

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

佳作

081548

天蠶外傳～蠶繭的研究

私立慈濟大學實驗國小

作者姓名：

小四 周炫谷 小六 周子翔

指導老師：

陳美美 陳淑瑗

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書



科 別：自然科

組 別：國小組

作品名稱：天蠶外傳 — 蠶繭的研究

關 鍵 詞：蠶繭、蠶繭密度、蠶

目 錄

壹、摘要	1
貳、研究動機	1
參、研究目的	2
肆、研究設備及器材	2
伍、研究過程或方法	2-13
一、蠶繭的理化特性研究	
實驗一：蠶繭密度的測定	2
實驗二：蠶繭防蟲能力的測定	3
實驗三：蠶繭防水能力測定 I	4
實驗四：蠶繭防水能力的測定 II	5
實驗五：蠶繭透氣性的測定	6
實驗六：蠶繭防塵能力的測定	8
實驗七：蠶繭防火能力的測定	10
實驗八：蠶繭保溫能力的測定	11
實驗九：蠶繭避震能力的測定	12
實驗十：蠶繭耐酸度、耐鹼度的測定	13
陸、研究結果	14
柒、討論	15
捌、結論	16
玖、參考資料及其他	17-18

天蠶外傳~~蠶繭的研究

壹、摘要

在一年多的時間裏，我們觀察和培育了三個世代的蠶兒，參訪了台灣池上、苗栗及中國北京的蠶桑養殖場或展示中心。(09)(11) 這段期間，我們不斷在「產生疑問—獲得解答」的過程中循環，其中對於「圓繭的存在價值」的疑問最大！我們藉由觀察、對照比較和設計一些理化實驗，發現圓繭具有多項優點，首先，可以讓蠶家族相當安全又舒適的完成變態；其次，圓繭在物理上的很多特性，如果人類能善加利用，相信會有遠遠超越僅將蠶繭發展在紡織業上的成就。



台灣養蠶業都以生產平面繭來取代圓繭



圓繭真的沒有存在的價值了嗎？

貳、研究動機

三下時，自然課第三單元要養蠶寶寶。找來一些蠶卵，但居然沒有孵出來一隻，心有不甘的情形下，約了姊姊一起再試試。在一年多的時間裏，經過重複的培育觀察、參訪，我們發現了許多疑問。有的疑問可以查資料或請教前輩而獲得解答；有的卻衝突，尤其是看見織平面繭的蠶最後都成為赤裸裸、沒有繭包裹的蛹時更是一團迷霧！為了解開疑惑，我們下定決心在蠶繭上好好研究。

參、研究目的

測定蠶繭的物理、化學特性。推測一隻蠶，住在蠶繭裡，受到什麼樣的保護。

肆、研究設備及器材

1. 蠶繭。(來源：苗栗獅潭泉明養蠶中心的圓繭及自己培育出的圓繭)
2. 砂糖、茶色蠶、強力夾、水彩水、漏斗、試管架、燒杯、鐵釘、衛生紙、鑷子、溫度計、解剖顯微鏡、酒精燈組、線香、試管、試管夾、宣紙、白紙、棉布、尼龍布、羊毛衣、剪刀、泡綿膠、嫩豆腐、吸管、塑膠盆、藥用酒精、酸鹼試紙、冰醋酸、通樂、相機、放大鏡、冰箱、.標本收集袋、馬錶

伍、研究過程和方法

實驗一：蠶織繭密度的測定

相關理論：「蠶織繭密度」的由來

1. 天然蠶繭的孔隙大小，目前沒有查到有關的研究，也沒有一個很適合的名稱來形容。
天然蠶絲織品每平方英寸經緯織密度約 320 支。(布的經緯密度是指每平方英寸所使用的紗支數) (12)
2. 蠶絲的直徑是 0.002mm，而台灣家蠶的吐絲方式是 8 字型的，一隻吐絲的蠶大概要拉出 6 萬個 8 字型，最後才能將體內那大約 1200 公尺長的絲給拉完。(20)
1200m 長的絲，要織成一顆大約 2cm * 1cm * 1cm 大小的橢圓形表層 (厚度將近 1mm)，那有多密啊？在實驗一裡，我們決定借用「織密度」的概念，創造一個新名詞—「**蠶織繭密度**」來形容天然蠶繭的蠶絲在每 mm² 的支數，再推算這些蠶絲交錯之間的平均可通過的孔隙大小。

