



生态与农业昆虫 研究技术

主编 李正跃



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

S89
2012/1

生态与农业昆虫 研究技术

主 编 李正跃

副主编 陈 斌 桂富荣

参编人员 (以姓氏拼音为序)

陈 斌 董 坤 桂富荣

和淑淇 李正跃 刘佳妮

秦小萍 吴国星 肖 春

张宏瑞 张立敏

Shengtai Yu Nongye Kunchong Yanjiu Jishu



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书介绍有关生态与农业昆虫研究的方法和技术。全书共 11 章,依次介绍了昆虫的采集、处理与饲养,昆虫行为学研究方法与技术,昆虫种群量化估计与参数确定方法,昆虫迁飞的定量研究技术,田间实验设计与方差分析,害虫种群治理的经济决策,媒介昆虫研究技术,杀虫剂毒力测定与田间药效实验技术,天敌利用效果评价的方法与技术,昆虫生物化学与分子生物学研究技术,昆虫种群生态学数学模型构建等。

本书可供植物保护学、农业生物多样性、植物检疫学、害虫综合治理和生物技术等专业的科研工作者、高等农业院校相关专业的教师、研究生、本科生及农业技术人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

生态与农业昆虫研究技术/李正跃主编. —北京: 高等教育出版社, 2011. 10

ISBN 978 - 7 - 04 - 032176 - 0

I. ①生… II. ①李… III. ①昆虫 - 研究 IV. ①Q96

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 135690 号

策划编辑 李光跃

责任编辑 王超然

封面设计 张楠

责任印制 尤静

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印刷 大厂益利印刷有限公司
开本 787 × 1092 1/16
印张 22.75
字数 510 000
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2011 年 10 月第 1 版
印 次 2011 年 10 月第 1 次印刷
定 价 45.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 32176 - 00

前 言

昆虫是自然界数量多、分布广的生物,其具有生活方式独特、个体差异大、适应环境能力强等特点,为研究带来了难度。同时,随着与国际的接轨,我国昆虫学研究方法和技术在不断创新的基础上,亟需走上更加规范的轨道。此外,全球气候变化带来的生物多样性的变化,使许多传统技术和方法已不能完全满足昆虫学研究的需要,给昆虫学研究工作带来了新的挑战。近年来,昆虫学与其他学科的交叉日愈加强,尤其是分子生物学的发展,为昆虫分类学、昆虫生态学及昆虫生理学等相关学科的研究提供了新的技术和方法。

本书是作者根据多年教学和科研工作的实践,结合当前国内外昆虫生态与农业昆虫研究方法的最新动态,以服务植物保护学、植物检疫学、害虫综合治理和生物技术等专业的科研工作者、高等农业院校相关专业教师、研究生和本科生及农业技术人员进行科学研究与教学工作为宗旨编写而成,重点介绍有关生态与农业昆虫研究的方法和技术。因此,从内容的编排上保留了昆虫学的经典研究技术和方法,综合现代技术在昆虫学的应用,总结和筛选了近年来国内外昆虫学研究工作者最新创立及已被广大昆虫学家所应用的昆虫学研究方面的新理论、新技术和新方法。本书的主要内容包括昆虫行为学研究方法与技术昆虫种群量化估计与参数确定方法,昆虫迁飞的定量研究技术,田间实验设计与方差分析,害虫种群治理的经济决策,媒介昆虫研究技术,杀虫剂毒力测定与田间药效实验技术,天敌利用效果评价的方法与技术,昆虫生物化学与分子生物学研究技术和昆虫种群生态学数学模型构建。此外,本书配有学习卡,可登录数字课程网站进行学习。网站的主要内容为各章参考文献,供有兴趣者延伸阅读。

本书得到了国家 973 项目(编号:2011CB100404)、国家自然科学基金项目(编号:30860005、30860069、30960221)、国家农业部行业(农业)科研专项(编号:200903047-6;201003025;201003031;20080325)等项目,国家科技部、中国农业科学院、中国农业大学、云南省发展和改革委员会、云南省科技厅、云南省农业厅、云南省教育厅等单位的大力支持和帮助;得到了郭予元院士、张芝利研究员、万方浩研究员、陈万权研究员、杨大荣研究员、尤民生教授、张青文教授、朱有勇教授、吴伯志教授、Talekar N S 教授、雷兴刚教授等专家学者的悉心指导和大力支持,在此一并致以感谢。

在编写过程中,尽管编者对整个昆虫学研究技术和方法进行全面、系统的概述,但由于从事的研究方向、学识和水平,加之该研究领域交叉学科较多,书中难免存在错漏之处,望专家和读者不吝批评、指正。

