

《昆虫的内部解剖和生理》

实 验 指 导 书

西南林学院昆虫室

一九九〇年

目 录

实验一	昆虫的内部器官及消化系统.....	1
实验二	昆虫体壁几丁质成份的测定.....	2
实验三	消化道PH值的测定.....	4
实验四	消化酶的测定.....	5
实验五	呼吸系统形态学观察.....	8
实验六	循环系统的形态组织观察.....	10
实验七	昆虫的排泄器官.....	11
实验八	昆虫的神经系统.....	12

实验一 昆虫的内部器官及消化系统

目的与要求：学习解剖昆虫的基本操作方法，了解昆虫内部各器官的位置，认识消化系统的解剖形态特点和基本构造。

材料：蝗虫、家蚕、思茅松毛虫、蝉的浸液标本。

仪器及用具：解剖镜、蜡盘、解剖剪、解剖针、镊子、大头针等。

方法和步骤：

1、取注射过固定液的蝗虫一头，剪去翅和足，用解剖剪从后往前，沿背中线左侧剪开体壁，直至前胸背板的前缘，剪时注意剪刀尖贴着表皮剪，以免损伤内部器官；将虫体放入蜡盘，并用镊子拉开体壁，然后用大头针斜插在体壁两侧，以便把虫体固定在蜡盘上，显示出内部器官，加水淹没虫体，依次观察内部器官的位置。

2、观察背血管，背血管是紧贴于背面体壁之下的一条白色管道，属循环器官。

3、肌肉的观察，肌肉附在体壁上和组成有关的内脏器官，体壁上的肌肉成纤维状，以胸肌较为发达。用镊子夹出来进行观察。

4、消化道位置的观察，消化道从头部到肛门，纵贯于体腔中央，色暗。在消化道的后段，中、后肠交界处着生细的丝状物，新鲜时为血色，浸泡后为棕色，这就是马氏管。是昆虫的最主要的排泄器官。中后肠突然缩窄的地方称幽门部，其两侧着生马氏管。

详细观察蝗虫的消化道，昆虫的消化道分为前肠、中肠和后肠三部份。前肠包括口腔、咽喉、细长的食道，膨大的嗉囊及膨大且肌肉发达的前胃。前肠之后是粗细较均匀的管子，就是中肠；蝗虫的前肠与中肠交界处有六对胃盲囊，胃盲囊属于中肠的一部份。前、

中肠交界处内有贲门瓣，纵向剪开中肠交界处，看肠内贲门瓣的形状、数目及伸出哪里？后肠包括回肠、结肠和直肠三部份，但无明显分界，仅直肠的肌肉较为发达。

5、生殖系统的观察：位于腹部消化道的背侧面，从前端咽喉部份和后端肛门部份剪断消化道并轻轻抽出来，进一步看生殖系统的后部份，雌虫为卵巢，雄虫为睾丸（新鲜标本为鲜黄色）。

