



# 那么多种虫草，为什么大多数人只知道冬虫夏草？

撰文 左凌仁 康静 摄影 Daniel Winkler 等

作为一种神奇的生物，人类对于冬虫夏草的关注远超其本身，五花八门的神奇功效、堪比黄金的价格给它附加了诸多光环。其实冬虫夏草只是种类庞杂的虫草菌中的一种。虫草菌这个神秘的家族，有着种类繁多的成员、变化多端的造型。这篇报道将会颠覆你对虫草的印象，让你重新认识这种与我们生活息息相关的神奇生物。

“你苦苦寻找的东西，往往在最不经意的時候出现。”

叶磊带着云南腔的普通话，从隔在我们中间的一株大树背后传过来。他明显是在安慰我，我现在满脑子里想的都是要找到一个和大家都不一样的大型真菌。从早上到现在的几个小时里，我一直在云南西双版纳纳板河流域国家级自然保护区的树林里穿梭，寻找着这里的大型真菌。每次和大家碰头的时候，别人都能够找到一些我闻所未闻的真菌，而我找到的则全部是“大路货”。

叶磊是中国科学院昆明植物研究所山地生态系统研究中心的一名研究生，他参与了“大湄公河亚流域大型真菌生物多样性调查”的科研项目，主要工作就是在西双版纳调查大型真菌的野外资源情况。叶磊朝我走来，看他洋洋得意的样子，我就知道他又有好收获。果不其然，他递给我一个东西，“看看，这是啥？”

又是一个我从来没见过的奇怪生物，从外观看它由两个部分组成，上半部分的

形状看起来像扫把头，扇形中间有几个分叉，上面还覆盖着一层蓝色和紫色的粉末状物质；下半部分是一根粗壮的黄色根茎，上面沾着些泥土，很像一种没有健康生长的蕨类植物。我问他：“这是什么特别的植物吗？”叶磊大笑着说：“这是虫草。”我很吃惊，这个东西怎么可能是虫草？等他把下半部分的泥土稍微清理干净，我才看清楚，被我错认为根茎的黄色部分，其实是一种甲虫的幼虫。叶磊告诉我，这种虫草叫做江西虫草，是一种寄生于叩叩甲幼虫体内的虫草菌。

虫草不等于冬虫夏草，虫草菌家族的成员有1500多种

在纳板河自然保护区采访这几天的经历，彻底颠覆了我对虫草的认识。我原本以为虫草就是冬虫夏草，其实冬虫夏草只是虫草菌这个庞大家族的一种。在纳板河自然保护区里，虫草菌很常见，我们几乎

