

單元名稱:片頭

畫面描述

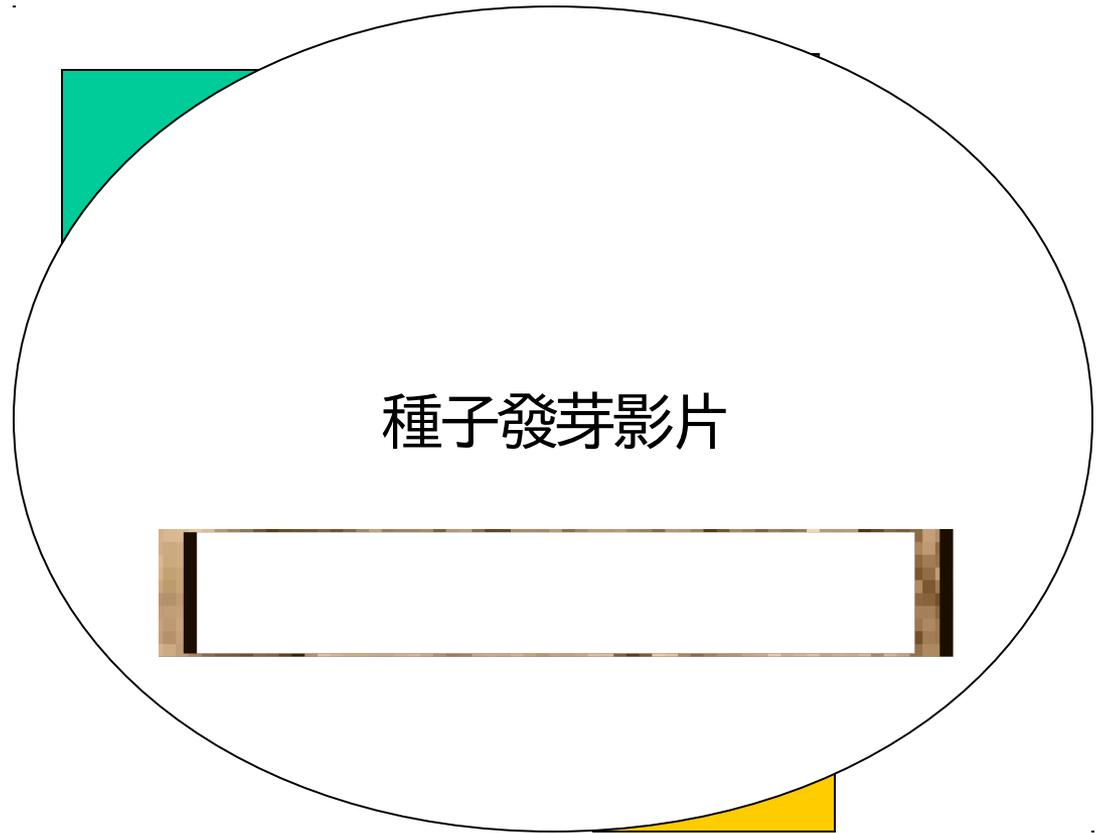
片頭畫面出現順序

1.slide shows 以不規則的方式
交疊出現—然後全部溶解

2. 畫面立刻接以種子發芽的影
片 5 秒鐘—畫面暫停隨
即

由底部上升出光碟標題—
地底下的奧秘

動作演示



註:各種精采的相關照片



根長大了

植物實驗室

千變萬化的根

根的小百科

根怎麼吸水的

根的方向性

根長大了

陸上的植物為了繁衍後代，必需利用種子來散播至各地，有的種子需要充足的水分或是雨水的滋潤，才能發芽生根，有的卻得經過嚴寒的考驗，才能長成大樹。也有植物在懸崖峭壁上，就能蓬勃發育的。