编者

2010 年 5 月于昆明

目 录

第一章 昆虫的采集、处理与饲养 ... 1

第一节 采集昆虫的主要工具 1

一、捕虫网 2

二、采集瓶、采集管、采集布和 毒瓶 2

三、吸虫管和吸虫器 3

四、诱虫灯 4

五、贝氏漏斗 4

六、采集袋 4

七、其他常用工具 5

第二节 采集昆虫的方法 5

一、网捕法 5

二、观察法 5

三、搜索法 5

四、击落法 6

五、引诱法 6

第三节 采集调查中的标本处理 6

一、标本浸渍液 7

二、三角纸包 7

三、棉层纸包 7

第四节 昆虫标本的制作 9

一、针插标本的制作 9

二、浸液标本的制作 10

三、微小昆虫玻片标本的 制作 10

第五节 昆虫的科学绘图 12

一、目的与要求 12

二、工具与材料 13

三、绘图步骤 13

第六节 昆虫的饲养 14

一、饲养昆虫的工具 14

二、几种植食性昆虫的饲养

方法 15

参考文献 25

第二章 昆虫行为学研究方法与 技术 26

第一节 昆虫行为学概述 26

一、取食行为 26

二、繁殖行为 28

三、通讯行为 29

四、种间竞争行为 30

五、昆虫防御行为 30

六、本能行为 31

七、学习行为 32

八、研究昆虫行为学的意义 33

第二节 影响昆虫行为的因素 33

一、内部状态 33

二、遗传与昆虫行为 34

三、发育和跨代影响 34

四、以往的经历和学习行为 34

五、外部刺激 35

六、综合作用 35

第三节 昆虫行为的调查研究 35

一、室内实验 36

二、田间观察 36

三、视觉刺激 37

四、实体模型 38

五、化学刺激 38

六、声音的刺激 39

七、飞行和移动行为 39

八、取食行为 40

九、繁殖行为 40

第四节 昆虫行为的观察与记录	40	六、总的实验要求	60
一、选择观察重点	40	七、发育和其他非生物因子	60
二、设计观察内容	41	八、寄主和食物的影响	61
三、记录数据资料	41	第四节 存活率与死亡率	61
四、统计和实验设计	43	一、指数、Gompertz 和 Weibull	
第五节 昆虫行为测定实例	44	函数	62
一、印楝素对西花蓟马的		二、非生物因素对存活的	
忌避作用	44	影响	64
二、棉铃虫雌蛾对小麦花挥发		三、生物因素对存活的影响	64
性气味的触角电位反应	46	四、频次数据的取样和分析	65
三、挥发性信息化合物对寄生		第五节 自然内禀增长率	68
蜂寄主选择行为的影响	47	一、内禀增长力的计算	70
四、利用风洞技术研究昆虫的		二、 r_m 的应用	72
定向飞行行为	48	三、生命表、关键因子和密度	
五、华北大黑鳃金龟性信息素		依存	73
组分的分离与鉴定	50	参考文献	79
参考文献	51	第四章 昆虫迁飞的定量研究	
第三章 昆虫种群量化估计与		技术	81
参数确定方法	52	第一节 昆虫迁飞研究概况	81
第一节 一般方法	52	一、昆虫迁飞的概念	81
一、昆虫的限制	52	二、迁飞和扩散	82
二、温度的控制	53	三、迁飞和滞育	83
第二节 繁殖	53	第二节 昆虫迁飞系统	84
一、生殖力	53	一、昆虫迁飞场和种群轨迹	84
二、产卵率	54	二、昆虫迁飞行为的环境	
三、生物因素对产卵率的		调控	86
影响	54	三、昆虫迁飞行为的生理、	
四、非生物因素对产卵率的		生态机制	88
影响	55	四、昆虫迁飞行为的遗传和	
第三节 发育和生长	56	进化	92
一、温度的影响	56	第三节 昆虫迁飞的研究方法	95
二、恒定和变化温度	58	一、昆虫飞行能力的测定	
三、测量野外温度	59	技术	95
四、选择开始计算有效积温的		二、昆虫迁飞行为规律的	
固定生物时间	59	研究	100
五、相对的生长速率	59	参考文献	109

第五章 田间实验设计与方差分析	111
第一节 昆虫种群与环境	111
第二节 田间实验设计的基本要素	113
一、实验设计一般步骤	113
二、实验误差的概念	114
三、实验误差的估计与控制	115
第三节 方差分析基本原理	118
一、单因子方差分析(one-way ANOVA)	118
二、双因子方差分析(two-way ANOVA)	121
三、均值多重比较	124
第四节 田间实验处理方法设计	126
一、单因素实验设计	126
二、双因素实验设计	144
第五节 田间实验抽样设计	155
一、抽样设计的基本要素	155
二、抽样设计方法	157
参考文献	162
第六章 害虫种群治理的经济决策	163
第一节 经济决策水平的概念	163
一、经济损失和损失边界	163
二、经济为害水平	164
三、经济阈值	166
第二节 经济为害水平的动态	167
一、市场价格	168
二、治理成本	169
三、昆虫的为害	169
四、作物对害虫为害的易感性	171
五、判断植物损失反应的实验技术	174
第三节 经济为害水平的计算	175

