

A watercolor illustration of a branch with several green leaves and a large yellow flower. The leaves are painted in various shades of green, some with darker spots, and the flower is a vibrant yellow with a hint of red in the center. The background is a soft, light green wash.

# alive

# 7

件事

教我的

植物

揭開植物不可思議的秘密

《時代雜誌》百大影響人物

MRS FIGUET

《時代雜誌》百大影響人物  
揭開植物不可思議的秘密

整理・林青樺 文字・商業周刊出版 圖片・shutterstock提供

# 7 件事 植物教我的

一棵樹跟你的生命有何重疊之處？請種下一棵樹，每半年帶孩子去看它，在樹幹上刻畫孩子的身高。當孩子長大成人，這棵樹會提醒你孩子的成长過程。

這是《時代雜誌》百大影響人物、美國十大傑出青年科學家荷普·潔倫（Hope Jahren），勇於挑戰未知生命旅程之作。《alive》為你搶先摘錄中文版菁華，先睹為快。

第1件事

蓮子

等待

出頭天

一期一會的契機

## 為新發現命名

每個科學領域都對命名制定了嚴格的規則與傳統。科學家必須集結自己對新發現的了解，為珍貴的物種命名。

# 種

子擅長等待。大部分的種子至少等了一年才開始生長，櫻桃種子等上一百年也沒有問題。唯有在獨一無二的溫度、濕度、光線組合，加上許多條件同時出現時，種子才會勇敢冒險，把握今生唯一的一次生長機會。

等待中的種子還活著。地面上的每顆櫟實，都像它頭頂上三百歲的參天櫟樹一樣擁有生命。種子等待成長茁壯的機會，櫟樹等待死亡。

當你走進森林裡，抬頭仰望長得比你高大的植物，可能不會低頭凝望躺在每個足印下的幾百顆種子，但每顆種子都擁有生命並且正在等待。它們抱著一線希望，等待一個可能永遠不會到來的機會。

這些種子之中，超過半數在適合生長的機會出現之前就會死去，碰到環境惡劣的年頭，每顆種子都會死。種子的死幾乎無足輕重，因為一棵高聳的樺樹每年製造的新種子至少有五十萬顆。你在森林裡每看見一棵樹，就等於泥土裡還有一百棵樹正在等待，它們擁有生命，並強烈渴望延續生命。

## 堅守希望 等待發展的機會

種子裡的胚胎開始生長時，基本上只是從對折的等待姿勢，展開成多年前就已成形的植物形態。桃子核、芝麻、芥末籽或核桃的堅硬外殼，主要的功能是為了防止胚胎伸展開來。我們在實驗室裡，只要劃開硬殼再澆一點水，幾乎就能讓所有種子生長發

育。這些年來我開過的種子數以千計，但是隔天出現的嫩芽永遠令我驚訝。只要一點點幫助，就能讓如此困難的事變得非常容易。只要有適當的地方與適當的條件，你就可以發展成自己應有的樣子。

科學家打開一顆蓮花的種子外殼，悉心照顧胚胎生長之後，依然保留著空殼。用蓮子的外殼進行放射性碳定年後發現，這株蓮花幼苗，已經在中國的泥沼田裡等待了至少兩千年。人類文明起起落落的同時，這顆小小的種子一直頑強的堅守希望。