因此無論在什麼環境下，植物種子在成長的過程中，最首要的條件就是 --- 發芽生根，吸收養分。



畫面對焦至一顆種子，飛落在²地，上開視野到²壩，上的草叢和種子 刻大雨降下，幾天後種子發芽生根並長出葉子來。畫面接續到峭壁上的樹木，和生長在樹上的鳥巢蕨，菜園裡的蔬菜，和樹上小鳥啄食果食，畫面拉到小學生種蕃茄澆水施肥，觀察綠豆成長。而後結束。

註：影片播放區



影片控制區

單元概念區

- 發芽的基礎知識
- 根發芽的過程
- 根的構造

註：置放固定照片

沙漠裡的
仙人掌

玉山上的
圓柏

樹上的
鳥槽蕨

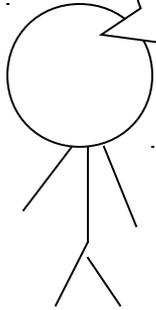
結出果食
的小蕃茄

•發芽的基礎知識

一顆完全成熟的種子, 在乾燥的狀況下, 是不會發芽的, 因為這個時候的種子是維持著休眠狀態, 只有當遇到適合的溫度, 和足夠的水分時, 就會利用空氣中的氧氣呼吸, 種子就發芽了。

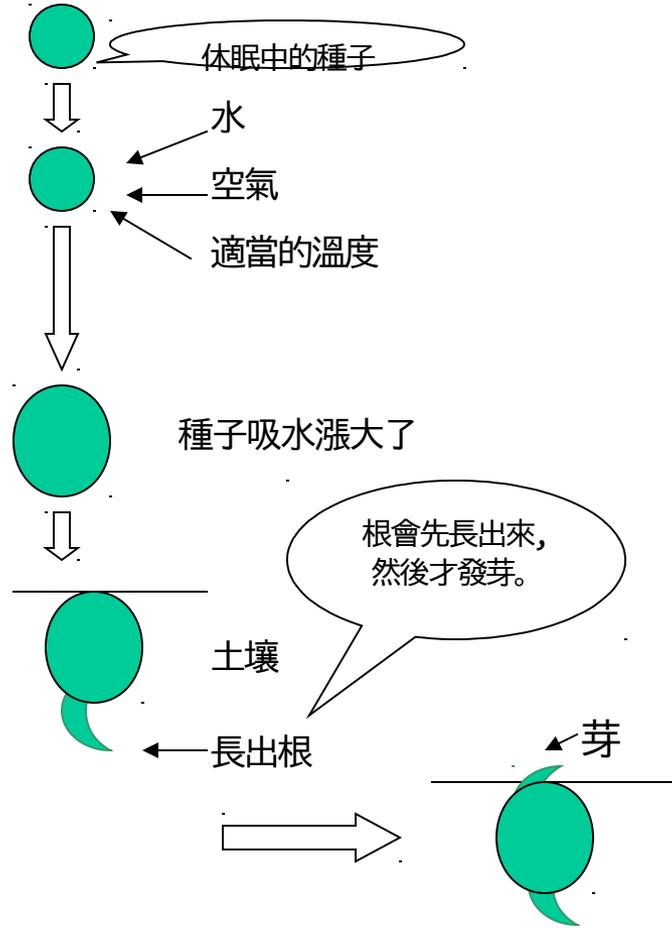
好奇小
博士:

種子是怎么醒過來的?
???



