

夏天是吃菠萝的好季节,可是当你在吃菠萝的时候,有没有注意过菠萝的外壳?你可能不知道,这些呈螺旋形的厚厚盔甲竟然和一个神奇的数列有关。不仅菠萝,很多吃的东西都和这个数列有关,比如葵花籽、松子等。吃货们可能不知道,你吃的不仅仅是食物,还是一连串高深莫测的数列。这究竟是怎么回事呢?

为了长成白富美,植物们学会了精打细算,个个身怀绝技

葵花籽、李子、松子、  
苹果、菠萝……

它们全都是数学家

1

默默数一数

3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89……

植物的花瓣、种子遵循一个古老的数列

最近,南京正在竭力保护一些古树,这些古树记录了它们历经的沧桑岁月。除了年轮,植物还有很多奥秘,比如,你听说过斐波那契数列吗?

有科学家发现,很多植物的花瓣、叶子、花蕊的数目就和这个数列有关。像南京的市花梅花是 5 片花瓣,李树也是 5 片花瓣,鸢尾花、百合花(看上去是 6 片,实际上是两套 3 片)是 3 片花瓣,许多翠雀属植物的花瓣是 8 片,万寿菊的花瓣有 13 片,紫菀属植物的花有 21 瓣,大多数雏菊有 34、55、89 片花瓣。这些数字的花瓣在植物界很常见,而其他数字的就相对很少。这些数字如果排列起来,就是 3,5,8,13,21,34,55,89……

从中你发现了什么规律吗?那就是这些数字的前两个之和正等于第三个。这就是斐波那契数列。

其实不仅花瓣遵循这个规律,很多植物的种子也都呈现这个数列。比如苹果种子是 5 颗,再比如向日葵,本身的花瓣数一般是 21 片,而如果你再仔细往被花瓣包围的花盘看,里面还有很多小花——最终会变成葵花籽。这些小花的排列呈现两组相向排列的螺旋形线条,一组是顺时针旋转,一组是逆时针旋转。而如果你再仔细数数这些螺线,你会发现,顺时针的螺线有 34 条,逆时针的螺线有 55 条。而根据不同的向日葵品种,你可能还会得到 55 和 89、89 和 144 等数据。

而这些数据,也都遵循斐波那契数列。除了向日葵,菠萝外表的“方块盔甲”和松果外表也都遵循这一规律,它们的螺线大多数是 8(顺时针)和 13(逆时针)。

## 斐波那契数列的身世

南京大学数学系老师吴朝阳博士告诉记者,斐波那契数列是中世纪的意大利数学家斐波那契提出的,最初的问题是:假设兔子的生殖规律是每一对兔子出生两个月后就具有生殖能力,每对成年兔子每个月可以生一对兔子。那么由一对兔子开始,一年后可以繁殖成多少对兔子?由此他得出了一个数列:1,1,2,3,5,8,13,21,34……,这就是著名的斐波那契数列。

2

仔细算一算

怎样才能接受更多阳光雨露

植物们给出答案:以 137.5°的夹角生长

斐波那契发现这个数列时,并不知道植物也遵循这个数列。但后世的科学家无意中发现植物竟然也“懂”这个数列。为什么植物也知道这个数列?要找到原因,首先要从植物的生长开始研究。

植物是从种子和嫩芽生长起来的。如果用显微镜观察,叶子、萼片、花瓣、小花等的顶端,其中央有一个圆形的组织叫“尖点”,而在尖点的周围,有一个接一个的微小隆起,这些隆起称为“原基”。最后,这些隆起的原基就长成叶

子、花瓣、萼片等。每个原基都希望它所生长的花、蕊或叶片以后能够获得最大的生长空间。例如叶片希望得到充足的阳光,根部则希望得到充足的水分,花瓣或花蕊则希望能有充分的空间展示自己以吸引昆虫来传粉。因此,原基与原基之间就需要隔开一定空间以保证将来长出的叶片或花瓣能有效生长。但因为不断有新的原基产生,原来的原基就会被不断往外挤,那么怎么排列才能使得将来的叶片和花瓣都能有效伸展自己呢?

