能使100%死亡。

2. 室外空间处理：可用在消灭室外蝇类群集之处，如垃圾堆、娱乐场所、菜场、食品加工厂等，用迷雾、烟雾或超低容量喷洒均可。最近几年，超低容量喷洒发展较快。

很多有机磷杀虫剂可用作室外空间处理，其中乐果、二溴磷的效果最好，用量为200克/公顷。二嗪农、敌敌畏、倍硫磷及皮蝇磷次之，用量为前者的1.5~2倍。用超低容量飞机喷洒，二溴磷的有效量为60克/公顷，碘硫磷为300克/公顷。

在拟除虫菊酯内加增效剂，是室外空间喷洒最有效的药剂。最近热带与亚热带的城区试验，用20克/公顷除虫菊素加160克增效醚或10克生物苯呋菊酯（加或不加10克增效醚）有良好的效果。同样量可作超低容量喷洒。

室外空间处理只是速效，仅能杀灭直接接触的家蝇。由于这种方法没有残效，室内或其它荫蔽的家蝇仍继续存活。因此，使用室外空间处理来减少密度，要进行较长时间的连续处理。

室外空间处理应在早上蝇类群集最多的时候进行。每日处理持续两周，能减低数量。但是如果气候条件适合繁殖，空间处理很难达到永久防制的要求。有些地区，大部分蝇群夜间栖息在室外，可以在它们栖息的地方，如树、灌木等地进行处理是必要的。

3. 直接喷洒：在城市内，将药剂直接喷洒在家蝇群集的新堆垃圾、废料、垃圾箱、临时废料收集处，是常用的方法。另外，垃圾卡车要经常处理，可以直接喷杀家蝇或杀灭短期间飞来及即将羽化的家蝇。这些直接处理方法对杀蛆亦有一定的效果。

直接喷洒可用各种有机磷的煤油剂或乳剂（1~2%），如马拉松、二嗪农、倍硫磷、杀螟松或敌敌畏。

五、熏蒸：

有一个时期，用电热方法挥发六六六或林丹，在畜舍内熏杀蝇类，这方法虽方便，但易发生抗药性及在食物中引起残留的问题。

自1960年后，开始用敌敌畏缓释剂，这适用于一般屋内、畜舍及不太通风的其它建筑物内。最常见的是树脂或合成树脂的条带用20%敌敌畏浸泡，可产生残留熏蒸作用，每一条带约控制30米³的空间，有效期约2~3个月。在有些国家，禁止在住宅、食物储藏、加工及膳食地点使用敌敌畏散发器。因为，这些是人们常居留的地方。当然，敌敌畏条带在垃圾桶及其废渣箱内使用是完全可以的。

VI、家蝇对杀虫剂的抗性

在拟订使用杀虫剂进行防制家蝇运动的计划之前，应该搞清它对杀虫剂的抗性。因为，家蝇在昆虫中更容易发展高抗的能力。

一、抗性的发展：

抗性的发生是经过几代使用药剂而产生的，这是由于经药剂选择与家蝇抗性遗传型繁育

的结果。本来在一个群集内抗性家蝇是少数，同时它们的生殖力与活力较差，故仅能少量生存下来。但使用药剂后，抗性种被选择出来，一代一代传下去逐步明显，最初防制效果减退，继而无法控制。

用药剂防制失败，也可能不是由于抗性而是其他因素：①由于过量的繁殖或大量扩散，杀灭的数量不足以压低数量；②药剂配制不好；③施用不当；④高温或喷洒内吸量大，降低了残效；⑤天敌大量死亡；⑥配方对家蝇有拒避作用；⑦由于季节或环境因素改变了家蝇的习性（行为抗性）。

促进家蝇对药剂的抗性，有下列因素：①高度选择压力，即家蝇群体的大部分，经药剂处理后，有抗性的生存而繁殖；②大面积使用同样（或有关的）的药剂；③长期使用同样（或有关的）的药剂；④生活史短的昆虫（每年繁殖代数多）；⑤幼虫与成虫使用同样或有关药剂；⑥用药剂处理的群体与未处理的群体隔离；⑦过去曾用过有关或无关的药剂，目前对这些药剂发生抗性。

