

環保工人：「蚯蚓」的貢獻

參賽編號：EN15_07

學校名稱：鳳溪廖潤琛紀念學校

作者：	指導老師：
小五 黃小津 小五 廖啟宏 小五 黃梓益 小五 梁宛琪 小五 張美瞳	廖嘉偉老師



(一) 摘要

有言：「蚯蚓是自然界的農夫，牠們會不斷在土壤中挖洞，增加土壤的透水性，並影響土壤的結構；牠們的排泄物更是天然的肥料，可改善土壤的質量，使植物健康生長。」是次研究集中討論蚯蚓對、土壤、植物生長的關係，我們藉由種植小白菜，配合不同實驗，觀察，藉此了解蚯蚓如何影響著上述的關係。今次的研究結果顯示，蚯蚓對土壤的顏色、pH 值、含水量、質地有直接影響，蚯蚓的存在，對上述的關係有著正面影響。我們希望利用是次研究結果，鼓勵人們用蚯蚓進行堆肥，減少使用化學肥料，為環保出一分力。

(二) 研究動機

「滴滴嗒嗒」的春雨聲在我的耳邊傳來，我在凝望著窗外，一路聆聽著悅耳的雨聲，一路感受著春天的氣息。

「唉吶，不知道校園花圃裡的植物會否被連綿大雨浸壞了？」

我拉著數位同學一同走到花圃中查看，把在露天的小幼苗搬回到室內。怎料，我們發現了一個有趣的現象。「許多蚯蚓正慢慢地爬出泥土表面。」

真想不到一盆小小的盆栽會居住了那麼多的蚯蚓，回常起廖老師的說話。

「蚯蚓是益蟲、是農夫的朋友、是大自然的耕耘者。」

我們真想知道蚯蚓是如何影響土壤和植物的生長呢！

(三) 研究目的

1. 蚯蚓會否影響植物的生長。
2. 蚯蚓會否影響土壤的顏色、pH 值、含水量、質地。

(四) 研究設備與器材

(一) 數碼相機	(四) 栽種盆 x 4	(七) 蚯蚓 x 240	(十) 泥土
(二) 直尺	(五) 小白菜種子	(八) pH 試紙	(十一) 1cm ² 格仔紙
(三) 離子水	(六) 濕度及溫度計	(九) 微波爐	(十二) 跳字磅

(五) 研究過程及方法

在 4 月 13 日至 16 日，我們在校園的花圃中收集了約 240 條蚯蚓，並種植了四盆小白菜。我們根據蚯蚓的體形平均分到 2 盆小白菜的栽種盆中；而另外 2 盆小白菜則沒有放入蚯蚓。在 4 月 17 日開始，在每天的放學後，進行觀察及記錄。分別記錄四盆小白菜發芽的時間、生長情況、葉子、莖部的健康。

可是，在種植實驗的第 12 天，四盆小白菜都相繼枯萎了…

我們決定進行第 2 次的種植，實驗的方式大致相同，不同的是，我們將每盆植物的蚯蚓數量減半為 60 條，以便了解蚯蚓的多少對小白菜發芽，生長的影響。

另外，在第 2 次實驗（5 月 4 日至 6 月 1 日），我們亦記錄了四盆小白菜中的泥土結構及成份有否不同，藉此了解更多蚯蚓的貢獻。因此，實驗亦從植物生長及土壤結構及成份作為研究方向。

(1) 蚯蚓的基本資料

蚯蚓是對環節動物門寡毛綱類動物的通稱。它的身體兩側對稱，具有分節現象；沒有骨骼循環系統是封閉式循環系統，消化管為一由前至後延伸的管狀構造，排泄則經由肛門或腎管進行，喜愛食有機廢物。以皮膚呼吸，會從背孔分泌黏液以保持皮膚的濕潤。（國立台灣大學動物學研究所研究室，2009）

(2) 小白菜的基本資料

本次選用的小白菜屬於十字花科芸薹屬作物，原產於中國。白菜由於葉片較厚，致較耐雨淋，但根部不耐浸水，可全日照，適合排水良好的肥沃砂質土壤，小白菜幾乎全年可種植，種子只需直撥在土中，用手撥弄泥土使之均勻，每天澆水約 1-2 天即可發芽。幼苗需謹慎澆水，約 30 天至 45 天後可採收。(養生食材栽種事典，2006)

(3) 觀察及實驗方法：

1. 用智能電話的測光程式，量度環境的亮度	2. 用肉眼觀察小白菜葉面的顏色及大小
3. 選取最高的枝葉，用直尺量度它的高度	4. 用 pH 試紙測量土壤的酸鹼度
5. 用濕度計量度空氣及泥土的濕度	6. 用溫度計量度空氣及泥土的溫度
7. 運用微波爐進行含水量實驗	8. 運用瓶子進行土壤質地實驗

