



CHUCANGWUHAICHONGYUFANGZHI



张建军 主编
范华胜 副主编

储藏物 害虫与防治

中国商业出版社

21 世纪高职高专规划教材

储藏物害虫与防治

张建军 主 编

范华胜 副主编

中国商业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

储藏物害虫与防治/张建军主编. —北京: 中国商业出版社,
2007.9

ISBN 978-7-5044-6015-8

I. 储… II. 张… III. 仓库害虫—防治—高等学校: 技术
学校—教材 IV. S379.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 144910 号

责任编辑: 刘树林

中国商业出版社出版

(100053 北京广安门内报国寺1号)

新华书店总店北京发行所经销

国防工业出版社印刷厂印刷

* * * *

787×960毫米 16开 16印张 304千字

2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

定价: 25.00元

* * * *

(如有印装质量问题可更换)

编委会名单

主
委

任：李 刚

员：(以姓氏笔画为序)

于 雷	方光罗	王兆明	王金台
陈国方	杜明汉	李 刚	李明泉
李显杰	张 峰	张大成	张友军
周锦成	胡有为	俞吉兴	钱建文
曹少华			



编写说明



近年来,我国高等职业教育蓬勃发展,为现代化建设培养了大量高素质技能型专门人才,丰富了高等教育体系结构,形成了高等职业教育体系框架。高职教育作为高教发展中的一个类型,肩负着培养一线需要的高技能人才的使命。据此,我会于2004年根据高职院校的定位陆续组织编写了“财务会计”、“市场营销”、“旅游管理”、“电子商务”、“计算机应用”、“粮食工程”等六个专业部分主干课的教材,此后,我会又陆续组织编写了粮油储检等其他商科类专业主干课教材。

根据教育部[2006]16号文件(关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见)的精神,我会提出教材建设是课程建设与改革的重要内容,所编教材要充分体现高职教学的特点,参照相关的职业资格标准,改革课程体系与教学内容,建立突出职业能力培养的课程标准,积极与行业、企业合作,融“教、学、做”为一体,努力编出适用于工学结合的优秀教材。

我们殷切希望各院校在使用过程中不断提出宝贵意见,以使这批教材更臻完善,进一步适应高等职业教育人才培养的需要。

中国商业高等职业教育研究会
2007年9月



前 言

本教材系高等职业教育规划教材,经中国商业高等职业教育研究会审定,供高等职业院校商品储检专业使用。本教材按照教学计划和教学大纲的要求,结合仓库的质量管理和生产的需要编写而成。主要内容包括:储藏物昆虫的形态、生理、生态及储藏物害虫的防治。经审定,本教材可作为商品储检专业、粮食工程专业五年制高职、二年制和三年制大专教材,也可作为广大仓库保管人员、防化人员岗位培训教材和业务参考资料。

本教材由河南工业贸易职业学院高级讲师张建军任主编,四川省工业贸易学校高级讲师范华胜任副主编,参加本书编写的人员有:河南工业贸易职业学院高级讲师张建军(绪论、第六章、第七章第三节、第四节、第五节),四川省工业贸易学校高级讲师范华胜(第一章),河北省商务科技学校高级讲师王建国(第二章、第七章第二节),黑龙江省电大粮食商务科技学院高级讲师谭晓燕(第三章),福建省工业贸易学校高级讲师刘宇清(第四章),沈阳师范大学职业技术学院讲师庞文禄(第五章、第七章第一节、第六节)。

本教材在编写过程中参考并吸收了有关著作的成果。河南工业大学(原郑州粮食学院)曹阳教授主审了书稿,并提出了许多宝贵意见,在此向他们一并致谢。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有不足及错误之处,恳请各院校及广大读者在使用过程中及时提出宝贵意见,以便不断完善。

