

我要喝多少水呢？

初小組生物科第一名

台北市東門國民小學

作者：徐渝婷、林諄怡

指導教師：陳淑媛、曾金圓

一、研究動機

放假日，幫媽媽整理陽台上的盆栽，可憐的葉子有點下垂的，使我想起花木是不能沒有水的。那麼它們一天到底會喝掉多少水呢？做個實驗看看，一定很有趣的。於是在老師的指導與鼓勵下做了一連串的觀察與探討。

二、研究目的

- (一)設計製作植物吸水量的測定裝置，以測出植物體的吸水量。
- (二)探討植物的那一部分要喝較多的水，是花？葉？還是果實？
- (三)探討一朵花開放過程中什麼時候喝最多的水？
- (四)比較葉子的上表皮與下表皮的喝水量。
- (五)觀察植物在晴、雨天時，一天中喝水量的變化是怎樣的？
- (六)探討光、風及溫度怎樣影響植物的喝水量。
- (七)探討空氣中的氧氣與二氧化碳怎樣影響植物的喝水量。
- (八)比較不同種植物的吸水量。

三、研究設備器材

- (一)錐形瓶、廣口瓶、橡皮塞、膠泥、U型管、天平、太陽檯燈、照度計、多段型暖風機，乾濕球溫度計、二氧化錳、雙氧水、小蘇打、稀醋酸。
- (二)草莓、四季金桔、檸檬、桑椹、菊花、杜鵑、朱槿、彩葉草、鴨跖草、紅葉鐵莧、黃金榕、黃金葛、軟枝黃蟬、變葉木、蕃薯葉、羅漢松、桉樹。
- (三)設計製作植物吸水量的測定裝置：
 1. U型管測定法：利用U型管如圖一裝置測定吸水量，但此測定裝置，只能觀察植物蒸散水分後，測量管上空隙的高度，而無法精確的算出它的吸水量。因此和老師討論後，改為圖二的天平測定法。
 2. 天平測定法：在天平的左盤上放置裝植物的瓶子，右托盤上放置裝水的

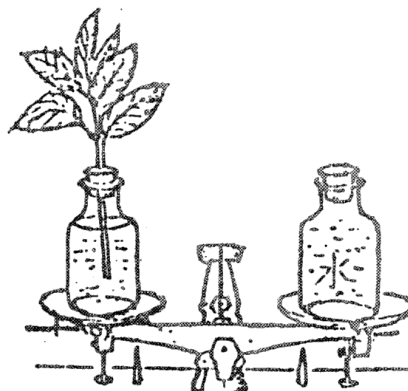
瓶子和蓋子，然後用滴管加水至兩邊的重量平衡後，在一定時間內，當瓶中的水經蒸散作用而減輕的量，用砝碼補足重量，即可測定植物的吸水量。

U型管測定器



圖一

天平測定器



圖二

四、研究過程

〔實驗一〕探討植物的葉子，花和果實，那一部分要喝較多的水？

- 方法：1. 切取草莓、桑椹、檸檬、四季金桔各四枝，分別保留葉、花和果實。各放入測定裝置的瓶中並調整兩邊重量平衡後置於通風處。
2. 每隔一日測量一次吸水量，連續測量三天，再求出平均一天的單位面積吸水量以便比較。

結果：

(晴天)

(雨天)

植物名		草莓	桑椹	檸檬	四季金桔	草莓	桑椹	檸檬	四季金桔
花	吸水量 (g)	1.70		0.90	1.00	0.28		0.10	0.18
	總面積 (cm ²)	27.32		28.85	25.38	6.62		16.74	23.61
	單位面積吸水量 (g/cm ²)	0.062		0.031	0.039	0.042		0.011	0.007
成熟果	吸水量 (g)	1.50	1.90	1.38	0.30	0.52	0.90	0.81	0.25
	總面積 (cm ²)	39.21	112.91	112.42	33.56	29.36	104.88	106.20	33.56
	單位面積吸水量 (g/cm ²)	0.038	0.016	0.012	0.008	0.017	0.008	0.007	0.007
未成熟果	吸水量 (g)	2.30	3.80	1.05	1.95	0.80	1.40	-0.80	0.50
	總面積 (cm ²)	45.71	107.29	108.11	33.10	15.65	99.21	102.24	31.56
	單位面積吸水量 (g/cm ²)	0.049	0.035	0.009	0.058	0.051	0.014	-0.007	0.015
葉	吸水量 (g)	4.40	10.30	7.26	3.90	3.80	5.10	2.20	1.60
	總面積 (cm ²)	62.38	80.04	168.14	43.97	61.57	73.68	171.77	43.97
	單位面積吸水量 (g/cm ²)	0.070	0.128	0.043	0.065	0.051	0.069	0.012	0.036

