

89

國立宜蘭大學

農業推廣季刊

國立宜蘭大學農業推廣委員會 農業推廣(季刊)
通訊總號第089號 中華民國109年10月出刊
發行人/陳威戎 主編/賴裕順、陳永松

中華民國86年3月創刊
行政院農業委員會補助編印
編輯/伍芳儀

地址：260 宜蘭市神農路1段1號 電話：03-9357400#7612 傳真：03-9354152
E-Mail：fywu@niu.edu.tw

居家簡易蚯蚓堆肥之施作

陳永松

國立宜蘭大學 生物技術與動物科學系/生資院農推會/有機產業發展中心

摘要

本文源於2019年11月16日受宜蘭社區大學邀請於宜蘭縣立文化中心主講居家蚯蚓堆肥與循環經濟，旨在介紹簡易的蚯蚓堆肥及推廣於小型農場或居家時應如何進行之，以落實家庭型循環經濟的參考做法，此或是現代人可直接或間接參與農業的一種方式。其中也介紹友善耕作農業的施作方式，以及納入之後更實際的聽眾答客問討論，至於應如何認識蚯蚓則不在本文範圍。期待小農或居家朋友可依此進行簡易型蚯蚓堆肥之施作，只要準備蚯蚓堆肥的一些基本工具如培養箱、廢棄菇包、還有主角的蚯蚓，即可利用這些資材來進行簡單的蚯蚓堆肥。也期待本文可向大眾推介如何透過蚯蚓堆肥以輕鬆實踐現代的循環型農業。

一、前言

近年循環經濟甚夯，其面向甚廣，包括現今在大都市的U-Bike也是一個循環經濟，還有一些現今仍沿用古早時代的在地農村的資材如絲(菜)瓜布、水瓢，這些東西也都是循環經濟的一個體現。其實大家如果到鄉間，仔細觀察仍可看到甚多承繼傳統的一些循環型農業資材。如之前筆者承接東北角風管處的牽罟體驗及魚類調查計畫，當時在頭城港口社區舉辦相關活動時會利用濱海特有的植物--黃槿做為包葉以包裹米食(粿)炊煮，別具在地特有的味道，也是一種很好的循環經濟體現。

友善農業的施作也希望體現良好的循環經濟模式，其中與本校僅一街之隔位於復興國中的宜蘭社區大學也力推友善農業多年，尤其個人在2012年「宜蘭社大友善耕作農園」開張時即加入成為首批學員，農園多年來極力減少慣行農業的化學資材而力行友善環境的農業施作模式與精神。關於友善農業的見學經驗之一是個人之前有兩次隨同青芽兒主編舒詩偉老師進行兩岸三地土食材之旅時，參訪了位於廣西省柳州一個自2008年始發展友善農業不到十年就已經有點規模的小農(秋哥)，其農園生產甚多自家的蔬菜及禽畜動物，即使它的蔬菜是未經驗證，仍有一群擁護的消費者及土生良品餐廳在支持收購。另本校原住民專班在城南校區實作場域種植的農作物也是未經驗證的，但產品上架在本校員工消費合作社後也賣的挺好的。這兩者的出產作物皆未經有機認證，那有機或非有機是怎樣的一種區隔？當然，兩者若純粹看外表的照片是看不出來的。有

機農業即使仍有比較嚴謹的規範，然而國外許多看似工業化生產的大面積有機農場，它雖符合有機農業的規範，但仍有很多人懷疑規模大了之後的表現會不會走樣？誠然每個人心裡都有一把尺，也大概可以預料的到在大規模化之後的環境代價，就像巴西的亞馬遜雨林或印尼婆羅洲就是拿來種其他黃豆或棕櫚等經濟作物，大家難免都有這樣的隱憂。