6、腹神经索的观察：腹神经索位于消化道下方的腹面正中央，呈细长白色带状物。

7、呼吸系统的观察：昆虫的呼吸器官位于躯体两侧，以气门向外开口，气管分布在躯体的侧面、腹面、背面和内脏器官表面。

此外，蝗虫胸部两侧还可以看到葡萄串状的唾腺。

8、按上述解剖方法，解剖家蚕幼虫或苎茅松毛虫，观察其消化系统的特征，并与蝗虫作比较。

作业：(1) 比较蝗虫和家蚕消化系统有何区别。

(2) 绘一蝗虫消化系统图，并注明各部名称。

实验二 昆虫体壁几丁质成份的测定

目的要求：昆虫体壁中的主要成份是几丁质和蛋白质。本实验用简便的化学反应方法，测定和证明几丁质的存在，同时掌握鉴定它们的化学分析方法。

材料：蝗虫体壁或蝗“蜕”、家蚕卵、蝗体壁、蟋蟀体壁。

仪器用具：硬质试管两支，各配备软木塞和注射针头；滴管、试管夹、表面皿、玻璃棒、烧杯、酒精灯、温度计（ 200°C ）、

白磁化验板、解剖刀、解剖剪、三角架、石棉网、吸水纸。

试剂和药品：

1、液体石蜡 100~150 毫升。

2、饱和的 KOH (约 8 克固体 KOH 溶于 5 毫升水中)。

3、酒精 (95%、70%、50%、30%)。

4、醋酸 3%。

5、硫酸 1%、75%。

6、碘——碘化钾溶于：2 克碘和 5 克碘化钾溶于 100 毫升蒸馏水中。

方法和原理：用高温强碱溶液处理几丁质，可使几丁质分解为几丁糖，几丁糖遇碘呈紫色反应，用此法测定几丁质的存在。

实验步骤：

1、将蝗虫体壁或蜉蝣剪成 25 mm^2 的小块，另取数粒家蚕卵分别放入试管内。

2、试管内分别加入 (3~4 毫升) 饱和的 KOH 液，浸泡过的材料即可用软木塞塞紧，并在软木塞旁上插入注射针头，以防止加热时试管因压力增高而引起爆炸。

3、将试管浸入有液体石蜡的烧杯中，逐渐用酒精灯或电炉 (注意控制温度) 加热至 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}\text{C}$ 约 15 分钟，停止加热，待其自然冷却后，可取出材料。

4、把各试管内所有的材料分别倒在表面皿内，KOH 未溶解的物质便是几丁质转变成的几丁糖。将其逐步移入 90%、70%、50%、30% 的酒精中清洗，再放入蒸馏水中洗数次待用。

5、取一小块经蒸馏水洗过的体壁薄片，放在白磁点滴试验板中，用吸水纸吸去多余的水份，滴加 1~2 滴 1% 硫酸，再加 1~

2滴碘液，即可产生紫褐色的反应。

6、将上述紫褐色反应的材料取出放在另一白磁板中，加数滴75%的硫酸深紫色溶解，稍待片刻，即可使着色逐步变淡，以至消失。这是几丁糖在浓硫酸作用下水解的结果。

7、取若干块处理后洗净的体壁，吸去多余的水份，放入一支干净的试管内，加数滴3%的醋酸，用玻棒搅动后使之溶解，然后再加入数滴1% H_2SOCl ，即可得乳白色溶液，表明生成几丁糖酐硫酸盐。

8、取未曾在KOH溶液中煮过的蝗虫体壁，加一滴碘——碘化钾溶液，有无颜色变化？用滤纸吸去液体，加一滴1%硫酸（深紫色），表皮颜色有无变化？与经过处理的体壁有何区别，再用家蚕卵中未溶去的物质作同样试验，是否有如上处理过的现象产生？为什么？

根据以上实验结果，讨论几丁质的化学性质，并写出实验报告。

实验三 消化道PH值的测定

一、目的，了解昆虫消化道不同部位的PH值。

二、材料及仪器，活蝗虫、忠茅松毛虫、斜纹夜蛾幼虫，解剖剪、解剖针、蜡盘、镊子、精密试纸，生理盐水。

三、方法和观察：

1、把活蝗虫剪去翅和足，沿体壁两侧剪开，把背面体壁掀去（也可以麻醉后解剖，取培养皿一套，用棉花蘸一点乙醚，放在一边，然后将活虫关进去，待麻醉后，取出解剖），注意不要消化道

弄破。

2、把虫体固定在蜡盘上，用镊子拨去无关部份，找出消化道，并注入生理盐水，淹过消化道为止。观察消化道在生理盐水中是否有蠕动现象？

3、将消化道用镊子轻轻挑起，注意不要挑破，用棉线分别在前肠和中肠处（长胃盲囊处）以及中肠和后肠分界处（长马氏管处）扎紧，然后全部倒掉生理盐水，并用蒸馏水冲洗干净。用滤纸将消化道表面的多余水份吸干。

4、用解剖针在前肠刺一小孔，用镊子镊取一小条广泛试纸（ $\text{PH}1\sim10$ ），接触消化道中流出的消化液，然后与标准比色卡比较，初步确定 PH 值的范围，再用精密试纸以同样方法测其酸碱度。

