

昆蟲之大量飼育

高 穗 生

前 言

根據估計，全世界的動物有1,162,500種，其中節肢動物占83%，而昆蟲則佔節肢動物的92%。節肢動物門為動物界最大的一門。昆蟲數目之多，散布之廣，並能在長期的生存競爭下獲得優勢，其中害蟲部分常會危害作物，造成農業生產的重大損失，因此農藥工業界在開發新殺蟲劑的過程中，常常需要以蟲隻為材料供應試驗，進行殺蟲效果的篩選工作，此外，對於改善殺蟲劑的使用、開發生物藥劑及釋放寄生或捕食天敵，都需要飼育大量而且品質良好的昆蟲，以提供試驗用。

我們可以把昆蟲大量飼育視為一種系統化的企業，藉由整合性的設備，利用機械，採裝配線的方式，於最短時間內，以最省空間、人力及金錢的方法，生產最大量且合乎品質要求的蟲種。可以想見，昆蟲大量飼育涉及鉅大且複雜的操作與相當大之設備和裝置的投資。美國農業部於墨西哥境內之養蟲室，每週可生產5億頭螺旋蠅，每個月消耗幼蟲飼料即達350萬公升。全世界目前能夠大量生產的蟲種多屬害蟲，包括數種果實蠅、螺旋蠅、棉鈴象鼻蟲和一些鱗翅目之害蟲，但只有15種天敵被大量繁殖。天敵昆蟲缺少人工飼料是其不能經濟有效生產，乃至進行生物防治的最大障礙。

以下將害蟲的飼育做一簡單介紹：

飼料種類和成分

飼料的種類可分為天然飼料及人工飼料。天然飼料：如植物葉片、根、莖、花、果實、種子、幼苗及動物血等。人工飼料是經由人類製造、加工或調製的食物，這些食物並非昆蟲所熟悉的，將昆蟲限制使其僅能取食，昆蟲則經取食後完成全部或部分的生活史。

依飼料基本營養成分和添加物，人工飼料可分為三類：(一)全純飼料：化學成分很清楚的飼料，主要用來研究營養或代謝途徑之用，價格昂貴，而且需要無菌操作技術。(二)半純飼料：飼料的主要成分是純的物質，或經過精煉後的物質，亦含有一種或多種精煉的動植物物質。實驗室昆蟲之飼育多使用此類飼料。(三)實用飼料：主要由未經精煉的粗物合成，飼料含有全部所需的營養分，但也可含有昆蟲不能利用

臺灣省農業藥物毒物試驗所技術專刊第62號。

和消化的物質。此類飼料成本低廉，可用於大量養蟲。

人工飼料的基本營養成分，必須包含有蛋白質和氨基酸、糖類、脂肪酸和固醇、維他命及無機鹽。常用來調配的天然物有酵母、麥胚芽、大豆或花豆等，並常添加防腐劑和抗生素，以防止腐敗。

人工飼料在配製時應注意下列因素：

一、物理因子

適當的飼料，其堅實度和結構主要由昆蟲的口器構造和取食行為所決定。飼料的物理性質：諸如硬度、質地、均一性、水分含量、飼料的形狀和其他因子，均需詳加考量。

二、化學因子

取食刺激物是一種能導致昆蟲產生取食行為，誘使昆蟲取食之化學物質。取食刺激物可能具有營業價值或僅具有記號刺激之作用，如糖類是植食性昆蟲最重要的取食刺激物，芥子油之黑芥子糖苷能刺激小菜蛾幼蟲取食十字花科植物，但並無明顯的營養價值，而是一種記號取食刺激。

三、營養平衡

營養成分的平衡是飼料成功與否的重要因子。蛋白質、碳水化合物、脂類和維生素必需充分供應，營養成分不足，會降低其他營養成分的利用率，因而減少了食物被利用的效率。如果營養不平衡的話，則會導致營養上的疾病，影響昆蟲的生長、發育或其他的生命過程。

四、微生物污染

人工飼料上若出現微生物，會造成飼料損壞，對昆蟲不利。一般均添加一種或多種防腐劑來對抗，要有效地控制微生物之生長，又不能對昆蟲有所影響和傷害，防腐劑種類和濃度的選擇就需要特別慎重了。

養蟲設備和器具

一個設計良好的養蟲設備有如下的特徵：多用途，達到保全之要求，容易採取衛生措施和進行疾病防治，位置良好，房間用途均有標明，有效的工作流程模式以達自動化之要求，要有後備系統以支援主要系統，照顧到工作人員之健康和 safety，要有保養能力，及具有有效率的環境控制系統。