(氣溫 25 °C ~ 28 °C)

(氣溫 12 °C ~ 17 °C)

我們發現：

1. 植物每一部分都會喝水，其中葉子喝得最多，花也喝不少，果實喝得較少。但未成熟的綠色果實都比成熟的黃色果實喝得多。
2. 實驗中發現檸檬果實的重量反而增加，可能是果實除了蒸散水分外，還吸收水分使果實繼續生長變大的緣故。
3. 晴天的喝水比雨天的喝水量多，可見氣溫和陽光也會影響植物的喝水量。

〔實驗二〕花的開放過程中，什麼時候喝最多的水？

方 法：1. 切取一朵含苞待放的菊花，剪去萼片與葉片，放入吸水測定裝置的瓶中，並調整天平的兩臂重量平衡。

2. 把實驗裝置放於通風處，每四小時測量一次記錄吸水量。

結 果：

表二花開放過程中吸水量記錄表

測量時刻	早上 8:00	12:00	16:00	20:00	24:00	4:00	第二天 8:00	12:00	16:00	20:00	24:00	4:00	
吸水量	1.0	1.2	1.2	0.6	0.6	0.1	0.9	2.1	1.7	0.2	0	0	
溫 度	19.0	27.0	22.0	17.0	16.0	15.0	15.0	28.0	22.0	22.0	15.0	15.0	
	花 蕾						四 分 開						
第三天 8:00	12:00	16:00	20:00	24:00	4:00	第四天 8:00	12:00	16:00	20:00	24:00	4:00		
1.8	4.2	3.0	2.2	1.0	0.2	1.6	5.5	4.6	2.5	1.2	0.3		
16.0	22.0	18.0	15.0	15.5	15.0	15.0	24.0	21.0	15.0	15.5	17.0		
	盛 開 第 一 天						盛 開 第 二 天						
第五天 8:00	12:00	16:00	20:00	24:00	4:00	第六天 8:00	12:00	16:00	20:00	24:00	4:00	第七天 8:00	12:00
1.8	4.5	3.0	1.8	0.6	0.1	1.0	3.1	1.1	0.5	0.1	0.1	0.5	1.0
20.0	27.0	25.5	20.0	20.0	18.0	22.0	25.0	25.0	22.0	22.5	20.0	22.0	25.0
	盛 開 第 三 天					開 始 枯 萎						枯 萎	

我們發現：

1. 花朵由花苞到盛開都要喝水。花苞時期喝水量較少，盛開的花朵喝得水量較多，尤其盛開後的第二天喝得最多，但過了幾天後會慢慢地枯萎喝的水量也逐漸的減少了。

2. 白天喝水量較多，在正午 12 時左右為最多；晚上溫度較低，又缺少光線，喝水量就減少了很多。

〔實驗三〕比較葉子的上表皮和下表皮的喝水量。

方 法：1. 切取聖誕紅、大葉桉、朱槿和菊花等四種植物各 3 枝，分別各一枝在上、下表皮塗上凡士林，另一株不塗。然後各放入測定裝置瓶中，調整天平平衡後置於通風處，每隔 24 小時測量一次其減少的水量。

2. 用方格紙描算面積，求出其單位面積的吸水量（克/cm²）

結 果：

表三葉子塗凡士林吸水量記錄表

		聖誕紅	大葉桉	朱槿	菊花
凡士林 塗下表皮	減少克數(克)	1.9	2.9	1.0	1.4
	總面積(CM ²)	431.8	252.71	103.76	169.9
	g/cm ²	0.004401	0.01148	0.009638	0.00824
凡士林 塗上表皮	減少克數(克)	3.2	14.0	1.7	4.5
	總面積(CM ²)	429.8	440.17	86.71	114.77
	g/cm ²	0.007445	0.031806	0.0196	0.03921
沒塗 凡士林	減少克數(克)	4.0	12.0	1.6	6.0
	總面積(CM ²)	499.2	172.07	75.47	145.94
	g/cm ²	0.008013	0.0697	0.0212	0.041113

我們發現

1. 把凡士林塗在下表皮時，水分的散失量很明顯的比沒塗的減少很多，但塗在上表皮時，水分的散失量與沒塗的差別就較少。由此可知從下表皮蒸散的水分比上表皮散失的大很多。