大面积使用滞留喷洒或杀幼虫剂比其他施用方法容易发生抗性。用药剂防制其它昆虫，如大面积防制疟蚊及农业害虫，均可引起家蝇发生抗性。

1. 对各种药剂的抗性：目前，家蝇在世界各地，对各种杀虫剂都有不同程度的抗性，其中：①有机氯杀虫剂：如DDT、六六六、狄氏剂、氯丹已有很高的抗性；②有机磷杀虫剂：对马拉松、二嗪农、敌百虫、乐果、敌敌畏、二溴磷、杀虫畏、皮蝇磷、溴硫磷、碘硫磷、杀螟松、对硫磷等具有不同程度的抗性，其中已发现有较高抗性的有马拉松（较普遍）、敌百虫、乐果（在丹麦与美国）、杀虫畏（丹麦与美国）；③氨基甲酸酯：目前很少大面积使用，今后可能有高抗发生；④除虫菊酯类：很少发生高抗品系，仅对斯堪的纳维亚多种抗性品系，经大量使用除虫菊酯高度选择后发生高抗；⑤昆虫生长抑制剂：其中昆虫保幼激素ER-515，在美国及丹麦发生中度抗性，灭幼脲（TH6040），对有些有机磷抗性品系中发生中度抗性，但对丹麦的多种抗性野外群体仍很敏感。

除上面提出的促进家蝇对药剂抗性的几种因素外，在一定地区使用药剂的历史情况很重要。不少地区，由于使用有机氯发生高抗，防制已无效果；如大面积使用有机磷2~3年后也会发生抗性的问题；但仅选择性的使用有机磷防制家蝇，可能有效期维持几年。

二、抗药性的本质：

抗药性的产生，是由于遗传因子（抗性基因）的存在，常由一个或几个主要基因而形成抗性型。有些抗性机理是专一的。即专对一种或几种近似的杀虫剂。高抗可能由于一个抗性基因（R-基因）、2个或几个抗性基因的相互作用。一个家蝇的抗性是由于R-基因，他们组合在细胞（它的遗传型）内。与此同时，也受有些非遗传因素（年龄、性别、营养、温度等）影响。一个家蝇群体的抗性，决定在群体内各种遗传型的频率。抗性的发展（稳定性），决定于自抗性种（RR）与敏感种（SS）杂交后，产生的杂种（RS）是显性（抗性）、中间型（中等）或隐性（敏感）。

三、交互抗性与多种抗性：

1. 交互抗性：当对家蝇群体施用一种药剂时，对其他药剂亦发生抗性，称交互抗性。例如，甲氧DDT对DDT、狄氏剂与氯丹对六六六、对硫磷对二嗪农、溴硫磷及碘硫磷对皮蝇磷、敌百虫对乐果、DDT对二嗪农等有交互抗性。交互抗性产生原因是很复杂的。

2. 多种抗性：在一个地区同时施用或前后施用两种或几种药剂，家蝇群体对这几种药剂

都发生抗性，称多种抗性。

四、抗性的稳定性：

当一种药剂在某地停止使用后，家蝇群体对这种药剂的抗性或多或少有些下降，但很难达到原来敏感的程度。经验证明，不少地区，即使停用了DDT或六六六20年，仍不可能恢复这些药剂的原来效力，这是由于在该家蝇群体内，有残留抗性个体的存在，有些家蝇群体对有机磷农药（如马拉松、二嗪农）停用几年后抗性亦有同样的稳定性。但有的抗性并不稳定，如果抗性产生期间较短（“老”抗性比“年幼”抗性稳定）。