第四节 经济指标的应用	177
一、应用类型	177
二、经济为害水平概念的局限性	179
三、结论	179
参考文献	180
第七章 媒介昆虫研究技术	181
第一节 媒介昆虫及其种类	182
一、传毒昆虫及其种类	182
二、传粉昆虫及其种类	186
第二节 传毒媒介昆虫研究技术	189
一、昆虫介体-病毒-寄主植物的生态互作关系	189
二、媒介昆虫的传毒方式	190
三、媒介昆虫传毒实验的一般程序与方法	191
四、媒介昆虫传毒特性研究技术	194
五、其他研究技术在传毒媒介昆虫中的应用	196
第三节 传粉媒介昆虫研究技术	200
一、传粉昆虫-虫媒植物的生态互惠关系	201
二、传粉昆虫种类、数量及活动规律的研究方法	202
三、传粉昆虫访花行为研究技术	203
四、影响昆虫访花行为因素的研究方法	205
五、传粉昆虫传粉效率、授粉效果研究技术	208
六、传粉昆虫的利用	211
参考文献	213
第八章 杀虫剂毒力测定与田间药效实验技术	214
第一节 化学杀虫剂的室内生物	

测定 214

一、生物测定标准试虫 214

二、农药浓度稀释的计算 215

三、杀虫剂的室内生物测定方法 215

第二节 昆虫病原体的毒力测定 ... 222

一、虫生真菌的毒力测定 222

二、昆虫病原细菌的毒力测定 227

三、昆虫病原病毒的毒力测定 228

四、昆虫病原线虫的毒力测定 229

五、昆虫病原原生动物的毒力测定 229

第三节 植物源农药的生物活性测定 230

第四节 杀虫剂的联合作用与评价 230

一、杀虫混剂联合作用测定与评价 230

二、联合毒力的计算与判定 ... 231

三、杀虫剂对虫生真菌的增效作用 231

第五节 杀虫剂室内生物测定的统计分析 231

一、毒力表示方法 231

二、室内生物测定结果的统计分析 232

第六节 杀虫剂田间药效实验及评价技术 234

一、农药田间药效实验设计 ... 234

二、药效实验调查与记录 239

三、杀虫剂田间药效的评价方法 242

参考文献 267

第九章 天敌利用效果评价的方法与技术 269

第一节 生物防治法概述 269

第二节 利用寄生率、捕食量的间接评价法 270

一、田间观察 270

二、实验室饲养观察 271

三、田间采样 273

四、捕食率/寄生率的获得方法 273

第三节 利用害虫种群数量变化的直接评价法 278

一、主要的调查方法 278

二、局限性 278

第四节 生命表的分析 279

一、生命表的类型 279

二、构建生命表的参数及计算 279

参考文献 282

第十章 昆虫生物化学与分子生物学研究技术 284

第一节 抗体技术 284

一、单克隆抗体技术 284

二、多克隆抗体及其制备 289

三、单克隆抗体和多克隆抗体的比较 294

第二节 电泳技术 295

一、酶电泳 296

二、在农业昆虫学和生态学应用的酶电泳 296

三、免疫电泳技术 298

第三节 DNA 技术 299

一、线粒体 DNA 299

二、核糖体 DNA(rDNA) 300

三、处理 DNA 样本的一般方法 305

第四节 抗药性检测的生物化学和分子生物学方法 306

参考文献 307

昆虫的采集、处理与饲养

昆虫的采集、处理与饲养在很多专著中都有详细的描述。国内很多昆虫学者也发表了大量的相关论文和专著,从我国著名的昆虫学研究学者杨集昆先生编著的《昆虫的采集》一书中可以看出(杨集昆,1960),此前我国已经有20多篇关于昆虫的采集、标本制作和保存等的相关专著和论文,而杨集昆先生在专著中则详尽介绍了采集昆虫的工具和采集的方法,并具体到介绍各个目的昆虫的采集方法、采集昆虫的时间和地点以及标本的远途寄送等。此外,20世纪70年代后的一系列专著如《昆虫学实验技术》(郭鄂和忻介六,1988)、《昆虫研究法》(汪世泽,1993;赵惠燕,2010)、《昆虫标本技术》(王林瑶和张广学,1983)、《普通昆虫学实验与实习指导》(许再福,2010)等都对昆虫的采集、处理与饲养或多或少的从不同的侧重点进行了描述。关于昆虫饲养和人工饲料的研究论文更是数不胜数(汪世泽,1993)。我国学者也编著了大量专著,如《昆虫饲养》(王宗楷,1964)、《昆虫、螨类、蜘蛛的人工饲料》(忻介六,1979,1986)、《昆虫人工饲料手册》(王延年等,1984)等,介绍了昆虫饲养的方法和技术以及人工饲料配制的原理和方法,为昆虫饲养提供了丰富的参考资料。

综上所述,可以从上述的一些专著中获得昆虫的采集、处理与饲养的丰富知识,本章目的在于参考上述的一些专著,结合实验室的研究内容,介绍一些常用的采集昆虫的工具、采集昆虫的方法和昆虫标本的制作方法,而昆虫的饲养也主要是介绍植食性昆虫的饲养工具和几种植食性害虫的饲养方法,供植物保护工作者参考。