编 者
2007年7月



目 录



绪论	(1)
第一章 储藏物昆虫基础知识	(5)
第一节 储藏物昆虫的外部形态	(5)
第二节 储藏物昆虫内部器官与生理	(18)
第三节 储藏物昆虫的生殖和生长发育	(32)
第二章 储藏物昆虫与环境的关系	(38)
第一节 温度	(38)
第二节 湿度	(43)
第三节 食物	(47)
第四节 气体成分和光照对储藏物昆虫的影响	(50)
第五节 生物因素	(53)
第三章 储藏物昆虫的分类	(57)
第一节 储藏物昆虫分类基础	(57)
第二节 主要储藏物害虫	(62)
第四章 储藏物害虫防治概述	(113)
第一节 储藏物害虫防治的方针、原则和基本措施	(113)
第二节 储藏物害虫的传播和检查	(116)
第三节 虫粮等级标准和处理原则	(120)
第五章 储藏物害虫的非化学防治	(122)
第一节 植物检疫防治和仓储管理防治	(122)
第二节 物理机械防治和其他防治	(132)
第六章 储藏物害虫化学防治基础	(150)
第一节 化学防治的原理和特点	(150)
第二节 储藏物杀虫剂的分类及要求	(152)
第三节 影响杀虫剂毒效的因素	(155)

第四节	害虫种类及发育状况与药效的关系·····	(159)
第五节	环境条件与药效的关系·····	(161)
第六节	储藏物害虫的抗药性·····	(166)
第七章	储藏物害虫化学防治技术 ·····	(174)
第一节	空仓消毒杀虫剂及应用技术·····	(174)
第二节	谷物保护剂及使用技术·····	(181)
第三节	熏蒸剂及应用技术·····	(191)
第四节	白蚁和鼠类的防治·····	(213)
第五节	化学药剂熏蒸程序及安全防护·····	(225)
第六节	储藏物害虫防治新技术简介·····	(233)
主要参考文献	·····	(241)



绪 论



储藏物害虫与防治是高等职业院校商品储藏与检验专业必修的主干课程之一,学习本课程的目的为了综合应用各种防治技术,积极开展储藏物害虫的综合治理,减少储藏物品在储藏期间的损失,做到安全储藏。

一、本课程研究的对象和内容

本课程研究的对象是储藏物昆虫。昆虫是动物界中最为繁盛的一个类群,人类的出现有 200 万年左右的历史,而昆虫的历史至少有 3.5~4 亿年,近年的研究成果表明,地球上的昆虫约有 1000 万种,目前已被命名的昆虫约有 100 万种左右,占动物界已知命名动物的 2/3 强。自然界没有任何一类生物像昆虫这样分布广泛,它们几乎分布于地球的各个角落。

储藏物昆虫仅是昆虫纲中的一小部分,它们大多体小、色暗而且活动隐蔽,通常栖息在我们人类的生活环境内,严重危害储藏期间的谷物、油料、种子、皮毛、皮革、食品(包括肉类、水产品、糕点)、烟草、中药材、家具、图书、档案、纸张等,对国民经济所造成的损失是巨大的。随着我国农业生产的迅速发展,储藏物的种类和数量日益增多,加之国内、外贸易的日趋频繁,客观上为这类害虫的繁衍、传播以及蔓延提供了有利条件。

本课程的内容分为两部分,即储藏物昆虫和储藏物害虫防治。

储藏物昆虫的研究内容包括储藏物昆虫的形态、分类、生物学特性;储藏物昆虫的生理、生态学等。

储藏物害虫防治所研究的主要内容:包括储藏物害虫的监测、检疫防治、非化学防治(仓储管理防治、物理防治、生物防治等)、化学防治、保护剂及其应用技术;熏蒸剂及其应用技术等。

二、储藏物害虫的概念

(一)储藏物昆虫和储藏物害虫的定义

严格地讲,到目前为止,关于储藏物昆虫及储藏物害虫尚未有确切的定义。

一般认为,储藏物昆虫是指能适应储藏物环境,在干燥的储藏物内能正常繁

殖的一类昆虫,包括危害储藏物的有害昆虫,以及捕食、寄生这些害虫的天敌昆虫,前者称为储藏物害虫。储藏物昆虫又称为仓库昆虫,简称“仓虫”。

广义范围的储藏物害虫还包括储藏物的螨类、鸟类(麻雀)、啮齿动物(鼠类)及其他节肢动物等。储藏物包括植物性、动物性物品,有时也包括金属材料及其成品和合成材料。因为这些物品也会受到储藏物害虫的威胁。

在储藏物中,最为重要和数量最大的是收获后的粮食,通常把危害储藏期间的粮食、油料及其产品的昆虫称为储粮害虫。因此,储粮害虫是储藏物害虫中的主要类群。储粮害虫和其他储藏物害虫之间并没有严格的界限,因为许多储粮害虫除了危害储粮外,还可以危害其他多种储藏物品。