5、以同样方法测量中肠、后肠的酸碱度。

如有时间，可再做另一种昆虫，以利比较。

作业：记述你对消化道中酸碱度测定的结果，试述测得的 PH 值对化学农药的药效的影响。

实验四 消化酶的测定

一、目的：学习测定昆虫消化道里消化酶的方法。

二、材料：活蝗虫、~~蟋蟀~~或菜青虫幼虫或瓢虫。

三、用具及药品：蜡盘、解剖剪、解剖针、研钵、玻棒、量筒，小试管（8支），点管、白磁化验板，烧杯、酒精灯， 200°C 温度计，蒸馏水，1%淀粉糊溶液、5%蔗糖液、生理盐溶液、稀碘

液、明胶、花生油、1%酚酞、酒精液。

斐林试剂 I 的配制：34.69 克硫酸铜溶于 200 毫升水中，再加 0.5 ml 浓硫酸，然后稀释到 500 ml，也可用纯硫酸铜 34.65 克直接溶于 500 ml 水中。

斐林试剂 II：17.3 克酒石酸钠和 12.5 克 KOH 溶于 500 ml 蒸馏水中，取 17.3 克酒石酸钠和 7.1 克 NaOH 溶于 500 ml 蒸馏水中或 9.3 克酒石酸和 12.2 克 NaOH 溶于 500 ml 蒸馏水中制成。

两种斐林氏液分别保存，临用时两液等量混合，即成斐林氏试剂。这种试剂为单糖的标定剂，单糖分子链中半缩醛羟基的存在，使该液呈砖红色。

四、昆虫消化酶测定的基本原理：昆虫的中肠分泌多和能消化食物的酶类；不同食性的昆虫，酶类差异很大。利用昆虫消化液研磨液，加入不同的底物在一定环境条件下，能水解不同的底物，从而证明它的存在。

五、消化液的制备：

取 3~5 头飞蝗或蟋蟀（或慈茅松毛虫幼虫）取 10 头瓢虫，剪开体壁，仔细取出中肠部份，置于研钵中，加 2 ml 蒸馏水充分研碎，研碎后再加 4 ml 蒸馏水，搅匀备用。

六、消化酶的测定：

1、蔗糖转化酶的测定：

取 2 支试管，各盛 1 毫升 5% 蔗糖液，一支加入 4~5 滴制备好的中肠液；另一支试管加 4~5 滴蒸馏水作对照。标明记号后，放入 25℃ 温箱中一小时，取出后，各加入 2~3 滴斐林氏液 I、II。放入 (90~100℃) 水浴中一分钟。观察未加热前两支试

管中液体的颜色，加热后有何变化？如试管有红色沉淀发生，便证实蔗糖已水解为葡萄糖。不加中肠液的试管有无沉淀发生？为什么？

2、淀粉酶的测定，

取两支试管各盛 1 ml 1% 淀粉液。一试管加 4~5 滴中肠液，另一管加 4~5 滴蒸馏水作为对照，用滴管各取一滴滴在白磁化验板上，各加一滴碘酒，看有何变化？

将两支已标明记号的试管，放在 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 水浴中，每隔 5~10 分钟，取出 1~2 滴，放在白磁板上，分别加一滴碘液，观察颜色的变化，淀粉遇碘变兰，糊精（水解后的产物）遇碘后呈紫红色。

这两个试管哪一个试管的淀粉在水解？何时开始水解？找出呈兰色、紫色、无色的三种时间及间隔时间。

颜色 处理 时间					
淀粉 + 肠液					
对 照					

3、脂肪酶的测定，

取二支试管，各加入植物油 0.5 ml，各加入甘油水溶液 3~5 滴，摇匀，其中一支试管加肠液 1 ml，另一支加蒸馏水 1 ml，再分别加入 1% 酚酞酒精 1 滴及 1% NaOH 1~2 滴，使溶液呈微红，将两支试管置于 $37\sim 40^{\circ}\text{C}$ 水浴中半小时，观察并比较两试管的颜色变化。

酯酶法水解脂肪成为甘油和脂肪酸，生成后，因酸碱度改变，

酚酞褪色。

4、蛋白酶的测定:

