

杨冠煌 主编

中国昆虫 资源利用 和产业化

中国农业出版社



中国昆虫资源利用和产业化

杨冠煌 主编

* * *

责任编辑 陈岳书

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号 100026)

新华书店北京发行所发行 中国农业出版社印刷厂印刷

787mm×1092mm 16开本 16.75印张 2插页 381千字

1998年7月第1版 1998年7月北京第1次印刷

印数 1~2500册 定价 30.00元

ISBN 7-109-04917-5/Q·314

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

序

我国是昆虫资源利用并使之产业化最早的国家。蚕丝业是我国古代的重要发明，先民早在五千多年前的新石器时代已开始植桑养蚕，蚕桑生产在周朝已形成产业化。除家蚕外，其他的产丝昆虫也被广泛利用的有：柞蚕、樟蚕、樗蚕等，近代又从印度引进蓖麻蚕。除蚕丝外，食用和药用昆虫有蜜蜂、蚂蚁、蝉、斑蝥等，作为工业原料的有紫胶虫、白蜡虫、五倍子蚜等。其中以养蚕业的规模最大，产品最多。所以，昆虫作为一类自然资源在我国有悠久的利用历史，并对社会经济产生了重大的影响。

昆虫是种类最多的动物类群，在当今昆虫学、生物化学、营养学、药理学高度发展的条件下，它们之中可用来提高人民生活和发展经济的类群，客观上存在着广阔的开发园地。为了加强昆虫资源的利用，促进在新的科学和技术条件下的产业化，中国昆虫学会从1994年便开始酝酿，要在此领域能掀起一个研究和开发的高潮。我们响应中国科学技术协会发起的学科发展与科技进步活动的号召，在1995年11月召开会议，讨论并提出了发展的具体项目。资源昆虫专业委员会主任杨冠煌研究员主编的《中国昆虫资源利用与产业化》一书对昆虫资源利用开发和产业化将起一定的促进作用。

各类昆虫分布范围很广，对昆虫资源的开发利用，势必因地域而不同。在我国广袤的国土上，因地制宜，因时制宜，按需要形成产业化，将是现实可行的。本书分为农林害虫的天敌昆虫、食用昆虫、药用昆虫、传粉昆虫、工业昆虫、观赏昆虫等各有特点，需要相应的基础知识和工艺技巧，这是符合科学和发展利用的规律的。本书的目的在于系统地提供有关的知识 and 资料。

最后，我们尚需阐明当前昆虫资源利用产业化的含义，应强调在社会主义市场工业化生产，并按市场经济的规律，通过合理的投资和科学研究，在质量和数量上满足社会的客观需要。这也是关系到提高我国在粮食、纤维、医药等生产能力的另一途径，不可轻视。本书提出产业化的基本程序，是很有必要的。

钦俊德

前 言

《中国昆虫资源利用与产业化》一书汇集 30 多种昆虫资源在饲用、食用、药用、工业、观赏、授粉、害虫天敌等方面开发的状况及产业化过程。由国内一流的专家、教授及企业家撰写而成。比较客观地反映当前我国昆虫资源领域的研究水平及开发状况，是我国在昆虫资源利用及产业化方面的奠基之书。

该书内容丰富，学术水平高且实用性强，文字简练，深入浅出并附有图表及照片、彩照，可供高等农、林、医院校师生参考，供农、林、医科技术人员企业家发展产业参考。也为农村开创致富门路提供可实用的科技材料。该书论述的每种已利用的昆虫都列出撰稿人以及详细地址以便读者必要时直接联系与咨询。

本书主要论述已被利用，并形成一定规模效益的昆虫，对许多虽然可被利用但还处于探索阶段的昆虫均未列入。由于以家蚕为主的蚕丝业及以西方蜜蜂为主的养蜂业已有大量技术书籍，对这二类昆虫产业本书不再详述；而把与昆虫同一门的蝎子及蝎毒的开发利用列入本书。

该书是在 1994 年中国昆虫学会 50 周年纪念活动及学术讨论会上由资源昆虫专业委员会提议的，在中国昆虫学会大力支持下和各位撰稿人的合作下，终于 1998 年 6 月由中国农业出版社出版。在此特向为本书出版提供资助的吴云、杨冠煌、李典谟、张盛、刘志诚、陈彤、杨大荣、张志勇、魏永平、陈台明、梁诗魁等先生表示感谢！