養蟲的設備及器具包括：

一、走入式人工培養箱室

含有溫度、濕度、光照精密調控。配置 ULV 旋風式消毒殺菌系統，自動噴灑及抽氣。另外，無特定病原之培養箱室則需加裝 HEPA-Filter、紫外線燈及空氣門以達無菌狀態。

二、恆溫培養箱及冰箱

需於不同時期內得到同一齡期之蟲源，或同一時間內需不同蟲齡之蟲源時，可以經由控制蟲卵和蛹的發育進度來達到，可利用恆溫培養箱或冰箱來控溫。

三、走入式植物培養箱室

高光照之培養箱室，可培育幼苗或幼株，以供應昆蟲取食天然飼料。

四、其他設備及器具

如殺菌釜、養蟲箱、養蟲籠、產卵筒、養蟲盒、鑷子等器材。

本所養蟲室簡介

本所養蟲室承省政府預算支持及農委會補助部分經費，從硬體的規劃設計到設備自動化和生產流程之擬定，全部自力完成，並重視昆蟲的衛生和消毒，同時對環境控制更有獨到之處，重視昆蟲品質的監測，隨時針對問題作適當反應，可提供高品質的昆蟲供作生物檢定，以配合進行多項殺蟲劑應用及生物藥劑之開發應用研究。由於養蟲室之建立，使健康和高品質之供試昆蟲供應無缺，絕對有助於本所研究水準之提升。

茲將養蟲室之特點簡述如下：

- 一、建築物座落為南北走向。
- 二、8 個天井，自然採光。
- 三、配置有壕溝、玻璃門及捕蟲燈，以防蟲蟻。
- 四、養蟲室內配置一般走入式培養室，1.5坪有 8 間，3 坪有 2 間，SPF 走入式培養室 2 間，每間 3 坪。此外，尚有儲藏室、公共工作區間及冷藏庫。
- 五、空調採離峰製冰，24 小時供應冷氣，並有緊急供電裝置。
- 六、溫度、濕度、光線精確控制。
- 七、監控系統則採用 Datalog 微電腦監控系統。
- 八、警報語音系統：在溫度異常狀況產生時，會自動切斷供應電源，以語音通知故障。
- 九、設計有監視窗，以減少開門次數，維護空氣品質及溫濕度之均一。
- 十、SPF 培養室裝置 HEPA-Filter，並備有空氣門洗塵和殺菌裝置，以達無菌、無塵之效果。
- 十一、ULV 旋風式消毒，殺菌系統：設定於培養室外，室內噴灑，並有密式空間噴灑後抽氣裝置。
- 十二、地面以 Epoxy 塗刷成紅區、藍區及綠區以區隔潔淨度，並規劃動線路徑，以利操作。
- 十三、訂定養蟲室工作人員操作手冊供作遵循。