取大小相同的两块明胶(或煮熟的鸡蛋)切成大小,厚薄形状相同而透明的小块,用刚果红染色30分钟,待干后分两组放在试管里,一组加入中肠液1ml,另一组加蒸馏水,把试管口塞好,放入25°C温箱中。

第二天检查两组颜色的改变,如果所染的颜色变淡,蛋白的锐角变钝,并有臭味逸出,则证明蛋白已被消化。

作业:对蛋白酶测定中的提问作解释。

实验五 呼吸系统形态学观察

一、目的:认识气管系统的形态特点,了解呼吸系统的变化和环境的关系。

二、材料:家蚕幼虫或苕茅松毛虫幼虫、柳枯叶蛾幼虫及蝗虫(活虫)、金龟子幼虫、点条灯蛾幼虫。

三、仪器药品:解剖镜、蜡盘、解剖刀、解剖剪、解剖针、烧杯(50、1000ml)、酒精灯、三角架、石棉网、10% KOH (NaOH)。

四、方法步骤:

1、气管系统的观察:

从背中线上剪开家蚕体壁,在蜡盘中展开,可看到很多分支的黑色气管,气管从按体节位置向外通达气门。在一丛气管上找出其伸向虫体背面、腹面和消化道的各个气管分支(即称为,背气管、腹

气管和内脏气管)；而且虫体左右两侧的气管，分别在背面和腹面结合在一起，成为气管连锁(分别称为背气管连锁和腹气管连锁)。并非所有的昆虫都具有背纵干、腹纵干、侧纵干和内脏纵干。

另取一支家蚕幼虫，由背中线剪开体壁，并投入10% KOH加热煮沸，至虫体内脏煮烂成浓褐色为止，取出用自来水冲洗，然后观察气管系统的全貌，看家蚕的气管干属何种类型？注意比较侧气管干和左右横连的腹横连气管的特征。

2、气管构造的观察：

解剖一支用固定液浸渍的家蚕，注意剪一段黑色气管，在解剖镜下轻轻拉断，即可看到成为内气管的螺旋丝，在抽出螺旋丝以后的气管上仅仅留下了半透的、由气管细胞组成的外气管。将这段气管放在载玻片上，滴一滴甘油加盖玻片，在显微镜下观察，即可清晰地看出气管细胞和螺旋丝的形态。

3、气门的构造和类型：

(1) 外闭式气门：自备一支活蝗虫，在解剖镜下观察位于中后胸侧板之间的胸气门构造和形态特点，明显地见到两片气门瓣，气门瓣正下方连有垂叶(体内面垂叶连有肌肉)，当闭肌收缩时垂叶下拉而使气门瓣关闭，闭肌松弛时，气门瓣靠垂叶的弹性而张开。

(2) 内闭式气门：取家蚕幼虫，将一个气门连同其周围的体壁剪下，反转固定在蜡盘中，在解剖镜下仔细地剔除气管丛，仅留一小段气门气管。气管口的前面有前膜和闭号，后面有后膜，闭杆和闭带。在闭杆和闭号之间着生有闭肌。

4、气管系统的变异：

(1) 全气门式：具10对有效气门，前胸节、后胸节各一对，其余8对在腹部1~8节上。

(2) 周气门式：具9对有效气门，1对在前胸节上，8对在腹部1~8节上。

(3) 半气门式：具8对有效气门，1对前胸气门，7对腹部气门。

(4) 两端气门式：具2对有效气门，分别位于前胸和第8腹节上。

(5) 后气门式：只具1对有效气门，位于腹部末节上。

(6) 前气门式：只具1对有效气门，位于前胸节上。

(7) 无气门型：无有效气门，或有则已封闭，多见于内寄生昆虫中。

试鉴定下述标本各属何种气门式。

(1) 蝗虫； (2) 思茅松毛虫； (3) 点条灯蛾。

实验六 循环系统的形态组织观察

昆虫的血液循环为开放式血液循环，在构造上仅包括一条位于消化道背面，纵贯背血窦的背血管。背血管大致可以区分为前端部份的动脉和后端由若干个膨大部份组成的心脏（每个膨大部份称为一个心室），由心门进入心室的血液，随心室的逐个收缩，由尾部向头部运行，然后再流向各组织器官。