每個起點都意味著等待的結束。每個人都只有一次存在的機會。每個人都是不可能卻也無法避免的存在。每棵強壯的樹最初都是一顆等待的種子。



## 萬事萬物

## 都比

## 最初的假設

## 複雜

## 跟

多數人一樣，  
我的童年也有  
一棵難忘的

樹。那是一棵藍葉雲杉

(*Picea pungens*)。夏天

我擁抱它，爬到它身上，

跟它說話，想像它很了解

我。後來我上了大學，開

始長時間離開家鄉，也離

開了童年。

從那時起，我漸漸明白我

的樹也曾經是個孩子；胚

胎在地上等了好幾年，同

時面對等待太久與過早離

開種子的危險。任何錯誤

都可能導致死亡，被殘酷

的世界吞噬，這世界有辦

法在短短幾天內，讓最強

韌的葉子腐爛。我的樹也

經歷過青春期，有十年時

間瘋狂生長，幾乎不考慮

未來。從十歲到二十歲這

段期間長高了一倍，新的

高度帶來的挑戰與責任，

經常使它措手不及。樹的

一年跟其他青少年差不

多：春季抽高，夏季長新

葉，秋季扎根，然後不情  
願的進入無聊冬季。

從青少年的角度來說，成

年樹木象徵單調又冗長的

未來，長達五十年、八十

年或一百年的漫長歲月

裡，只有一個目標：維持

屹立不搖；工作是零碎而

辛苦的，包括每天早上更

換掉落的針葉，每天晚上

停止釋放酵素。不再需要

為了在地底開疆闢土而攝

取大量養分，僅剩可靠而

年老的主根，慢慢鑽入去

年冬天的新裂縫。

但生活在不適合環境裡的

樹，連一半的高度都無法

達到，也不會有青少年時

期的突然抽高；它們只能

勉力求生，生長速度還不

到那些幸運兒的一半。

我的樹活了八十幾年，這

段期間可能病過幾次。動

物和昆蟲為了尋找棲身之

所和食物，曾經對它展開

接二連三的猛烈攻擊，但

是它只能留在原地。它先

發制人的攻擊手段，是用

尖刺跟不能吃的有毒樹汁

保護自己。處境最危險的

是樹根，脆弱的樹根被悶

在一層腐爛的植物組織底

下。我的樹用微薄的積蓄

打造這些防禦武器，而不

是用在更快樂的用途上；

每一滴樹汁都是沒有機會

出生的種子，每一根尖刺

都是一片沒有機會成形的

葉子。

## 生存不易

## 珍惜生命和記憶

二〇一三年，我的樹犯了  
個致命錯誤。它認為冬天

已結束，開始伸展樹枝，

為夏季做準備。沒想到那

年五月來了一場罕見的春

季暴風雪，短短一個周末

就出現大量降雪。

雖然針葉樹能夠承受沉重

的積雪，但多了新葉的重



## 成為科學家的過程

最危險的部分是了解科學家的真實本質，搖搖晃晃的跨出第一步；真正的科學家會設計自己的實驗，創造嶄新的知識。

量還是不堪負荷。樹枝被折彎、斷裂，剩下一根光禿禿的高聳樹幹。我爸媽將它安樂死，先砍掉再挖出樹根。

在我終於領悟到，對我的樹來說，生存是多麼了不起的一件事之後，卻剛好

得知它的死訊，至今仍覺得有些諷刺。但是我認為不只如此，我的杉樹不只是活著，而且擁有生命，跟我的生命類似但不完全相同。

歲月也改變了我，我對我的樹的認識，以及在我的

認知裡我的樹如何看待自己。科學使我明白萬事萬物都比最初的假設複雜，科學也使我相信：唯有透過詳實的紀錄，才不會遺忘曾經存在且不復存在的重要過程，包括那棵應該比我長命卻不幸早夭的藍葉雲杉。



## 學習

## 從另一個角度

## 看事情

# 我

的博士論文以美洲朴（*Celtis occidentalis*）為

主題，俗稱朴樹，遍布北美洲。朴樹的尋常程度不亞於香草冰淇淋，連外觀都一樣單調乏味。朴樹是北美洲的原生植物，曾在美國各大城市廣泛栽種，目的是對抗歐洲征服新世界造成的無數傷亡之一。