第一节 采集昆虫的主要工具

昆虫标本是教学和科研的重要材料,采集昆虫标本是学习和研究昆虫的基础工作,是初学者必须掌握的专门技术。昆虫种类繁多,采集到昆虫并不难,但因为昆虫的生活习性多样,栖息环境复杂,要想采集到大量、理想的昆虫标本作为研究材料,就必须先准备好一套实用的采集工具,同时需要有科学的采集方法。采集工具的种类非常多,这里主要介绍一些常用的采集工具,除了其中有一些对规格要求严格外,一般工具的尺寸都是参考尺寸,制作时可以根据具体需要和使用情况来决定,可依比例放大或缩小,材料也可以利用各种替代品。

一、捕虫网

捕虫网是捕捉昆虫最必要、最基本的工具,依据其功能可分为捕网、扫网、水网和挂网。

(一) 捕网

用于捕捉正在飞翔或停息的昆虫。要求网要轻便,不兜风,并能方便、快捷地从网中取出昆虫。因此,网袋选料要用薄细、透明的白色或浅色的织物,如尼龙纱或珠罗纱等,网口要用结实的厚布加固。按照国家规定,标准的捕网,其网口直径为 $1/3$ m,网长为 $2/3$ m,网柄为 1 m(图 1-1)。网圈用粗铅丝弯成,两头折成直角,末端弯成小钩,网柄用木杆、竹竿、塑料杆或铝合金杆等均可,在杆的一端挖两条槽,钻洞。将网圈嵌放在网柄上,用铅丝、细绳缠住或用铁皮箍等套起来便可使用。为携带方便,可将网圈的铅丝在中央剪断,弯成小圈,互相套叠,折成半圆。

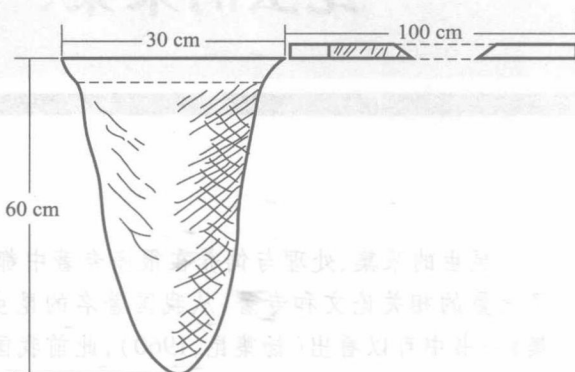


图 1-1 捕网

(二) 扫网

用以捕捉灌木丛或草丛中栖息的昆虫。规格、结构与捕网相同,但网袋应选择结实、耐磨的白布或亚麻布制作。网圈要粗些,网柄长约 50 cm。网袋在底部留一个口,使用时扎紧,扫到虫后打开,倒出扫集物;也可在口上缝上松紧带,套一个透明塑料管,把扫集物集中到管中,便于观察和换取塑料管,再继续扫捕。

(三) 水网

专门用以捞捕水生昆虫。制作水网的材料要求坚固耐用,透水性好,通常用铜纱或尼龙纱制成(图 1-2)。网圈规格与捕网相同,但网袋较短呈盆底状,网柄应长些,以便使用者站在塘边或小溪岸边,采集水面或水中的昆虫。网圈和网柄都要结实,才不会因水中阻力大而折断。水网形式多样,可根据需要设计。

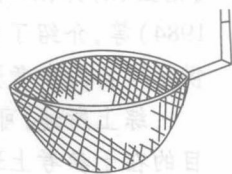


图 1-2 水网

(四) 挂网

最常用的是马氏挂网(图 1-3)。主要用来网集日出性的有翅昆虫,特别是膜翅目和双翅目昆虫。

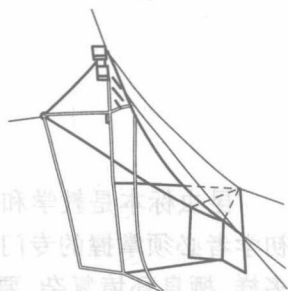


图 1-3 挂网

二、采集瓶、采集管、采集布和毒瓶

(一) 采集瓶

采集瓶常用广口塑料瓶,内装乙醇,用于保存除了蜻蜓目、脉翅目、毛翅目和鳞翅目成虫以外的其他昆虫标本。

(二) 采集管

采集管可用塑料管或玻璃管,适于采集一些善跳的小型昆虫,如木虱、叶蝉、飞虱、跳蚤和跳甲等。

(三) 采集布

为一块方形的白布,用2根竹竿或木棍交叉作为支架,套在白布的4个角上,外出使用时,为了方便携带,可以将支架折叠后用白布裹起来。主要用于采集有假死习性的昆虫,采集布用来在敲打或振动时接住掉下来的昆虫。