想知道嗎? 按我一下

種子發芽的過程



註: 種子發芽的圖解畫面

註：跳出延伸視窗

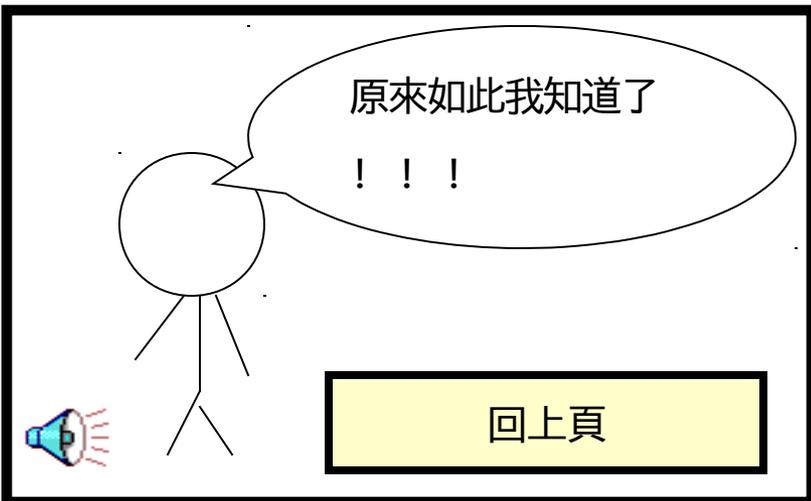


•種子是什麼醒過來的?

註：科學學習遊戲 p24 頁

當種子一吸收到水分, 胚胎內就會合成促進植物生長的荷爾蒙, 接連著分解澱粉的澱粉酵素也合成了, 原來儲存在種子裡的澱粉就被澱粉酵素分解成糖, 而糖就是促進發芽開始的能量來源。

動畫呈現



•根發芽的過程

根發芽時會先突破種皮, 然後往水分或養分充足的地方生長, 根的尖端有根冠, 主要是為了保護讓根延長的生長點, 當根在地底下遇到了障礙物如小石頭時, 根就會繞過障礙物繼續生長。並且長出根毛以便增加吸收水分的面積。

照片

種子浸
水膨脹

種子根突
破種皮

種子根
深入土裡

芽長出

子葉被
芽撐起

根長滿
了根毛

•根發芽的過程

註: 動畫或影片播放區

動畫或影片內容如左方解
框中描述。

註按下 play 鍵時會同步播
出左方的旁白



•根的構造

已經發育成熟的根，可以分成幾個部分，成熟部、延長部、生長點、根冠等。延長部，就是生長點不斷細胞分裂才延伸出來的。根的最尖端，也就是保護生長點的部位，我們稱之為根冠。



