

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組生物(生命科學)科

040707

國立臺中第一高級中學

指導老師姓名

張建鴻

呂宗信

作者姓名

張恆豪

蔡承烜

馮冠霖

蕭鈞文

# 第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生物科

組別：高中組

作品名稱：蕨處蟲生？

—蕨類對麵包蟲化蛹、生存及活動力之影響

關鍵詞：蕨類、麵包蟲、化蛹

編號：

## 壹、摘要

本實驗為觀察大擬步行蟲(俗稱麵包蟲)食用蕨類後的行為、生長發育及對其變態的影響。首先利用校園內常見的蕨類(毛蕨、鳳尾蕨)、不同部位(小葉、葉柄、孢子)及供應質量的不同，探討其對麵包蟲影響的差異，之後並根據測量麵包蟲的活動力來驗證蕨類影響其化蛹的機制，最後更進一步利用高中所學的化學分析方法來探討此可能潛藏的蕨類代謝產物的性質。我們發現毛蕨及鳳尾蕨中都含有某代謝產物會抑制麵包蟲化蛹及致死，其中以毛蕨的效果較顯著，而根據研究結果此物質應為脂溶性，在毛蕨各部位中比例不同，且濃度上升時，其效果亦顯著上升，此外，我們也藉由測量麵包蟲活動力的實驗，說明毛蕨可能含有擬青春激素，且其有維持麵包蟲活動力之功能；反言之，未食用蕨類之正常麵包蟲的活動力下降可能和青春激素分泌量的下降有關。

## 貳、研究動機

在多樣的生物世界中，生物會繁衍出各種保護機制，防止天敵襲擊。而我們由高中基礎生物課本得知許多生物之間，會有相互影響的作用存在。在日常生活中，我們發現蕨類植物鮮少有病蟲的危害。後來在某個機緣下社團採買了一些麵包蟲，剛好手邊有些蕨類植物，因好奇就把它直接餵食給麵包蟲吃，幾個禮拜後赫然發現有些幼蟲並沒有進入化蛹週期，甚至因而死亡。我們得知蘚苔植物以及裸子植物皆會產生一些代謝產物，抑制特定昆蟲化蛹，甚至使之死亡(林政行, 昆蟲與植物的共同演化, 1984)，然而在演化的歷程中介於蘚苔植物以及裸子植物之間的蕨類植物，是否也擁有同樣之機制？其抑制效果如何？若能從植物體中提煉出此成分，或許對病蟲害整體的生態，能產生長久的抑制影響，這亦是本實驗期望在生物防治上的應用。

## 參、研究目的

藉麵包蟲了解蕨類影響昆蟲化蛹、生存及活動力的機制。

## 肆、實驗設備及器材

- 一、終齡大擬步行蟲 (*Tenebrio molitor* L. 以下使用其俗稱麵包蟲)
- 二、新鮮小毛蕨 (*Cyclosorus acuminatus* Nakai ex H. Ito 以下簡稱毛蕨)(含營養葉及繁殖葉)
- 三、新鮮鱗蓋鳳尾蕨 (*Pteris vittata* L. 以下簡稱鳳尾蕨)(含營養葉及繁殖葉)
- 四、低筋麵粉
- 五、檯燈
- 六、燒杯
- 七、電子秤
- 八、果汁機
- 九、離心機



↑ 小毛蕨之照片



→ 鳳尾蕨之照片

- 十、烤箱
- 十一、除濕機
- 十二、打點計時器、滑車、軌道

→  
麵包蟲照片



## 伍、研究過程或方法

### 一、前置作業：

#### (一) 餵食基質的製作：

1. 量取一定質量的蕨類。
2. 以果汁機打碎至均質狀。
3. 與定量之低筋麵粉充分混合。
4. 將麵糊製成餅狀，置入烤箱定溫乾燥（約 80°C）。

#### (二) 蕨類乾重濕重百分比（乾重/濕重）的測量：

1. 取 10.0 克之蕨類。
2. 置入定溫烤箱烘乾後（150°C），秤其質量。

#### 3. 結果：

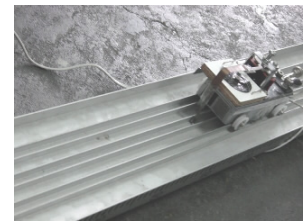
- (1) 毛蕨：乾重/濕重 = 25.3%  $\approx$  25%。
- (2) 鳳尾蕨：乾重/濕重 = 31.2%  $\approx$  30%。

#### (三) 環境變因維持：

溫度：在室內利用檯燈維持溫度約於 24.0~25.0°C（常溫）。

#### (四) 麵包蟲軌道的製作：

利用本校物理測量 g 值之實驗裝置加以改良製成。在一附有打點計時器的滑車前端加裝一鐵釘，使其能以約 2 次/秒的固定頻率在長 100.0cm 空隙寬約 0.4cm 的軌道上敲擊前進。



↑麵包蟲軌道

### 二、實驗一：不同蕨類對麵包蟲化蛹及生存的影響。

(一) 取乾重 10.0g 毛蕨（濕重約為 40.0g）混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>1</sub>。

(二) 取乾重 10.0g 鳳尾蕨（濕重約為 33.3g）混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 B<sub>1</sub>。

\* 基質 A<sub>1</sub>、基質 B<sub>1</sub> 含蕨類濃度皆約為 10%。

(三) 取 100.0g 低筋麵粉製成基質 C。

(四) 分別在基質 A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>、C 中置入 20 隻麵包蟲。

(五) 於 60 日之後，記錄其化蛹、死亡、存活未化蛹數量並比較之。



↑實驗一麵包蟲餵食基質之情形

### 三、實驗二：毛蕨不同部位對麵包蟲化蛹及生存的影響。

(一) 取乾重 10.0g（濕重約為 40.0g）毛蕨營養葉之小葉，混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>21</sub>。