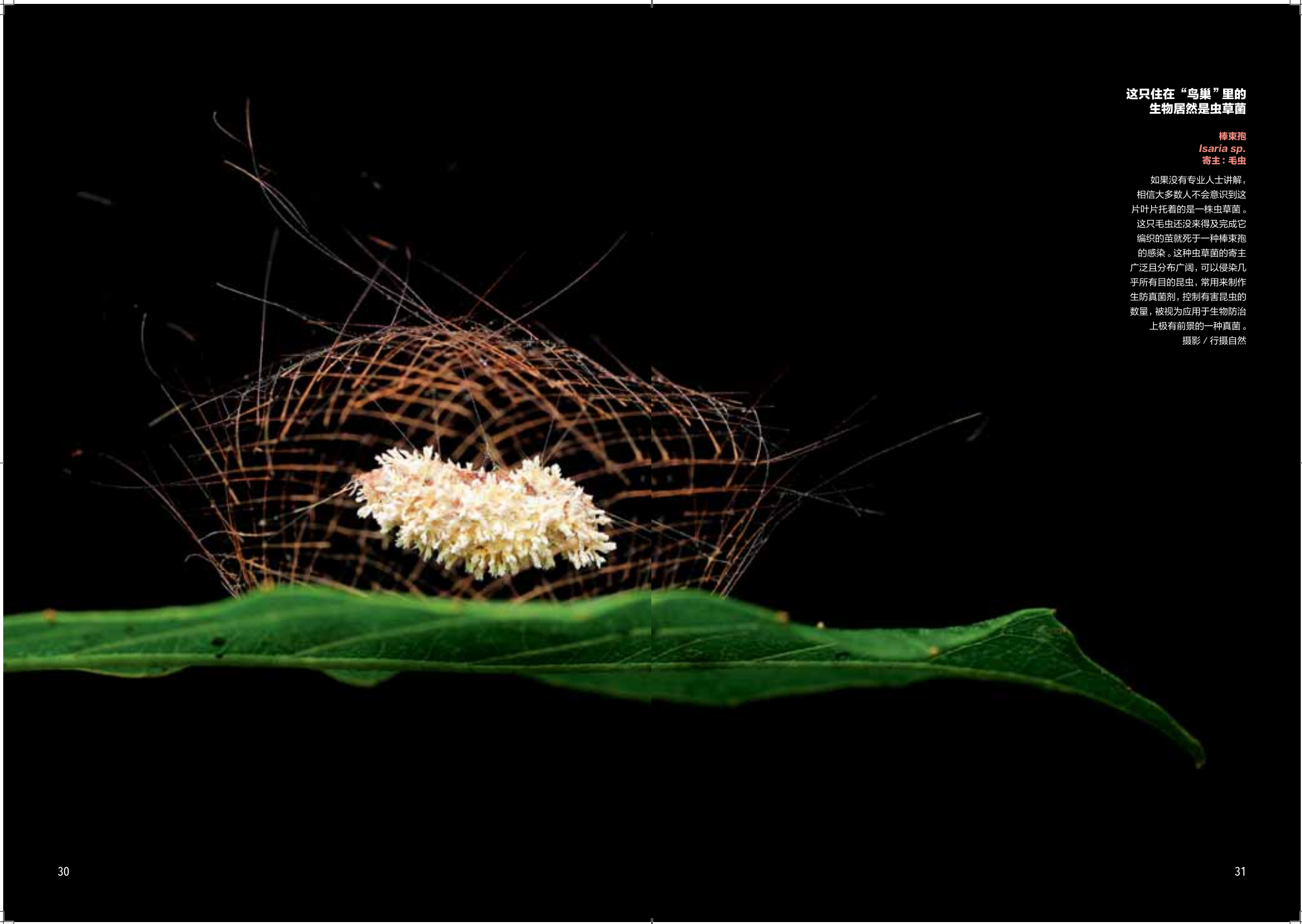
## 这些奇特的生物是虫还是草？

下垂线虫草  
*Ophiocordyceps nutans*  
寄主：蟻科

图片中的神奇生物是下垂线虫草，由真菌感染蟻科昆虫而形成，多见于热带、亚热带阔叶林的枯枝落叶中。虫草菌是真菌界最神秘的家族，其神秘性从其名称可见一斑，它们到底是虫还是草呢？虫草菌是虫生真菌中种类最丰富的类群，是一类主要寄生于昆虫的真菌的统称，也有少数寄生于植物和其他真菌。按照最新的分类系统，真菌界子囊菌门核菌纲肉座菌目的麦角菌科、线虫草科和虫草科的所有成员都是虫草菌。

摄影 / Stephen Axford





这只住在“鸟巢”里的  
生物居然是虫草菌

棒束孢

*Isaria sp.*

寄主：毛虫

如果没有专业人士讲解，相信大多数人不会意识到这片叶片托着的是一株虫草菌。这只毛虫还没来得及完成它编织的茧就死于一种棒束孢的感染。这种虫草菌的寄主广泛且分布广阔，可以侵染几乎所有目的昆虫，常用来制作生防真菌剂，控制有害昆虫的数量，被视为应用于生物防治上极有前景的一种真菌。

摄影 / 行摄自然





“与植物和动物相比，真菌真是一类神秘的生物，虽然随处可见，人类却对它们的生活习性知之甚少，分类也是扑朔迷离。虫草菌又是真菌界的奇葩，其神秘性从其名称可见一斑，它们到底是虫还是草呢？”