## 137.5°夹角里的秘密

科学家发现一条规律,就是当两个相继(先后)出现的原基以 137.5°的发散角生长时,将来它们的后代就会充分吸收阳光和雨露,即使新生成的原基会把这些旧的原基往外挤,但只要相继的两个原基角度不变,就不会受到影响。而按照这样的生长轨迹生长,最后就出现了我们肉眼看到的左右螺线(即顺时针和逆时针旋转的螺旋)。

3

爱真的需要理由

植物为了长成白富美

爱上“无理”的黄金角和斐波那契数列

植物种子的原基以 137.5°的夹角生长,这个角度和斐波那契数列又有什么关系?科学家继续寻找答案。

原来,137.5°在数学上被称为黄金角。所谓黄金角,即一个圆被分成的两个圆弧的长度比例正好是黄金比例,那么较小圆弧所对应的角就叫黄金角。

黄金比例 $\approx 0.618$ ,在生活中常常被提到,特别是美学和建筑学。但是它和植物的有效生长有什么关系呢?

一位名叫福格尔的科学家在 1979 年通过数值实验表明,假若相继原基按照黄金分割角排列在螺线上,则它们将最有效地挤在一起。大致的意思是这样:用反推法计算,假设不按照黄金分割角排列,而是以 90°的发散角排列,那么正好把圆分成 4 等分,那么相继原基就会沿着一个十字交叉的 4 条射线而排列,显然这样的排列是浪费空间的,中间一大部分空间被浪费了。事实上,只要采用的发散角是 360°的有理数倍数,总能得到一系列的射线,中间就会存在空隙。所以我们得出这样的结论:要想有效地填满这个空间,需要的发散角是 360°的无理数倍数,即被一个不能表示成两个整数之比的数相乘。但究竟是哪个无理数呢?科学家给出的答案是黄金数,比如  $34/55 = 0.61818$ ,  $55/89 = 1.61798$ ,黄金数是无理数中“最无理”的,只有用它构成的角度才能最大限度地填满整个空间。

但黄金角和斐波那契数列又有什么关系?仔细观察一下,斐波那契数列中,前后两个数的比也是接近黄金比例的,而且数字越大其比例越接近黄金比例,因为这层关系,所以以黄金角生长的植物就出现了斐波那契数列。

4

结论很震撼

不懂数学的植物

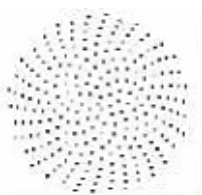
在用生命做数学题

可这依然解释不了植物为什么会知道这样的生长模式。直到本世纪初,两位科学家得知了结果,他们是法国数学物理学家杜阿迪和库代。结果很好笑,当科学家在为植物的聪明才智惊叹时,植物自己却不知道用了这样一个数列。

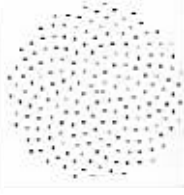
两位科学家用置于垂直磁场中充满硅油的圆碟完成了一个实验。他们让可磁化的液体以规则的时间间隔一滴一滴落入碟的中央,液滴被磁化后相互排斥,逐渐向边缘排斥。最终,他们看到了这样一幕:液滴形成了一个如同向日葵花盘中的那种交叉的螺线。他们还在计算机上进行了计算,得到的依然是十分类似的结果。

所以,植物最终长出斐波那契数列的螺线和基因没有关系,而是动力学让它们这么做的。也就是说,植物并不知道什么斐波那契数列,也不知道什么是黄金角,它们完全根据自身的需要努力生长,最终就会变成这样。

这也解释了为什么有的植物没有遵循这一规律的原因,因为在植物原基生长过程中会出现一些特例,比如受天气或其他什么影响了,原基的角度出现了差别,那么最终它们就形成不了斐波那契数列以及左右螺线。



以 137.6°发散角生长的序列



以 137.5°发散角生长的序列



以 137.4°发散角生长的序列



梅花有 5 个花瓣



百合花有两套共 6 个花瓣



很多翠雀属植物有 8 个花瓣



十字花科的花瓣是 4 片,不遵循斐波那契数列

## 记者实验

记者拿菠萝和一种雏菊科小花做了实验,发现菠萝外壳的左右螺线确实是 8 和 13,但小雏菊的花瓣就不是斐波那契数列了,大花瓣是 50,而如果连里面的花蕊计算,得到的是 205,也不符合斐波那契数列。再比如,十字花科的植物,一般有 4 个花瓣,也不符合斐波那契数列。这在数学上,又有另外的解释,限于篇幅,就不赘述了。

植物与数学的相遇,真是妙不可言。(本文参考书目《自然之数》《数学拼盘与斐波那契魔方》)