二、為什麼是蚯蚓

所以若回歸到友善耕作的農業，其所謂友善的要義之一是農場是否有落實減少外求(購)資源而力行自家資源的循環經濟，其中可涵括如自家農場的堆肥是否可以靠蚯蚓來幫忙以減低廢棄物可能產生的環境衝擊，並提升到更好的、正面的循環經濟層次。英國的一個科普作家 Christopher Lloyd 在 2009 寫了一本書「地球到底演化了什麼:改變世界的 100 種生物」，其中他把所有地球上目前現存的生物利用編排的指標作了一個貢獻度的排比，以影響全世界的環境而言，經評比之後貢獻度第一名的就是蚯蚓，而人類只排在第六名。這部分可以回歸或參照多年前的一個例子，就是之前一直受到美國物質禁運經濟制裁的古巴，自 1991 年開始，古巴因為蘇聯垮台而少了其每年提供約 30 億美元如機械設施及石油製品的食物生產援助，初期古巴一度陷入生死存亡的糧食短缺危機，古巴上下階層後來只好靠自己開始去做傳統的所謂的有機農業，他們就開始養蚯蚓，醫生也好、大學教授也好都自己下田去做農業。關於糧食危機在十年前左右的 2008 年也有類似這樣的一個景像，因為那年小麥的價格一路也跟著油價一起攀升，這個問題雖然很複雜，但是根源就是油價高升後原來生產小麥等糧食作物的農田拿去生產玉米等生質柴油的作物，因為我們對石油的依賴太深了。在此引用彭明輝教授之前演講的內容，就是我們每人的可用耕地一定是隨著人口增加而降低，可是隨著經濟發展在增加，而每人消耗熱量也在增加，所以未來我們對於糧食的需求一定會更多，而最終我們對於石油一定有一種使用的終點，在那個終點之前，難免會碰到所謂糧食食物轉作為生質燃油作物的出現。尤其每桶油價只要高過五十美金，就有讓生質燃油發揮的一個空間，因為生質燃油增加了，所以我們能使用的主要糧食作物可能更少了，其實兩者一直是在互相在拔河之處境。我們應及早料想到這樣的問題，因為很多的化學肥料也都是從石油這些副產品提煉而來，所以我們希望這個最終還是回到一個有更經濟、更環保、更循環的一種農業操作模式，而利用蚯蚓或許對此可產生一些的正向作用。目前此部分已有一些成果的呈現，包括了我們水產養殖業的產量雖然一直在飆升，但是你最終還是回到你養魚用什麼來養？大家知道魚畢竟都是要吃魚的，除了很少數的草魚、虱目魚這些比較稍微草食性、雜食性的魚外，大部分的魚本來就是要吃魚，而養魚最好的飼料來源那就是下雜魚做的魚粉，但當海洋資源枯竭時，魚粉自然就無法持續供應，那可能有其他的替代嗎？替代出路包括現在正夯的黑水虻，我們實驗室也開始有做一點這方面的嘗試，但主題還是先拉回蚯蚓堆肥(Vermicomposting)這個部分。

在此先帶入一點基本概念，大家是否知道池塘釣魚常用的蚯蚓與海釣常用的那個海蟲(正名為沙蠶)，蚯蚓是屬於環節動物門的寡毛綱，而沙蠶其實是屬於同一門的多毛綱，一個在陸地一個在海洋，剛好相對應。先帶各位來認識一下我們所謂的蚯蚓，其實台灣在早期有做過一些蚯蚓的研究，也有被利用的一個短暫歷史，但熱潮過後就沒有再繼續，包括研究的部分也停滯下來。蚯蚓是屬於環節動物，身體有環狀的一些體節，所以身體分節、各節的寬度不一，牠移動是靠身體表面有很多的剛毛。蚯蚓的生殖模式是雌雄同體須異體受精，其中占約 3 節的環帶又名生殖環是成熟蚯蚓的特徵，而卵繭主要就是在這邊產生。大家認為蚯蚓的再生能力很強，一變二、二變四嗎？不對，所以這是一個迷思，但是確實有文獻指出，若蚯蚓前後對切，牠的後段也可以長出前段來，但是蚯蚓大部分重要的器官都是在前半段，所以原則上，後段比較難長出前端那麼重要的這些器官出來。另外蚯蚓的呼吸主要靠濕潤的皮膚，所以若看過在下雨天或剛剛大雨過後有很多的蚯蚓跑出來，其實是因為牠也要呼吸，但那些孔洞都被塞住了，所以牠要跑到上面來呼吸。蚯蚓身體最重要就是牠需要保濕，這個部分可以維持牠呼吸，也可以保護自己在挖掘的時候不會受傷，生殖的時候可以攜帶精液，所以這些是牠一直都是保持比較濕潤的狀態。關於蚯蚓的食物其實牠幾乎都可以利用，一些有機物質如植物碎屑、種子或微生物都可以，基本上牠是耐受性很強的土壤生物，所以牠是非常好的一種土壤生態指標，之前我們實驗室的研究者有做過以友善或有機的果園與慣行果園的蚯蚓多樣性比較，結果發現兩者間確實還是有差別。蚯蚓也有天敵，天敵是包括了這些哺乳類、鳥類、青蛙、蛇或魚蝦蟹類，鼯獾也都是，所以基本上養蚯蚓如果是有一個比較密閉的空間，就比較不會被這些可能的天敵所捕食。其實我們大概都還不會遇到太多這些