(二) 取乾重 10.0g（濕重約為 40.0g）毛蕨營養葉之葉柄，混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>22</sub>。

(三) 取乾重 10.0g（視為無乾溼重之分）毛蕨繁殖葉之孢子，混合低筋麵粉至 100.0g

製成基質 A<sub>23</sub>。

\* 基質 A<sub>21</sub>、基質 A<sub>22</sub>、基質 A<sub>23</sub> 含蕨類各部位濃度皆約為 10%。

(四) 取 100.0g 低筋麵粉製成基質 C。

(五) 分別在基質 A<sub>21</sub>、A<sub>22</sub>、A<sub>23</sub>、C 中置入 20 隻麵包蟲。

(六) 於 60 日之後，記錄其化蛹、死亡、存活未化蛹數量並比較之。

四、實驗三：毛蕨供應質量之差異對麵包蟲化蛹及生存的影響。

(一) 取乾重 1.0g 毛蕨（濕重 4.0g）混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>31</sub>（濃度 1%）

(二) 取乾重 4.5g 毛蕨（濕重 18.0g）混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>32</sub>（濃度 4.5%）

(三) 取乾重 8.0g 毛蕨（濕重 32.0g）混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>33</sub>（濃度 8%）

(四) 取乾重 13.0g 毛蕨（濕重 52.0g）混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>34</sub>（濃度 13%）

(五) 取乾重 18.5g 毛蕨（濕重 74.0g）混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>35</sub>（濃度 18.5%）

(六) 取 100.0g 低筋麵粉製成基質 C。

(七) 分別在基質 A<sub>31</sub>、A<sub>32</sub>、A<sub>33</sub>、A<sub>34</sub>、A<sub>35</sub>、C 中置入 20 隻麵包蟲。

(八) 於 60 日之後，記錄其化蛹、死亡、存活未化蛹數量並比較之。

五、實驗四：餵食毛蕨對麵包蟲於化蛹前活動力之影響。

(一) 取乾重 25.0g 毛蕨（濕重為 100.0g）混合低筋麵粉至 400.0g 製成製成基質 A<sub>4</sub>。

(二) 取 400.0g 低筋麵粉製成基質 C'。

(三) 分別在基質 A<sub>4</sub>、C' 中置入 20 隻麵包蟲。

(四) 每隔 2 日，於 AM0:00 時，從基質 A<sub>4</sub> 及基質 C' 中取出未化蛹之活體 3 隻，利用前置作業完成之麵包蟲軌道量測其活動力（若活體不足三隻則重複測量）。

(五) 量測方法：

在麵包蟲後 0.5cm 處，以裝載有打點計時器及鐵釘之滑車刺激其行走，並於一分鐘後測量其移動距離。

(六) 連續紀錄 60 日後，統計數據。

六、實驗五：蕨類之水及乙醚萃取物對麵包蟲化蛹及生存的影響。

(一) 取乾重 12.5g 毛蕨之小葉（濕重 50.0g），加入 150.0ml 蒸餾水以果汁機打碎至均質狀後，使用紗布過濾，分離濾液及殘留物。

(二) 將殘留物風乾，混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>51</sub>。

(三) 將濾液風乾，混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>52</sub>。

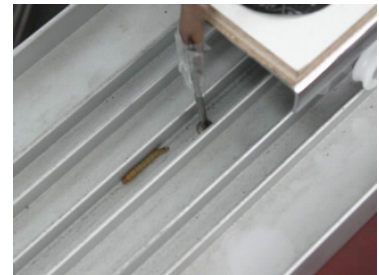
(四) 另取乾重 12.5g 毛蕨之小葉，重複步驟一得濾液。

(五) 在濾液中加入 150.0ml 之乙醚，均勻搖晃後使用離心機將之分離（2500rpm 使用五分鐘）。

(六) 將最上層之乙醚溶液層，中層之水溶液層取出置入抽氣櫃風乾。

(七) 將風乾後乙醚溶液之殘留物，混合低筋麵粉至 100.0g 製成基質 A<sub>53</sub>。

(八) 將風乾後水溶液之殘留物，混合低筋麵粉至



↑ 實驗四量測活動力實際情形



↑ 離心後之照片：上層為綠色乙醚萃取液，中層為固態纖維，下層為深紅色水萃取液。



100.0g 製成基質 A<sub>54</sub>。

(九) 取乾重 12.5g 毛蕨之小葉，混合低筋麵粉至 100.0g 直接製成基質 A<sub>55</sub>。

(十) 取 100.0g 低筋麵粉直接製成基質 C。

(十一) 分別在基質 A<sub>51</sub>、A<sub>52</sub>、A<sub>53</sub>、A<sub>54</sub>、A<sub>55</sub>、C 中置入 20 隻麵包蟲。

(十二) 於 60 日之後，記錄其化蛹、死亡、存活未化蛹數量並比較之。

\* 基質照片：(以實驗五為例)



↘由左上至右下：基質 A<sub>51</sub>、基質 A<sub>52</sub>、基質 A<sub>53</sub>、基質 A<sub>54</sub>、基質 A<sub>55</sub>、基質 C。