杨冠煌



1. 蝇蛆多层饲养架



2. 蛹虫草的菌丝体



3. 蚁狮幼虫（右）和饲养杯及成虫羽化笼（左）



4. 人工培养蛹虫草



5. GD-5型微机控制生产人造卵卡机



6. 红头豆芫菁 *Epicauta ruficeps*
Illiger 取食两面针叶



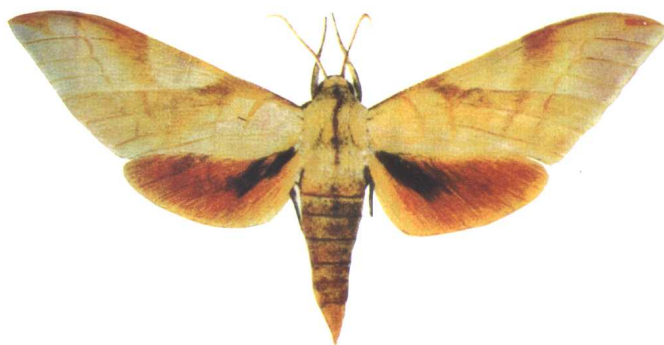
7. 柞蚕的老熟幼虫



8. 沙滩上的蚁狮陷阱群



9. 双带拟铃蟋 (又名金铃子)



10. 豆天蛾成虫



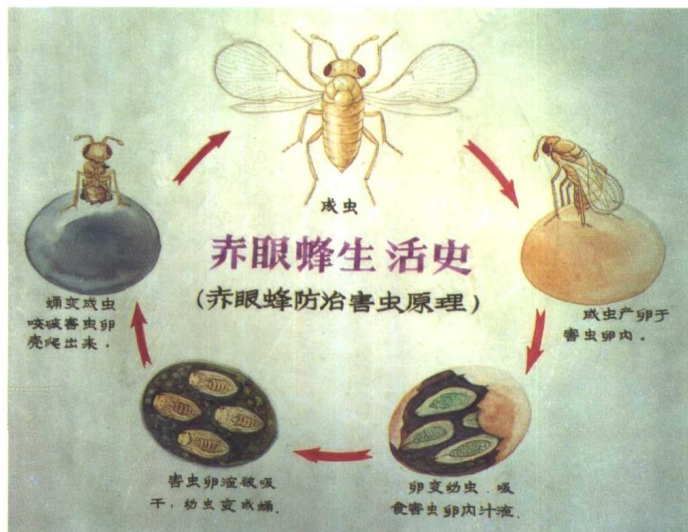
11. 蝗



12. 虫草蝠蛾的幼虫、蛹、成虫



13. 苜蓿切叶蜂正在授粉



14. 赤眼蜂生活史



16. 中蜂



15. 壁蜂人工巢



17. 蝴蝶的大规模人工饲养：寄主植物西番莲上有幼虫



18. 女贞树上的白蜡种虫



19. 三叶豆树上的紫胶虫



20. 刚采出土壤，未剥菌膜的冬虫夏草



21. 角倍蚜在盐肤木复叶上产结的角倍

目 录

序

前言

绪论	1
第1章 饲用、食用昆虫	5
第1节 家蝇	5
第2节 黄粉虫	13
第3节 中华蜜蜂	22
第4节 鼎突多刺蚁	33
第5节 豆天蛾	42
第6节 虫茶	46
第7节 柞蚕蛹的食用	48
第2章 药用昆虫	55
第1节 几种常见药用昆虫:地鳖虫、洋虫、九香虫、桑螵蛸	55
第2节 冬虫夏草	68
第3节 蛹虫草	89
第4节 蚂蚁的药用	96
第5节 斑蝥及斑蝥素	101
第6节 蜂毒资源的开发利用	109
第7节 蚁狮	114
第8节 蝎子与蝎毒	120
第3章 工业用昆虫	135
第1节 紫胶虫	135
第2节 白蜡虫	145
第3节 五倍子蚜	156
第4节 天蚕	171
第5节 蓖麻蚕	175
第6节 柞蚕	180
第7节 胭脂蚧	191
第4章 观赏昆虫	193
第1节 蝴蝶类	193
第2节 鸣虫类	210
第5章 授粉昆虫	222
第1节 切叶蜂	222
第2节 凹唇壁蜂	232