(二)储藏物害虫的经济意义

储藏物害虫的危害对象通常是农作物收获后的产品,是农作物的精华,以及在储藏期间的各类储藏物品,主要包括粮食、食品、油料、畜产品、中药材、烟草、皮毛制品、木制品、图书档案和动、植物标本等,它们凝聚了大量的人类劳动,具有更高的价值。因此储藏物害虫的经济意义十分重大。

储藏物害虫造成的损失包括直接损失(由害虫取食)、被害虫危害造成的间接损失、由于商品生虫而引起的商品信誉损失以及对人们的不良影响等。

由储藏物害虫造成的巨大直接损失往往是把大量物品储藏在适宜害虫繁殖的环境下引起的。据文献记载,在上世纪初,米象、谷象和谷蠹在澳大利亚造成了巨大的储粮损失,仅从一个粮食堆存场,每天就可以筛出1吨米象。所造成的损失加上防除费用超过100万英镑。据不完全统计,全世界每年因储藏物害虫造成的粮食、豆类、油料的损失约占总储存量的5%。发达国家所占比例略低些。一些落后的或不发达国家,这一比例可高达15%~20%。随着人类社会的进步和科学技术的发展,许多储藏物害虫得到了较为有效的控制。我国储藏物中的储粮损失,国库为0.2%,农户储粮的损失为6%~9%,其中损失的主要因素是储粮害虫的危害,在我国农户储粮约占总储存量的2/3,因此,储粮因虫害引起的损失是非常严重的,甚至是触目惊心的。

储藏物害虫所引起的间接损失,甚至比直接损失更为严重。如储粮害虫引起粮食的发热、霉变、品质下降,烟草甲在香烟、雪茄上蛀孔,衣蛾在毛呢织物及制成品上蛀孔,螨类在糖、面粉、果脯、蜜饯内大量繁殖等,都可以使这些储藏物品品质下降,甚至丧失使用价值。

储藏物害虫对人们心理上的不良影响也应该引起我们的高度重视。储藏物害虫在我们生活环境中无所不在,如宿舍、食堂、家庭以及飞机、车、船中经常可以见到蟑螂的出没,在家庭、宾馆内不时会有飞蛾的出没等,虽然这些害虫有时不会直接造成明显的危害,但对人们的心理无疑会形成一种不良的影响。

储藏物昆虫之所以能和人类共存这么多年,与它们自身所具有的特点是密

不可分的。储藏物害虫与螨类的特点是：体躯微小（一般都在 2~3mm）、体色暗，并喜欢生活在各种缝隙、粉屑、尘芥或谷粒的组织内，因此不易被发现；繁殖力旺盛（据资料记载，一对杂拟谷盗的成虫，在适宜的条件下 150 天内能繁殖后代达 100 万头以上），多数储藏物昆虫终生都能繁殖；适应能力强（具有较强的耐寒、耐热、耐干、耐湿和耐饥等特性）；种类繁多，分布广泛，几乎世界各地都有发生，对储藏物的危害是十分严重的。

三、储藏物害虫防治的历史、发展与展望

我们中华民族是具有光荣传统和优秀历史遗产的民族，在与害虫作斗争的过程中，我国劳动人民创造和积累了极其丰富的经验。据《周礼》记载：“以莽草熏之”、“以唇炭攻之”、“以灰洒毒之”，估计三千年以前就已经使用石灰、草木灰、烟叶、艾蒿等植物性药剂来防治储藏物害虫。两千年前广大劳动人民已经采用日光暴晒的方法以防止粮食、农副产品等储藏物品中的害虫发生，例如“小麦热进仓密闭贮藏”的物理杀虫法。然而害虫防治的第一次革命性的改变发生在 20 世纪 40 年代，这是由于 DDT 的出现所引起的。DDT 是一种人工合成的杀虫效力十分显著的有机合成杀虫剂，比砷素剂、汞剂等毒性高出 10 倍左右。随着化学工业的发展，人们又陆续合成了多种有机磷制剂和氨基甲酸酯类杀虫剂。这些新合成的杀虫剂效果非常好，以致相当一部分人乐观地认为害虫防治的问题基本上解决了。