## 陸、研究結果

一、實驗一之資料分析：

(一) 表格一-1：實驗數據：

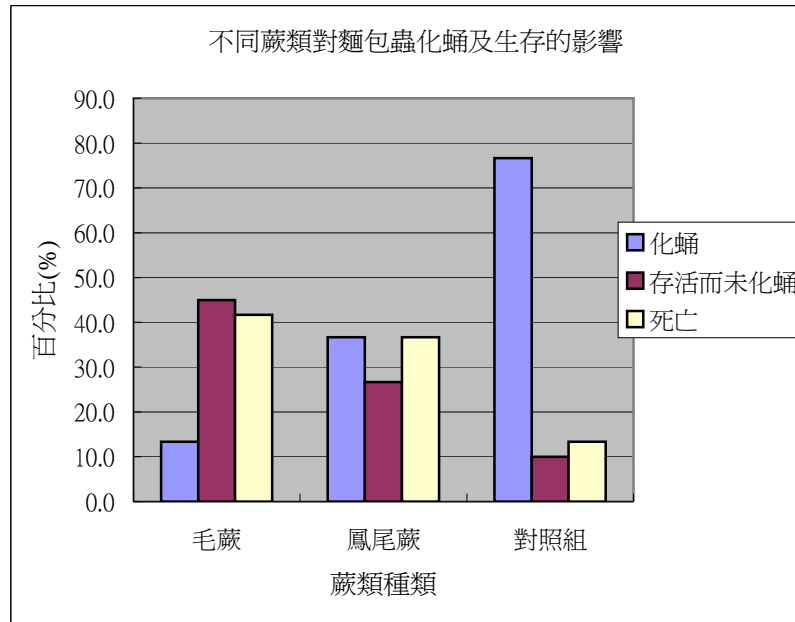
(單位:隻)	基質 / 餵食蕨類	基質 A <sub>1</sub> / 毛蕨	基質 B <sub>1</sub> / 鳳尾蕨	基質 C / 對照組
Rep.1	化蛹	4	7	15
	存活而未化蛹	8	5	2
	死亡	8	8	3
Rep.2	化蛹	2	8	15
	存活而未化蛹	9	5	3
	死亡	9	7	2
Rep.3	化蛹	2	7	16
	存活而未化蛹	10	6	1
	死亡	8	7	3

\*Rep 代表實驗重複三次。

(二) 表格一-2：統計分析 T 檢定 (\*代表有顯著差異【P<0.05】)：

	毛蕨與對照組	鳳尾蕨與對照組	毛蕨與鳳尾蕨
化蛹	*P<0.001	*P<0.001	*P=0.002
存活而未化蛹	*P=0.001	*P=0.004	*P=0.003
死亡	*P<0.001	*P<0.001	P=0.051

(三) 圖表一：



二、實驗二之資料分析：

(一) 表格二-1：實驗數據：

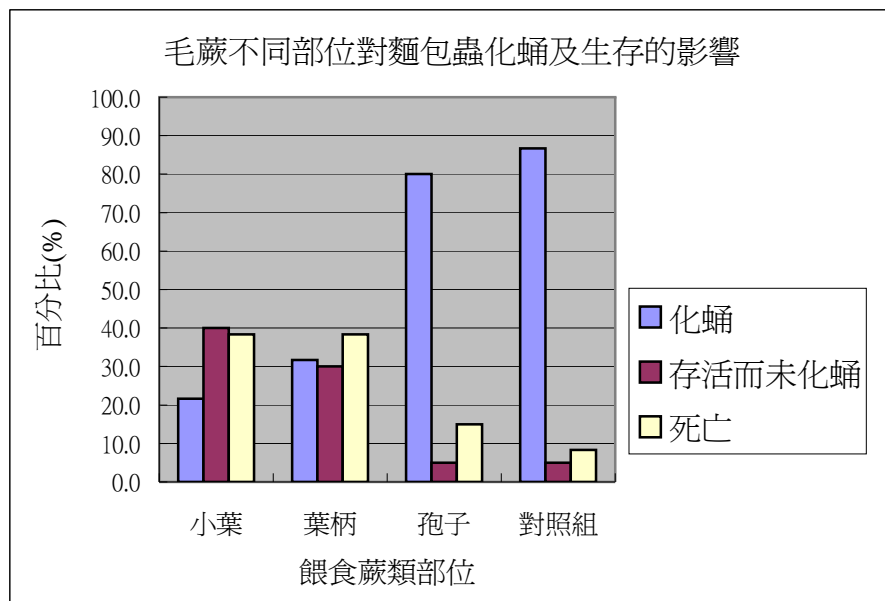
(單位:隻)	基質/ 餵食毛蕨之部位	基質 A <sub>21</sub> / 小葉	基質 A <sub>22</sub> / 葉柄	基質 A <sub>23</sub> / 孢子	基質 C/ 對照組
Rep.1	化蛹	4	7	15	18
	存活而未化蛹	7	5	2	0
	死亡	9	8	3	2
Rep.2	化蛹	5	5	16	17
	存活而未化蛹	8	6	0	2
	死亡	7	9	4	1
Rep.3	化蛹	4	7	17	17
	存活而未化蛹	9	7	1	1
	死亡	7	6	2	2

\*Rep 代表實驗重複三次。

(二) 表格二-2：統計分析 T 檢定 (\*代表有顯著差異【P<0.05】)：

	小葉與對照組	葉柄與對照組	孢子與對照組	小葉與葉柄
化蛹	* P<0.001	* P<0.001	P=0.058	* P=0.028
存活而未化蛹	* P=0.001	* P=0.002	P=0.500	* P=0.035
死亡	* P=0.001	* P=0.002	P=0.058	P=0.500