第3节 熊蜂 239

第4节 蜜蜂为温室作物授粉 242

第6章 赤眼蜂人工卵工厂化生产及应用 246

绪 论

昆虫是世界上种类最多的生物种群，已知的种类超过 100 万种。在 4 亿年前，地球就出现了原始昆虫，经漫长的进化过程现已成为地球上最大的优势动物种类。据估算昆虫的总生物量超过地球上所有动物总生物量。昆虫具有多种多样的形态、习性、行为和机能。其适应能力、分布范围都超过其他动物群，但被人类利用的昆虫资源却很少，只占昆虫种类的万分之一左右，因此也可以认为昆虫是当今地球上未被利用的最大生物资源。

现代科学的进步，特别是昆虫学、生物化学、营养学、药剂学、生物技术等领域的进步，为人类向广度及深度开发昆虫资源提供了条件。在开发昆虫资源中同时又促进昆虫学科更全面地发展，一改长期以来单纯防治的学科方向，近十多年来对昆虫利用和产业化已成为各国昆虫学者关注的热点之一。

昆虫资源利用概况

对昆虫资源的利用，有的学者划分为虫体利用、产物利用、机能利用和与其他生物共生利用等。而实际上，开发昆虫利用时往往很难分清楚虫体还是产物，有时几个方面都同时被开发。因此我认为应以最终提供社会的产品来确定其类别比较合适。因为，主要的是产品的社会价值，而不是它来自什么部位。归结当前国内外对昆虫资源利用和产业化的状况，其利用领域可划分以下七个方面。

一、饲用、食用昆虫

昆虫虫体或其产物可作为动物、家畜饲料或者人类食品、保健食品的昆虫。

几乎所有的昆虫虫体（包括害虫）都可以作为动物或家畜的蛋白质饲料，但野生昆虫是不能作为大宗饲料来源的。十多年来，西方和我国都在发展人工笼养家蝇，并进行工厂化生产以获得大量的家畜蛋白质饲料。笼养家蝇是将家畜的粪便、人类的废物再生转化为可利用的蛋白质饲料，既获得财富又有利于净洁环境，是一种功利两全的昆虫产业，受到各国重视。

昆虫作为食品起源于民间：如东北人吃柞蚕蛹，云南人吃胡蜂蛹，广东人吃龙虱、稻蝗、山东人吃豆天蛾等。世界各国的土著民族多少都有吃昆虫的习惯。昆虫直接作为食物最近在人们的菜谱中也常出现，烹调后的昆虫菜也很可口。我认为用以烹调食用的昆虫应慎重选择，特别不宜从野外采集；因为野外的昆虫，质量不稳定，容易引起中毒及过敏。

利用昆虫作为食品另一发展趋势是制成有某些特殊功能的食品（称保健食品）。据陕西省粮食学校研究：可以通过在饲料中添加一些物质，在黄粉虫幼虫体内转化为活性物质，如富硒、富铁等，从而制成特殊营养价值的保健食品。日本从柞蚕蛹中提取蛋白质，

添加到常规食品如饼干、糕点中,加强其营养成分,在市场上行情见好。蚂蚁、蜜蜂产物的保健食品在我国市场都占有一定位置。由此可见从昆虫中开发附加值高的保健食品是一条产业化途径。

二、药用昆虫

昆虫虫体或其产物可直接用来治疗疾病的昆虫。

(一) 我国传统中药中使用不少昆虫作为一种配方,直接入药

李时珍的《本草纲目》中记载有 73 种昆虫入药,以后的《本草拾遗》中又增加了 11 种。在入药的昆虫中,还有不少是异名同种或者同名异种的,还有待整理确定。常用的入药昆虫有冬虫夏草、斑蝥、芫菁、蜚蠊、土鳖虫、僵蚕、洋虫、蚱蝉、蝉蜕、桑螵蛸等。