(4) 種植小白菜實驗 (4 月 17 日 至 4 月 28 日)

不變項	變項
每天澆水 2 次 每次約 50 毫升 日照時間 環境濕度 每盒植物 15 棵種子	植物(1) 約有 120 數蚯蚓 植物(2) 約有 120 數蚯蚓 植物(3) 沒有蚯蚓 植物(4) 沒有蚯蚓



(5) 觀察葉子狀態記錄

是次實驗，我們觀察種子發芽的情況，並依從葉子的外觀、包括面積、顏色、高度來作研究，了解蚯蚓如何改變葉子的狀態。實驗結果如下：

植物(1) 有蚯蚓 (120 條)




日數	日期	葉子面積	葉子顏色	高度	備註
第二天	18-4-2015	---	---	5mm	種子發芽
第四天	20-4-2015	40mm ²	翠綠	30mm	大部份種子成功發芽
第五天	21-4-2015	70mm ²	翠綠	38mm	---
第六天	22-4-2015	90mm ²	翠綠	45mm	---
第七天	23-4-2015	100mm ²	翠綠	50mm	---
第八天	24-4-2015	150mm ²	淡綠	55mm	莖部微嚴重曲向下
第十一天	27-4-2015	100mm ²	黃	57mm	---
第十二天	28-4-2015	90mm ²	枯黃	57mm	大部份小白菜枯萎

植物(3) 沒有蚯蚓

日數	日期	葉子面積	葉子顏色	高度	備註
第三天	19-4-2015	---	---	5mm	種子發芽
第四天	20-4-2015	18mm ²	青綠	15mm	小部份種子成功發芽
第五天	21-4-2015	42mm ²	翠綠	25mm	莖部微微彎曲向下
第六天	22-4-2015	50mm ²	翠綠	30mm	---
第七天	23-4-2015	70mm ²	淡綠	35mm	莖部微嚴重曲向下
第八天	24-4-2015	100mm ²	淡綠	42mm	---
第十一天	27-4-2015	100mm ²	黃	47mm	---
第十二天	28-4-2015	80mm ²	枯黃	45mm	大部份小白菜枯萎

(*植物(2)與植物(1)數據相若 **植物(3)與植物(4)數據相若)

植物(1)和(2)的相片

		
防止小鳥吃了幼苗	大部份種子成功發芽	小白菜生的很茂盛

植物(3)和(4)的相片

		
小部份種子成功發芽	小白菜微微彎曲向下	小白菜都枯萎了

(6) 我們從第一次種植的觀察結果及總結

有蚯蚓的小白菜	沒有蚯蚓的小白菜
<ul style="list-style-type: none">● 種子較早發芽，情況良好，成功率高● 葉子的顏色翠綠，面積都較大● 葉子的莖部較高	<ul style="list-style-type: none">● 種子較遲發芽，情況良好，成功率較低● 葉子的顏色青綠，面積都較細● 葉子的莖部較矮

我們發現蚯蚓對小白菜的生長有著明顯的影響，有蚯蚓的兩盆小白菜的發芽時間都比沒有蚯蚓的小白菜要早，而且從葉子的外觀觀察結果顯示，有蚯蚓的小白菜都長得較為健康。

在種植實驗的第 12 天，四盆小白菜都相繼枯萎了，我們推測可能是以下的原因：

6.1 天氣因素

為防止小白菜的幼苗會比小鳥吃掉，我們用綠色的格網稍為遮蓋著植物。或許這原因，植物得不到足夠的陽光，導致枯萎。另外，在 4 月 26、27 日等日子都曾經刮起狂風大雨，小白菜的幼苗可能因此被摧毀了。

6.2 人為因素

我們替小白菜灌溉時，因水的衝力過大，有些組員曾經弄斷一些小白菜的幼苗。

6.3 幼苗太多

植株之間過密，導致幼苗得不到足夠的養分。

(7) 第二次種植的準備

7.1 改放植物位置及教導灌溉正確方法

為防止植物被小鳥吃掉，我們不再用綠色格網，而是改放植物的位置。此舉，同時避免植物被暴雨傷害。另外，老師教導組員灌溉時，應在植物的周邊灌溉。

7.2 種子的數量減為 5 棵

為確保每棵幼苗都有充足的養分，我們決定將種子數量減少。

7.3 蚯蚓的數量減半為 60 條

為進一步了解蚯蚓對種子發芽及生長的影響，我們改變蚯蚓的數量為每盆 60 條。

7.4 觀察土壤狀態記錄

我們將會觀察土壤的外觀及測試 pH 值、質地、含水量等，了解蚯蚓如何影響土壤的結構及成份，讓種子健康發芽及成長。

(8) 種植小白菜實驗 2 (5 月 4 日至 5 月 30 日)