(三) 圖表二：

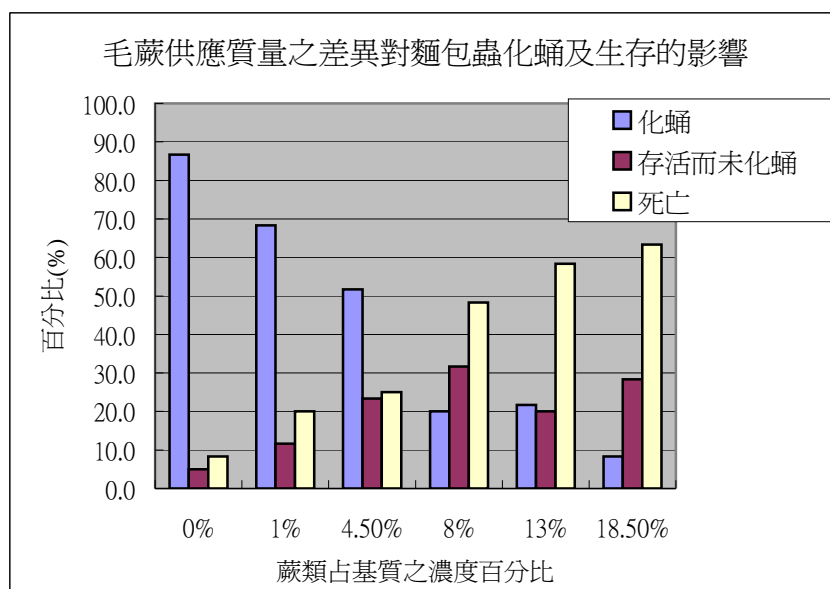


三、實驗三之資料分析：

(一) 表格三：實驗數據：

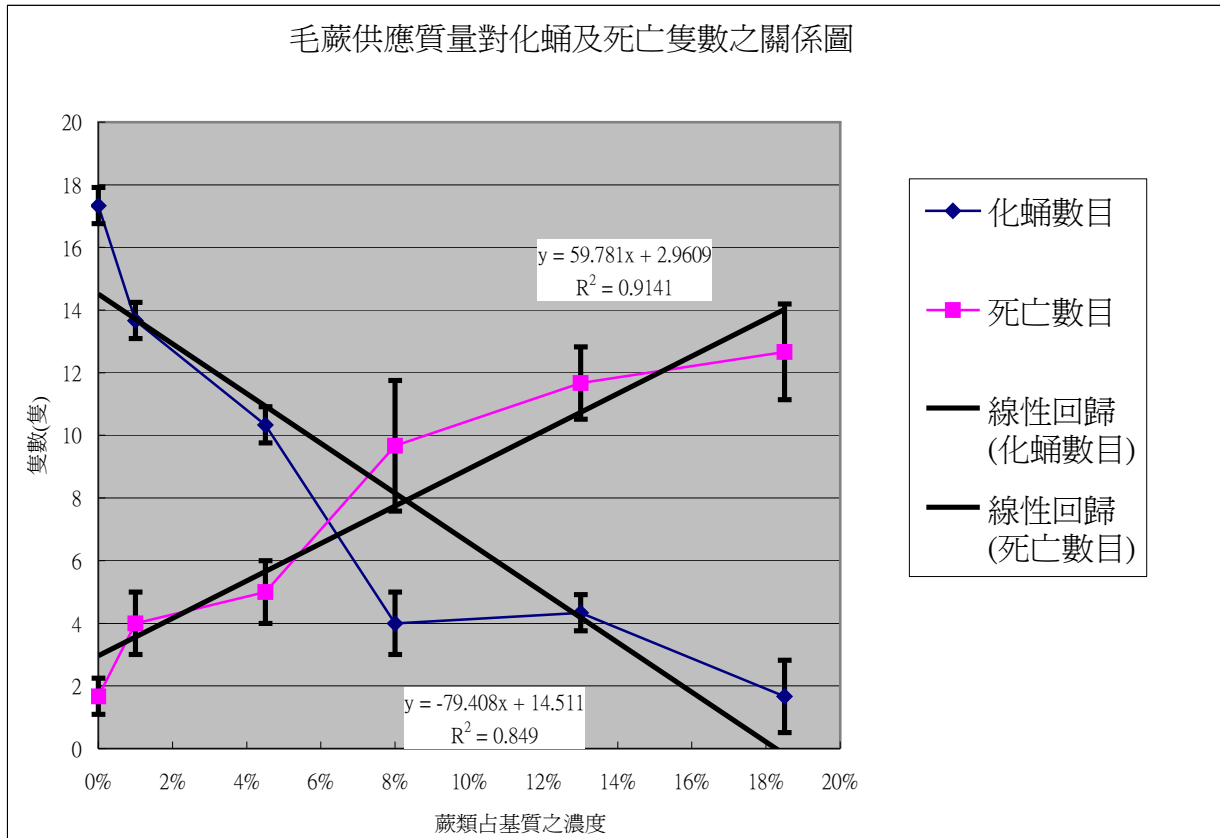
(單位:隻)	基質/ 基質含蕨葉之 濃度(%)	基質 C/ 0%	基質 A <sub>31</sub> / 1%	基質 A <sub>32</sub> / 4.5%	基質 A <sub>33</sub> / 8%	基質 A <sub>34</sub> / 13%	基質 A <sub>35</sub> / 18.5%
Rep.1	化蛹	17	13	10	4	5	3
	存活而未化蛹	1	4	4	7	4	6
	死亡	2	3	6	9	11	11
Rep.2	化蛹	18	14	11	3	4	1
	存活而未化蛹	0	1	5	5	3	5
	死亡	2	5	4	12	13	14
Rep.3	化蛹	17	14	10	5	4	1
	存活而未化蛹	2	2	5	7	5	6
	死亡	1	4	5	8	11	13