(四) 毒瓶

毒瓶是用来迅速杀死昆虫的,一般都用带塞或有螺丝盖的玻璃瓶,或用直径较粗的厚玻璃管代替,大小和形式可以根据需要而定,但所用的塞子或盖子一定要既能密闭,又要灵便开启(图1-4)。有时采集到的昆虫不适放入采集瓶内的乙醇里,或者不想放到乙醇里,那么就应用毒瓶将其毒死。毒瓶一般装有氰化钾、氰化钠、氰化钙、乙酸乙酯、三氯甲烷、四氯甲烷或敌敌畏等毒性强的药品。氰化物遇水即释放出氰化氢,毒性极强且效果持久,是制作毒瓶较理想的药物。制作毒瓶时,先把氰化物的碎块或粉末铺在瓶底,氰化物的上面先放一层锯末,压平后再在上面加上一层厚约15 mm的生石膏粉,滴上清水,使石膏湿透为宜,稍加振动,加水的石膏即自然摊平。使用时在石膏上面再铺上一层吸水纸。外出采集时,最好往毒瓶内放些吸水性强的软纸条,用来隔开虫体,这样既可避免虫体的相互摩擦而损坏标本,又可吸去虫体表面的水分。



图1-4 毒瓶

广口瓶翻做法:制作时将广口瓶瓶盖取下,在反面凹陷处嵌入一块大小适宜的海绵,海绵的大小以不脱落为准,或者先在凹陷处填入棉花,然后剪一块比瓶盖内凹处稍小的硬纸片(中央留一个小孔)将棉花压住。使用时将杀虫剂滴到海绵上或从硬纸片的小孔处滴到棉花上,将瓶盖盖在广口瓶上即可使用。此类毒瓶的优点主要在于将产毒装置和杀虫空间分开,避免了标本与药剂直接接触,解决了常规使用的毒瓶易黏附小型标本,造成鳞片脱落等问题。

采集不同种类的昆虫,最好使用不同的毒瓶。蝶蛾类昆虫身体上的鳞片极易脱落,不宜和其他昆虫同放在一个毒瓶中。

三、吸虫管和吸虫器

对微小和不易拿取的昆虫可用吸虫管或吸虫器采集,如蚊类、蚜虫、蓟马、叶蝉、飞虱和一些小型寄生蜂等。

(一) 吸虫管

吸虫管可以自己制作,用较粗的玻璃管配好软木或橡皮塞。在塞上钻两个孔,各插一段玻璃弯管,一支作吸气管,另一支作吸虫管,在粗玻璃管内的吸气管入口端缠一小块纱布,以防止将虫吸入口中。也可以用一根玻璃管(或无底指形管),两端配好软木或橡皮塞,在塞上各钻一个孔,各插一段玻璃管,其中一端玻璃管连一条橡皮管作为吸气端(图1-5)。

(二) 吸虫器

吸虫器也可以自己动手制作,主要构件是一个抽气泵和一支吸虫管。

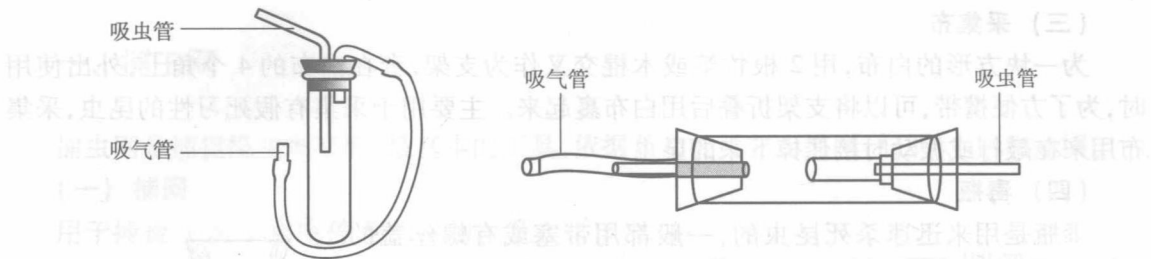


图 1-5 传统的吸虫管(左图)和改进的吸虫管(右图,专利号 200520100046.7)

四、诱虫灯

一般用黑光灯为光源诱集夜间活动并具有趋光性的昆虫,光的波长为 360 nm 左右。若诱集蛾类及部分甲虫,则用 200~400 W 的白炽灯效果较好(图 1-6)。

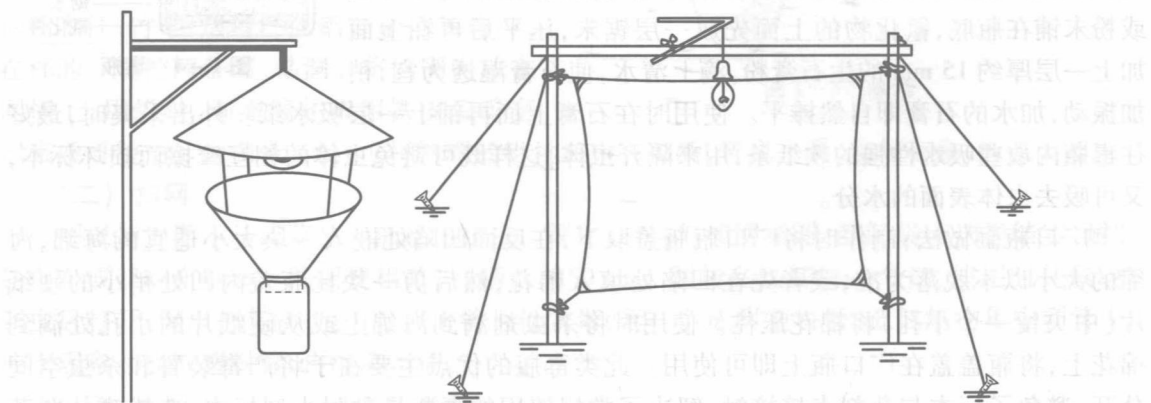


图 1-6 诱虫灯(左图)和诱虫幕布(右图)