但是这一美好的愿望很快就破灭了，在不到 10 年的时间内，DDT 对家蝇及其他许多害虫都不同程度的产生了抗性，同时对其他一些有机杀虫剂也产生了抗性。

同时还出现的另一个问题是，有些杀虫剂的化学成分十分稳定，长期滞留在环境中，因此造成了对环境的严重污染。其残留物杀死了自然界的多种生物，从而破坏了生态平衡。还有一个严重的问题：由于这些有机合成杀虫剂都具有广谱性，在杀死害虫的同时也杀死害虫的天敌，这样害虫就失去了自然控制，当害虫再度繁殖时，由于天敌的减少因而繁殖得比原来的数量更多。

在害虫的防治历史上，有机杀虫剂的出现带来的第一次革命，极大地提高了防治效果，至今我们必须承认，它是功不可没的。但是由于存在以上问题，因它们获得的经济效益已经大大地打了折扣。这类杀虫剂所产生的问题在于用药过多、甚至滥用所造成的。为了尽可能地减少不良副作用，就要尽量减少杀虫剂的应用，其中重要的是要构建新的害虫防治策略，加强综合治理。

对于储藏物害虫来讲，既要用生态学原则来指导防治工作，也需要更新原有的防治技术。近年来电离辐射、加速电子、光能灭虫及低真空防治等方法正在试验中，这反映了人们正在对新的、更有效的防治储藏物害虫的方法进行探索。若这些方法获得成功，将为消灭储藏物害虫开辟一个新的途径。

20世纪80年代初,出现了新的害虫防治策略,即大面积种群治理。对于储藏物害虫防治而言,这一新策略更为实用,即应用生态学原则来防治害虫,在决定是否防治及如何防治时,则要应用系统分析法来确定经济阈值并作出决策的选择。但是,在防治时要尽量消灭害虫,减少危害,取得最大的经济效益。

害虫防治的历史经历了许多阶段,新策略的提出往往是由于新的防治技术的出现。反过来,策略的改变也促使防治技术的改变。防治策略与防治方法是相互影响的,但新技术的发展是更主要的因素,随着新技术的不断发展,将来的防治策略还会有相应的改变。

四、本课程的主要内容及学习方法

储藏物害虫及防治课程主要研究储藏物害虫的形态、防治方法及各种防治技术。储藏物害虫与防治是在生产实践中发展起来的一门学科,理论性和实践性都很强。因此要求在学习本课程时要贯彻理论联系实际的原则,要对教材的内容作全面的了解、分析比较,明确概念,既要掌握基本理论,又要进行实验操作和完成必要的作业,对每章的重点内容应深入钻研、搞懂记熟;然后还要再深入仓库、加工厂,在生产实际锻炼中掌握各种防治技能。

储藏物害虫与防治是一门应用技术课程,通过对本课程的学习,能够较好地学习现代化的防治技术,能够掌握作为仓库高级技术工人所要求的主要知识点与操作要领。对于一些较为关键的技术内容,还可以达到更高的水平。

第一章 储藏物昆虫基础知识

昆虫隶属于动物界,节肢动物门,昆虫纲,是自然界中种群数量最大的动物。全世界已知的被命名昆虫的数量达 100 多万种。

在汉语中“昆”即“众多”、“庞大”的意思。

储藏物昆虫是生活在仓储环境中的一类昆虫,全世界已经定名的有 500 多种,我国已定名的约 200 多种。它们体躯虽小,但危害严重,对储藏物品常造成不应有的损失。了解它们的外部形态特征及内部器官的构造与生理,掌握其生长、发育和繁殖的规律,是认识储藏物昆虫和制定防治策略的重要依据。

