



嘉義縣國民中小學 科學展覽會作品說明書

屆 別：64

科 別：物理

組 別：國小組

作品名稱：欣欣向榮—蔬菜自動澆水器

關 鍵 詞：自動化 澆水器

編 號：A101

摘要

利用毛細現象，搭配資源回收的瓶子及童軍繩，設計出能持續保濕的蔬菜自動澆水器。經過測試，花盆可在走廊上維持一個星期不用澆水，讓土壤中的四季豆、空心菜、番茄和油菜種子順利發芽成長；發芽後移到日照充足的地方，即使在陽光照射下，也能利用毛細現象持續供水至少兩日，解決週休二日菜苗的澆水問題。有機會利用水撲滿來澆灌，更為廚房洗菜、洗米水的回收再利用提供一個方便可行的方案。

壹、研究動機

三年級下學期，自然課學到第一單元「快樂小農夫」老師讓我們分組親自種植，觀察種子發芽與蔬菜生長的情形。當時最困擾我們的就是澆水的問題，我們種了幾種蔬菜的種子，有些種子需要較長的時間才能發芽，有些則是幼苗期較長。遇到週假日時更是提心吊膽，下雨擔心花盆底下的水盆積水，會泡爛植物的根；大晴天又擔心水盤裡的水很快蒸發完，幼苗在花盆裡會渴死。我們輪流利用早自修的時間去澆水，依靠我們這群小農夫來澆水過活。我們在自然課「千變萬化的水」當中學到水的毛細現象，發現原來古人就曾利用水移動的特性來引水灌溉，這引發我們設計蔬菜自動澆水器的興趣。我們首先上網搜尋「自動澆水器」尋找可供參考的資訊，發現網路上有許多人和我們一樣有出遠門盆栽沒法澆水的困境，針對這個困境發展出五花八門的自動澆水設備。有的自動澆水器非常簡單，只要一個寶特瓶裝水扎兩個小洞倒插在盆栽的泥土裡，好像就能幫忙出遠門的主人解決澆水的問題；有的自動澆水設備是比較專業的當然也就價值不菲，得接上水龍頭，還要裝上電磁閥定時開關器來控制澆水時間，加上好複雜的水管管路設計，看得我們眼花撩亂。由於我們經費有限，就開始針對網路影片上的簡易做法來試做看看可行性。我們先試了寶特瓶扎洞倒立在盆栽裡的方法，結果發現，水很快就流光了。我們利用童軍繩連接，利用毛細現象所設計出來的自動給水花盆。這給了我們很大的靈感，於是我們搭配資源回收的瓶子，設計出能夠持續保濕的花盆。

貳、研究目的

- 一、利用毛細現象設計自動給水的花盆。
- 二、自動給水的花盆修正與改良。

參、研究設備及器材

- 一、透明瓶子(6000ml)。
- 二、白色童軍棉繩。
- 三、量杯。
- 四、雨量杯。



透明瓶子



白色童軍棉繩



量杯



雨量杯

肆、研究過程或方法

一、實驗(一)：測量不同粗細、長度 40 公分棉線的水流量，找出適當水流量的棉線粗細。

- 1.將 3 組透明瓶子內，各裝 5000 毫升的水(稱給水區)，將 40 公分棉線（一股棉線，兩股棉線、3 股棉線編成麻花狀，共 3 組不同粗細棉線，放入其中。
- 2.棉線另一端垂直垂下，在下方放置雨量杯，在不同時間點測量滴下來的水量。



二、實驗(二)：測量棉線一端浸在給水區（容器中裝水），另一端棉線頭放入受水容器中的底部（水過來時棉線頭會完全浸在水中），當受水區那一端的棉線也浸在水中時，會不會減緩或暫停給水？以達到自動調控給水量的目的。

- 1.與實驗（一）一樣，將 3 組透明瓶子內裝 5000 毫升的水(稱給水區)，將 40 公分棉線（一股棉線，兩股棉線、3 股棉線編成麻花狀，共 3 組不同粗細棉線，放入其中。
- 2.垂直將另一端棉線頭放在另一燒杯中（稱受水區），在不同時間點測量流下來的水量。



三、實驗（三）：延續實驗（二）的方法，比較給水區放在不同位置：給水區和受水區等高、給水區低於受水區 12 公分、給水區低於受水區 24 公分時，給水情形有何不同。