(二) 圖表三-1：





(三) 圖表三-2：



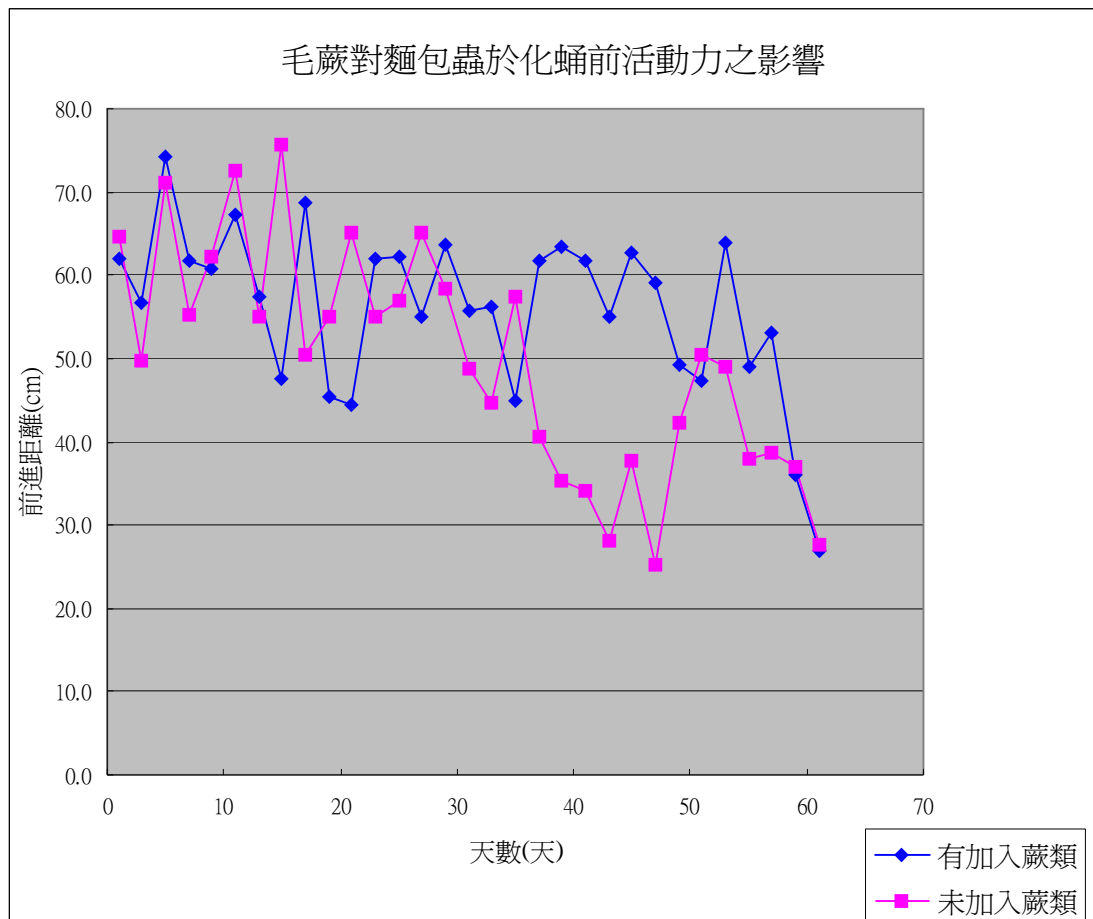
四、實驗四之資料分析：

(一) 表格四：實驗數據 (單位：公分)：

天數	基質 A <sub>4</sub> /有加入蕨類			平均	基質 C'/未加入蕨類			平均
1	63.0	58.0	65.0	62.0	59.0	75.0	60.0	64.7
3	62.0	55.0	53.0	56.7	51.0	64.0	34.0	49.7
5	69.0	71.0	83.0	74.3	82.0	54.0	77.0	71.0
7	64.0	59.0	62.0	61.7	49.0	53.0	64.0	55.3
9	54.0	61.0	67.0	60.7	52.0	67.0	68.0	62.3
11	77.0	64.0	61.0	67.3	72.0	77.0	69.0	72.7
13	57.0	63.0	52.0	57.3	54.0	47.0	64.0	55.0
15	61.0	28.0	54.0	47.7	69.0	81.0	77.0	75.7
17	81.0	58.0	67.0	68.7	49.0	21.0	81.0	50.3
19	21.0	54.0	61.0	45.3	29.0	69.0	67.0	55.0
21	44.0	68.0	21.0	44.3	72.0	64.0	59.0	65.0
23	64.0	59.0	63.0	62.0	47.0	64.0	54.0	55.0
25	56.0	64.0	67.0	62.3	64.0	59.0	48.0	57.0
27	44.0	58.0	63.0	55.0	81.0	51.0	63.0	65.0
29	65.0	57.0	69.0	63.7	65.0	43.0	67.0	58.3
31	68.0	73.0	26.0	55.7	76.0	41.0	29.0	48.7
33	43.0	53.0	73.0	56.3	33.0	49.0	52.0	44.7
35	63.0	51.0	21.0	45.0	67.0	54.0	51.0	57.3
37	81.0	58.0	46.0	61.7	64.0	51.0	7.0	40.7

39	73.0	53.0	64.0	63.3	15.0	67.0	24.0	35.3
41	67.0	55.0	63.0	61.7	20.0	19.0	63.0	34.0
43	33.0	54.0	78.0	55.0	7.0	15.0	62.0	28.0
45	88.0	48.0	52.0	62.7	53.0	29.0	31.0	37.7
47	62.0	72.0	43.0	59.0	44.0	21.0	11.0	25.3
49	29.0	63.0	56.0	49.3	39.0	64.0	24.0	42.3
51	21.0	62.0	59.0	47.3	32.0	61.0	58.0	50.3
53	63.0	68.0	61.0	64.0	63.0	23.0	61.0	49.0
55	21.0	72.0	54.0	49.0	21.0	39.0	54.0	38.0
57	68.0	48.0	43.0	53.0	68.0	5.0	43.0	38.7
59	54.0	45.0	9.0	36.0	54.0	48.0	9.0	37.0
61	49.0	19.0	13.0	27.0	49.0	21.0	13.0	27.7

(二) 圖表四：



五、實驗五之資料分析：

(一) 表格五-1：實驗數據：

(單位:隻)	基質/ 基質成分	基質 A <sub>51</sub> / 紗布過濾 後之殘留 物	基質 A <sub>52</sub> / 紗布過濾 後之濾液	基質 A <sub>53</sub> / 離心後乙 醚萃取液 之殘留物	基質 A <sub>54</sub> / 離心後水 萃取液之 殘留物	基質 A <sub>55</sub> / 未經處理 直接製成 基質	基質 C/ 麵粉- 對照組
Rep.1	化蛹	14	3	5	12	4	15
	存活而未化蛹	3	8	6	4	7	2