能害死朴樹的東西不多。朴樹被觀察到能耐受早霜

與遲早，連一片葉子也不會掉。朴樹只能長到三十英尺（約九公尺）高，永遠無法像六十英尺

（約十八公尺）的榆樹前輩那樣高大威武；朴樹對環境要求不高，但是它們越謙虛就越令人敬重。

我對美洲朴有興趣，是因為朴樹子很奇妙，外觀看起來很像蔓越莓，但如果拿起一顆捏捏看，會發現朴樹子跟石頭一樣堅硬，

### 講求追根究柢

科學討論此時此刻，以及未來的可能性，凡事追根究柢和過分努力，正好就是科學教授喜歡的特質。

因為它真的是一顆石頭：玫瑰色外皮底下是一層比牡蠣殼更硬的殼。這石頭般的結構

就像堅固堡壘，幫助朴樹子通過動物腸道，度過雨雪風霜，生根發芽。

在研究進行得如火如荼之際，我觀察的朴樹與附近的朴樹都沒有開花，也沒有結果。最能夠凸顯人類有多麼無助和愚蠢的，莫過於一棵不開花的樹。讓



我學會最重  
要的科學觀  
念：做實驗並不是設法

讓世界對你言聽計從。我在科羅拉多州把全副精神放在朴樹沒做的事情上，卻沒有觀察它們做了哪些事。那年夏天，開花結果必定被某件事情取代了，某件我沒有注意到的事。樹永遠都在做某件事；當我把這個事實放在面前時，已經靠近問題的核心。



# 獨霸一方

# 仰賴

# 好的經營計畫



## 煩心的永遠是「錢」

從事學術研究的科學家仰賴政府預算，每隔3年就必須想辦法再拿到新合約。補助金用來支付員工的薪水、購買實驗材料與設備等。

# 落

葉樹的生命仰賴年度預算。每年它都必須

在三到七月這短短的幾個月內，長滿一整個樹冠的

新葉。如果它今年無法達

成配額，競爭者就會占據

地盤一角，並且慢慢蠶食

鯨吞，最後它將失去立足

之地而死。如果一棵樹打

算再活十年，今年與接下

來的每一年，都必須把

葉子長好長滿。

例如你住的那條

街上的行道樹。那是

一棵美化用的楓樹，高度

跟路燈差不多，不是住在

森林裡的高聳楓樹。這

棵樹把每片葉子分開懸

掛，葉子表面堆疊成某

種接收光線的階梯。你

會發現通常樹頂的葉子會

比底部的葉子小，如此一

來，每當風吹來並分開上

方的樹枝時，底部的葉子

就能接受陽光照射。你會

發現樹冠位置較低的綠葉

顏色比較深，它們含有更

多幫助葉子吸收陽光的色

素，所以能夠收集到穿透

樹蔭的弱光。

樹長新葉時必須為每片葉

子編列預算，分配的依据

是每片葉子與其他葉子的

相對位置。一個好的經營

計畫能讓你的樹成為這條

街上最大也最長壽的樹，

但是沒這麼容易，也沒那

麼便宜。這棵小楓樹上的

葉子加起來重達三十五磅

(約十六公斤)。唯一

的能量來源是太陽。葉綠

素是一種湯匙狀結構的大

分子，湯匙裡有一顆珍

貴的鎂原子。為三十五磅

的葉子提供能量所需要的

鎂，相當於十四顆綜合維

他命加起來的鎂含量。為

了幫三十五磅的葉子累積

土壤養分，這棵樹必須先

吸收再蒸發至少八千加侖

的水，這些水足以裝滿一

輛油罐車、供二十五個人

生活一年。



## 個性

## 決定

## 資源配置

## 科學家的本質

科學家不只是一堆古怪的基因，也是獨一無二的存在，因為知道了與世界有關的一個微小細節，因為觀察而後了解到某個事實。

## 八

十株蘿蔔在空氣完全靜止的箱子裡，接受一模一樣的光與濕度條件，生長二十一天。角落的一株特別顯眼：它扭曲纏繞，同時向上和向外伸展，推開鄰居的葉子，讓自己最大片的葉子壓住鄰居的主莖。這株植物編號是C16，不知道為何它的行為跟其他植物截然不同。