四、實驗（四）：將棉線埋入盆栽的土中大約 1 公分深，觀察是否有效自動調控給水量？

- 1.將大、小盆栽，利用大盆栽用 3 股棉線（編成麻花狀），小盆栽用 1 股、2 股棉線，將棉線埋入盆栽的土中約 1 公分深。
- 2.觀察棉線是否可以真正運用毛細現象供水給盆栽。
- 3.觀察如果後來土壤濕潤了，棉線供水速率是否會減緩或停止？



伍、研究結果

一、利用毛細現象自動給水，並比較不同的棉線粗細、放置棉線方法、給水區放置高度的給水量，測試看看是否可以自動調控，嘗試找出適合家中盆栽運用的方法。

實驗（一）：測量不同粗細棉線的水流量。

(單位 ml)

	1 股棉線			2 股棉線			3 股棉線		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
1 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 小時	1.5	1.5	1	0	0	0	0	0	0
3 小時	6	5	5	6	6	7	8	7	8
4 小時	3	3	2.5	4	4	3	6	6	5.5
8 小時	3	3	3	5	5	5.5	14	13	14
24 小時	5	4	5	15	16	15	16	16	15
總流量	18.5	16.5	16.5	30	31	30.5	44	42	42.5
平均 總流量	17.2			30.5			42.8		

- 1.一開始曾試過沒有塑膠軟管，但發現沒有包塑膠軟管的棉線在實驗過程中，3 股棉線的水會從棉線中段滴水下來，不會完全往受水區流水。可能是給水量過多時，在棉線中段會受地心引力的影響而滴水。所以才改為包塑膠軟管。
- 2.從以上實驗知道不同粗細棉線的水流量，棉線越粗水流量愈多；但是，倍數粗的棉線水流量不一定是等倍的水流量（3 股粗的棉線沒有 3 倍水流量）。

實驗（二）測量棉線一端浸在給水區（容器中裝水），另一端棉線頭放入受水容器內底部（水

過來後，棉線頭會完全浸在水中），試試看受水區那一端的棉線也浸在水中時，會不會減緩給水或暫停給水？以達到自動調控給水量的目的。

(單位 ml)

	1 股棉線			2 股棉線			3 股棉線		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
1 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 小時	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3 小時	5	5	5	6	7	7	8	7	7
4 小時	3	3	3	4	3	3	5	5	6
8 小時	8	7	8	10	10	11	14	13	14
24 小時	15	14	15	15	20	21	26	26	25
總流量	32	30	32	35	40	42	53	51	52
平均 總流量	31.3			39			52		

實驗（三）比較給水區放在不同位置：給水區和受水區等高、給水區低於受水區 12 公分、給水區低於受水區 24 公分時，給水情形有何不同。

給水區與受水區端等高

(單位：ml)

	1 股棉線			2 股棉線			3 股棉線		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
1 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 小時	0	0	0	0.3	0.5	0.4	1	2	1
4 小時	0.5	0.5	0.5	2	2	2	8	8	10
8 小時	2	2.5	2	5	6	5	14	15	14
24 小時	4	4	5	8	7	8	24	25	25
總流量	6.5	7	7.5	15.3	15.5	15.4	47	50	50
平均 總流量	7			15.4			49		

給水區低於受水區 12 公分

(單位：ml)

	1 股棉線			2 股棉線			3 股棉線		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
1 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 小時	0	0	0	0.5	0.6	0.5	1	1.5	1
24 小時	0	0	0	2	2	2	2.5	2.3	2.6
總流量	0	0	0	2.5	2.6	2.5	3.5	3.8	3.6
平均 總流量	0			2.5			3.6		

給水區低於受水區 24 公分

(單位：ml)

	1 股棉線			2 股棉線			3 股棉線		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
1 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
總流量	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平均 總流量	0			0			0		
其他 說明	1 股、2 股和 3 股棉線都沒有水滴出來，感覺好像對抗不了地心引力，但是大約在 8 小時的時候，用手輕觸受水端棉線頭時，棉線有一些濕潤，但不足以滴出水來。								

實驗(四)：將棉線埋入盆栽的土中大約 1 公分深，觀察是否能有效自動調控給水量？

	小盆栽/1 股棉線	小盆栽/2 股棉線	大盆栽/3 股棉線
1 小時	0	0	0
2 小時	0	0	0
3 小時	0	0	0
4 小時	3	5	6
8 小時	10	15	18
24 小時	15	18	22
總流量	28	38	46
其他說明	沒有如預期因土壤濕潤暫停給水，由此可知沒有自動調節的功能。		