問題：能測定出蠶織繭密度嗎？蠶繭的孔隙有多大？

步驟：1.將 9 顆繭剪開，利用放大鏡及鑷子協助由剪開處將每顆繭剝成 15 薄層

2.將一片薄層貼在深色紙板上，剪下 1mm*1mm 大小的樣本，將樣本放在顯微鏡下

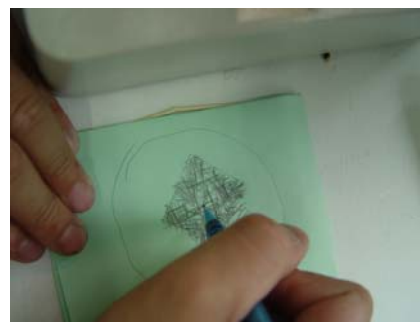
3.計算出 1mm² 有多少條蠶絲分布、蠶絲間的孔隙的大小

結果：顯微鏡下每一薄層樣本像 5 層紗網重疊，大多是 3 條絲圍成一個孔隙(三角形)。蠶繭每一薄層平均約有 349.7 條蠶絲/ mm^2 分佈和 116 個左右的空隙/ mm^2 。

所以實際蠶織繭密度(15 薄層)是： $349.7 \times 15 = 5245.5$ 條蠶絲/ mm^2 ，蠶絲的直徑是 0.002mm ，那麼每一薄層的每一空隙面積約是 0.00259mm^2 。以正三角形內切圓直徑估計最大三角形可通過空隙大小，計算結果是 $63.14 \mu\text{m}$ 。

將 15 層薄層重疊，那麼蠶繭的空隙可通過空間直徑大約是 $4.20 \mu\text{m}$ 。

討論：蠶絲間的空隙那麼小，那蠶繭是否能防蟲呢？



實驗二：蠶繭防蟲能力的測定

相關理論：

螞蟻是蠶最大的天敵。一隻螞蟻找到食物時，牠會從腹部末端分泌出蟻酸，是一種有刺激性味道的揮發性有機酸。濃度高的蟻酸對皮膚會造成侵蝕。(13) 螞蟻的大顎強勁有力。茶色蟻是家中常見的螞蟻，體長約 3 毫米。(01)(10)

問題：螞蟻能進出蠶繭嗎？螞蟻是否會使用蟻酸和大顎破壞蠶繭而侵入？

- 步驟：**
1. 利用一小袋砂糖收集螞蟻，糖袋開一小口將螞蟻引入 9 顆繭中，用強力夾夾住繭口
 2. 每隔 1-2 分鐘搖動一次繭，觀察螞蟻是否會由繭中逃出
 3. 1 小時後，打開繭口觀察螞蟻是否仍在繭中
 4. 砂糖放入 9 顆繭中，強力夾夾住繭口，放在螞蟻出入處，觀察是否有螞蟻進入繭
 5. 1 天後打開封口的強力夾，倒出砂糖記錄發生的實況
 6. 打開封口的強力夾時要注意先清去繭外的螞蟻

結果：1.蠶繭中的螞蟻經過 1 個小時，打開強力夾後，才匆忙從繭口跑出。

2.許多螞蟻在糖繭外徘徊，經過約 2 天後打開繭，裡面都沒有螞蟻。

討論：對茶色螞蟻來說，要出入 $4.20\ \mu\text{m}$ 空隙根本是不可能的任務。而且似乎螞蟻的大顎和蟻酸也沒有辦法攻破蠶繭。塵蟻大小約 $5\text{-}10\ \mu\text{m}$ ，比蠶繭孔隙大，因此推測蠶繭也可以防蟻。(14)(15)

那麼水呢？蠶蛹可是很怕水的！



1 小時後打開夾子，螞蟻才逃出



螞蟻在裝有砂糖的蠶繭旁徘徊



倒出砂糖，沒有發現螞蟻

實驗三：蠶繭防水性的測定 I

相關理論：單一水分子的大小是 $0.00276\ \mu\text{m}$ ，但是一億個水分子聚集在一起的液態水直徑為 27.6cm 。(16)

問題：如果下雨，或繭掉入水中，蠶蛹在繭中是否會淹死？

步驟：

- 1.將衛生紙 4-5 公分寬包在鐵釘帽端上，分別塞入 20 顆蠶繭中，不能漏出來
- 2.放水彩水至燒杯中，把鐵釘蠶繭放入燒杯，水面儘量接近繭口，但不會從開口流進繭中
- 3.觀察在 2 天內，蠶繭是否進水？衛生紙有染顏色嗎？