方面的問題，當然像鳥類、褐樹蛙這些都是可能是會吃蚯蚓的，當人也是(註:指用來釣魚)。另外蚯蚓沒有眼睛，但是有感覺的感光的細胞可以判斷外邊情形，所以若有載運蚯蚓的時候，千萬要注意，不要給牠晚上還放在你的後車廂，因為牠是夜行性，晚上會暢遊四處給你鑽得到處都是，到時候會很麻煩，所以養殖蚯蚓一定要注意想辦法給牠一個適合的空間，讓牠不會是到處亂跑。

第二個部分是哪裡有蚯蚓？菜園當然很多，例如個人自始加入宜蘭社大友善耕作農園的實驗基地，因為自始規定不用化學資材僅能友善耕作故也有很多蚯蚓。農園除了我們這些學員，也特別為宜大通識課程的有機生活家或有機開心農場預留了 2 個耕作單位。上學期個人協助帶領有機開心農場的通識課程學生實作，除了各組原有分配的菜畦外，我又另外開放一個自己的菜畦，將它送給其中一組不以課程設定的小菜畦為滿足而有心挑戰加種求增產的同學。於是當我們把覆蓋的廣告布掀開來，然後在上面就有好多大大小小的蚯蚓跑出來，所以只要是好的土壤就一定有多樣性的蚯蚓，不單是蚯蚓種類多，而蚯蚓數量也是相對的多。另外你如果仔細看，周邊都是牠的蚓糞，所以有機會可以仔細的多觀察一下。在中國大陸把蚓糞稱之為有機肥的肥王，但是因為我們自己做過實驗，個人是覺得它並沒有那麼神效，但蚓糞是有它的特殊的用途。

關於蚯蚓的生活環境，先從我們自己養的蚯蚓的卵繭(Cocoon)說起(圖一)，其實我們實驗室也是一開始先建立卵繭較清楚的基礎研究，就是說到底這個卵繭多久可以孵化？一個卵繭可以孵出多少隻的蚯蚓？我們之前一個研究生他做的結果是可孵出到七隻，最多七隻，最少一隻的小蚯蚓，所以在這也感謝他們幫我們實驗室建立了一些基礎。你看到的這個卵繭大概就是你小指頭三分之一到二分之一的大小，稍仔細就可以看得到。這個是我們在三星基地那邊養的蚯蚓，通常應該是餵米糠，有時候是豆粕，但最多是餵食米糠，因它比較容易維持較好環境。我手上的這個卵繭是淡色的，因是剛剛產出來的，那比較深色的就是大概有一、兩個禮拜，所以



圖 1： 養殖蚯蚓亦可引進卵繭(待孵化後飼育)

做移植時稍微挑一下就可以知道這個卵繭產出的新或舊。這個是我們在做研究的時候，都會從卵繭的數目，去估算牠的所謂的生殖表現，這我們叫做參數，就是你若要看蚯蚓整體的表現的話，有很多不同方式，除了秤重量，也可以看卵繭的數目，最後面比較辛苦的，就是要算幼蚓的數目，這個幼蚓的數目你知道一個卵繭可產出一到七隻，那你就好好的挑小蚯蚓算數量會很辛苦，所以這個部分真的是感謝他們幫實驗室慢慢建立一個基礎。

蚯蚓當然有一些鄰居，這些包括我們可能不是很喜歡的小強(註:蟑螂)、雞母蟲、馬陸等。這是之前剛好也在社大農場一掀出遮布看到一隻好大的蜈蚣，其實蜈蚣在一個生態系裡面也是非常重要的一種生態指標，表示牠在那邊有食物可以吃，這其實就是一個很好的食物鏈，表示這是一個完整的生態系，也算是一個好的環境指標。

要如何觀察蚯蚓?如前述，牠那個體節若伸長就是可以比較細，縮短就比較粗一點，而比較接近生殖環的前面就是頭部，尾巴相對就在較遠而粗的另一邊。剛剛講頭部是主要重要器官的所在，包括重要的心臟(一般有四或五個小心臟)以及主要的器官皆位於此區。