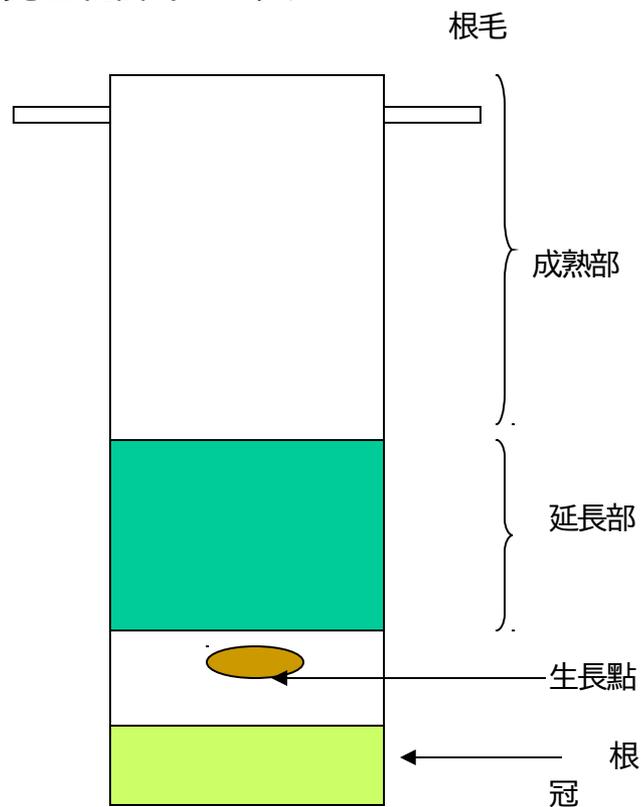
好奇小
博士：

什麼是根毛、根冠、
生長點啊？ ？ ？

想知道嗎？按我一下

•根的剖面圖

見生物課本 71 頁



•根的構造

根毛：根毛是由表皮細胞向外突出延伸出來的。可以增加吸收水分的面積。

生長點：會不斷的細胞分裂，造成延長部。也就是可以不斷增加根的長度。

根冠：位於根的最尖端，可以保護根的生長點。



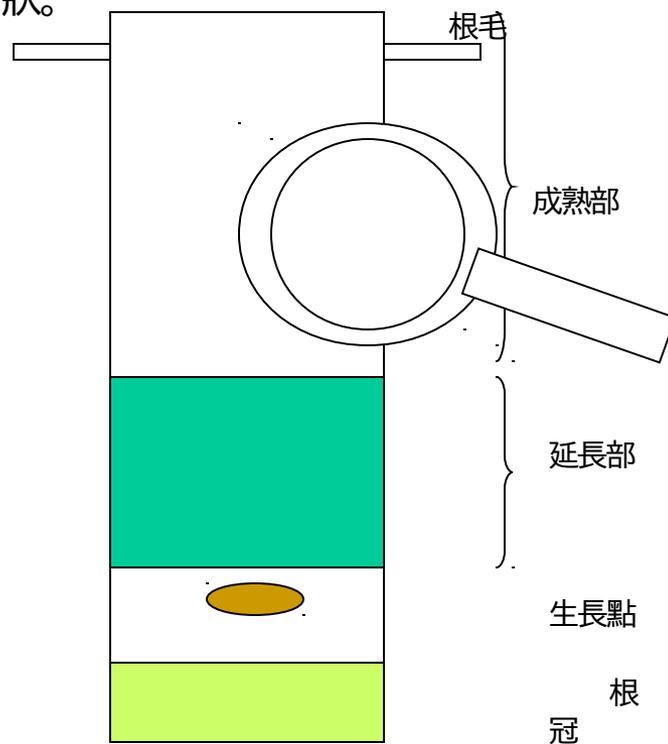
好奇小博士：

原來小小的根暗藏了這麼多的玄機啊。

回上頁

•根的剖面圖

畫面說明：畫面上有一支放大鏡點選畫面各部位時會移動到剖面圖各部位並且成放大狀。



• 千變萬化的根

根如果以當初生成的情形分類,可分為軸根系和鬚根系。如果以根的功能來分,就會發現植物為了適應環境,而發展出各式各樣的變態根,因此根除了吸收水分、養分之外,也有能儲存養分的根,幫助植物呼吸的根。最重要的還是 -- 根能緊緊的抓住土壤,保護山坡地!



好奇小博士:

看看根抓土的力量吧

盆栽植物根
緊緊包著
土的照片

• 軸根系

軸根系是由初生根發育向下生成一枝較粗大的主根,從主根上又產生許多支根。例如雙子葉植物的根、木本植物的根、菠菜、蘿蔔和兔兒菜等都屬於軸根系。

• 鬚根系

鬚根系是當初生根在幼苗期就已經枯萎了,在莖的基部產生許多粗細相似的不定根。例如單子葉植物的根、牛筋草及禾本科植物等。

• 軸根系

雞冠草

菠菜

兔兒菜

• 鬚根系

牛筋草

•千變萬化的根

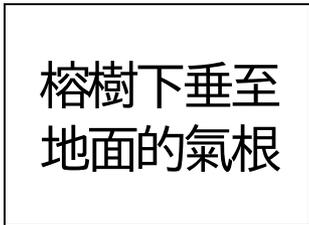
根的變態有下列幾種

- 1. 支持根 -- 例如玉蜀黍、林投。
- 2. 柱狀根—例如氣根發達而下垂至地面 的榕樹氣根。
- 3. 板根 -- 例如銀葉及青剛櫟的板根。
- 4. 貯藏根 -- 例如蘿蔔、甜菜胡蘿蔔等
- 5. 氣生根: 氣生根又包含
 - (1)鬚狀氣根 -- 如榕樹的氣根
 - (2)同化根 -- 如風蘭屬的氣根
 - (3)蘭類氣根
- 6. 攀緣根 -- 如黃金葛等。
- 7. 寄生根—槲寄生
- 8. 水生根
- 9. 呼吸根 -- 例如紅樹林。