結果：第 1 組：有 50%的蠶繭無法防水。

第 2 組：有 9.7%的蠶繭無法防水。有 2 顆滲漏點區域看起來較薄；有 1 顆在滲漏處沾染有蠶蛾分泌物。

討論：1.並不是所有的蠶都能將繭織得均勻。織得較薄的區域，會成為防禦的漏洞。

2.蠶蛾分泌物會造成蠶繭防水能力減弱嗎？

3.蠶蛹躲在繭中，就算遇到大雨或掉入水中，大多是安全的。

蠶繭能防止水進入，那水能由裡到外嗎？



繭沾到蠶蛾分泌物，有進水

實驗四：蠶繭防水能力的測定 II

相關理論：蠶兒開始織繭後，就不吃不拉。

做這個實驗是因為想要滿足好奇心，也許有人或是什麼昆蟲會注入液體到繭中？也許繭的內外結構和成分有所不同，水因此在繭內外的滲漏情形會不同？ (11)

問題：萬一蠶繭裡有水，排得出去嗎？

步驟：1.將各種材質的材料先捲一層在漏斗口，放入燒杯。也可以用試管架作為繭的支撐架

3. 將水彩水用滴管吸 1c.c.後滴入各種測驗材質及 32 顆蠶繭內，並開始計時

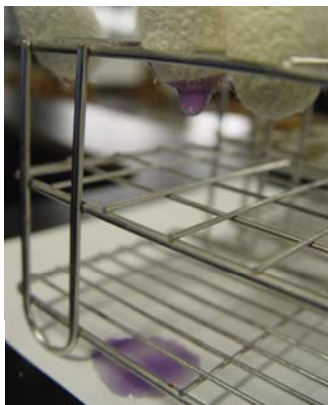
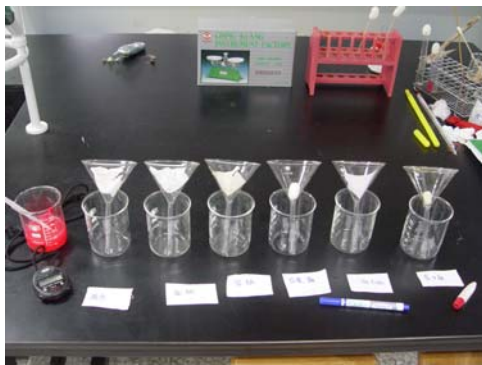
4. 觀察並紀錄每種材質各需要多少時間，水彩水才會滲漏出來

結果：1.有 94%的蠶繭內的防水能力可以至少維持 5 天。有 1 顆立即漏水，在漏出處蠶繭比較薄；有 1 顆第 3 天才漏水，在漏出處沾有蠶蛾分泌物。

2.其他材質的水彩水漏出時間，分別是：

材質	棉布	面紙	宣紙	白紙
時間	立即	立即	7 秒	滿 1 天

- 討論：
- 1.所以萬一蠶繭裡有水的話，那蠶蛹可能會淹死。
 - 2.從實驗三知道水是不容易自然進入繭中。所以蠶繭生活在繭中，可以保持乾燥舒適。
 - 3.同樣的，織得較薄的區域或沾染到蠶蛾分泌物，會讓水容易通過。
 - 4.水蒸氣、空氣能從蠶繭進出嗎？



立即滲出
水的繭



染色但未漏

實驗五：蠶繭透氣性的測定

相關理論：蠶蛹有 5 對氣門，需要空氣的供應。水蒸氣是單一水分子，大小是 $0.00276 \mu m$ 。

甲醇揮發性強。燃燒需要氧氣。(26)