任何一株植物都一樣，如果上下兩端都成功生長，就必須決定如何處理當日收穫。取得新資源之後，可以採取以下四種行為之一：生長、修復、防禦或繁殖。植物做選擇時，控制決定的因素是什麼？其實跟我們面對新資源時的決定因素，有許多重疊之處。基因限制了我們的可能性；處理資源時，有些人人生性保守，有些人喜歡賭博。評估新的投資計畫時，就連繁殖能力也可能被納入考量。C16不是正規研究的一部分，但是，它改變了我的思維，程度甚至超過我熟讀的教科書。

## 臨危

## 要互相照應

## 走

進桉樹林，你會發現自己已被一種獨特的氣味包圍：刺鼻、辛辣，還有一點點肥皂味。這是一種桉樹製造和釋放的化學物質，叫作揮發性有機物（volatile organic compound，簡稱VOC）。大部分的VOC不含氮，對植物來說相對容易製造。對一棵樹來說，在森林裡大量釋放VOC沒有真正的壞處，因此才會有人類嗅覺已熟悉的桉樹氣味。相反的，人類嗅覺偵測不到大部分的VOC。在森林裡，VOC的製造量有高低起伏，這是因為每種VOC都會根據某種信號而開啟或關閉。茉莉酸（jasmonic acid）就是其中一種常見的信號，會在植物受傷時被大量製造。

植物與昆蟲之間的戰爭已持續四億年，科學家推斷，在葉子第一次受傷之後，植物就開始灌注毛毛蟲毒藥到葉子裡，毒藥刺激了VOC的製造。科學家進一步假設，VOC必定傳送至至少一英里遠（約一、六公里），其他樹偵測到VOC並把它視為求救信號，提早用毛毛蟲毒藥武裝葉子。一九八〇年代的毛毛蟲代代都死得很淒慘，樹靠





## 繁殖

## 付出

## 高昂成本

一 八七九年，有位德國科學家發現，玉米的每日增重趨勢是

幅度平緩的S形。每天幫盆子裡的玉米秤重，第一個月幾乎沒有觀察到成長。第二個月植物重量飆升，接下來每週加倍生長，到第三個月達到高峰。科學家驚訝的發現重量再度減輕，等到開花結果時，重量只有高峰時期的八〇%。這個科學觀察結果持續不變，從那之後接受紀錄的幾千株玉米，都呈現類似的平緩S形生長。



## 一定要動手做

科學課堂上不只討論，而是用雙手做實驗。做過的實驗越多，使用的器材會越來越大，化學物質也越來越奇特。

植物學教科書用很長的篇幅介紹生長曲線，但最令我的學生感到困惑的，永遠都是平緩的S形曲線。

植物為什麼會在接近生產力高峰的時候減少質量？我提醒他們，已有證據顯示質量下滑意味著繁殖。綠色植物接近成熟期，部分養分被收回來重新利用，製造花朵與種子。父母為了繁殖下一代付出高昂成本，這點在玉米田裡相當明顯，就算距離遙遠也觀察得到。

## 沒日沒夜的田野調查

田野調查就是遠離文明，在爛泥中採集苔蘚，或是懸掛在傾斜的崖壁上挖掘千年樹葉殘骸，探索幾千萬年來植物生存的秘密。

這種長期戰術，扭轉了戰爭的走勢。根據多年觀察，研究人員相信地面上的信號傳遞是可能性最高的解釋。他們知道樹不是人類，也沒有感情；對人類沒有感情。樹不在乎人類，但它們可能在乎彼此。或許在碰到危機時，樹會彼此照應。



## 書摘資訊

《樹，記得自己的童年：一位女科學家勇敢追尋生命真理的故事》

作者：荷普·潔倫

出版日期：2017/5/26

出版社：商業周刊