2. 四種植物中，大葉桉喝水最多，菊花次之，聖誕紅一直流白色乳汁，葉片易軟下垂，喝水量很少。

〔實驗四〕植物在晴、雨天時，一天中喝水量的變化會怎樣呢？

方 法：1. 切取大葉桉放入測定裝置瓶中，並調整天平後，把乾濕球溫度計懸掛於附近，每隔一小時記錄一次吸水量及溫度。

2. 用方格紙計算葉片總面積，並求出單位面積的吸水量。

結果一：

表四之一大葉桉晴天時吸水量、溫度和溼度的記錄

時 間		22:00	23:00	24:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00
晴天 (1)	乾 球	19.8	20.8	20.6	20.1	19.1	18.2	16.0	17.0	19.1	20.9	23.4	25.2
	濕 球	17.0	17.8	17.6	17.7	16.9	20.0	17.6	15.0	16.5	17.4	18.5	20.2
	溫 % 度	74.0	73.0	73.0	78.0	79.0	82.0	73.0	80.0	75.0	69.0	60.0	58.0
	吸水量(克)	0	0	0	0.3	0	0.2	0.2	0	0.1	0.8	0.2	0.3

時 間		10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
晴天 (2)	乾 球	27.1	30.6	33.2	34.0	33.8	32.0	30.0	28.0	25.4	24.0	23.1	21.0
	濕 球	20.1	21.6	22.2	24.0	23.8	22.0	21.5	22.2	19.6	19.7	20.9	19.2
	溫 % 度	47.0	40.0	38.0	38.0	38.0	36.0	40.0	45.0	52.0	62.0	80.0	84.0
	吸水量(克)	3.0	1.8	4.2	3.5	2.7	1.6	0.9	1.2	0.8	0.3	0.4	0.1

我們發現：

1. 大葉桉的吸水量隨著日出開始增加，在正午時達到最高點，總吸水量幾乎在 10 時到 15 時之間，日落之後逐漸的減少。
2. 晴天時候，在白天裏，氣溫高濕度低，植物的蒸散作用很旺盛，吸水量也隨著增多，但進入黑夜後氣溫降低，濕度逐漸升高，吸水量突然減少，甚至幾乎不吸水。

結果二：

表四之二大葉桉陰雨冷天時吸水量、溫度、溼度的記錄表

時 間		22:00	23:00	24:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00
晴天 (1)	乾 球	17.0	16.0	16.0	16.0	15.0	15.0	15.0	16.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	濕 球	16.2	15.2	15.0	14.8	13.8	13.8	14.0	15.8	17.0	17.0	16.5	16.6
	溫 % 度	92.0	91.0	89.0	91.0	89.0	89.0	89.0	87.0	90.0	90.0	87.0	86.0
	吸水量(克)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.05	0.05

時 間		10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
晴天 (2)	乾 球	18.0	19.0	20.0	21.0	21.0	21.0	20.0	19.0	19.0	18.0	18.0	17.0
	濕 球	16.7	18.3	18.8	19.5	19.5	20.0	19.0	18.0	18.0	17.2	17.1	16.2
	溫 % 度	87.0	87.0	89.0	86.0	86.0	91.0	91.0	90.0	90.0	92.0	91.0	92.0
	吸水量(克)	0.4	1.1	2.1	0.9	1.0	1.8	0.5	0	0	0	0	0

我們發現：

1. 雨天陰又冷，氣溫低濕度大，光線又弱，吸水量很明顯的減少。
2. 在黑夜裏，吸水量幾乎等於 0，吸水量都集中在白天氣溫較高的正午前後的上午 10 時起至下午 4 時之間。

〔實驗五〕光線的強弱會影響植物的喝水量嗎？

- 方 法：1. 切取大葉桉樹枝，放入吸水測量裝置的瓶中，置於陰暗處。
2. 把太陽檯燈固定好，開燈後用照度計測量實驗植物體的照明度。分別為 100LUX、500LUX、1000LUX、1500LUX、2000LUX（勒克斯）等各照射 4 小時，並記錄各不同照度下植物吸水量的變化。

結果：

表五 不同強度光照射下吸水量

面積 207.14cm ²	100LUX	500LUX	1000LUX	1500LUX	2000LUX
4 小時內總吸水量 g	2.4	6.1	10.8	12.3	14.9