問題：蠶繭密度這麼高，蠶蛹在繭中，會不會悶死？

步驟：1.沸水蒸發

(1)將 10 支試管裡裝一半的水彩水，個別套上 1 顆蠶繭，邊緣白膠封住

(2)用木夾子將試管夾住，拿到酒精燈上燒。觀察紀錄水煮沸時，蒸氣冒出來的情況

2.線香熄不熄滅

(1)剪下一塊比繭口大的繭片，當作繭口的封蓋，然後將線香穿過繭片

(2)另 1 枝不穿繭片，與實驗組在離香頭 1.5cm 處標記

(3)點燃線香，套上繭，用白膠封口；同時點燃另 1 枝，不套繭做對照組

(4)觀察紀錄 10 顆繭滿 2 分鐘時，線香(對照組平均可燃 1.5cm)有沒有熄滅

3.甲醇(藥用酒精)的揮發

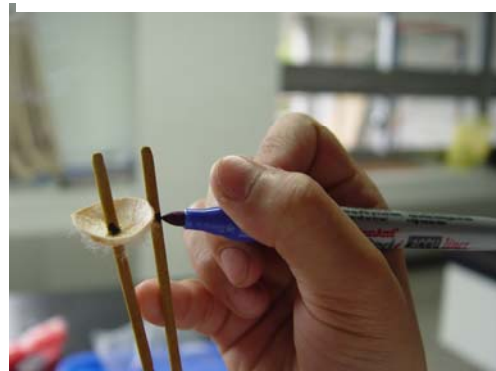
(1)在 10 支試管內各倒入 5c.c.的甲醇，加一滴墨水

(2)將 10 顆蠶繭套在每支試管口，再用白膠封邊緣；另做 1 支對照組，不套繭蓋

(3)標記液面的原始位置，觀察紀錄滿 30 分鐘、1 天、2 天，液面下降的程度

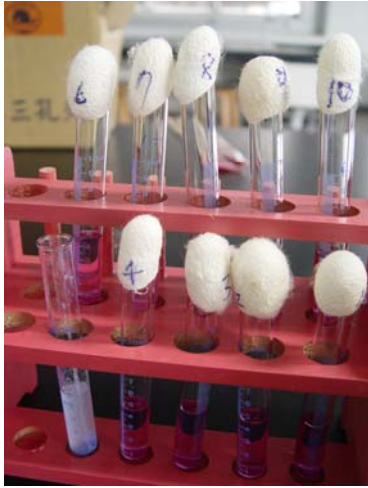


線香實驗組與對照組 點燃前標記

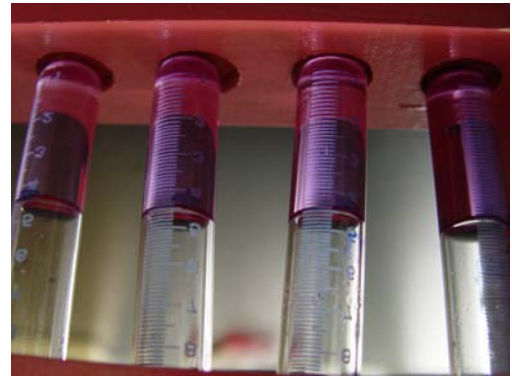


蠶繭讓線香燃燒變慢





經過 2 天，液面平均下降 0.62mm



結果：1. 100% 的蠶繭讓水蒸氣容易進出。

2. 90% 的蠶繭可以允許線香在封閉的繭中燃燒，但是當對照組燒完 1.5cm 長度時，實驗組平均還剩餘 0.5cm，燃燒速度是對照組的 76%。有 1 顆熄火，剪開繭發現較厚。

3. 實驗組滿 2 天時甲醇平均揮發掉 6.2mm，對照組是 8mm。

討論：1. 蠶繭的透氣性不錯，可以供應蠶蛹在繭中不會悶死，但是不足以進行良好的燃燒。

2. 蠶繭能擋住空氣中的灰塵嗎？

實驗六：蠶繭防塵能力的測定

相關理論：塵埃大小約 $0.05 \mu\text{m}$ 到 $100 \mu\text{m}$ 。一般空氣污染的塵埃大小大於 $0.12 \mu\text{m}$ 。(17)(18)(19)