一、目的：认识循环器官的基本构造。

二、材料：蝗虫、家蚕幼虫（或思茅松毛虫）、龙虱（或水龟）的浸渍标本。

三、仪器：解剖用具、蜡盘、解剖镜。

四、方法步骤，

将蝗虫及龙虱标本剪开腹侧，掀去腹板，家蚕幼虫从腹面纵剖，开展于蜡盘中并固定，移去消化道。

观察蚕体背中线贴体壁处有一条粗大透明的背尿管，自头部始至第九腹节，注意向头部延伸的血管，及心脏两侧呈扇形排列的心翼肌。

试比较蝗虫、家蚕和龙虱的背管，属哪种类型，画家蚕背管图。

实验七 昆虫的排泄器官

昆虫的排泄器官，是调节体内水份和离子平衡，沉积及排除废物的器官。昆虫具有排泄功能的器官和组织有，1、体壁、鳃和表皮腺，2、气管系统中和微气管，3、消化道壁，4、马氏管，及下唇肾、脂肪体、围心细胞和尿囊细胞。上述排泄器官中最重要的是马氏管，绝大多数昆虫都具有马氏管，其数量的多寡因种而异，一般来说，数量多则细而长，数量少则粗而短。

一、目的，认识马氏管的形态、位置及排泄作用。

二、材料，活蝗虫（或思茅松毛虫幼虫），经浸渍保存的家蚕幼虫或思茅松毛虫幼虫。

三、仪器及药品，解剖镜、解剖剪、解剖针、蜡盘、大头钉、0.9%生理盐水、0.1%中性红水溶液、微量注射器、培养皿。

四、方法及步骤，

1、取家蚕或思茅松毛虫浸渍标本一头，自腹部纵剖开体壁，用大头钉固定于蜡盘上。观察马氏管在体腔的分布、马氏管的公共

管、马氏管基部的出口、马氏管基部与端段的形态差异。

用同样方法观察蝗虫或思茅松毛虫的马氏管。

2、马氏管排泄作用观察：

取活的思茅松毛虫幼虫二头，用微量注射器吸取1%中性红溶液，从腹足处插入，再将针头微翘起，紧贴体壁，以免扎伤内脏器官，然后慢慢推动注射器，注射约0.05 ml 1%中性红溶液，然后放入干净的培养皿里，注射后30分钟和1小时后解剖，即注入0.9%的生理盐水，观察记录颜色在马氏管中的位置。详细观察后倾出生理盐水，另换清水，并注意边换边观察马氏管中颜色的变化。马氏管内有无白微粒在迅速移动？为什么？

实验报告：绘出蝗虫及家蚕或思茅松毛虫的马氏管，并整理观察记录。

实验八 昆虫的神经系统

实验目的：了解昆虫神经系统的基本构造。

材料：蝗虫浸渍标本。

用具：解剖镜、手术剪、解剖针、镊子、蜡盘、大头针、培养皿，每个各一套。

方法步骤：

取蝗虫一头，去其足翅，用解剖剪从腹末开始沿背中线剪开，直至头部，剪开的部份用大头针固定在盛满清水的蜡盘中。剪头壳时，要格外细心，剪刀不能插得太紧，否则会把胸剪破。然后慢慢将头部的骨骼剥离撕去肌肉，剪开围咽骨片，轻轻清除与神经粘

连的部份。至于复神经索，先用解剖针将消化道连同生殖线挑起，用剪刀剪除，然后用镊子把肌肉剔除干净，小心辨别开肌肉纤维和神经分枝。

整个神经系统从脑到腹部末端神经节上，呈索状，乳白色。其间有分枝的膨大部份就是神经节；节间有神经索相连，请细致观察：

- 1、蝗虫的脑是否可分辨出前脑、后脑和间脑？
- 2、视叶是否与复眼相连？单眼与脑之间是否有神经相连？
- 3、能否看到后头神经节和咽下神经节？咽下神经节是否有分枝？
- 4、胸部神经节有几个？腹部又有几个？
- 5、神经索是否成对？有无分枝？

作业：

- 1、记录本实验观察的结果。
- 2、绘制一中枢神经系统图。