五、贝氏漏斗

这是一种利用光热驱赶作用的漏斗状分离集虫器,主要用来采集土壤表层或枯枝落叶层中的微小型至小型昆虫(图 1-7)。将野外收集到的枯枝落叶、腐草、土壤放到有隔筛的漏斗形铁筒中,铁筒上方用白炽灯或其他热源增加温度,用“高温”把昆虫驱赶到铁筒下面的广口瓶或毒瓶中。注意漏斗内的温度应控制在 35~40℃ 之间,不能过高,以免致昆虫死亡。

六、采集袋

可以采用各种大小的自封口塑料袋(市场上有售,规格有 5#、7#、9#、12#等),将昆虫连同寄主植物一起放入袋中,带回室内,检查,收集。

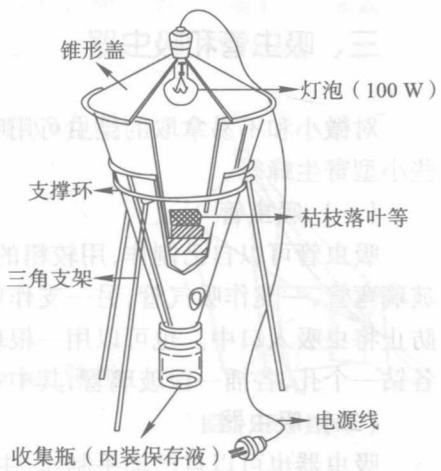


图 1-7 贝氏漏斗

七、其他常用工具

包括指形管、放大镜、镊子、解剖针、枝剪、刀、记录本、植物标本夹、采集标签、铅笔和毛笔等。

第二节 采集昆虫的方法

具备了一套合适的采集工具,还应该掌握一定的采集方法。采集昆虫主要有以下几种常用方法,应该根据昆虫的习性采用适当的采集方法。

一、网捕法

能飞善跳的昆虫,不论是在其活动或静息时都应予以网捕。对飞翔的昆虫可以迎面扫网或从后面追网;对静息的昆虫常从后面或侧面扫网。昆虫一旦入网后要立即封住网口,方法是随扫网的动作顺势将网袋向上甩,连虫带网翻到上面来;或迅速翻转网柄,使网口与网袋叠合一部分。切勿由网口从上往下探看网中之虫,以免入网之虫逃脱。

昆虫入网后,若是蝶蛾类应隔网捏住胸部,渐加压力,使其不能飞行,再取出放入毒瓶,或向腹部直接注射卡氏液将其杀死。若是蜇人的蜂蚁类,或者是有毒的隐翅虫、芜菁、蜡象、枯叶蛾幼虫、毒蛾幼虫、刺蛾幼虫等必须用镊子夹取。若是小型昆虫,可将网的中下部捏住,伸进毒瓶,将其毒死后,放进棉层纸包内,或直接倒入广口瓶里用乙醇浸泡。用马氏挂网网捕的昆虫直接落于瓶内的乙醇中,盖紧瓶盖即可。对于水生昆虫,可根据其栖境用水网采集。

二、观察法

采集昆虫时,首先要找到它的寄主和栖息地。可通过观察寄主被害状、昆虫排泄物等确定是否有虫,观察到有虫时直接进行采集。如食叶类昆虫常将寄主叶片咬成缺刻,或卷成叶苞,或取食叶肉组织留下表皮。钻蛀性昆虫常造成蛀孔,有的孔口还具有昆虫排出的粪便。具有刺吸式口器的昆虫取食为害后常留下大小不一的针孔状斑点。而蚜虫、蚱虫除取食外还排泄蜜露,易引起植物的煤污病等。

三、搜索法

昆虫善于隐藏,需要细心、认真、敏锐的去寻觅。主要根据昆虫的栖境、寄主植物、为害状或昆虫的分泌物、排泄物来搜索、采集地面上、植物上、砖石下或枯枝落叶层中的昆虫。例如,采集锹甲时要到比较阴湿的林地面或树头去寻找,采集粪金龟要到牧场的粪便下去寻找,采集蠼螋要到花盆或砖石底下去寻找,采集足丝蚁要到树干基部的丝网内寻找等。

四、击落法

主要用于采集有假死性的昆虫。常将虫网置于植物枝条下,再抖动枝条,昆虫就会落入网内;也可在树底下或灌木丛下铺白布、报纸或倒置张开的雨伞等,然后用手急摇或用脚猛踢树木,振落昆虫。注意,一定要及时收集落下的昆虫,否则它们会很快飞走。