問題：蠶繭能過濾塵埃，維持繭內的清潔嗎？

步驟：1. 把 30 顆蠶繭內清理乾淨，用顯微鏡觀察乾淨泡棉膠表面的樣子，作為標準

2. 泡棉膠放在繭裡，以繭片封口(實驗組)後黏在紙板上編號，套上網袋避免繭掉落遺失

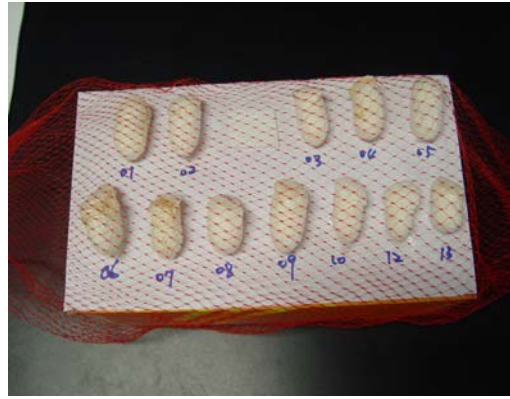
3. 另外把泡棉膠黏在紙板上，作為對照組

4. 紙板固定在車上，外出(學校到蘇澳來回，估計路程至少 250 公里)；或者放在落塵量大的地方(室內運動場窗口) 7 天

5. 用顯微鏡觀察比較兩組泡棉膠上的塵埃量



放入泡棉膠塊



02、03 之間是裸露的膠塊

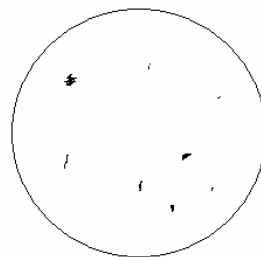
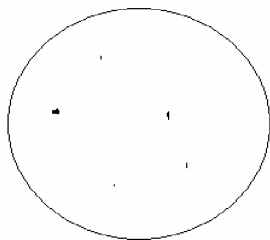


結果：室內運動場組：平均塵埃數=7.7 粒；車外組：平均塵埃數=9.3 粒；兩組平均塵埃數約 8.4 粒；未測時的塵埃數量平均為 5。沒繭的對照組是 79 粒。

下圖是泡棉膠在顯微鏡下的描繪：

乾淨的泡棉膠表面

室內運動場組蠶繭裡的泡棉膠表面



放大倍率：10*2

討論：1.蠶繭的防塵能力很好，有繭與沒繭的泡棉膠表面塵埃數有明顯差異。

2.蠶繭可以阻擋學校室內操場及馬路上的大部分塵埃。

3.蠶繭還有什麼保護功能呢？

實驗七：蠶繭防火能力的測定

相關理論：改質壓克力纖維、氧化纖維、聚醯胺纖維所製成的布具有極高的防火性。MK-6 防火被覆材料材質：由合成輕質骨材（苯乙烯聚合物）；石膏及 CELLULOSE 抗裂纖維素等組成，可歷經實際火災四小時之久，保護建築物無結構損壞。蠶繭是蠶蛹的房子，又是人類的衣料，不知是否耐高溫？ (21) (22) (23)

問題：蠶繭所在的樹木著火了，繭能倖免嗎？在什麼溫度時會被破壞？

- 步驟：**
- 1.用手測試火蕊溫度集中的範圍，找出 40-50，70-80，100-110，130-150 °C 的位置
 - 2.把溫度計固定在要測的位置
 - 3.用木夾或剪刀分別將 30 顆蠶繭夾起，放在酒精溫度計感溫端的旁邊
 - 4.測試不同溫度 1 分鐘，紀錄蠶繭各有什麼變化，並與木夾對照比較