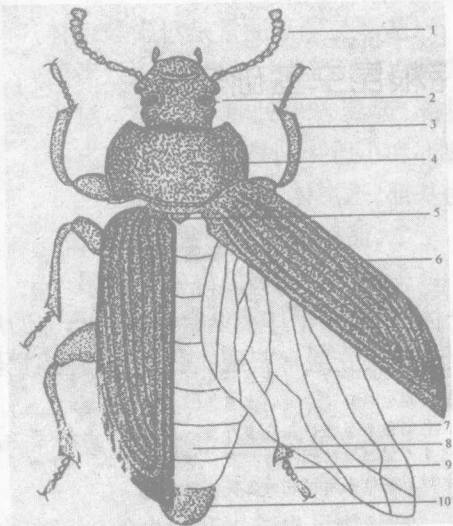
第一节 储藏物昆虫的外部形态

一、储藏物昆虫体躯的一般构造

储藏物昆虫的体躯由头部、胸部和腹部三个体段组成。每个体段含有不同数目的体节,体节与体节之间由节间膜连接(如图 1-1)。

一般来说,头部由 6 节组成,成虫阶段已很难找到分节的痕迹;胸部由三节组成,中、后胸节常紧密愈合;腹部由 9~12 节组成,有的种腹节已减少到 3~5 节。

储藏物昆虫的外形千姿百态,常见的有细长、圆形、椭圆形、扁平等形状。储



1. 触角;2. 复眼;3. 前足;
4. 前胸背板;5. 中胸小盾片;6. 鞘翅;
7. 后翅;8. 腹部背板;9. 后足;
10. 腹末臀板

图 1-1 储藏物昆虫体躯的基本构造

储藏物昆虫的体躯左右对称,在描述储藏物昆虫的外部形态特征时,常以胸部为中心给各结构定位(如图 1-2)。

常用的体向有前、后、背、腹、侧、左、右、内、外、基、端等。体躯纵轴的头端为前方,腹部末端为后方。

储藏物昆虫在一个平面上爬行或停落时,与该平面垂直方向的,近平面者为腹向,离平面者为背向。左、右两向均为侧向,以从背面观为准。

靠近体躯纵轴者为内方,远离体躯纵轴者为外方。

基部与端部通常是对附肢或体表突出物而言的。靠近着生处者为基部,远离着生处者为端部。对于腹部和小盾片则是以靠近体前方者为基部,远离体前方者为端部。

二、储藏物昆虫的头部及附器

头部是储藏物昆虫体躯的第一个体段,由数个体节结合而成。头部的后面有头孔,头孔周围有膜质的颈与胸部相连。头壳通常坚硬,表面着生有感觉器官触角、复眼与单眼,前下方着生有口器。