五、防止或减低抗性的发展：

（一）关键是减少药剂的选择压力：

1. 限制施用次数：仅急需时施用。减少蝇蛆孳生场所，加强环境卫生，尽可能用非化学方法控制蝇类。

2. 限制施用范围：仅需要时施用。避免乱用，最好局部施用（包括使用毒饵、带条等）。

3. 限制使用滞留喷洒的范围。

4. 避免幼虫（及成虫+幼虫）压力。

（二）有顺序地使用药剂：

首先使用抗性因子专一、交互抗性范围小的药剂（如马拉松），最后使用交互抗性范围广的药剂（如乐果、二溴磷）。

用无关的药剂（非交互抗性的）及非化学方法交替使用，可能停止抗性的发展（但药剂混合使用并不推荐）。

六、产生抗性对蝇类防制的主要影响：

1. 低抗性（2~10倍）：可能减低滞留喷洒的效力，可能明显地减低空间喷洒与熏蒸的效力。

2. 中等抗性（10~20倍）：防制开始无效，特别当家蝇大量繁殖与大量入侵时，更为显著。然而，滞留喷洒的最初残效或直接喷洒仍有良好的效果，使用毒饵仍然有效。

3. 高抗：使用各种方法可能完全无效。

Ⅶ、生物及其他防制方法

一、生物防制及蝇类的群体控制：

很多捕食性昆虫，吃蝇类的卵、蛆、蛹或成蝇。有几种小的寄生蜂专吃蝇蛹。

蝇类的重要天敌如下：

1. 捕食性昆虫：吃蝇的各个虫期

捕食性昆虫

螨

蜘蛛

蠼螋

甲虫及其幼虫

隐翅虫

水龟虫（在粪堆内）

蝇类幼虫

侵害成蝇

卵及蛆的幼期

成蝇

卵及蛆

蛆、蛹、成蝇

蛆

蛆

蝇类成虫：盗蝇
稀粪蝇
蚁
捕食性蜂
爬虫（守宫、蜥蜴等）
鸟（包括鸡在内）

成蝇
成蝇
卵、蛆、蛹初羽化成蝇
成蝇
成蝇
蛆、蛹、成蝇

2. 寄生蜂类

小蜂类，如

脩小蜂

蛹

黄胸跳小蜂

蛆

小甲虫，如：隐翅虫

蛹

3. 微生物

细菌，如苏云杆菌

蛹

真菌，虫霉属（蝇单枝虫霉）

成蝇

在家蝇繁殖习性相对稳定及气温适宜的情况下，这些捕食性昆虫及寄生蜂能有效地控制群体并限制在一定的水平，特别在热带，蚁类能起重要作用，在垃圾桶内能压低群体的70~90%。其他捕食性动物的效果如何，还不清楚，但有些寄生蜂有时能杀死大量蝇蛹（如：脩小蜂）。

当自然控制蝇类的天敌存在时，应该保护它们，并为它们创造有利的环境，避免用药剂杀伤它们。捕食性动物及寄生蜂是综合防制中的重要环节。

大量释放饲养的寄生蜂（或捕食性昆虫），以控制家蝇，目前尚未取得显著成效。除非在海洋中的孤岛上，那里新近发生了蝇类，或者在孳生场所大量释放寄生蜂作试验。当然，目前仍在继续探索，以便寻找出防制粪肥内家蝇更有效的寄生蜂，以及经济有效的人工繁殖及释放时的组织措施。

二、化学不孕及遗传防制：

近几年来，人对使用不孕方法，防制家蝇有很大的兴趣。很多化学不孕剂，在毒饵内混入很小的剂量即有效，但绝大多数是致癌物质，对人类不安全。小规模野外试验很成功。如果对人畜没有危害（但专家们很悲观），化学不孕剂可能成为消灭家蝇的重要武器，较好的引诱剂亦能同时被发展。

在理论上，大量释放雄性不孕家蝇是有效的。然而，这方法很复杂，目前尚不能解决防制中的实际问题。对此，美国在继续进行试验研究。这是很有趣的，理论上也是有可能的，但在可见的将来，不可能解决城镇及农村中的防制问题。

三、捕蝇器：

由于药剂防制的缺点，人们重新考虑使用捕蝇器。捕蝇器是装有黑光灯或其它光线作引诱的电杀器（electroutors），在商店使用时对丽蝇十分有效。然而，对家蝇的诱杀是有限的，它受地区、温度及家蝇生理状态（性别、年龄、营养）等因素影响。含毒饵的捕蝇器，由于对家蝇缺乏强烈的引诱剂，效果也是有限的。这同样影响单独使用毒饵的效果。

某些试验的结果表明，黑光灯与性引诱混用效果很好，但亦有相反的结果。

Ⅱ、蝇类调查方法

为了拟订与评价家蝇防制纲要，必须正确地估计家蝇群体密度及防制后可能的变化。这就需要防制前的调查，以确定何处、何时及用什么方法进行防制；防制后需要调查，以评价效果及防制措施的成效。

防制前的调查，包括确定优势蝇种、孳生场所及地点、季节变化、分布及成蝇习性（包括夜间栖息）、在不同地区的成蝇密度及药剂的敏感度。

防制后的调查，主要是成蝇密度的估计及药剂敏感度。

这里有几种方法以估计成蝇密度的变化，最重要的几种分述如下。没有一种方法能测定蝇类群体的绝对数量，仅是相对的指数。选择方法很重要：①要适合局部蝇类群体的生物学及行为的需要；②能估计主要地点的蝇类密度；③取样大小要能代表这一地区；④调查方法要简而易行；⑤尽可能真实与标准化。有时几种方法联合使用，以便得到在重要场所蝇类密度的综合概念。当然，自始至终应该用一种方法，以估计蝇密度在一个时期的变化，特别在防制前后。

蝇类调查方法可分下列几类：

一、在选定的地区或引诱物上计算蝇类：

1. 蝇类格栅计数法：在蝇类集中地点，放置一格栅以计算蝇类在一定时间内的栖息数量，这是广泛使用的方法之一。1947年scudder首先创用，用16根木条组成，大的格栅每条长24吋，条阔3/4吋，分别装在24吋长两横木条上，成为24×24吋见方的格栅。此大格栅仅适用野外，最小仅6×6吋见方。通常使用小的或中等大小的格栅较为相合。格栅放在蝇类群集处，计算30分钟内栅上落的蝇类数。每一地区分别放置格栅3～5处，以便计算其平均密度。在不同地区为便于比较，最好在同一天同一时间进行。