結果：1.對所有的蠶繭來說，短時間在外界溫度 80°C 以下，是安全的。

2.外界溫度達 100-150°C 時，所有的蠶繭都開始被破壞。但在短時間內，破壞只在向火的表面。木夾無變化。

3.直接在火蕊上燒，10 秒內對所有的蠶繭都是冒煙→起泡→著火→燒焦→黑灰。而木夾只有變黑。

- 討論：1.蠶繭無法防火。木料對高溫的忍受度比蠶繭好。對蠶蛹來說，火是致命的。
2.雖然蠶繭可以耐溫到 80°C，但是恐怕蛹早就熱死在裡面。

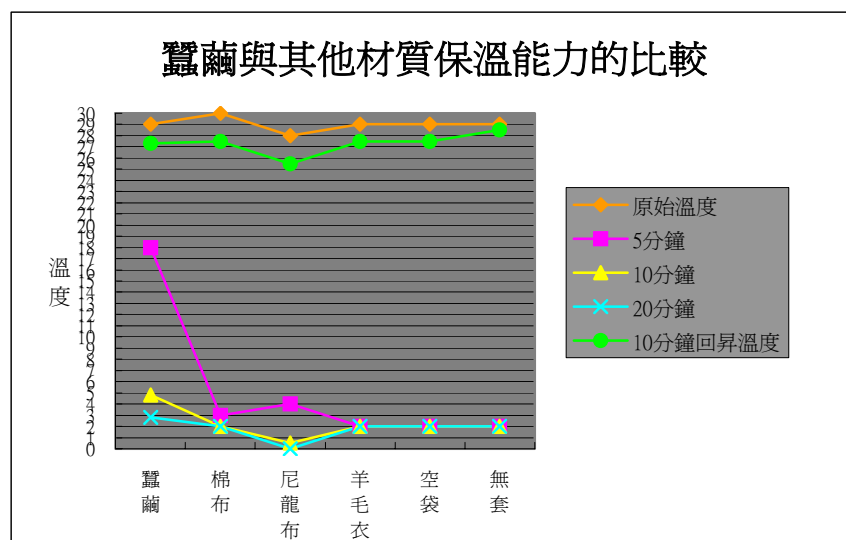
實驗八：蠶繭保溫能力的測定

相關理論：熱的傳導快慢中，固態最佳；固態之中，金屬較佳，非金屬較差。(27) 棉花是熱的不良導體，蓋棉被可減少體熱散失。繭和棉一樣有保溫功能。

問題：蠶蛹躲在繭裡，如果寒流來了，蠶繭會保暖嗎？

- 步驟：1.把每一種材質(棉布、尼龍布、羊毛衣、塑膠袋、21 顆蠶繭)包住溫度計 1 層， 5 分鐘後記錄每支溫度計的原始溫度
2.把包著各種材質的水溫計插入試管架，再放入裝好冰塊水的盆子裡，開始計時
3.觀察並記錄滿 5 分鐘、10 分鐘、20 分鐘時，溫度比原始溫度差多少

結果：



前 5 分鐘溫度下降最快

- 討論：1.所有的材質當中，蠶繭的保溫能力最好，無論是在外界溫度下降或回升時，繭內的溫度改變都較慢。
2.天氣變冷時穿蠶絲衣物可能比羊毛衣好；在夏天穿緊身絲質衣服，可能較不能散熱。

3.相對於其他材質來說，對蠶蛹最好的選擇仍舊是蠶繭，繭可以讓溫度保持在比較穩定的狀況下，適合喜歡生存在 25-28°C 小溫差範圍的蠶家族。

4.防止受測定材質被冰水浸濕的塑膠袋沒有干擾保溫結果。



實驗九：蠶繭避震能力的測定

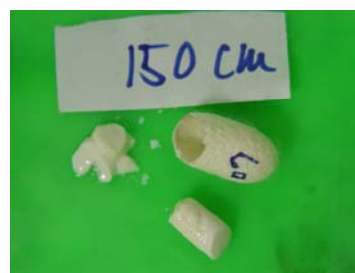
相關理論：常用的避震材料為金屬彈簧或橡皮墊。週全的設計可使系統的共振頻率降至 2-3Hz，已可屏蔽大部分的環境震動干擾。在打羽毛球或網球時，在手腕處戴上彈性護腕能協助吸收打球或接球時產生之瞬間能量，以避免關節或肌骨受傷。(24) (25)

問題：蠶繭從樹上掉下來，會不會讓蠶蛹摔死？

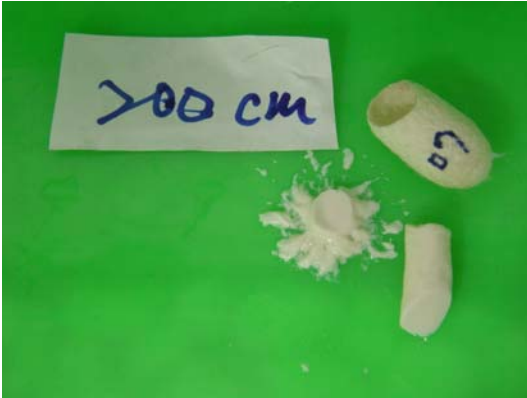
步驟：1.選用繭口較小的繭，用吸管吸出約 1cm 長的豆腐，放入蠶繭裡

2.直尺標出 1、1.5、2.0m 高度，把豆腐（對照組）和裝有豆腐的蠶繭（實驗組）分別從不同的高度自由落下

3.觀察並紀錄從每個高度落下來時，豆腐外表的改變情形



照片內左側：
對照組豆腐
右側：
受測繭倒出的豆腐



繭 13-30 在
2.0m 受測
結果

結果：1.豆腐在蠶繭中從 2 公尺以內自由掉落，即使繭有缺口，但是 100%都保持完整。
2.對照組的豆腐的外表隨著高度的增加而變的更爛。

討論：1.如果蠶繭從 2 公尺，甚至更高的桑樹上掉落，蠶蛹應該不容易受傷。因為正常的繭是完整無缺的，所以吸震能力更好。
2.沒想到蠶繭的防震能力這麼優秀！我們推測是因為 8 字型的迂迴方式和蠶絲的彈性，在加上橢圓形的中空構造，而能夠很快的吸收掉掉落地面的瞬間能量。