头部是储藏物昆虫感觉和取食的中心。

(一) 头部的构造

储藏物昆虫成虫和幼虫的头部在构造上存在着明显的区别,是识别储藏物昆虫的重要依据之一。

1. 储藏物昆虫成虫的头部

根据储藏物昆虫头壳表面的沟与线可将储藏物昆虫甲虫成虫的头部分成头顶、额、颊、后颊、外咽片六个区(如图 1-3)。

头顶:亦称颅顶,是额以上两复眼侧背方的区域。

额:头顶以下,额唇基沟之上,额颊沟之间的区域。

颊:额两侧,复眼以下的区域。

后颊:颊后的区域。

唇基:额与上唇之间的区域。

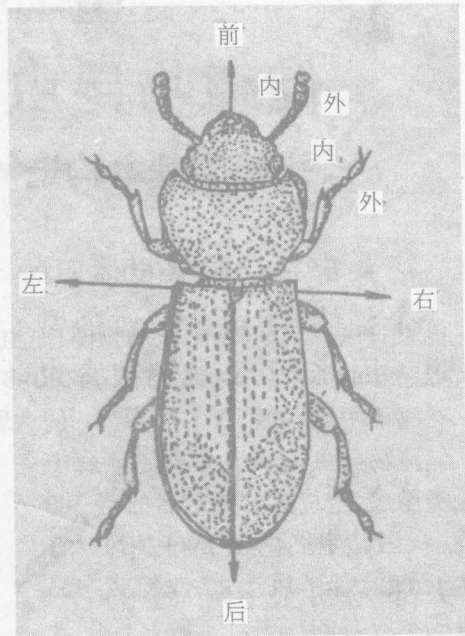


图 1-2 储藏物昆虫的体向

外咽片:两颊之间的骨片,颊与外咽片之间的缝称外咽缝。

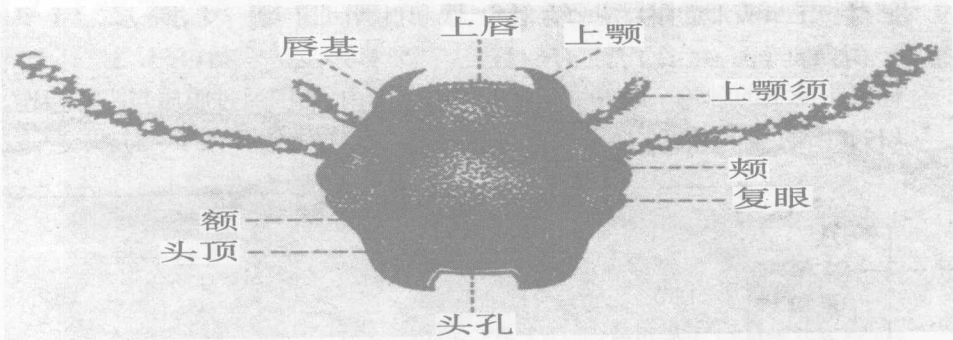


图 1-3 甲虫成虫的头部构造

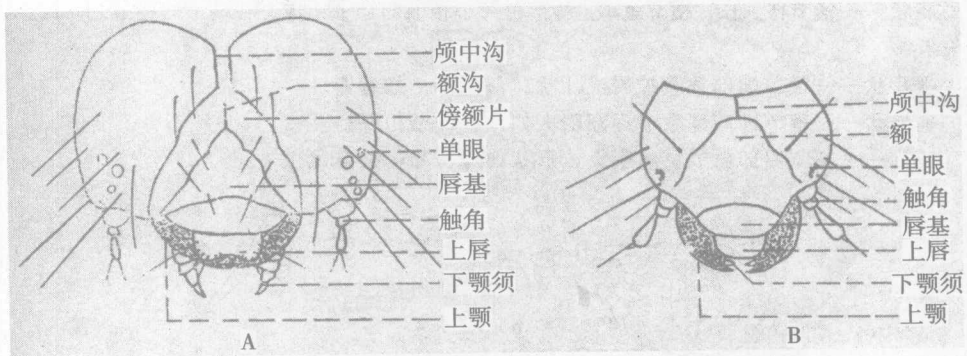
2. 储藏物昆虫幼虫的头部

储藏物昆虫蛾类幼虫与甲虫类幼虫头部的构造大体相似,一般由颅侧区、额和唇基三部分组成(如图 1-4)。

储藏物昆虫蛾类幼虫头部在蜕裂线下方还有一“人”字形白线,主干称额沟,侧臂称额唇基沟。由于唇基向上突出呈三角形,将额挤向两边称傍额片。

储藏物昆虫甲虫类幼虫头部颅顶中央有一倒“Y”形白线称蜕裂线,蜕裂线主干称颅中沟,两侧臂称蜕裂线侧臂。蜕裂线侧臂之上的区域称颅侧区。颅侧区以下的区域为额,额以下的区域为唇基,额与唇基之间的沟为额唇基沟。