不變項	變項
每天澆水 2 次 每次約 50 毫升 日照時間 環境濕度 每盒植物 5 棵種子	植物(1) 約有 60 數蚯蚓 植物(2) 約有 60 數蚯蚓 植物(3) 沒有蚯蚓 植物(4) 沒有蚯蚓



(9) 觀察葉子狀態記錄

是次實驗，我們再次觀察種子發芽的情況，並依從葉子的外觀、包括面積、顏色、高度來作研究，了解蚯蚓如何改變葉子的狀態。實驗結果如下：

植物(1) 有蚯蚓 (60 條)

日數	日期	葉子面積	葉子顏色	高度	備註
第二天	6-5-2015	---	---	5mm	種子發芽
第四天	7-5-2015	24mm ²	翠綠	26mm	全部種子成功發芽
第八天	11-5-2015	50mm ²	翠綠	55mm	---
第十一天	14-5-2015	75mm ²	翠綠	65mm	---
第十五天	18-5-2015	95mm ²	翠綠	70mm	---
第十八天	21-5-2015	120mm ²	翠綠	72mm	---
第二十三天	26-5-2015	160mm ²	翠綠	75mm	---
第二十七天	30-5-2015	190mm ²	翠綠	80mm	莖部微曲向下

植物(3) 沒有蚯蚓

日數	日期	葉子面積	葉子顏色	高度	備註
第三天	4-5-2015	---	---	5mm	種子發芽
第四天	7-5-2015	16mm ²	翠綠	22mm	大部份種子成功發芽
第八天	11-5-2015	42mm ²	翠綠	49mm	---
第十一天	14-5-2015	68mm ²	翠綠	60mm	---
第十五天	18-5-2015	87mm ²	翠綠	70mm	---
第十八天	21-5-2015	106mm ²	翠綠	80mm	---
第二十三天	26-5-2015	148mm ²	翠綠	90mm	莖部微微曲向下
第二十七天	30-5-2015	169mm ²	翠綠	95mm	莖部微微曲向下

(*植物(2)與植物(1)數據相若 **植物(3)與植物(4)數據相若)

植物(1)和(2)的相片

		
大部分種子都成功發芽	小白菜正健康生長	小白菜微微彎曲向下

植物(3)和(4)的相片

		
大部分種子都成功發芽	小白菜正健康生長	小白菜微微彎曲向下

(10)我們從第二次種植的觀察結果 (葉子)









有蚯蚓的小白菜	沒有蚯蚓的小白菜
● 種子較早發芽，情況良好	● 種子較遲發芽，情況良好
● 葉子的顏色翠綠，大小正常	● 葉子的顏色翠綠，大小正常
● 葉子的莖部較高	● 葉子的莖部較高

與第1次實驗比較，有蚯蚓的兩盆小白菜都是較早發芽，但在生長情況，葉子在顏色、大小、莖部等方面都沒有明顯分別，這可能與蚯蚓的數量不夠多有關。









(11) 觀察土壤狀態記錄

是次實驗，我們依從土壤的外觀，pH 值、質地、含水量來作研究，了解蚯蚓如何改變了土壤的結構及成份。實驗進行日期分別為 11/5、15/5、20/5 及 27/5，共 4 天。由於當中的土壤質地、含水量測試需要較多泥土作測試，因此，這部份將會於 27/5 進行。實驗結果如下：

有蚯蚓的小白菜栽種盆

日期	11/5/2015	15/5/2015	20/5/2015	27/5/2015
土壤的外觀				
土壤的 pH 值				
	pH 值在 8 左右，帶點藍。屬微鹼性。	pH 值在 7.5 與 8 之間，帶點藍。屬微鹼性。	pH 值在 8 左右，屬微鹼性。	pH 值在 8.5 與 9 之間，屬鹼性。

沒有蚯蚓的小白菜栽種盆

日期	11/5/2015	15/5/2015	20/5/2015	27/5/2015
土壤的外觀				
土壤的 pH 值				
	pH 值在 7.5 與 8 之間，屬微鹼性。	pH 值在 7 左右，屬中性。	pH 值在 7 左右，屬中性。	pH 值在 7 左右，屬中性。