1. 支持根: 由接近地面處莖的節上所發生的不定根, 以加強支柱植物。



2. 柱狀根: 氣根發達, 下垂至地面, 深入土中, 生長粗大, 具有支持作用者。



千變萬化的根

根的變態有下列幾種

1. 支持根 -- 例如玉蜀黍、林投。
2. 柱狀根—例如氣根發達而下垂至地面 的榕樹氣根。
3. 板根 -- 例如銀葉及青剛櫟的板根。
4. 貯藏根 -- 例如蘿蔔、甜菜、胡蘿蔔等
5. 氣生根: 氣生根又包含
 - (1) 鬚狀氣根 -- 如榕樹的氣根
 - (2) 同化根 -- 如風蘭屬的氣根
 - (3) 蘭類氣根
6. 攀緣根 -- 如黃金葛等。
7. 寄生根—槲寄生
8. 水生根
9. 呼吸根 -- 例如紅樹林。

3. 板根: 樹木的次根向上漸次生長隆起而作薄板狀, 露出地面的。

銀葉
照片

青剛櫟

4. 貯藏根: 在根中貯藏大量養分, 包含球根、塊根等。

蘿蔔

甜菜

千變萬化的根

根的變態有下列幾種

- 1. 支持根 -- 例如玉蜀黍、林投。
- 2. 柱狀根—例如氣根發達而下垂至地面的榕樹氣根
- 3. 板根 -- 例如銀葉及青剛櫟的板根。
- 4. 貯藏根 -- 例如蘿蔔、甜菜胡蘿蔔等
- 5. 氣生根：
氣生根又包含
 - (1)鬚狀氣根 -- 如榕樹的氣根
 - (2)同化根 -- 如風蘭屬的氣根
 - (3)蘭類氣根
- 6. 攀緣根 -- 如黃金葛等。
- 7. 寄生根—槲寄生
- 8. 水生根
- 9. 呼吸根 -- 例如紅樹林。

5. 氣生根:由地面上的莖或枝等生出者,如:

(1)鬚狀氣根

(2)同化根:扁平狀,具葉綠素,能吸收空氣中的水分,並行光合作用。

6. 攀緣根:藤本植物藉以攀援物而攀附樹端細胞吸收空氣中的水分,且因根內有固氮菌共生亦可吸收空氣中的氮素。

榕樹氣根

風蘭屬類氣根

蝴蝶蘭氣根

黃金葛

千變萬化的根

根的變態有下列幾種

- 1. 支持根 -- 例如玉蜀黍、林投。
- 2. 柱狀根—例如氣根發達而下垂至地面的榕樹氣根
- 3. 板根 -- 例如銀葉及青剛櫟的板根。
- 4. 貯藏根 -- 例如蘿蔔、甜菜胡蘿蔔等
- 5. 氣生根：
氣生根又包含
 - (1)鬚狀氣根 -- 如榕樹的氣根
 - (2)同化根 -- 如風蘭屬的氣根
 - (3)蘭類氣根
- 6. 攀緣根 -- 如黃金葛等。
- 7. 寄生根—槲寄生

看榕樹奇觀請按我

註：按下後
跳出延伸視窗

生根

9. 呼

吸根 -- 例如紅樹林。

7. 寄生根: 寄生植物的根, 生長在寄主的維管束中, 吸收寄主體內的養分和水分。

槲寄生

8. 水生根: 漂浮在水中生長的植物, 根浸在水中, 賴表皮細胞吸收水中的養分。

9. 呼吸根: 如紅樹林的根, 側根露出水面, 可行呼吸作用。

紅樹林

根長大了

千變萬化的根

根怎麼吸水的

根的方向性

根的小百科

植物實驗室

[回上頁](#)