我們發現：

1. 隨光線的增強，植物的吸水量也跟著增大。
2. 光線的強弱對植物的吸水量有密切的關係。

〔實驗六〕溫度會影響植物的喝水量嗎？

- 方 法：1. 切取大葉桉樹枝，放入吸水測定裝置的瓶中，然後放在溫度較低的陰暗室內（約 15℃）
2. 用暖氣機調節溫度，分別維持在 20℃、25℃、30℃、35℃、40℃等各 3 小時，並觀察記錄其吸水量。

結果：

表六不同溫度下葉片吸水量記錄表

面積 231.69cm ²	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃
3 小時內總吸水量 g	1.9	3.7	5.2	7.4	8.9	6.1

我們發現：

1. 溫度低時吸水量較少，但把溫度提高時，吸水量就跟著增多了。
2. 溫度提升到 40℃，而經過約 40 分鐘後，發現葉片有變軟，再經 30 分鐘後葉子的前端便有微微下垂的現象。因此吸水量也減少了。

〔實驗七〕光線和溫度那一樣對喝水量的影響比較大呢？

- 方 法：1. 同實驗五的裝置，放在暗室內，溫度保持在約 25℃；光度維持在 2000LUX 照射 3 小時，每小時記錄其吸水量的變化。
2. 接著立刻開燈，處於黑暗之中，亦連續 3 小時，每小時記錄其吸

水量的變化，上午八時開始計算，重覆三次。

結果：

表七葉片照光、不照光吸水量比較記錄表

面積 231.69cm ²	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
每小時吸水量 g	0	1.9	2.6	3.6	3.9	1.1	0.1	1.5	2.9
	照光				不照光			照光	
17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	1:00	2:00
3.6	4.3	1.0	0.05	0.8	1.7	3.0	3.4	1.3	0.2
照光	不照光			照光			不照光		

我們發現：

1. 光線的影響比溫度的影響大，照明 3 小時中，吸水量都在上升。
2. 關燈進入黑暗時，在 40 ~ 60 分鐘植物的吸水量持續上升，之後很快的下降，因此後面的 2 小時吸水量都相當少。溫度雖然保持在 25 °C 左右，仍然無法維持一定的量，可見光線的影響比較大。

〔實驗八〕光線會不會影響上、下表皮的喝水量呢？

方 法：1. 把實驗裝置準備好後，將燈光從上面直射上表皮，使下表皮處於陰影的情形。另一裝置則將燈光照射下表皮，如此各照射 4 小時，並記錄其吸水量。

2. 用方格紙量取面積，計算單位面積的吸水量，比較之。

結果：

表八上、下表皮直接照光吸水量記錄表

	吸 水 量	葉片總面積 (cm ²)	單位面積吸水量 (g/cm ²)
照射上表皮	13.6	201.24	0.06758
照射下表皮	6.9	223.19	0.03092

我們發現：

1. 從葉子上表皮照，吸水量比較多。
2. 從資料中得知：因為葉子的上表皮比較綠，含綠色細胞較多，所以需要較多的光線，同時也需要較多的水分。而下表皮的細胞比較不密，需要量自然較少。

〔實驗九〕風會不會影響植物的喝水量呢？

方 法：1. 切取一枝植物放入裝置的瓶中，置於無風的室內。

- 將電風扇固定於離植物 2.5 公尺處，分別以無風、微風、中風、強風等風力，各吹 2 小時比較各不同風力的吸水量。

結果：

表九不同風吹葉片的吸水量

風力	無風	微風	弱風	中風	強風
2 小時內總吸水量 (g)	1.7	2.9	5.1	6.1	3.2

我們發現：

- 植物的吸水量會隨風的增強而增大，尤其中風最大，弱風次之。
- 但吹強風反而減少，因會使枝葉搖個不停，阻礙植物的蒸散作用，可知風太強時會傷害植物的。

〔實驗十〕空氣中的氧和二氧化碳會影響植物的喝水量嗎？

- 方法：
- 把裝有枝葉的瓶子外套個塑膠袋紮緊，袋子的一個角另裝一支送氣管並加一支管夾。
 - 把產生的氧氣送進塑膠袋充滿後用管夾夾緊放在天平上，置於暗室中，經 3 小時後記錄其吸水量。另取一枝作為對照組。
 - 同一裝置，把產生的二氧化碳充滿塑膠袋後，置於陽光下，經 3 小時後觀察記錄其吸水量，並求單位面積比較之。

結果：

表十加入氧氣和二氧化碳吸水量比較表

		3 小時總水量 (g)	葉片總面積 (cm ²)	單位面積吸水量 (g/cm ²)
1	注入氧氣	0.91	212.71	0.0042
	對照組	0.90	209.80	0.0042
2	注入二氧化碳	38.90	200.53	0.1939
	對照組	10.20	194.24	0.0525