我們從泥土的觀察發現

有蚯蚓的小白菜土壤	沒有蚯蚓的小白菜土壤
<ul style="list-style-type: none"> ● 土壤呈棕色 ● 泥土顆粒較幼細 ● 泥土水份較高，黏性較強 ● pH 值在微鹼性與鹼性之間 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土壤呈棕色 ● 泥土顆粒較大 ● 泥土鬆散 ● pH 值在中性之間

(12) 土壤質地的實驗

我們從兩盆泥土中分別拿取 300 克的土壤裝進量杯中，再加入 500ml 的離子水，用棒子攪和，然後靜置 6 小時，讓土粒沈澱。觀察並記錄各土層的高度，發現以下結果：



有蚯蚓的小白菜土壤	沒有蚯蚓的小白菜土壤
砂：0 - 2.5 厘米 約高 2.5 厘米 壤土：2.5 - 5 厘米 約高 2.5 厘米 黏土：5 - 5.3 厘米 約高 0.3 厘米	砂：0 - 2.5 厘米 約高 2.5 厘米 壤土：2.5 - 4 厘米 約高 1.5 厘米 黏土：4 - 4.2 厘米 約高 0.2 厘米

我們從土壤質地的實驗觀察發現

土壤的砂含量相若，但有蚯蚓的土壤壤土成份較沒有蚯蚓的土壤壤土成份高出 1 厘米。同時，前者的黏土成份亦較後者的高出 0.1 厘米。

(13) 土壤水份的實驗

我們從兩盆泥土中分別拿取 100 克的土壤放到微波爐中以同樣溫度加熱三次，每次 3 分鐘，然後秤重，並記錄土壤的重量，以測試它們的含水量，結果如下：



有蚯蚓的小白菜土壤			沒有蚯蚓的小白菜土壤		
首次加熱	剩重 80 克	下跌 20%	首次加熱	剩重 50 克	下跌 50%
第二次加熱	剩重 60 克	下跌 25%	第二次加熱	剩重 45 克	下跌 10%
第三次加熱	剩重 50 克	下跌 17%	第三次加熱	剩重 43 克	下跌 4.5%

我們從土壤水份的實驗觀察發現

有蚯蚓與沒有蚯蚓的土壤重量於加熱後亦有所下跌。可是，前者下跌的百分比較後者的平均及穩定。這代表了有蚯蚓的小白菜土壤的保水能力較高。

(六) 討論：蚯蚓對泥土的貢獻

1. 改變了土壤的結構

在實驗當中，我們發現了有蚯蚓的土壤的壤土及黏土比率較高。學者賀淹才(2004)指出，壤土有適當比例各類土粒，保水力，保肥力均適中，空氣與水流動適中，適合較多類型的作物生長。

2. 蚯蚓糞具保水的功能

在實驗當中，我們發現了有蚯蚓的土壤具有較佳的水份保存。學者賀淹才(2004)指出蚯蚓的鑽動活動可使土壤中構成很多縱橫交錯的道路，而道路會被排出的蚯蚓糞粒而填充。蚯蚓糞本身是極好的團粒結構，保水能力強。因此，增加了土壤

滲水量與團粒的穩定性，減少土壤沖刷的流失，對於水土的保持有相當功效，利於農作物生長發育。

3. 提高作物產量

研究發現蚯蚓糞可以改善了土壤的水份及土壤情況，提供了更有利植物生長的條件。同時，蚯蚓糞可以刺激植物對養份的吸收及同化能力，有助植物的枝葉及根部的成長(崔玉珍等，1998)。正如我們的實驗一樣，有蚯蚓的小白菜的生長狀況都較沒有蚯蚓的理想。

(七)結語

是次種植實驗讓我們親身感受到蚯蚓的生命力，體積小小的牠們，原來對植物生長、土壤的改善都起了奇妙的作用。現今環保意識抬頭，或許蚯蚓的默默耕耘，有一天可全面取締化學肥料，為大眾提供優質的土壤，並減輕地球沉重的負擔。

(八) 參考資料：

賀淹才(2004)：《蚯蚓對改良土壤和改善農業生態的作用》，第六期，P. 42-44。

三采文化 (2006)：《養生食材栽種事典》，三采文化出版社。

曹佳、王冲、皇彦等(2015)：《蚯蚓对土壤微生物及生物肥力的影响研究进展》，第5期，第26卷，P. 1579-1586，应用生态学报。

崔玉珍、牛明芬(1998)：《蚯蚓糞對土壤的培肥作用及草莓產量和品質影響》，土壤通報。

國立台灣大學動物學研究所(2009)：《台灣蚯蚓資料庫》瀏覽日期：25-5-2015，

檢自 <http://earthworm.zo.ntu.edu.tw/earthworm/basics/characters/look/look.htm>