生物藥劑系養蟲室外貌。



工作室 8 間，其內配置有走入式昆蟲培養室。



無特定病原昆蟲培養室。

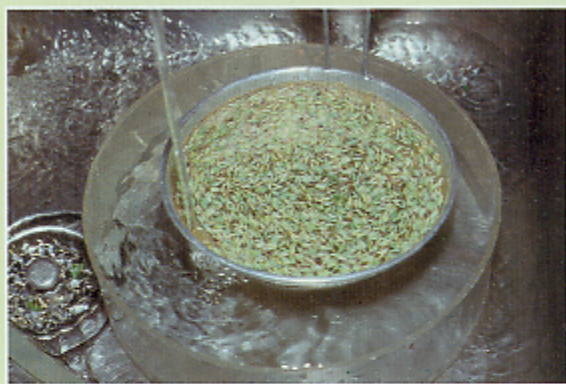


採用微電腦控制之資料蒐集器 Dataloger。



清洗及操作區。

小菜蛾蛹體殺菌後清洗情形。



小菜蛾蛹體經殺菌處理後風乾。



卵經殺菌處理後置於油菜苗上，供幼蟲取食。



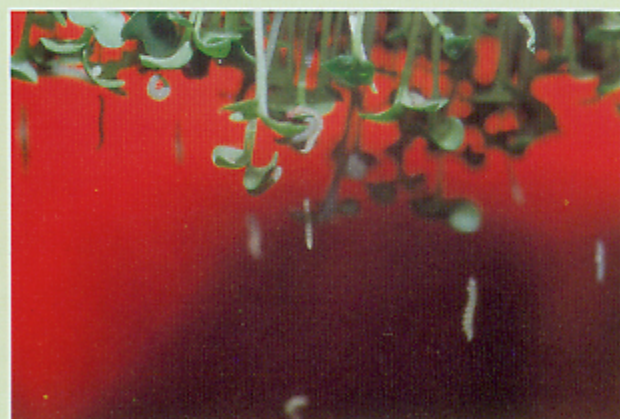
小菜蛾幼蟲在油菜苗上取食情形。



小菜蛾幼蟲在油菜苗上取食為害之近照。



以手輕拍布丁杯，小菜蛾幼蟲即垂絲落至新食餌上。



小菜蛾幼蟲垂絲下落情形。

飼養技術

一、飼料的配製

飼料成分要在適當條件下保存，一般以冷凍乾燥方式製備植物組織，以減少營養成分和取食刺激物之流失。配製飼料的各種器具和養蟲器皿應洗淨消毒。配製時要混合均勻，配製後經降溫、冷藏後再使用。

二、飼養的需求

主要包括對各個蟲期的處理和操作，以及對飼料和飼養環境的處理為兩個重點方向。為了防止污染，除了對飼料和養蟲器皿需要進行消毒外，對蟲體也要進行消毒。一般對蟲卵和蛹的消毒要選擇最合適的藥劑、有效的濃度、一定的處理時間，和適合處理卵或蛹的最適發育期。如此才不致影響蟲隻的孵化或羽化。

蟲卵消毒之後即可接種到飼料上去，但需注意飼料的物理性狀，飼料表面不可太潮濕，粘度亦不宜過大。如果生活史短，可以不更換飼料，但生活史長者則需定期更換新的飼料。為使昆蟲能順利化蛹，亦需提供適當的化蛹條件和場所。成蟲羽化前，要將蛹按一定的性別比，置入產卵箱中，使之羽化和交配。成蟲並應提供適當的營養，以提高成蟲的活力和雌蟲之產卵數。飼育密度亦應注意，除了要控制養蟲器皿之蟲數，以免自相殘殺外，整個養蟲室內之數量也要控制。在飼養過程中要保持衛生，養蟲室要定期的消毒處理。

三、重要害蟲飼育法簡介

(一)小菜蛾 *Plutella xylostella* (Linnaeus) :

1. 小菜蛾成蟲食物：

蒸餾水	1,000毫升
啤酒	600毫升
蜂蜜	400毫升
維生素C	20公克
Methyl Paraben	12公克

2. 成蟲配對產卵：

(1)經消毒、風乾後，選250對蛹，置於產卵箱中，待其羽化。

(2)甘藍菜葉片65公克+純水500毫升在果汁機中攪拌成菜汁，錫鉑紙剪成6公分×10公分，揉皺浸於菜汁中，然後撈起風乾，準備產卵用。

(3)取浸過菜汁之錫鉑紙置於產卵箱中，讓成蟲產卵，隔天取出錫鉑紙在4%福馬林液中浸泡15分鐘，取出，再於蒸餾水中浸泡15分鐘取出，晾乾。

3. 幼蟲的飼育：取晾乾的卵片置於光照育苗後第3天的油菜苗上，3天後卵

即孵化。直接就在油菜上取食，於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ， $70 \pm 3\% \text{RH}$ ，12L : 12D 條件下飼育，1~3 齡的幼蟲取食量少，大約 2 天換 1 次油菜苗，3~4 齡末的蟲需每天刷蟲，在室溫 25°C 下，幼蟲經 10 天即化蛹，用夾子夾出蛹，集中貯存在 4°C 的冰箱中備用。

4. 蛹的處理：取收集起來的蛹，泡在漂白水（漂白水：水=1：3的濃度），攪拌約3~4分鐘，用杓網撈起沖自來水3~4次，風乾備用。

(二)斜紋夜盜蛾 *Spodoptera litura* Fabricus :

於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ， $70 \pm 3\% \text{RH}$ ，12L : 12D 之定溫箱中，以半合成人工飼料（見表 1.）飼育斜紋夜盜幼蟲，由於其有自殘性，故自 3 齡幼蟲起即以飼育杯單隻飼養，待將化蛹時配合其做巢習性，給予保麗龍球，供其咬碎做巢化蛹，並於蛹殼硬化後分辨雌雄分裝於不同之羽化箱內，俟羽化後配對於 20 公分、直徑 14 公分之塑膠圓筒內，並給予 20% 之蜂蜜水，筒內環繞紙巾供其產卵之用，於產卵高峰期收集卵塊及卵片，並以 4% 福馬林浸泡 15 分鐘取出，再於蒸餾水中浸泡 15 分鐘，取出再自然風乾，俟其孵化後挑至有裝飼料塊之飼育杯中飼養。