實驗十：蠶繭的耐酸度、耐鹼度 [top](#)

相關理論：愈酸或愈鹼的腐蝕性愈強。(07)

問題：1.酸和鹼，是誰對蠶繭的破壞力比較強？

2.蠶蛾在破繭之前會吐液體，出繭後會解褐色液體，這兩種液體是酸性還是鹼性呢？

步驟：1.酸和鹼，是誰對蠶繭的破壞力比較強：小心操作

(1) 將強鹼(稀釋通樂,pH=12)與強酸(冰醋酸,pH=2)分別倒入燒杯中

(2) 把繭個別浸入兩個燒杯中

2.蠶蛾排出來的液體是酸性還是鹼性：直接取酸鹼試紙在剛出蠶蛾的繭口和排出物測試

結果：1.在 pH=12 的液體中 10 分鐘後就發生溶解；在 pH=2 的液體中 10 天內就成為透明。

2.剛破的繭口，pH=8；蠶蛾的排泄物，pH=5。

討論：1.鹼對繭的破壞力比酸厲害。難怪現在喜歡用通樂解除馬桶、水管的阻塞。

2.蠶蛾吐出的液體是弱鹼性可以讓自己容易鑽出繭。

3.所以防水性實驗中，被蠶蛾分泌物沾到的蠶繭防水能力較差。



陸、研究結果

1. 蠶繭密度大約是 5245.5 條蠶絲/ mm^2 ；蠶繭的可通過的孔隙大小約是 $4.20\ \mu\text{m}$ 。
2. 對身材是 $1*3\text{mm}$ 大小的茶色蟻來說，無法進出封閉的蠶繭。
3. 有 90.3% 的蠶繭能防止外界的水滲進。有 94% 的蠶繭繭內的防水滲漏能力可以至少維持 5 天。
4. 100% 的蠶繭讓水蒸氣容易進出。90% 的蠶繭可以允許線香在封閉的繭中燃燒，但燃燒速度是在空氣中的 76%。甲醇可在繭中揮發，揮發的甲醇量是沒有繭的 0.775 倍。
5. 有繭套住的泡棉膠表面平均塵埃數約是 8.4 粒；沒繭的對照組是 79 粒。
6. 對所有的蠶繭來說，短時間在外界溫度 80°C 以下，是安全的。 $100-150^\circ\text{C}$ 時，所有的蠶繭構

造都開始被破壞，但是在短時間以內，破壞只會在向火面的外表。直接在火蕊上燒，對所有的蠶繭都是具毀滅性的。

7. 蠶繭的保溫能力比羊毛、棉布、尼龍布好。
8. 嫩豆腐在蠶繭中從 2 公尺以內自由掉落，即使繭有缺口，但是 100%都保持完整。
9. 蠶蛾吐出來的液體 pH=8；排泄物 pH=5。酸和鹼都會使蠶繭變柔軟，但是鹼對蠶繭具有很明顯的溶解力。

柒、討論

一. 蠶繭 8 字型特殊、緻密的織法，和橢圓中空的造型使蠶繭具有以下的優點：

1. 能防螞蟻攻入，也可以防蟻。
2. 蠶蛹躲在繭中，就算遇到大雨或掉入水中，大多可以安然無恙。
3. 透氣性不錯，可以供應蠶蛹在繭中不會悶死。
4. 防塵能力的確很好，蠶蛹住在裡面即使經數個月的冬眠也不會變的灰頭土臉。
5. 可以讓溫度保持在比較穩定的狀況，適合喜歡生存在 25-28°C 小溫差範圍的蠶家族。
6. 如果蠶繭從 2 公尺，甚至更高的桑樹上掉落，蠶蛹應該不容易受傷。因為繭的吸震能力一級棒！