(二) 用提取物开发新药剂

蜂毒:从蜜蜂中获得的,具溶血及治疗风湿性关节炎等功效的提取物。

斑蝥素:从芫菁科昆虫中提取,临床上对肝瘤腹水有抑制作用的提取物。

蛻螂毒素:从蛻螂中提取,具有抗癌活性成分的提取物。

抗菌肽:从蝇类幼虫提取,具广谱抗菌作用,而且对病毒、肿瘤细胞及原虫有明显的毒杀作用的提取物。

三、传粉昆虫

蜜蜂:传统的传粉昆虫。除对瓜果、农作物传粉外,近年又广泛应用于温室及大棚中,如河北、河南一带冬季草莓,只有靠蜜蜂传粉才能获得丰收。

切叶蜂:蜜蜂传粉有一定局限性,如在苜蓿中效果很差。加拿大昆虫学家人工饲养切叶蜂为苜蓿授粉,使结籽率提高 3~5 倍。中国农业大学植保系引进加拿大技术并结合我国切叶蜂状况,人工繁殖切叶蜂,在黑龙江及新疆为苜蓿授粉取到很好效果,每亩(15 亩=1 公顷)收量从 50kg 提高到 200kg 以上。

壁蜂:壁蜂应用于早春果树授粉。中国农业科学院生物防治所人工饲养壁蜂获得成功,并在河北、西北应用取到显著经济效益。

熊蜂:熊蜂是一种为牧草及温室授粉的,可以人工饲养繁殖的野外蜜蜂种。波兰及澳大利亚已广泛应用。

四、观赏昆虫

观赏昆虫是指能够美化人们生活的昆虫,如蝴蝶类、鸣虫类、竹节虫类等。

蝴蝶类:以凤蝶科和蛱蝶科为主,云南昆明斯美蝴蝶园是我国最早的活蝴蝶园。海南及广东都陆续建立蝴蝶园。这方面的产业化生产我国落后于西方国家,目前我国已解决园内人工繁殖蝴蝶的技术问题。

鸣虫类:以悦耳鸣声美化人们生活的昆虫。鸣虫分昼行鸣虫,如黄蛉、竹蛉;夜行鸣虫,如斗蟋、油葫芦;季节性鸣虫,如优雅蝈蝈(蝈蝈)、纺织娘等。其中一些种类已可以人工繁殖。

五、工业用昆虫

产品主要作为工业原料的昆虫。

(一) 已产业化的工业用昆虫

家蚕、柞蚕为绢丝产业的主体。紫胶虫生产紫胶，白蜡虫生产虫蜡，倍蚜虫生产五倍子。

(二) 酶素

从昆虫内提取特殊酶素为工业应用。如萤火虫中提取萤光素酶，该酶用作检测医疗器械污染作用。从白蚁中提取纤维素水解酶，应用于轻工及食品中。

(三) 几丁质

几丁质可用于制造药物及临床医疗用品，已开发成几丁质缝合线，该缝合线在体内容易被吸收。

六、天敌昆虫

可以用来防治害虫的天敌昆虫种类很多，有产业开发价值的超过 40 多种：如美国可以工厂化生产出售的天敌昆虫约 40 种，主要是草蛉、瓢虫、食虫蝽象、钝螯、姬蜂、噬小蜂及赤眼蜂。现在我国已形成工厂化生产的有两种：即松毛虫赤眼蜂和螟黄赤眼蜂。广东农科院植保所，北京市农科院植保所等建成人造卵赤眼蜂生产线。每小时可制作人造卵卡 600 张（8.4 万粒），每日 5 000 张，可繁殖赤眼蜂 2 000 万头，供 130 多公顷（2 000 亩）农田使用。

七、功能性昆虫

利用一些昆虫的细胞，通过人工传代培养后作为生物反应器，增殖昆虫病毒，生产生物农药。另外在外源基因表达上，昆虫细胞在一定程度上优于大肠杆菌，因此在分子生物学中受到重视。

产业化基本程序

这里采用程序一词，其含意是指产业化过程必需进行的技术工作，缺一必会影响全局。

(一) 产前应用研究

产前研究其目的是要准确地发现某昆虫可以利用部分及价值。立题之前可先从民间及古代的材料得到一些信息，也可以从了解某一昆虫的生态、生理过程中发现信息。如抗菌肽是从发现家蝇强大的抗菌能力而立题研究找出的特殊物质。