表1. 斜紋夜盜幼蟲人工飼料配方

玉米粉	45公克
小麥胚芽粉	25公克
酵母粉	20公克
玉米油	5毫升
膽固醇	1公克
綜合無機鹽類	1公克
維他命 C	1公克
維他命 B 群	1公克
Mertyl-p-hydroxybenzoate	1公克
山梨酸	0.1公克
Chloramphenical	0.1公克
洋菜	9公克
蒸餾水	360毫升

(三)家蠅 *Musca domestica* Linné :

1. 養室條件：溫度 $25 \sim 28^\circ\text{C}$ ； $60 \sim 70\% \text{RH}$ ；12L : 12D。

2. 成蟲飼養：約 1,000 個蛹置於 30 公分 × 30 公分 × 30 公分之成蟲籠內。成蟲開始羽化後供應 5% 糖水，糖及奶粉（1：1）混合物，成蟲羽化 10 日後取出食物及水，放入含有奶粉及水之紗布引誘雌蟲產卵。

3. 再加入 2.5 克洋菜加熱至溶解，緩緩加入脫脂奶粉 10 克及酵母乳 50 克，混

合均勻後倒入內徑15公分高25公分玻璃缸中，冷卻，凝固後移入1,000個粒卵，表面上鋪灑約0.5公分厚的柳安木屑，缸口以布覆蓋，第5日再加覆2公分之木屑，以提供化蛹場所及避免幼蟲逃逸。

4. 蛹之收集：化蛹於木屑中者可以篩子篩出，在食物中者可以軟鑷子或匙挖出。

(四) 埃及斑蚊 *Aedes aegypti* Linnaeus :

在人工培養箱內 ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 3\% \text{RH}$, 12L : 12D) , 將乾燥的產卵紙片浸於蒸餾水中，待幼蟲孵化後，將飼養密度調整為每個方形盤 (長29.5×寬23公分) 裝盛500毫升蒸餾水飼養約400隻的密度，1~2齡幼蟲以臺糖健素粉餵食，3~4齡則可用錠劑，逐日括去水盤中的薄膜及添加物，吸出新蛹移於小杯內，放入成蚊籠內等待羽化。約200個蛹置於小水杯內 (120毫升) ，放入30公分×30公分×30公分之紗網箱中，成蟲羽化4~7天後於上午8:00至下午5:00，將束縛於小籠內之小白鼠置於成蚊籠中以便雌蚊可以充分吸血。吸血後第3天將紙巾沿杯緣鋪平並加入20毫升清水，經過4天後，收集產卵紙，晾乾後置放於陰涼處之密閉盒內，以防蟲蟻嚙食。

本所目前已能夠飼育的蟲種，包括有：甘藷蟻象、小菜蛾、甜菜夜蛾、玉米穗蟲、斜紋夜蛾、楊桃花姬捲葉蛾、瓜實蠅、草坪夜蛾、大菜螟、埃及斑蚊、菜心螟、薊馬、大蠟蛾、米象、玉米象、菸甲蟲、綠豆象、家蠅、褐飛蝨等19種蟲種；另少量但經常飼育的昆蟲包括有：蜜蜂、桃蚜、黃條葉蚤、粗腳姬捲蛾、東方果實蠅、荔枝蛀蟲、基徵草蛉、外米緞蛾等。飼育之昆蟲的產量可因實際需要而調整3~4倍以上。

除本所外，其他單位亦有大量飼育部分昆蟲，如臺南區農業改良場朴子分場的外米緞蛾和赤眼卵寄生蜂，臺糖公司糖業研究所的赤眼卵寄生蜂，以及農業試驗所與蠶蜂業改良場的基徵草蛉等。

結 論

一個成功的大量飼育，需要諸多重要因子的配合，除了要有良好的硬體設備外，品質管制、疾病預防、有效率並可信賴的養蟲室管理、對促成交尾和產卵的物理及化學刺激之充分瞭解、可接受的高密度空間使用、從培養基中抽取昆蟲不同蟲期的技術、便宜而標準化的培養基和自動化系統等，以突破大量生產的瓶頸。

如果軟體和硬體的需求能完全符合，昆蟲之供應無缺，則間接對新藥劑之開發、生物防治之推行，以及農業生態系之永續利用等均會有所助益。