接下來就是帶大家來看做蚓糞堆肥，如何來進行會比較適合?台灣其實有幾個有規模的蚯蚓養殖場，很多號稱是養殖所謂的太平二號，但我們去深入了解發現，一般所謂太平二號的這些堆肥蚯蚓，牠跟一般土壤裡的蚯蚓是不一樣的品種，一般土壤的蚯蚓很難適應那種我們所謂的高肥份的環境，我們現在所謂的堆肥蚯蚓需給牠處在非常高營養的環境。要適應這種高營養環境，那必須是這種特別的堆肥蚯蚓 *Eisenia fetida* 或者 *Eisenia andrei*，目前來講台灣好像還沒有發現到前者所謂的 *Eisenia fetida*，之前我們有收集到這些養殖場蚯蚓所檢測的品種大概是 *E. andrei* 或稱安阜

愛勝蚓這一種，所以 *Eisenia andrei* 應該是目前台灣大部分的商業蚯蚓養殖場他們混養的一種蚯蚓。我們如果用買或有了這種蚯蚓後，就要另外給牠們一個安居樂業的家或好所在，那就是所謂的基質，這個基質可以是動物糞便，也可以給牠廢棄的太空包木屑，尤其廢棄的太空包木屑它是經過養菇那些利用之後的殘餘物質，所以基本上它是沒有什麼問題。但你如果是用動物糞便，可能會面臨到一個問題，就是有些糞便是還沒有經過發酵完全的話，它會產生氨(ammonia)這個是有毒的物質，氨對這些蚯蚓是具高毒害性，所以這點需要去考量一下。蚯蚓的食物來源當然有很多，我們主要是用米糠，那濕度大概是 60 到 70%，pH 中性比較好。在另外一個計畫中我們做過象糞、牛糞的一些實驗，這是台北市立動物園委託我們宜大團隊的一個研究計畫，更早期我們也有現在市面上的一個公司委託利用牛糞做蚯蚓堆肥的一個評估計畫，利用蚯蚓處理牛糞看不可行，其實都可行，但是需要有一點點技巧就是了。其實這些就是它的纖維質比較多，它的碳氮比大概是比較高(約 20:1)，碳氮比高是含碳比較多，相對的氮就少，氮少就表示這個肥份不高，所以碳氮比高，就是碳多即纖維質也多，這其實對作物比較沒有傷害，但是沒有那麼肥就是了。但是豬糞的話，碳氮比就是比較好，比較好是說碳氮比較低，因相對的植物成長所需的那個氮就比較多，這部分可以作這樣一個參考。那我們在養豬場大部分有這樣一個叫「固液分離系統」，固體跟液體可以分離的系統，所以容許了這樣一個完整的豬糞固液分離。但是我剛才講了，這個豬糞你若馬上要倒蚯蚓去做工，你難為牠了，牠馬上就會逃，因為 ammonia，所以這個豬糞要發酵，要發酵多久？我們做過的實驗，這個早期也是在這個冬山的一家宜陽牧場，我們感謝他們配合協助，我們用這些培養箱，然後用不同的比例的配比，就是豬糞跟太空包木屑，去看哪一種可以馬上讓蚯蚓可以接受，但是發現就是說，豬糞不能太高比例，因為就是豬糞比例越高的，蚯蚓逃的越快，因為牠真的是很受不了 ammonia，這個部分需要考量，但如果是豬糞只用百分之十到二十的，就是這個部分牠還可以勉強接受，耐受性還可以，因為基質中大部分還是其他的太空包。回到這個是我們在台北市立動物園，也是幫忙他們做一些草食動物主要是大象，象糞的處理，把那個象糞拿回學校來做那個適當的發酵，這個桶子也要去訂做每個六千塊，當然也是有計畫支持，所以我們就做這樣一個設計，上面可以知道它溫度的變化，然後就看它什麼時候溫度下降，然後蚯蚓才可以進去，但是因為我們這個桶沒有辦法攪拌，如果可以攪拌，它這個溫度應該會上去之後下來應該更快，那因為沒有攪拌，所以這個實驗就變成要很久的時間。各位可以看一下我們這個重複的兩個結果，一開始就是第一天、第二天的溫度開始可以上升很快，這之後它就慢慢下降，這個學生有些時候沒有盯緊一點就是這樣子，他們就中間那些點漏掉了，所以中間這個都是沒有數據的，所以各位這個是大學生做的專題，研究生這樣絕對畢不了業，所以大家以後要知道，你做研究就是既然前面都記錄了，怎麼中間會沒有呢？我後來去看才知道，原來他們那天因忙什麼、什麼幹嘛的...，所以這個也提醒大家。我們這個蚯蚓在這邊大概是一個禮拜餵一次，蚯蚓好處是不用像我們餵魚每天固定要餵多少，蚯蚓一個禮拜去看看一次，稍微注意一下基質的濕度，然後在基質上面加一些牠基本的食物，但每次餵之前基質要先澆水，再加給牠吃的食物，不能先加食物再澆水，否則會像米糠就整個一團結塊就不容易讓蚯蚓利用...因為蚯蚓牠沒有牙齒，基本上牠要進食很細的顆粒，若基質先澆水再撒那個米糠及豆粕上去，對牠來講是比較容易攝食的。