好奇小博士：

聽² 在澎湖的通樑有一顆榕樹，當初只是長出了許多氣根，氣根越長越長一直垂到了地下，而且又長出葉子和支條來，最後形成一大片的榕樹林。現在可是著名的觀光勝地²！



澎湖通樑的榕樹奇觀

根怎麼吸水



根是怎麼吸水的?難不成有抽水馬達在運作!對,簡單的說就是幫浦在幫忙吸水,這是個純天然的幫浦,包含了三個重要組件,一樣是根的滲透壓,一個是葉子的蒸散作用,還有一項是輸送水分的導管裡,水柱間形成的凝聚力。就這樣根完全不用插電,就有天然的幫浦能抵抗地心吸引力,並且把水往上送。

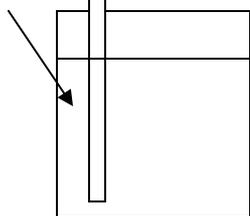
好奇小博士:

我知道如何模仿植物導管吸水
!看!水被吸上來了。

玻璃吸管

手指投壓著管口

如果買花回來插的時候發現莖太長,記得要泡在水裡剪,這樣才不會讓空氣跑到莖裡面。



根吸水的過程

附件課本圖 79 頁

植物的生活
18 頁動畫表現

導管能吸水有三個秘密,因為吸管的管徑非常細,而且吸管的管壁對水有吸附力,最重要的是管內形成的水柱不能有氣泡。

植物的生活
19 頁動畫表現

植物葉子經太陽照射後會從葉背面的氣孔蒸散許多水出來

按我一下

生物課本
76 頁導管
C 圖

土壤中的水藉滲透作用進入根毛及根內組織

按我一下

跳出動畫

跳出動畫

•根的方向性

根也能感覺方向?很神奇吧!植物在受到光線、重力、化學物質、溼度甚至於碰觸,都會有敏感的反應喔!對根而言,根對光線、重力、化學物質也有敏感的反應,我們來做幾項小實驗,驗證一下根的方向性吧!



單元概念區

- 根的背光性實驗
- 根的向地性實驗
- 根的向化性實驗
- 根的向濕性實驗

註:點選單元概念區選項只有實驗視窗會變換,密碼此單元其他部分使用相同介面。

•根的背光性實驗

見科學學習遊戲 p37 頁實驗 2 請用實驗照片

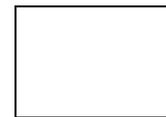
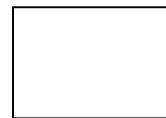
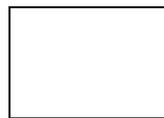
步驟一

在透明玻璃杯內加水,上放方置一片中間挖洞的保力龍板。然後把種子放在洞中央,等待種子發芽。



步驟二

蓋上單側有洞的箱子,讓光從洞外照進來,等幾天後拿開箱子觀察,意想不到的事情發生了!所有的根都偏向光線曬不到的地方長。



好奇小博士:

沒錯,根果然是討厭光線的。因此啊我們稱根 -- 有背光性。



•根的方向性

根也能感覺方向?很神奇吧!植物在受到光線、重力、化學物質、溼度甚至於碰觸,都會有敏感的反應喔!對根而言,根對光線、重力、化學物質也有敏感的反應,我們來做幾項小實驗,驗證一下根的方向性吧!



單元概念區

- 根的背光性實驗
- 根的向地性實驗
- 根的向化性實驗
- 根的向濕性實驗

•根的向地性

見科學學習遊戲 p37 頁實驗 3 請用實驗照片

步驟一



先將三顆種子放入泡過水,等其膨脹後,用一條鐵絲穿過這三顆種子,分別轉換不同方向。

〈註:利用種子上的臍辨別方向。〉將鐵絲架在瓶口上,上方用保鮮膜蓋住防止水分乾燥。瓶子裡記得放一團水分飽滿的「脂棉」維持瓶內一定的溼度。

步驟二



不久根長出「細」和「粗」兩個方向,根都會朝著重力的方向生長。

好奇小博士: 嗯! 根果然具有向地性。



•根的方向性

根也能感覺方向?很神奇吧!植物在受到光線、重力、化學物質、溼度甚至於碰觸,都會有敏感的反應喔!對根而言,根對光線、重力、化學物質也有敏感的反應,我們來做做幾項小實驗,驗證一下根的方向性吧!