(二) 产中研究

产中研究需解决人工繁殖的方法、选育及病虫害防治，工厂化生产的工艺流程等一系列技术难题；如工程蝇的开发：从选出飞翔能力弱，繁殖力强的品系，到人工笼养技术的解决，工厂化生产流程的设计，最后才能进入产业化生产。

(三) 产后商品化

包括加工、商品检测、包装、寻找资金等。其中寻找资金是主要工作，产业化生产需有较大资金投入，不然就无法规模化生产，产品质量也难以稳定。

(四) 开拓市场、促销及宣传，使产品占领市场

这是产业化的成败之举。促销创名牌才能获得利润，如飞龙延生护宝液，促销做得好，产品占领市场，其经济效益可观。

作为一个产业化，以上四个技术程序不可缺，而且需反复进行，但不同时期侧重点不同。

展 望

昆虫资源的开发将会越来越深入及广泛，特别在保健食品、药用及天敌昆虫方面将会有更多的昆虫产品出现在市场上，因此总趋势是日益上升的。

目前我国昆虫产业化过程中应注意以下几点：

1. 创名牌 老产业应加强创名牌工作，没有名牌就难占领国内外市场，价格也上不去。如蜂王浆，我国没有名牌产品，只是原料出口，大量的利润为外商获去。

2. 加强产中研究 正在形成的昆虫产业，应加强产中研究，以建立扎实的技术基础，使产业化生产稳步发展。

3. 加大促销工作 相当一些昆虫产品市场上占有率低，应大力加强促销宣传，提高市场占有率。

4. 争取投资 不少药用昆虫如蛹虫草、冬虫夏草、斑蝥素、蚁狮都到成熟阶段，因缺资金无法进入最后阶段，走向市场，希望通过多渠道去争取资金，使其产业化。

参 考 文 献

1. 杨冠煌. 资源昆虫产业化及发展趋向. 昆虫知识, 1996, 33 (5): 293~296
2. 胡萃、张传溪. 浅论资源昆虫产业开发. 浙江农业大学学报, 21 卷: 333~336

杨冠煌 (中国农业科学院蜜蜂研究所, 北京香山, 邮编 100093)

第1章 饲用、食用昆虫

第1节 家 蝇

家蝇 (*Musca domestica* L.) 属双翅目蝇科, 世界性分布。家蝇在我国有两个亚种: 欧洲亚种 (*M. domestica domestica* L.) 主要分布于新疆、甘肃两省区和内蒙古的呼伦贝尔盟; 东方亚种 (*M. domestica vicina* L.) 则广泛分布于全国其他地区, 是室内最常见的蝇种, 故又称为舍蝇。家蝇是一种重要的卫生害虫, 传播多种疾病, 令人厌恶。然而, 家蝇易于人工饲养, 营养丰富, 是家畜、家禽和鱼类的一种高等蛋白质饲料。

一、形态特征 (图 1-1)

(一) 成虫

体长约 5~8mm, 灰褐色。眼红褐色, 雄蝇的两眼彼此靠近, 额宽为一眼宽的 1/4 左右, 单眼三角与复眼内缘间的宽度只及单眼三角横径 1/2 或较窄; 雌蝇的两眼间有一定的距离。触角芒的上、下侧都有较长的纤毛。口器是吮吸式, 喙齿不特别强大, 齿末端不尖, 呈细锯齿状。胸背有四条明显的黑色纵纹。翅透明, 但基部稍带黄色。腋瓣大, 不透明, 色微黄。脉序中, 第四纵脉末段向前方弯曲急锐, 因此, 梢端与第三纵脉的梢端靠近。足黑褐色, 末端有爪 1 对、扁的爪垫 1 对和刺状爪间突 1 个。爪垫上有浓密的微毛, 由这些微毛渗出粘的物质; 因此, 成蝇能在光滑的物面 (如玻璃) 和倒悬在天花板上行走。腹部两侧带黄色, 最后腹节黑褐色, 腹背中央有一直的暗黑纵纹。