這個是我們進行蚯蚓堆肥的截圖，是幾年前電視採訪的一個片段，主要就是在介紹我剛才講的安卓愛勝蚓(*Eisenia andrei*)。接下來到底什麼時候可以收你的蚓糞肥？雖然這個不太好確定，但是你可以看到左邊的顆粒顏色比較深一點，也比較細，那就表示差不多要換基質了，這大約是歷經三~四個月左右，也就是原來以太空包木屑為基底，以及每個禮拜有持續在基質上面給牠餵食的米糠都混雜在一起後，那個所謂的蚓糞肥就分出來了。其實當看到蚓糞顏色漸變深，就可以準備將它收起來存放。實際餵飼蚯蚓時我們一般會將蚯蚓床一分為二，接著一半餵食另一半停餵，待停餵的一半蚓床收起來後，隨即另換新的基質即廢棄太空包下去，所以在此圖右邊顏色較淺的就是比較新的基質，如果仔細看的話，其實這還蠻容易看出來的。

接下來談談如何收集蚓糞，其實這個就是利用牠的習性，因為剛才講蚯蚓是夜行性動物，所以以牠的夜行特性，可以先用光照射基質表層，蚯蚓照到光牠就下鑽躲到底土層去，然後你慢慢用手把上面那蚓糞部份移掉並慢慢將其收起來，如此可逐次的收集到最底層的蚓糞。若用手工分離蚯蚓與蚓糞也可以，通常我們在要收蚓糞的時候是這樣，蚯蚓床一半餵、一半不餵，意即我們先對那個一長條養殖的蚓床只餵食寬度的一半，另一半不餵就表示蚯蚓會慢慢的就跑到有餵的那

一半，所以大概隔約兩個禮拜，那沒有餵的一半蚓床，基質底下就沒什麼蚯蚓，因為牠都跑到有餵的那一半了，如此沒有餵的一半蚓糞就可以先收起來。當然這一半的蚓糞收起來後，就隨即在收起蚓糞的這一半換上新的基質，並在換新的那一半蚓床來餵食，那現在輪到另外舊的一半就不餵食了。所以可用這個方式輪流交替來收集蚓糞，這算是一個比較簡易式的蚓糞收集法，因為我們規模小還不用一些比較商業化的方式。真的那麼商業化的都是用大型的機器在分離蚯蚓與蚓糞，小規模的蚓糞堆肥大概就用這種的粗篩法就可以了，若做魚餌用的大概就是挑個體大一點的蚯蚓。蚓糞收集方法大概就是這幾種，碰到了就選用自己適合的就可以。