五、引诱法

主要是利用昆虫的趋光性或趋化性等来采集昆虫的一种有效方法。主要分为灯光诱集、颜色诱集、气味诱集、尸体诱集和陷阱诱集和贝氏漏斗法。

(一) 灯光诱集

灯光诱集(简称灯诱)主要用来诱集夜间活动又具有趋光性的昆虫,常用黑光灯或 200~400 W 的白炽灯。灯诱最好选择在闷热、无风、无雨的夏日晚上,尤其是缺少月光的晚上;灯最好挂在林区、果园、菜地、花园或杂草和灌木丛生的地方,且灯的四周要比较开阔,以增加灯诱效果。如果灯诱水生昆虫,则灯应挂在溪流、湖、池塘或沼泽地等水生昆虫生活的环境中。为了便于收集昆虫,要在灯旁挂一块白布。

(二) 颜色诱集

颜色诱集(简称色诱)主要是利用昆虫对颜色的敏感性来采集它们。大多数昆虫是红色或橙色盲,例如,用黄盘诱集蚜虫和跳小蜂,这是因为其对其他颜色常较敏感,所以可利用黄盘诱集;又如利用蓝盘诱集冠蜂等。

(三) 气味诱集

糖醋液和性诱剂都属于气味诱集(简称味诱)。此外,利用糖醋液诱集粘虫和小地老虎,利用新鲜蔗渣诱集寄生蜂,利用尿液或汗水诱集蝴蝶,利用糖蜜诱集蚂蚁,利用腐烂水果诱集果蝇等也都属于味诱。

(四) 尸体诱集

尸体诱集(简称尸诱)主要指利用腐肉或动物尸体引诱蝇类或一些埋葬甲等甲虫。

(五) 陷阱诱集

陷阱诱集用来采集甲虫、蚂蚁、蝼蛄、蟋蟀和蟑螂等很有效,特别是当陷阱中放有味诱剂时,效果更佳(图 1-8)。如在陷阱中加入少许啤酒,可诱到较多的甲虫。

(六) 贝氏漏斗法

用来采集土壤表层或枯枝落叶层中的微小型至小型昆虫,如森林中枯枝落叶层内菌食性蓟马的采集主要运用此法。

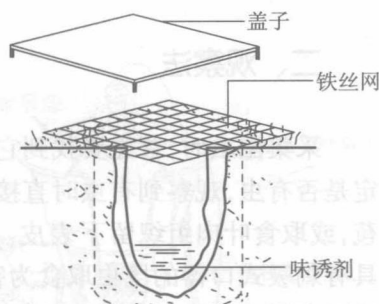


图 1-8 陷阱

第三节 采集调查中的标本处理

采集调查中的标本,需要带回室内饲养。一般连同寄主植物一起,放在细密的纱袋或透

气容器中携带,带回室内后根据研究目的及时进行处理。一般标本处理主要指标本的暂时保存,以便随后带回室内进一步处理。常用方法是使用标本浸渍液、使用三角纸包和使用棉层纸包3种。

一、标本浸渍液

标本浸渍液常用75%~85%的工业乙醇,可再加1%~2%的甲醛或甘油。使用浓度依虫体大小和含水量而定,小型昆虫用75%乙醇即可,大型昆虫和完全变态类昆虫的幼虫由于体内含水量高,最好用85%乙醇。除蜻蜓目、脉翅目、毛翅目和鳞翅目成虫不可放入乙醇中保存外,其他昆虫均可放入乙醇中暂时保存或长期保存。但是,如果虫体微小或数量太少,则最好单独放入小指形瓶内保存。

二、三角纸包

用长方形的纸折成三角形的纸袋(图1-9),可以暂时包装保存各种昆虫,但主要用来装鳞翅目、脉翅目、蜻蜓目和毛翅目昆虫的成虫。注意,不能挤压和折叠,以免损坏标本。标本装好后,在纸包的口盖上注明采集方法、时间、地点、寄主植物和采集人等信息。

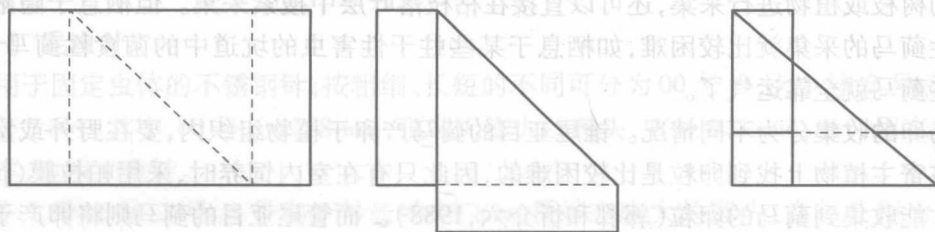


图1-9 三角纸袋的折叠方法

三、棉层纸包

用长方形的脱脂棉块外包一层光面纸和一层牛皮纸做成。将标本整齐地放在棉层上后,盖上一块光面纸,然后注明采集方法、时间、地点、寄主植物和采集人等信息。

根据昆虫的习性,可以选用不同的采集工具和采集方法。此外,还应根据研究目的的不同选用不同的保存方法,下面以蓟马(张宏瑞等,2006)和食用菌双翅目害虫(张晓云等,2008)为例来具体阐述采集工具及采集和保存方法。