(二) 卵

卵小形, 白色, 长椭圆形, 长约 1mm, 在卵壳背面有 2 条脊。卵粒多互相堆叠, 1g 卵约有 13 000~14 000 粒。

(三) 幼虫

灰白色, 无足; 体后端钝圆, 前端逐渐尖削。初孵幼虫体长约 2mm, 体重约 0.08mg, 3 日龄或 4 日龄幼虫体长 8~

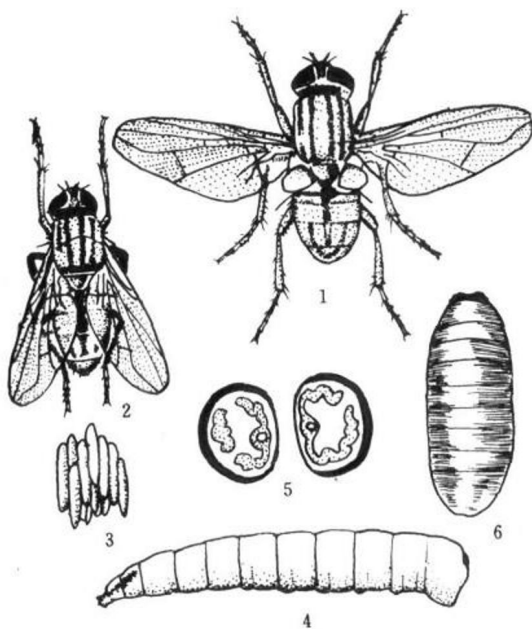


图 1-1 家蝇的形态特征

1. 成虫 2. 成虫静止状 3. 卵 4. 幼虫
5. 幼虫 (剖面) 6. 蛹

12mm, 体重 20~25mg。幼虫口钩爪状, 左边一个较右边一个小。两端气门式, 前气门由 6~8 个乳头状突起排列而成, 扇形; 后气门呈 D 字形。

(四) 蛹

长椭圆形, 长约 6.5mm, 初化蛹时黄白色, 后渐变为棕红, 深褐色, 有光泽。蛹为围蛹。

二、生物学特性

(一) 年生活史与世代历期

家蝇在自然条件下, 每年发生代数因地而异, 在热带和温带地区全年可繁殖 10~20 代; 在终年温暖的地区, 家蝇的孳生可终年不绝, 但在冬天寒冷的地区, 则以蛹期越冬为主。据报道, 在莫斯科(北纬 55°45′)可发生 4 代, 在华盛顿(北纬 38°)可发生 9~12 代, 在巴勒斯坦(北纬 32°45′)发生代数可多达 20 代。家蝇在我国大部分地区发生时期为每年 3—12 月, 但成蝇繁殖盛期在秋季。家蝇在人工控制条件下周年可以繁殖, 适温下卵历期 1d 左右, 幼虫历期 4~6d, 蛹期 5~7d; 成虫寿命 1~2 个月。

(二) 生活习性

家蝇多在粪便、垃圾堆及发酵的有机质中产卵。雌蝇很少把卵产在物质的表面, 一般是产在稍深的地方, 如各种裂口及裂缝中。卵多粒粘在一起, 成为一个卵团块。家蝇一生产卵 4~6 次, 平均每次产卵 100 多粒。卵是在腐烂的有机物质中发育的, 在夏季约经 8~24h 即可孵化。幼虫或称蝇蛆以孳生地的有机质为食, 例如马粪、鸡粪、猪粪、垃圾、酒渣、豆渣等; 幼虫非常活跃, 善钻小孔, 但其活动范围一般不离开其原产卵场所。幼虫有较强的负趋光性, 一般群集潜伏在饲料表层下 2~10cm 左右处摄食。

幼虫成熟后, 爬到较干燥的环境中化蛹。化蛹场所一般为幼虫孳生场所附近的泥土中, 如果粪便表层干燥, 也可在粪便的表层化蛹。

成蝇自蛹羽化后 2~12d 内交尾, 交尾后第二天开始产卵。

家蝇喜停留在家屋内, 在家屋中所捕集的蝇类中, 家蝇约占 95%~98%。在阴暗时或夜间, 它喜停留于天花板、悬挂的绳索、电灯线、门窗和家具的边缘上, 以及墙和板壁的裂缝附近。