關於蚓糞的化性，其組成成分可參考一些完成的化學分析結果，pH 大概是微酸到中性，它有機質含量很高，有機質含量很高是表示怎麼樣呢？其實就是它沒有那麼肥，只是土壤中的有機質越高它還是越好的土壤，但是植物生長還是需要氮、磷、鉀這些主要的元素，所以你可以看到蚓糞，其實其氮含量不是特別高，磷也沒有特別高，它的氮、磷、鉀分析都在這邊，礦物質的鈣、鎂、鋅有一些，銅、鐵、錳這些微量元素也是有一點點，所以綜合這些化性來講，蚓糞不是那麼具有所謂的高肥份，但是蚓糞它具有的團粒結構對植物底下的根系有利，植物會長得比較好，因為團粒結構使得它的透氣性變好，植物它不喜歡這樣子被土壤扎實的壓著，所以相對這個部分就是它的保水力也會好一點。所以就保肥力也好、通氣性也好，這是蚓糞它附帶效益的部分，它不僅僅是所謂提供肥料、肥糞而已，因為我們自己實驗室有做過實驗來驗證，各位在後面些可以看到。先看別人家的結果，這是台南農業改良場做的試驗，這是利用不同比例的蚓糞堆肥跟砂質土壤種菜的結果。先是一比一，可以看到，很明顯的，有加蚓糞一比一的有明顯的好結果。一比二的結果也還可以，但是沒有剛才一比一的那麼好，再來一比三及一比四，這裡蚓糞的相對比例沒有那麼多，但還是有顯著效果，即使到一比五的也還是有效果，但是成果沒有像前面的差距那麼大。如果以現在市面上蚓糞的利用成本來講，就我自己曾在幾個花市去買的蚓糞來比較，一公斤蚓糞大概 100 或 120 元。當然這是因為物以稀為貴，因市面上蚓糞仍比較少的緣故，但若大量培養的話，現在民間一公斤蚓糞賣多少呢？一台斤 20 元，而且某業者在宜蘭鄉下那邊不清楚是他們自己下來種還是跟人家合作，就用自己的蚓糞來種三星蔥，所以等於說是將他們自家生產的蚓糞進行自我投資，如此應該可以較不計生產成本。因此，蚓糞如果可進行大量的自家生產加以利用，其實應是一個不錯的應用機會，只是說這個機會可能需要有更多人來認同那個循環經濟的價值。如前述現在蚓糞若要在市面上像以前一公斤 70 或 80 元來賣的話，就不太可能了，因為現在已有

各種不同的市場利基進來，你可能就沒辦法維持那麼高的蚓糞價格。我剛才講要感謝我們宜蘭社大提供這樣一個社區的友善耕作農園，今天海報上面有社大農場內個人承租經營的土龍園菜園一景，其命名又從何而來呢？當時在想我那個區塊要怎麼取名，因為那時我們正在養蚯蚓，所以想想就稱我們的試驗菜畦為「土龍園」，大家知道土龍就是蚯蚓，我大女兒是唸美術的，我太太也會一點，她們兩個就幫我畫了這一個圖騰，所以農場那一小區我就把它叫土龍園。我們實驗室也同時在這邊做試驗，此張圖可以看到那時 2013 年的高麗菜施用蚓糞肥的試驗，因為我們很容易拿到自己生產的蚓糞來利用，同時也買市面上的有機肥來進行兩者的 PK，另外



圖 2：宜蘭社大農場初見土龍園(2012)

一組是都不施放肥料的空白對照組。我們須先確定那個土壤一開始就一樣好，為什麼？因為農場有再翻耕過一次，因為之前有一個學員怕菜畦空無而不小心種了銅錢草而蔓延到全園區，所以只好重新整地犁過，所以那個初始土壤其實是應該是很均勻的，所以這個實驗應該是很客觀的，就是說可以相信施用蚓糞還是有效的，就是跟市售有機肥的成果大小看起來差不多。我剛才講的就是蚓糞與市面上有機肥比較，我們怎麼去做試驗設計？第一要做等量的氮，因為蚓糞的氮含量跟市售有機肥的氮含量不一樣，我們一定要讓兩者的氮量等量，就是比如說有機肥如果是含量三

(%)，那個蚓糞如果剛才講的…氮只有一點五(%)，所以兩者要等量的氮，那蚓糞就須用到兩倍的量，我們做試驗至少有一個重要基準—氮，對照組當然就沒有施用任何肥料。所以來看最後的那個結果，可以看到從一月二號做到三月二十四號，一般我們慣行的高麗菜應該一個月到兩個月時間就差不多可收了，我們種了多久？將近三個月，但還是很小顆，我們當然不是專業的，但是至少我們可以看到，如果不是用市面上的那些慣行化肥，真的它就長得慢但菜很扎實，口感確實也不一樣。