蛾类幼虫与甲虫幼虫头部的主要区别:蛾类幼虫头部有傍额片,甲虫幼虫头部无傍额片。



A. 蛾类幼虫头部 B. 甲虫幼虫头部

图 1-4 幼虫头部构造

(二) 头部的附器

储藏物昆虫头部的附器主要有触角、眼和口器。

1. 触角

储藏物昆虫的触角一般着生于额区的触角窝内,周围通过膜质与头部相连。

(1) 触角的基本构造。储藏物昆虫的触角由 3 节构成(如图 1-5)。

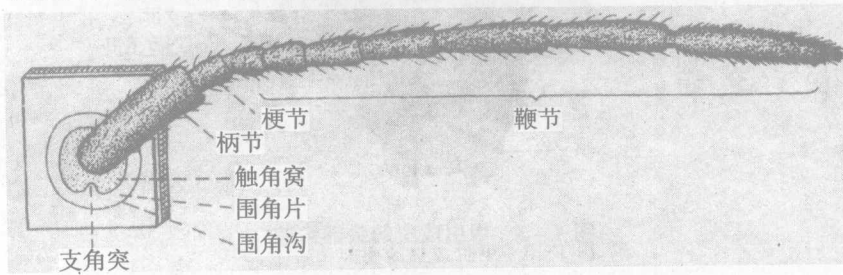


图 1-5 触角的基本构造

柄节:最基部的一节,常粗短。

柄节:触角的第 2 节,较小。

鞭节:触角的端节,常分成若干亚节,不同虫种变化较大。

(2) 触角的类型。储藏物昆虫常见的触角类型有 8 种(如图 1-6)。

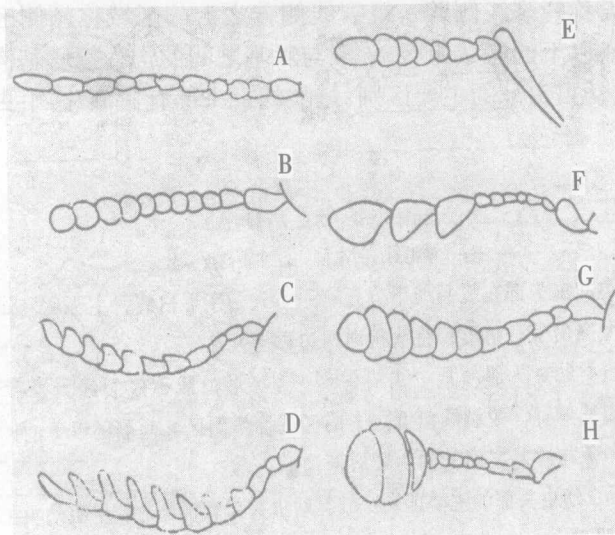


图 1-6 触角的类型

丝状:鞭节各亚节细长,呈圆筒形,如雄性长角扁谷盗。

念珠状:鞭节各亚节近似圆球形,大小相近,形似一串念珠,如锈赤扁谷盗。

锯齿状:鞭节各亚节的端部呈锯齿状向一边突出,如豌豆象。

梳齿状:鞭节各亚节向一侧显著突出,状如梳齿,如雄性绿豆象。

膝状:柄节特别长,梗节短小,鞭节由大小相似的亚节组成,在柄节与梗节之间成膝状。如玉米象。

鳃片状:鞭节端部数节扩展成片状,似鱼鳃,如谷蠹。

棍棒状:鞭节近端部数节逐渐膨大如棒,如杂拟谷盗。

锤:状鞭节端部数节突然膨大,形状如锤,如干果露尾虫。

(3)触角的功能。储藏物昆虫触角的主要功能是嗅觉、触觉和听觉。触角的表面具有很多不同类型的感觉器,可以感觉环境中的一些物理、化学因素的作用。一般雄性储粮昆虫的触角较雌性的触角发达,能准确地接收雌性昆虫在较远处发出的化学信号。

2. 眼

眼有复眼和单眼两类,是储藏物昆虫的视觉器官。

(1)复眼多位于头部侧上方,常为圆形、卵圆形、肾形等,一般由若干个大小一致的小眼组成(如图 1-7),为成虫或不全变态的若虫所具有。

复眼的功能:辨别近距离物体,尤其是正在运动的物体。对短光波(波长 250~400 纳米)的光感受能力强,故可用灯光诱捕的方法防治储藏物昆虫。

(2)单眼包括背单眼和侧单眼两类(如图 1-8)。

背单眼:个别成虫和不完全变态若虫所具有,着生于额区上方。

侧单眼:完全变态幼虫所具有,着生于头部的两侧。

单眼的功能:只能感受光线的强弱与方向,无成像能力。

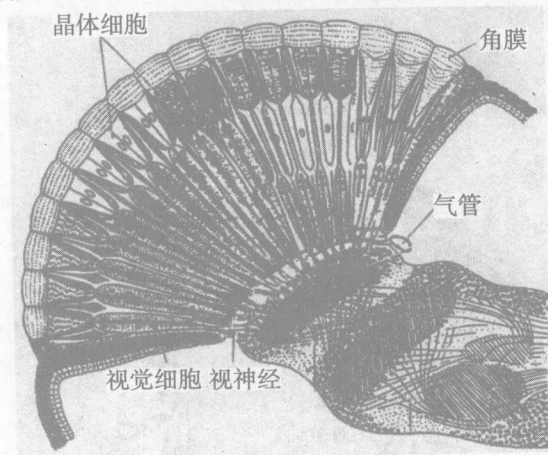


图 1-7 复眼的构造