家蝇的飞行能力很强, 在实验中, 有在 24h 内能飞行 9km 的记载, 但在食物充沛的地区中, 所出现的家蝇, 大都是附近产生的。

成蝇的主要食物是液汁物质, 包括甜汁、牛乳、糖水、腐烂的水果、含蛋白质的液体、痰、粪等。也喜在湿润的物体如口、鼻孔、眼、疮疖、伤口、切开的肉面及各种食物上寻求食物。总之, 一切有臭味的、潮湿的或可以溶解的物质都为家蝇所嗜食。家蝇口器中的唇瓣, 当吸取食物时充分展开。唇瓣的内壁很柔软, 能紧密地贴住食物的表面, 然后通过内壁上的环沟将液汁物质吸入。这样不到半分钟, 家蝇就能得到一次充分的饱食。对于吸食干燥的物质, 例如干的血液或糖、痰以及糕饼之类时, 家蝇先吐出涎腺的分泌液, 或呕出藏于嗦囊内一部分吸食的液汁, 即一般所称的吐滴(vomit drop)以溶解之, 然后再行吸取。

三、生态学特性

(一) 温度

温度是影响家蝇幼期发育与成蝇生存繁殖的重要生态因子之一。据测定,卵、幼虫和蛹期发育的最低温度分别为 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ 、 $12\sim 14^{\circ}\text{C}$ 和 $11\sim 13^{\circ}\text{C}$,最高生存温度分别为 42°C 、 46°C 和 39°C 。幼虫饲养温度以 $25\sim 35^{\circ}\text{C}$ 为宜,低于 22°C 生长周期延长,高于 40°C 则幼虫会从培养基中爬出,寻找阴凉适温处。成蝇在适温下寿命可达 $50\sim 60\text{d}$,产卵前期在 35°C 时需 1.8d , 15°C 时需 9d , 15°C 以下则不能产卵。成蝇在 30°C 时最为活跃, 30°C 以上则静息在阴凉处, 45°C 以上为致死温度。

(二) 湿度

家蝇生长发育对培养基质要求潮湿而又不淹水,含水量 $50\%\sim 60\%$ 最为适宜。据雷朝亮等(1993)报道:家蝇卵的孵化和幼虫生存要求较高的基质含水量,最佳基质含水量为 $60\%\sim 70\%$,而蛹期的发育则要求较低的基质含水量,一般以 $40\%\sim 50\%$ 较为适宜。成虫期则以空气相对湿度 $50\%\sim 80\%$ 为宜。

(三) 营养

食物的高度有效性在生物学上是极其重要的。家蝇幼虫在自然界对基质的适应能力很强,各种不同程度腐败的有机质都能成为其营养源。人工饲养培养基可以用鸡粪、猪粪、牛粪、酒糟、糠糟、豆渣等配制,也可用屠宰场下脚、麦麸、米糠、喂鼠饵料及锯末等配制。据胡广业等报道,家蝇幼虫最佳培养基为“喂鼠饵料+麦麸”配制的复合饲料。

成蝇营养对成蝇寿命及产卵量均有较大影响。胡广业等用奶粉、奶粉+白糖、白糖、奶粉+红糖、动物内脏、畜粪等六种饵料喂饲成蝇,发现群体平均寿命因饲料而异。以奶粉、奶粉+白糖/红糖喂饲成蝇寿命较长,可存活 50d 以上,单雌产卵量分别为 443 粒、 414 粒、 516 粒;单饲白糖、动物内脏、畜粪等成蝇存活时间短,单雌平均产卵量分别为 0 粒、 114 粒、 128 粒。

(四) 密度

家蝇是一耐高密度饲养的种群。幼虫饲养密度因培养基质不同而异,以麦麸为培养基每 5kg (含水 65%)放蝇卵 4g ,平均可产幼虫 533g ;以鸡粪为培养基每 5kg (含水 65%),放蝇卵 4g ,可产幼虫 490g 。

成蝇最佳饲养密度为 $8\sim 9\text{cm}^3/\text{只}$,在此密度下,成蝇前 20d 的总产卵量最高。

(五) 光照

在单因子研究中,人们往往认为光照时数对种群产卵无明显影响。鲁汉平等(1994)的研究表明光照与其他因子(温度、密度等)的交互作用,对种群的产卵历期、产卵量均有显著影响。

四、经济价值

(一) 营养价值

蝇蛆的营养成分全面,尤以粗蛋白含量较高为其特点。无论从原物质(15.62%)或干粉(60.88%)都与鲜鱼、鱼粉及肉骨粉相近或略高,脂肪及碳水化合物等含量均高于