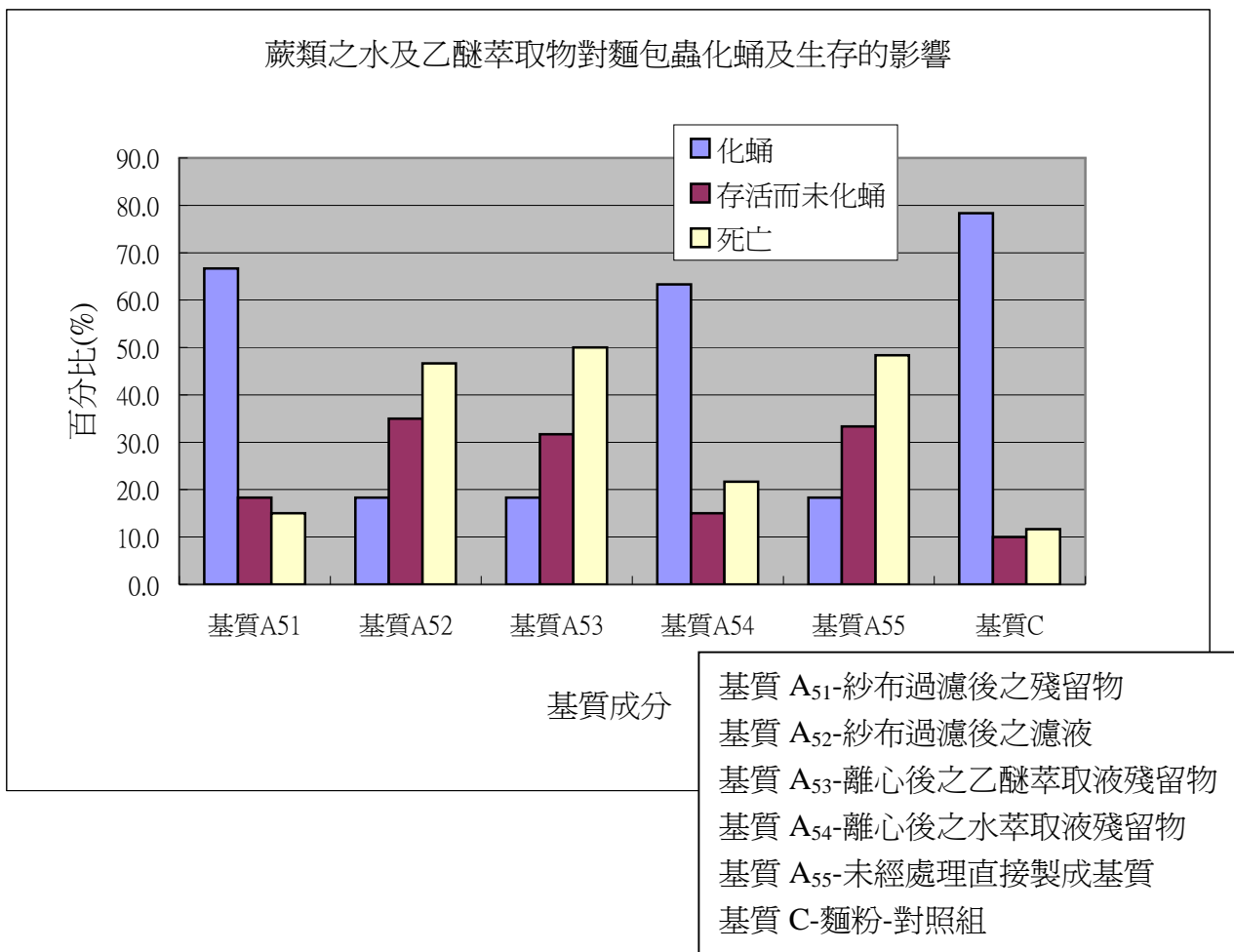
	死亡	3	9	9	4	9	3
Rep.2	化蛹	12	5	3	13	4	17
	存活而未化蛹	4	6	7	3	6	1
	死亡	4	9	10	4	10	2
Rep.3	化蛹	14	3	3	13	3	15
	存活而未化蛹	4	7	6	2	7	3
	死亡	2	10	11	5	10	2

\*Rep 代表實驗重複三次。

(二) 表格五-2：統計分析 T 檢定 (\*代表有顯著差異【P<0.05】)：

	基質 A <sub>51</sub> 與對照組	基質 A <sub>52</sub> 與對照組	基質 A <sub>53</sub> 與對照組	基質 A <sub>54</sub> 與對照組	基質 A <sub>55</sub> 與對照組	基質 A <sub>53</sub> 與基質 A <sub>54</sub>
化蛹	*P=0.034	*P<0.001	*P<0.001	*P=0.008	*P<0.001	*P<0.001
死亡	P=0.187	*P<0.001	*P<0.001	*P=0.007	*P<0.001	*P=0.001