但是，蠶繭的天然蠶絲蛋白成分，也有下面的缺點：

1. 蠶繭無法防火。對蠶蛹來說，火是致命的，可以在 10 秒內完全變成黑灰。
2. 酸和鹼都可以使蠶絲蛋白發生化學變化，使蠶繭的防禦能力變差。

二、誰說「作繭自縛」，應該是「作繭自保」。

捌、結論

做完了實驗，我們發現蠶繭具有非常的價值。蠶繭的非常價值並不是來自大家熟知的蠶絲對人類紡織上的貢獻，而是啟發了我們一種想法——蠶繭的結構和材質可以開發成一個讓人類休息的安全、舒適空間，我們先稱之為：**皇家繭堡**。

皇家繭堡是一顆放大的繭，無論是外形、材質或結構都模仿自蠶繭。它的優點如下：

好安全 超隱密
不需暖氣 不冷 不熱 不用冷氣
裡不往外看 外無法內看
雨不漏進 微光照來
摔落不受害 上拋也愛待
火燒難燃起 **皇家繭堡** 緊密蟲不襲
不沾塵免洗 輕柔卻綿密
梅雨濕不入 不需除濕機
過濾空氣新 不需清淨機
沙塵來襲 沙不進裡
既乾爽 又清新

如果在家裡擁有一顆皇家繭堡，那我們就不需要床、空氣清淨機、蚊帳……；. 如果擁有一顆皇家繭堡，那出去露營就不需要帳棚。

我們可以進一步研究人造蠶絲蛋白的方法，這樣建造皇家繭堡的材料就不用煩惱了！



皇家繭堡模型

玖、參考資料及其他

01. 林立 譯 螞蟻 光復書局 81.03
02. 姚昭銘等 國民小學自然課本第六冊第三單元 第二版 翰林出版 P.30-P.45 92..2
03. 國立編譯館 國民小學自然課本第六冊第三單元 初版 國立編譯館 P.30-P.47 91.1
04. 國立編譯館 國民小學自然課本第十冊第一單元 初版 國立編譯館 P.4-P.12 92.1
05. 陳運造 我要認識多變的家蠶 第二版 臺北市 渡假出版 88 年
06. 黃崇城 國民小學自然課本第十冊第七單元 初版 台北市 牛頓開發 P.60-P.67 91.1
07. 湯烈漢 理化基測飆分寶典 初版 育成書局 P.259 93.8
08. 鄧美貴 國小自然與生活科技第八冊第二單元 初版 台北市 康軒文教 P.18-P.31 94.2
09. 劉增城 家蠶的一生 農委會苗栗區農業改良場 91.02.01
10. 羅倫斯·蒙德 著 昆蟲 英文漢聲 85
11. 蠶的一生 台灣蠶業文化管導覽簡介 行政院農業委員會苗栗農業改良場
12. 織密度 http://www.luna-casa.com/lunacasa/item.asp?item_id=124141
13. 蟻酸 <http://www.pts.org.tw/~web02/followme/taichung-9.htm>
14. 塵蟎大小 <http://www.superdoors.com/house.htm>
15. 1000 奈米=1 微米 <http://www.etio2.com/newif/tio2-9.htm>
16. 水分子的體積 <http://www.yeanjih.com.tw/professional/wonderful-2.htm>
17. 塵埃大小 <http://www.mliusa.com/Chinese/handling.htm>
18. 過濾塵埃 http://www.superdoors.com/new_page_6.htm
19. 蠶織繭密度 <http://203.68.72.6/pigtop/index4.htm>
20. 來去苗栗 <http://www.ettoday.com/2004/03/28/11053-1607819.htm>
21. 防火建材 <http://myweb.hinet.net/home2/sencofire/inspect.htm>
22. mk6 防火具 <http://myweb.hinet.net/home2/sencofire/mk6.htm>
23. 防火紗線布 <http://www.neolite.com.tw/china-main.htm>
24. 顯微鏡避震材料 <http://www.phys.sinica.edu.tw/~nano/stm.htm>

25. 人體避震材料 <http://www.badminton.tcu.edu.tw/ind/a0205.htm>
26. 蠶蛹氣門數目 http://www.nhctc.edu.tw/class/nature/n6/n6_3_4.htm
27. 熱的傳播 <http://www.cyhs.tp.edu.tw/phychem/1-6.htm>



中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

佳作

081548

天蠶外傳～蠶繭的研究

私立慈濟大學實驗國小

評語：

1. 研究動機活潑，實驗設計有趣且合乎科學。
2. 學生解說清晰，態度認真且誠實。
3. 研究材料與方法生活化佳。
4. 文獻引用格式不正確。
5. 摘要撰寫內容方式有誤。