(一) 蓟马的采集和保存

蓟马属于微型昆虫,体长仅0.5~2.0 mm。多数蓟马属于植食性昆虫,主要危害植物的花器和幼嫩部分,在危害植物的同时,也能够传播植物花粉;还有部分种类在直接取食危害植物和传播植物病毒造成间接危害的同时,也可以捕食螨类。50%左右的蓟马属于菌食性种类,主要栖息于枯枝落叶层和枯死的树枝上;还有部分蓟马属于捕食性种类,可以捕食一些微型昆虫和螨类等。

采集工具一般选用采集盘或采集布。采集盘以塑料盘为宜,不宜过大,颜色可以根据实际情况决定,以白色为佳,浅蓝或浅黄色均可;采集布宜选用白色棉布,大小均可。在没有采

集布或采集盘的情况下,可以用白纸或手绢代替。质地细密的扫网也可以用于采集蓟马标本,但运用较少,因为难于确定寄主植物,而且虫体容易损伤,主要用来采集单一寄主草坪上的蓟马。此外,还可以用诱集方法采集蓟马,但必须当天从诱集瓶中将蓟马取出,否则标本容易腐烂。

采集瓶以塑料瓶为宜,一般选用离心管或其他透明的小塑料瓶,在野外采集时可方便携带。保存液宜选用 AGA 溶液(按 60% 乙醇:化学纯净甘油:乙酸 = 10:1:1 或 95% 乙醇:蒸馏水:化学纯净甘油:乙酸 = 8:5:1:1 的比例配制均可),或者使用 60% ~ 75% 的乙醇。但用于分子生物学的蓟马标本宜用 80% ~ 90% 的乙醇采集,并尽快保存于冰箱中。此外,还需要携带细软的小毛刷,用于从采集盘或采集布上粘取蓟马个体,没有小毛刷时,可临时用路边的草茎等代替。此外,还需携带采集标签、铅笔等。

植食性蓟马的采集一般用拍打法,将采集盘或采集布置于植株的中上部,以木棍或手拍打植株花朵或幼嫩部分,然后用小毛笔蘸取乙醇或 AGA 液,即可直接收集蓟马标本。但采集形成虫瘿的蓟马则不宜采用这种方法,虫瘿蓟马的采集应该仔细解剖虫瘿,收集虫瘿中的蓟马。当然,也可以采集带有蓟马的植物,放在采集袋中带回室内,分别收集。但如果距离较远,还是以当时直接采集为佳,因为长途携带可能会造成部分蓟马逃逸或寄主植物产生水蒸气,从而使部分蓟马溺死或损伤。

菌食性蓟马的采集最有效的方法是贝氏漏斗法,也可以在森林中用采集布接着,直接拍打枯死的树枝或植物进行采集,还可以直接在枯枝落叶层中搜索采集。但栖息于隐蔽环境中的菌食性蓟马的采集就比较困难,如栖息于某些蛀干性害虫的坑道中的菌食性蓟马,有时候采集这些蓟马就全靠运气了。

蓟马卵的收集分为不同情况。锥尾亚目的蓟马产卵于植物组织内,要在野外或室内饲养时直接在寄主植物上找到卵粒是比较困难的,因此只有在室内饲养时,采用帕拉膜(parafilm)采卵器才能收集到蓟马的卵粒(郭鄂和忻介六,1988)。而管尾亚目的蓟马则将卵产于寄主植物表面,如一些虫瘿蓟马,剥开虫瘿即可找到蓟马的各个虫态(韩运发,1997)。

采集时要注意在每个采集瓶上写上标签,注明采集时间、地点、寄主植物和采集人等信息,如果可能,还应尽量标明寄主植物的生长期及周围环境等。采集的蓟马带回室内后,应尽量放在冰箱保存,并尽快制成玻片标本。

(二) 食用菌双翅目害虫的采集和保存

食用菌双翅目害虫主要包括眼蕈蚊类、菌蚊类、瘿蚊类和粪蚊类,这几类害虫多数都是体型微小且细弱,成虫常见于室内和户外,夜晚常飞集于灯光下。其中眼蕈蚊是食用菌、药用菌和野生菌蕈中最常见的一类害虫,在我国此类害虫的种类非常多。

双翅目害虫成虫可以用毛笔蘸取乙醇直接采集,但由于成虫比较活跃,采集比较费时、费力,因此采集工具一般选用吸虫管,这样可以大大提高采集效率。吸虫管很方便在菇房采集活虫,直接将吸虫管端对准成虫,然后将吸虫管端取下,将活虫直接放入盛有 75% 乙醇的采集瓶中保存。

采集瓶以螺口塑料瓶为宜,也可选用离心管或其他透明的小瓶,在野外采集时可方便携带。保存液宜选用 75% 乙醇。此外,还需携带采集标签、铅笔等。

除了在野外直接采集成虫,也可以将受害的菌棒或菌包放在透气口袋中带回室内,置于养虫箱中,待成虫羽化后在室内用毛笔蘸取乙醇直接采集或用吸虫管收集。幼虫和蛹在菇房和室内都要通过仔细解剖受害菌棒或菌包收集,幼虫需要用沸水烫 1 ~ 2 min,然后置于吸水