(三) 圖表五：



## 柒、討論

- 一、由實驗一之數據及圖表可發現麵包蟲食用含蕨類之基質後死亡率明顯上升，化蛹率也有下降趨勢。我們推測蕨類中應該有某些抗化蛹物質可阻斷麵包蟲的發育過程，使之停留在終齡無法進入變態生理環節，導致整體化蛹率下降。而死亡率上升的部分，可能是因無法化蛹而內分泌失調而死，或蕨類除了前述的物質外另有他種可使昆蟲致死的成分，亦可能是之前預測的抗化蛹物質實際作用是致死，但因其量不足只能阻斷化蛹而已。
- 二、觀察毛蕨與鳳尾蕨之間：以統計的觀點死亡率並沒有顯著偏差 ( $P>0.05$ )，但探討兩者間存活未化蛹及化蛹的數目，是皆有顯著差異的 ( $P<0.05$ )，會發現毛蕨的化蛹率明顯低於鳳尾蕨，而存活而未化蛹的比例則是鳳尾蕨較低。以此可推測造成此現象的蕨類抗化蛹物質，可能在不同蕨類中有相同成分，但含量不同因而產生不同程度的影響，亦可能是此抗化蛹物質在不同蕨類中有些許的差異。
- 三、由實驗二可得之，毛蕨的複葉中，小葉和葉柄均有顯著抑制化蛹及致死的影响力 ( $P<0.05$  顯著偏差)，而孢子與對照組的影響力均趨近於零。小葉和葉柄兩者間，存活化蛹、未化蛹及死亡的比率，以統計來說偏差很小的 ( $P>0.05$ )，但在化蛹率有較明顯的差異 ( $P<0.05$ )，因此推測此抗化蛹物質於毛蕨各部分構造中比例不同，這可能與毛蕨體內代謝物分布的差異有很大的關聯。
- 四、由實驗三中可發現，蕨類占基質的濃度越大，影響麵包蟲化蛹及死亡的效力也越強。從圖表 3-2 的回歸曲線，可得知蕨類的相對含量越高其對麵包蟲的影響力亦有漸增的效果，不但死亡率大增 ( $R^2 = 0.9141$ )，而化蛹率亦降為極低 ( $R^2 = 0.849$ )。由此可推測此抗化蛹物質可能具有累加性，且其含量越高影響越大。但因受限於基質的製作，此實驗只做到約 20% 的濃度，但對麵包蟲化蛹及死亡均已產生巨大的效果，故推測其曲線應會達到某程度後漸趨穩定。而由此實驗亦可得知，只要少量的蕨類即可對麵包蟲產生極大的影響，這在應用上有很大的幫助。
- 五、我們知道昆蟲於化蛹前，其活動力會降低一段時間 (Gullan P. J., Cranston P. S 徐堉峰, 昆蟲學概論, 2002.)。從圖表五，可知約在 30 日起左右，無餵食含蕨類基質的麵包蟲，可能因其逐漸進入變態週期，故平均活動力的折線有下降的趨勢；而餵食含蕨類基質的麵包蟲，其平均活動力並沒有下降，故由此可印證蕨類必含有某種代謝產物，其在 30-50 天間有維持麵包蟲活動力的功能。然而兩者最後活動力皆下降可能為生活週期到尾聲，有能力化蛹者已經化蛹，而無能力化蛹者也快死亡。此外，後者曲線最後的交點仍為整個圖形中極低的一點，可推知此代謝物質對於麵包蟲來說，不能長久維持其活動力。
- 六、昆蟲在最後一齡，蛻皮激素(Ecdysone)濃度變得十分低，使青春激素(Juvenile Hormone)下降至低於閾值後，蛻皮激素又會上升使幼體發育成蛹 (Gullan P. J., Cranston P. S 徐堉峰, 昆蟲學概論, 2002.)。而本實驗以餵食進行，應是增加某種物質，且根據活動力的實驗結果，發生影響的階段是在化蛹前，故若是以干擾激素運作以達抑制化蛹的結果，應是和

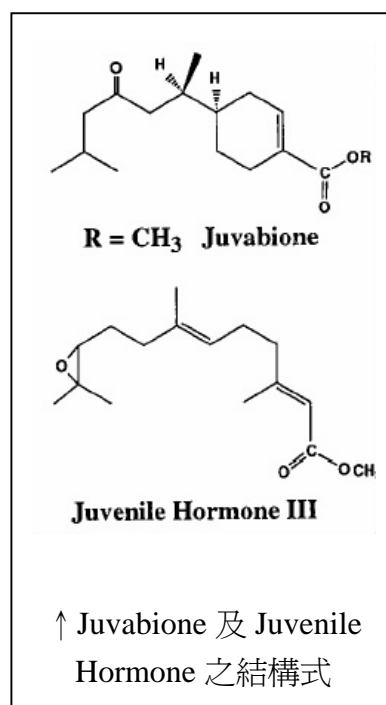


↑左至右，上至下依序為剛蛻皮之幼蟲、正常幼蟲、死亡幼蟲、正常蛹，正常成蟲

正常趨勢相反，故推測增加的物質應是類似青春激素的效用，以違反原本應該具下降趨勢的青春激素。

綜合〈討論五、六〉，本實驗未餵食蕨類之麵包蟲在化蛹前青春激素下降，且活動力下降，又蕨類植物內確實含有一些化學物質(其中一種稱為保幼酮 Juvabione)會對昆蟲化蛹產生影響，因此類物質在結構上與昆蟲體內的青春激素相似，會干擾昆蟲變態，使之不能化蛹甚至因此死亡

(Balandrin, M. F., J. A. Klocke, E. S. Wurtele, and W. H. Bollinger, Science, 1985) (Pear Industry Pest Management Project, Washington State Horticultural Association, 2001)，故經本實驗餵食蕨類後的麵包蟲，可改變原本化蛹前該下降之青春激素的趨勢，並使之維持活動力。由上述我們推斷本實驗中的毛蕨應含有某種抗化蛹物質，而該物質具備擬青春激素的效果，且有維持麵包蟲活動力之功能；反言之，未食用蕨類之正常麵包蟲的活動力下降可能和青春激素分泌量的下降有關。



七、由實驗五中的結果發現：紗布過濾液、離心後乙醚萃取液、及直接製成基質三者相對於對照組，皆有顯著的抑制效果 ( $P < 0.05$ )，因此我們可得知此抗化蛹物質在過濾之後，其存在的位置主要在濾液中。而濾液再以乙醚離心萃取後，乙醚萃取液殘留物的效果顯著優於水萃取液殘留物 ( $P < 0.05$ )，故可推知毛蕨中的抗化蛹物質應為極性小的脂溶性成分，和擬青春激素的性質相似，吻合之前的推論，而且該物質只需少量即可使麵包蟲受到影響。