陸、討論

一、利用毛細現象自動給水，並比較不同粗細的棉線、埋棉線方法、給水區放置不同高度的給水

量，測試看看是否可以以自動調控水量，嘗試找出適合盆栽運用的方法。

實驗(一)測量不同粗細的棉線的水流量

- 1.從實驗中了解不同粗細棉線給水流量不同，棉線愈粗給水量愈多，但不是等倍多的流水量（3倍粗的棉線沒有3倍的水流量）。所以在實際操作盆栽時，不能用等倍水量來預估，要實際測試水量才會準確。
- 2.根據棉線粗細給水量不同，可以做為不同盆栽所需水量時的參考，如需水量較多的植物就用較粗的棉線，需水量少的則反之。

實驗(二)測量棉線一端浸在給水區（容器中裝水），另一端棉線頭放入受水容器中底部（水過來時棉線頭完全浸在水中），受水區那一端的棉線也浸在水中時，會不會減緩或暫停給水？以達到自動調控給水量的目的。（是想模擬若土壤水量已充足時，是否可有此假設的效果。）

結果發現：並不會減緩或暫停給水，反而流水量更多。好像有接觸到水時，水和水之間會有一種拉力，讓水更容易流過去。

實驗(三)給水區放在不同位置(給水區與受水區等高、給水區低於受水區時)，是否可以正常給水：

- 1.給水區的高低一定會影響水流量，給水區高於盆栽時，水流量較多，愈高水流量愈多，但在兩者等高時，水流量明顯減少；若是給水端低於盆栽時，流水量幾乎只有棉線濕潤，植物仍然可以獲得水，應該是當棉線水遇到土壤時，繼續毛細現象，讓土壤保持濕潤。
- 2.不同植物需水量不同，高低位置也是在實際操作盆栽時，可以當做調控給水量的方法。

實驗(四)將棉線埋入盆栽的土中大約1公分深，觀察是否能有效自動調控給水量？

- 1.本來的想法是：若是土壤水份充足時，能減緩或停止給水，就能達到自動調控的效果。
- 2.實際操作的結果是：可以有效給水，但是土壤濕潤後，給水速率不會減緩，水還是流個不停。
- 3.棉線要如何放置效果最好、最省事，又不用破壞原來盆栽的狀況。是我們在實驗中所追求的便利性，這樣才會更多人利用。

柒、結論

- 一、從實驗（一）到實驗（四）中，可以了解，利用棉線吸水的毛細現象，確實可以解決我們因為週休二日放假不能澆水的困境，只需要利用生活中簡單物品製作，不需要太多花費，就可以達到自動澆水的功能。
- 二、只是在實驗（四）中，發現給水量的部份還無法達到如預期的土壤水充足時可以暫停給水自動調控的想法，現在只能先利用棉線的粗細及給水區高低來控制給水量，雖然不是全自動，但已達到能自動供水的目的。
- 三、這次研究主題很實用、很有趣，雖然實驗過程中不能達到預期自動調控的功能，但是也激發我們想要找出其它可以達到目的方法的動能。

捌、參考資料

- 一、國小三下自然科學：第一單元－快樂小農夫，翰林出版事業股份有限公司，第 8-41 頁，中華民國一百一十三年。
- 二、國小三下自然科學：第二單元－千變萬化的水，翰林出版事業股份有限公司，第 42-49 頁，中華民國一百一十三年。
- 三、中華民國第四十三屆台北縣中小學科學展覽作品說明書：讓水均衡一下：定時定量自動灑水器，中華民國九十二年。
- 四、中華民國第四十三屆台北市中小學科學展覽作品說明書：盆栽妙管家--自動澆水器，中華民國九十二年。
- 五、中華民國第四十九屆台北市中小學科學展覽作品說明書：我家有「水管家」～沒人在家植物依舊盎然，中華民國九十八年。
- 六、How to make your own self-watering planter ? (2012 年 9 月 12 日)YouTube 取自:
<https://www.youtube.com/watch?v=b2U17-QOI1w&index=5&list=PLRtgmpU5y-xYiFvWm11pYazvKsI9pcNXY>