這是今年另外一位研究生張家睿做的題目，他今年初畢業了。因為在之前就注意到說市面上的一些蚯蚓都講說是太平二號，我們懷疑真的是太平二號嗎？所以我們去找了大概九家台灣有在賣蚯蚓的業者，不要小看我們台灣，其實市面上真的也有不少在賣蚯蚓的一些業者，我們去蒐集了九家，然後看看到底他們多數是否是在養這幾種主要蚯蚓。這部分可以看到的安卓愛勝蚓確實是其中之一，另外那這個掘穴環爪蚓也是其中之一，尤金蚯蚓也是其中之一，這三種是市面上常見的堆肥蚯蚓。各位可參照那位專門做蚯蚓研究的賴亦德博士，他也做過這樣的說明，所以這個部分一開始是參考他的資料。但是我們自己更廣泛地去找這些業者，實際上去做一個驗證到底他們養的是不是這主要幾種蚯蚓，發現確實如是。當然我想今天沒有時間好好去看這部分的試驗過程，但基本上我們去做了這些不同架構的試驗，以下大概就是做出來的結果，我想在這邊跟各位做一個分享：

一、基礎的調查

二、對豬糞利用的效果

三、替代飼料的潛力

第一個部分，前已略提不再贅述。第二部分對於豬糞的利用，我們還找到一個在地業者推廣用的微生物菌來試試看，就是先用它來處理那些豬糞，豬糞經過微生物菌處理之後，看看會不會比較容易受到蚯蚓的偏好，但是這邊可以看到最後的結果，好像也不是期待中的理想結果，但是確定這三種是民間主要的蚯蚓養殖品種。其中掘穴環爪蚓看起來是有較好的營養成分，所以如果大家要養，如果挑得出來掘穴環爪蚓的話，或許可以挑掘穴環爪蚓是比較好的。另外就是我們用三種蚯蚓分成單獨個別養，跟三種一起養，來看牠們整體的效能包括增重率、蚯蚓的數目、卵繭的數目的表現，結果看起來是無所謂，三種一起養也不錯，那表示什麼？就是不用特別去挑哪一種蚯蚓來養，就三種一起養也行，這是好消息。所以就不用太執著說我一定要養什麼太平二號、掘穴、還是尤金，這些都可以，反正這三種都可以相處得不錯，所以這是一個好消息。

現在來談這個後面應用的部分，當然這要回歸到我們講的循環經濟，其實就是盡量把它的效能發揮到最好，就是它可以將一些廢棄物進行處理，然後再經過適當的運用，可以在各個不同面向得到它適合發揮的一個場域，所以生物循環「從大地來、回大地去」是我們循環經濟很重要的一個概念，在這部分，蚯蚓牠是在一個食物鏈裡面的分解者或初級消費者，有承先啟後的角色，所以靠蚯蚓可以減少我們很多環境的問題，我覺得我們台灣這個垃圾處理、分類上其實算做得好，之前廚餘可拿去養豬，但是現在因非洲豬瘟現在廚餘也不能養豬了，那你這些廚餘要哪邊去？不能拿去燒掉，大概僅能拿去做堆肥，所以如果每個人自家可以用自己的方式減少你丟掉的廚餘量，又你若剛好有一個不管是頂樓的菜園、或在家裡面的這種菜園，那廚餘絕對不會是一個廢棄物，它都是一個資源。自然界其實也沒有廢棄物，只要用對地方，它就是一個資源。所以從上面來看，未來其實在蚯蚓的利用上，我們有很多的機會，這種機會最好就是居家利用，不論是在你自己的家裡或農場，或是一個水產養殖業者都可以自家順便養一些蚯蚓，增加一些魚、蝦飼料的營養補充。像以前我們鄉下都養鴨，也都是抓蚯蚓去餵，那些鴨子都長得很快，豬偶而補充也是一樣。所以這些產業如果足夠大，可以給這些畜牧場一個資源的連結，經濟動物畜牧場的動物廢棄物像是豬糞、牛糞這些可以給蚯蚓來利用，經過一個這樣循環的利用，不管是家庭、餐廳，彼此之間透過蚯蚓這中間的一個連結，可以把這樣的循環經濟發揮到最極致的一個程度。其實這些東西都是我們在不同的生態系裡面的一環，怎樣把這些東西把它連結起來，是很重要的一個概念，大家很清楚我們人生所追求的是一種安然自在的生活，所以有可能我們自己每一個人應從自己家裡面開始一個小小的蚯蚓堆肥實作，然後試著來做這樣一個小小的利用，遵行一個所謂的自在生活，如此也可以永續利用這些所謂的廢棄物，轉廢為能或資源，這樣子就非常好了。