八、近期及未來的研究方向：

(一) 為了進一步證明〈討論六〉之推論，若能實際購得保幼酮或是青春激素，直接製成基質餵食，並測量其活動力後將曲線與圖表四對照，將可驗證之。但礙於時間、器材之不足及藥品購買之不易，本實驗尚在進行中。

(二) 我們在實驗過後曾發現食用蕨類仍成功化蛹者，其中有部分為畸形蛹；而羽化為成蟲的個體，某些與正常之成蟲在型態上如顏色會有差異，因此探討此成蟲及其下一代生存的情形亦是未來可研究的。

(三) 在實驗一中造成鳳尾蕨和毛蕨間的差異，可能是同一成分但不同植物體所含濃度不同，亦可能是由不同成分造成，而這將有賴未來利用大學的化學分析儀器加以探討。

(四) 由以上實驗，我們知道微量的此化學物質即會產生一定程度的影響，但其在短期內的效果並不十分顯著(我們觀察 12.5% 之基質七天內致死率約僅 20%)。故應用來做生物殺蟲劑仍有待進一步的研究，但其在抑制病蟲害整體族群發展的生物防治上，仍有很大的幫助。此外，由於在實驗中我們已將蕨類打成均質狀，故若



↑正常蛹與畸形蛹

將此汁液直接噴灑應仍有效果，這在使用上會是很大的便利。

#### 八、實驗可能誤差：

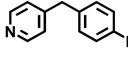
- (一) 室溫控制約 25°C 左右，但並非於恆溫箱內做實驗，因此溫度仍有些許誤差。而溫度若過低，易造成麵包蟲死亡。(張永仁，昆蟲圖鑑—臺灣七百六十種昆蟲生態圖鑑，2002)
- (二) 實驗時的溼度已利用除濕機控制，但仍可能有誤差產生。而若溼度過高，易造成麵包蟲死亡。(張永仁，昆蟲圖鑑—臺灣七百六十種昆蟲生態圖鑑，2002)
- (三) 本實驗麵包蟲已盡量挑選生命週期約為最後兩個月隻麵包蟲，但若有所差異則實驗數據中存活而未化蛹的隻數會有所誤差。
- (四) 麵包蟲個體上的差異，如其食量不一可能會造成其生長發育上的不同。
- (五) 實驗五中，使用紗布過濾及離心萃取，可能因分離不完全，而有部分此抗化蛹物質殘留於紗布過濾後殘留物及離心後水萃取液殘留物中，而離心後之乙醚萃取液殘留物亦可能有部分乙醚未風乾完全。
- (六) 摘取蕨類時，未刻意分別老葉與新葉，可能會因成熟度及含水量不同而影響實驗結果。

#### 捌、研究結論：

- 一、蕨類必產生特定物質，可使麵包蟲的生理代謝受阻而導致無法化蛹或死亡。
- 二、鳳尾蕨和毛蕨於六十天時對麵包蟲造成的影響，死亡率接近，但毛蕨可大幅降低成功化蛹的比例。
- 三、此有效的抑制化蛹或致死成分，於蕨類各部分構造中比例不同，而孢子幾乎沒有。
- 四、此蕨類代謝物質為極性小的脂溶性成分，且濃度上升時，抑制能力顯著上升。
- 五、餵食毛蕨後的麵包蟲於 30 到 50 天時，其活動力相對於對照組甚高許多，而在 60 天時皆到達低點。
- 六、由測量麵包蟲活動力的實驗，說明毛蕨可能含有擬青春激素，且其有維持麵包蟲活動力之功能；反言之，未食用蕨類之正常麵包蟲的活動力下降可能和青春激素分泌量的下降有關。

#### 玖、補充說明

因時間及實驗器材之不足，我們未能實際進行化學分析的檢驗。但我們得知分析青春激素 (Juvenile Hormone) 及擬青春激素 (Juvenile Hormone Mimics) 的方法是將其環氧基 (Epoxide) 與

4-(p-nitrobenzyl)-pyridine 試劑(  $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{C}_5\text{H}_4\text{N}$ ) 形成藍色的衍生物，再利用薄層分析 (Thin Layer Chromatography) 及濾紙色層分析 (Paper Chromatography) 來檢測 (Hammock, L.G., B.D. Hammock and J.E. Casida., Bulletin Environmental Contamination Toxicology 12(6):759-764, Detection and analysis of epoxides with 4-(p-nitrobenzyl)-pyridine, 1974)。但此方法只適用於具環氧基之化合物，因文獻中提及的保幼酮 (Juvabione) 並不具有環氧基，故它的分析方式仍有待進一步查證。

## 拾、參考文獻

- 一、楊榮祥編 高中基礎生物課本 康熙圖書 2003
- 二、郭城孟 蕨類圖鑑—臺灣三百多種蕨類生態圖鑑 遠流出版社 2001
- 三、張永仁 昆蟲圖鑑—臺灣七百六十種昆蟲生態圖鑑 遠流出版社 2002
- 四、Gullan,P. J.,Cranston,P. S 徐堉峰 昆蟲學概論 合記書局總經銷, 2002
- 五、林政行 植物與昆蟲的共同演化 省立博物館 1984
- 六、Balandrin, M. F., J. A. Klocke, E. S. Wurtele, and W. H. Bollinger. Science 228: 1154-60  
Natural plant chemicals: Sources of industrial and medicinal materials 1985
- 七、Washington State Horticultural Association, Pear Industry Pest Management Project, 2001
- 八、Hammock, L.G, B.D. Hammock and J.E. Casida. , Bulletin Environmental Contamination  
Toxicology 12(6):759-764, Detection and analysis of epoxides with  
4-(*p*-nitrobenzyl)-pyridine, 1974



040707 高中組生物科

第一名及最佳創意獎

蕨類蟲生？--蕨類對麵包蟲化蛹生存及活動力之影響

1. 主題具創意。
2. 表達生動清晰。
3. 具深入研究潛力。