單元概念區

- 根的背光性實驗
- 根的向地性實驗
- 根的向化性實驗
- 根的向濕性實驗

•根的向化性

見科學學習遊戲 p38 頁實驗 5 請用實驗照片

步驟一



利用紙將杯子劃分成兩半,在紙的前方放置一株幼苗,左方放濕沙、右方放濕土,並將化學肥料加入右方濕土中,然後把紙抽掉。

步驟二

幾天後觀察根生長的方向



好奇小博士:有趣吧!所有的根全往有肥料的方向生長呢!



•根的方向性

根也能感覺方向?很神奇吧!植物在受到光線、重力、化學物質、溼度甚至於碰觸,都會有敏感的反應喔!對根而言,根對光線、重力、化學物質也有敏感的反應,我們來做幾項小實驗,驗證一下根的方向性吧!

單元概念區

- 根的背光性實驗
- 根的向地性實驗
- 根的向化性實驗
- 根的向濕性實驗

•根的向濕性

見科學學習遊戲 p38 頁實驗 7 請用實驗照片

步驟一



準備兩玻璃杯,將幼苗種植在左方置放乾燥土的玻璃杯內,將紗布一端浸泡至右方有水的玻璃杯內。一端埋在左方的土內,利用紗布製作輸送水分的裝置。

步驟二



經過幾天後再觀察,會發現根多半都朝向有水的一方生長。

好奇小博士:

沒有適當的水分,植物會長不好喔。



根的小百科

1. 無重力的狀態下〈例如太空中〉, 根還有向地性嗎?

好奇小博士: 在無重力的太空中, 將發芽的種子放在太空艙內, 根會隨興的向著不同方向生長。因為沒有了地心引力, 就無法表現出根的向地性了。

2. 有的植物根上長了好多瘤, 是怎麼回事啊?

好奇小博士: 豆科植物的根部有顆粒狀的瘤, 這是土壤中的根瘤菌侵入根毛後繁殖而成的。根瘤菌一方面從豆科植物身上吸收養分, 一方面吸收空氣中的氮, 將氮製造成有機的氮化物, 供給豆科植物利用, 兩種生物相輔相成, 而對彼此都有好處, 這種生活方式叫做共生。

3. 蕃薯是塊根可以儲藏養分, 那馬鈴薯也是塊根嗎?

好奇小博士: 不! 不是所有看起來大大的又可以吃, 就是根的變態, 馬鈴薯是塊莖, 可不是塊根呢。

4. 怎麼樣定義種子已經發芽了?

種子會先長出根, 然後才會發芽, 因此只有芽長出來時並不能算是發芽, 要等根長出來時才能稱為發芽。

5. 什麼是癒合物質?

好奇小博士: 當植物一受傷時, 就會產生類似種子裡面的某些物質, 這些物質尚未分化為根莖葉等各種器官, 因此當這些未分化的細胞聚合時, 就稱為癒合物質, 然後癒合物質再分化就能生出根、莖、葉等細胞。

植物實驗室

如果沒有種子發芽生根,有辦法讓植物的根再長出來嗎?

好奇小博士:沒問題,讓我來大顯身手一番。我們可以利用植物的無性繁殖,培養出好幾株完全相同的植物喔。

植物的無性繁殖

- 用廚房裡剩的青菜來繁殖
- 自己栽培馬鈴薯和甘藷
- 用莖來繁殖
- 用葉子來繁殖

註:點選植物的無性繁殖選項只有實驗視窗會變換內容。此單元其他部分使用相同介面。

- 用廚房裡剩的青菜來繁殖

將廚房裡切剩約 3-4 公分左右的胡蘿蔔頭部,放入適當的容器內,加水至頸部左右的位置,注意不要讓水分乾掉,等 2-3 天後,新芽就會長出來。選擇一個適當的時機,將其種在大型花盆中,放在日照佳的地方,繼續栽培。等到溫暖的春夏天時,就會開花了。

註:以動畫方式呈現
見科學學習遊戲 p54 頁

切半置水中的胡蘿蔔照片

看實驗過程

註:按下藍色按鈕開啟延伸視窗呈現實驗動畫

植物實驗室

如果沒有種子發芽生根,有辦法讓植物的根再長出來嗎?