2. 计算蝇类在饵料上落的数量：在盆、碟、盘内及条带上放蝇类引诱剂，计算在一定时间内（2～30分钟）着落的数量。饵料的可用糖渣、牛乳或水解蛋白。

这方法尤其在美国的畜舍内广为使用，但并不如格栅法快速与灵便，同时不适用于广泛地蝇类调查。

3. 在适宜面积上计算或估计数量：在蝇类集中的适宜点，用眼直接很快的估计数量，这方法类似格栅法。但要估计得可靠，要经过训练。

另一方法，是在固定的面积内计算或估计蝇类的数量，如在畜舍内的家畜、木柱、隔板或饲料槽上。这些地方蝇类的分布比较固定，但亦受时间、气候及人工活动（饲喂、清理等）的影响。这方法不适用于城镇内作蝇类调查。

温带地区（如丹麦）在猪圈、牛舍多数蝇类落在家畜身上或附近（白天），这样可估计每头家畜身上蝇数，作为蝇类指数。

二、捕蝇器：

1. 饵料诱捕器：最常见的形式是一个圆柱形的网笼内装一圆锥形网笼，尖端一头向上。但这方法要估计局部的蝇类密度不很可靠，因为它的效果与放置的地位及饵料（常用腐烂物质）引诱的效果均有重要关系，同时被引来的蝇类常不愿入内。

2. 粘捕器：涂上粘胶的纱带或塑料条带，常广泛地用来估计蝇类的密度，这不但常用于畜牧及其他常有蝇类出现的房屋，而且在室外亦可使用，粘胶带可放置2小时至几天。粘胶

带上粘捕的数量，常以该条放置的地位是否挂在家畜上空或离家畜1~2米远有关系。因此，可靠地估计密度的变化与技术员的经验有关。最好一室内挂几条带。带上诱捕量对蝇类群体数量的变化很敏感，它们比格栅法诱得数量多，这在密度低的时候很有用。

2.光捕器：黑光灯可引诱家蝇，24小时内捕捉的数量，可用以估计蝇类密度。有人在牛奶棚中作试验，光捕器在棚内释放量稍有改变(2X)就敏感地反映出来。

三、捕蝇：

1.捕虫网：没有一定的规格。捕来的活蝇可作标本，测定敏感度及作试验等用。

2.捕蝇笼：同前。

四、计算蝇迹：

在纸、卡片、塑料布、玻璃板上，计算一天内蝇上落后的污迹，用以估计蝇类密度。此法目前不常用。

现将几种方法的优缺点列表如下：

表3 蝇类调查方法的比较

	优 点	缺 点
格栅法	简单、快速、常用的估计蝇类密度。不少地点可以采用，容易确定测定方法。	不易鉴定蝇类，仅能测定短暂的密度，要碰机会，不是每处都适用，如在家畜身上的蝇类在密度过低与过高时结果不可靠。
在饵料上计算	简单，适用于密度低的场所。	较格栅法复杂，要靠饵料的引诱力。
在适宜面积上计算	简单、快速、通用等。	有主观因素，要靠熟练与经验。
饵料诱捕器	简单而能延续一个时期，所得的蝇类可作鉴定，敏感度的试验等。	与放置地位及饵料性质有关，吸引它处蝇类需要配制及维护。
粘捕器	简单而能延续一个时期。所得的蝇类可作鉴定，对群体密度的变化敏感，低密度时仍有效。	捕捉数量与放置地位有关，耗费时间及肮脏，需要准备粘胶带，有时过量的粘集。
光捕器	对群体的改变敏感。	耗钱多。仅适用于室内。引诱力因地点及温度不同而有异。
捕捉蝇类	所得蝇类可作鉴定及测定敏感度用。	对数量取样不可靠。

家蝇对杀虫药剂的抗性和用WHO的试验方法检测抗性

J-Keiding 丹麦有害动物传染实验室

所谓抗性是指具有抵抗对正常的同种昆虫大部分都能致死的杀虫药剂剂量的能力。昆虫抗性的形成，是通过杀虫药剂对昆虫数世代的选择和繁殖的抗性遗传型昆虫的结果。杀虫药剂尤如一种筛子，筛选出在昆虫种群中具有抗性基因的一个个体。开始，这些抗性昆虫仅是种群的一小部分，但是随着杀虫剂的继续使用和一代代抗性昆虫的选择，而使抗性昆虫的比例增加，从而降低杀虫药剂的效果，最后使不同程度的防制失败，抗性昆虫的选择是一种前适应现象，它是抗性稳定性的重要原因。至于抗性水平的提高，可能是由于世世代代不断地用杀虫药剂对抗性昆虫的诱发以及其两个以上的抗性因子的联合作用的结果。

家蝇对杀虫药剂的抗性

家蝇(*Musca domestica*)是最能形成对杀虫药剂抗性(R)的昆虫，从而使所用的杀