我們發現：

- 增加二氧化碳量時，吸水量竟然為對照組的 3.6 倍。因為二氧化碳可加速植物行光合作用，需要水分，因此吸水量自然地增多了。
- 增加氧氣結果，沒有多大影響，可見氧氣對植物吸水量是無關的。

〔實驗十一〕比較不同種植物的吸水量

- 方法：
- 切取多種植物的枝葉：如羅漢松、變葉木、黃金榕……等十二種，分別放入吸水測定裝置中。
 - 置於陽光下，經 24 小時後測定它們的喝水量，並求單位面積比較

之。

結果：

我們發現：

	種類	單位面積吸水量
1	羅漢松	0.02293
2	大葉變葉木	0.02133
3	小葉變葉木	0.02895
4	黃金榕	0.04000
5	軟枝黃蟬	0.03501
6	黃金葛	0.03268
7	鴨拓草	0.03410
8	紅葉鐵莧	0.03877
9	蕃薯葉	0.04549
10	杜鵑花	0.07284
11	彩葉草	0.03234
12	大葉桉	0.08028
13	朱槿	0.03759
14	番石榴	0.09171

1. 番石榴、杜鵑花的吸水量很偏高，因它們的葉面沒有厚角質，大葉桉雖有角質層，但薄薄的一層，番薯葉的葉片薄軟又嫩，角質層也很薄，因此吸水量也不少。
2. 大葉變葉木的葉面，綠色部位幾乎沒有，吸水量特別少，而小葉變葉木所含綠色部位約佔一半，故吸水量也不多，可知和綠色有關。
3. 羅漢松屬於針葉樹皮很厚，因此吸水量也不多，所以較能適應冷而少雨的地區存活。

五、結論

- (一)用 U 型測定法，不容易測出植物的吸水量，改用天平測定法，可以精確的測定植物的吸水量。
- (二)植物的每一部分都需要喝水，其中葉子喝得最多，未成熟的綠色果實和花次之，而成熟的果實喝的水就少多了。
- (三)盛開的花朵喝的水較花苞時期多，而花朵的喝水量，白天較晚上多，又都集中在正午 12 時左右。
- (四)葉子的下表皮喝的水較上表皮為多。大葉桉的下表皮喝的水量是上表皮的 2.7 倍，而菊花葉則為 4.7 倍。
- (五)植物的吸水量隨著日出而逐漸增加，正午前達到最高點，一天的總吸水量都落在上午 10 時至下午 3 時之間，日落以後就減少了。
- (六)光線強弱對植物吸水量的影響非常明顯。光線漸強吸水量也逐漸的上升。
- (七)植物的吸水量在溫度約 30 °C ~ 35 °C 時情況最佳，超過 40 °C 之後就開始減少，可知溫度太高時，會對植物有所傷害的
- (八)植物在光線下，吸水量不斷地上升，但突然消失光明進入黑暗時，吸水量不會馬上減少能繼續增加約一小時後才急遽的減少。

- (九)風也會影響吸水量，隨風的增強而增大，但太強時會使植物體搖擺不停，妨礙它的蒸散作用，使吸水量減少許多。
- (十)在陽光下增加二氧化碳量時，吸水量可增加為3.6倍，但在暗室中增加氧氣時，對吸水量毫無幫助。
- (十一)每一種植物的吸水量各不相同：如葉的表面覆蓋厚的角質層或綠色部分太少，吸水量就一直很少，而像蕃薯葉薄軟又嫩吸水量就多了。
- (十二)用方格紙描算葉片面積，再求單位面積比較時，會客觀很多。

六、參考資料

- (一)學生科學辭典：生物篇一植物。光復書局
- (二)自然科學教學指引：第七冊。國立編譯館
- (三)國中生物：第一冊。國立編譯館
- (四)國小植物圖說。國立屏東師院編印

評語

本作品以草莓等四種植物，詳細且深入探討植物蒸散作用之機制，與影響蒸散作用的生物本身因子與外界環境因子。本實驗的設計雖然簡單，但仍可獲得良好結果。另外對於氧氣和二氧化碳濃度改變影響植物蒸散作用的實驗是本論文中較特殊新穎之處，結果數據不錯，討論亦能把握重點，綜合而言，本論文對植物蒸散作用之研究，其方法步驟週詳，研究內容點面均能顧及，結果良好，且討論也具體，可作為中小學教學的補充教材。