好奇小博士:沒問題,讓我來大顯身手一番。我們可以利用植物的無性繁殖,培養出好幾株完全相同的植物喔。

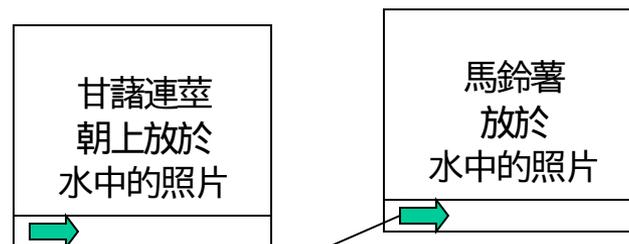
植物的無性繁殖

- 用廚房裡剩的青菜來繁殖
- 自己栽培馬鈴薯和甘藷
- 用莖來繁殖
- 用葉子來繁殖

•自己栽培馬鈴薯和甘藷

將馬鈴薯切塊後,有坑洞的部分朝上,再將甘藷連莖的部分朝上放入容器內,分別倒入一半的水,放置幾天後觀察,會發現馬鈴薯由坑洞處,一起長出芽和根來。而甘藷則是由莖部分的坑洞長出芽來,而另外一邊則長出根。

甘藷的莖長到 20 公分以上時,可以將底部切掉種入土中,以後就又有蕃薯吃了!註:參考科學學習遊戲 p55 頁以連續照片銜接呈現



註: 按下 play 實驗影片即開始撥放

植物實驗室

如果沒有種子發芽生根,有辦法讓植物的根再長出來嗎?

好奇小博士:沒問題,讓我來大顯身手一番。我們可以利用植物的無性繁殖,培養出好幾株完全相同的植物喔。

植物的無性繁殖

- 用廚房裡剩的青菜來繁殖
- 自己栽培馬鈴薯和甘藷
- 用莖來繁殖
- 用葉子來繁殖

•用莖來繁殖

將大波斯菊的小樹枝剪下,放入有水的容器。莖切口的表面會膨脹,並且產生顆粒狀的癒合物質,經過四五天就會開始長根。再等兩個星期左右就會長出許多又白又細的長的根。其他植物如鳳仙花、秋海棠也可以實驗看看。

•參考科學學習遊戲 p56 頁以連續照片融接呈現

註:按下 play 實驗影片即開始撥放

大波斯菊的小樹枝
至於透明容器中的
照片



植物實驗室

如果沒有種子發芽生根,有辦法讓植物的根再長出來嗎?

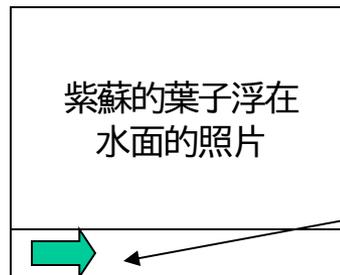
好奇小博士:沒問題,讓我來大顯身手一番。我們可以利用植物的無性繁殖,培養出好幾株完全相同的植物喔。

植物的無性繁殖

- 用廚房裡剩的青菜來繁殖
- 自己栽培馬鈴薯和甘藷
- 用莖來繁殖
- 用葉子來繁殖

•用葉子來繁殖

將紫蘇的葉子剪下,讓它浮在水面上,葉子被切斷處會長出癒合物質,並開始長根。也可以利用秋海棠葉來試試看。



紫蘇的葉子浮在水面的照片

註:按下 play 實驗影片即開始撥放

還有更有趣的實驗:

方法很簡單將一片秋海棠葉子的粗脈上,劃下幾個傷口,再放在潮濕的土上,幾天後再觀察。結果會如何呢?小朋友自己實驗看看吧!