### 掀起青藏高原捞金热潮的冬虫夏草

**冬虫夏草**  
*Ophiocordyceps sinensis*  
寄主：蝙蝠蛾幼虫

冬虫夏草是青藏高原的特有物种，分布区比较局限，生长环境较为特殊。全球仅四个国家能找到冬虫夏草的痕迹，即中国、不丹、印度、尼泊尔。我国的冬虫夏草资源分布于四川、云南、西藏、青海、甘肃五省区。冬虫夏草生长在海拔3000米—5000米之间的高山灌丛和高山草甸，寄主是蝙蝠蛾属的幼虫。目前采挖全靠人工采收，采收期仅在5月至6月之间，产量十分有限。左图摄影 / 刘飞越

每天都能发现好几种。除了江西虫草这种寄生丽叩甲幼虫的虫草菌外，我们先后发现了寄生胡蜂的蜂头线虫草、寄生螭的下垂线虫草、寄生蚂蚁的蚁线虫草、寄生蝉的蝉花等各种虫草菌。

与植物和动物相比，真菌真是一类神秘的生物，虽然随处可见，人类却对它们的生活习性知之甚少，分类也是扑朔迷离。据科学家估计，地球上现存的真菌生物有大概150万种，而我们发现并分类的不过才10万种。而虫草菌又是真菌界的奇葩，其神秘性从其名称可见一斑，它们到底是虫还是草呢？

虫草菌是虫生真菌中种类最丰富的类群，是一类主要寄生于昆虫的真菌的统称，也有少数寄生于植物和其他真菌。按照最新的分类系统，真菌界子囊菌门核菌纲肉座菌目的麦角菌科、线虫草科和虫草科的所有成员都是虫草菌。目前有记载的有性型虫草菌有531种，中国已报道171种；然而，国际权威的《真菌名录》正式刊载承认的以上三个科的虫草菌有1539种，这个数字包括了虫草菌的无性型。虫草菌的无性型又是其另一神奇之处，讲到它的生活史时再做介绍。

从外形上看，虫草菌由虫和“草”两部



“冬虫夏草是一种非常非常特别的虫草菌，大多数虫草菌都生长在亚热带、热带和温带的阔叶林里，而冬虫夏草生长在海拔3000至5000米的高山灌丛和高山草甸，这是虫草菌罕见的生境，它的寄主是蝙蝠蛾属的幼虫。”



从青藏高原到都市药店，  
一根冬虫夏草身价堪比黄金

物以稀为贵。冬虫夏草生境特殊，只有青藏高原才有分布，且产量有限，价格逐年攀升，每公斤身价高达几十万。在绝大多数中国人的认知里，冬虫夏草是我国的名贵中药之一。它与人参、鹿茸并称为中国中药三宝，具有抗衰老、增加免疫力等功效。对于冬虫夏草最早的记录，能够查到的藏文文献可追溯到15世纪，藏医南方学派创始人索卡·年姆尼多吉所著的《医学千万舍利》。到了清代，汉文典籍才有冬虫夏草的记载，清吴仪洛1757年成书的《本草从新》中记载了其药性和产地（摄影/耿艺）。时至今日，这种独特的虫草菌的价值已经远远超出其自然属性，成为药品、保健品、健康、商机、金钱的代名词。右上方为青海省海南藏族自治州兴海县黄河源冬虫夏草交易市场（摄影/柳一凡）。

分组成。草也被称为子座，那是虫草菌用来孕育孢子的地方。还记得那根江西虫草吗？形似扫把头的子座上，蓝色和紫色的粉末状物质就是虫草菌的孢子。孢子落到土壤里，碰到适宜的昆虫，会在虫子的表皮上发芽，形成一个尖尖长长的芽管。这个芽管可以穿透昆虫的表皮进入体腔。虫草菌在体腔内大量繁殖菌丝，利用虫体的组织和血液作为营养。昆虫感染真菌不会马上死亡，而是带菌过冬，到第二年春夏之交才死亡，菌丝从虫子体内长出来，形成子座，破土而出，就形成了我们所说的虫草。

由于虫草菌的子座——也就是一般露出地面、能够发现的部位——很细小，有些线虫草的子座细如发丝，高度大约只有2—3厘米，在厚厚的腐殖土上很难发现。唯一可以让它们突出于环境的特征，就是子座的颜色，一般是白色、红色、黄色或者蓝色。如果你在阔叶林中的地面，看

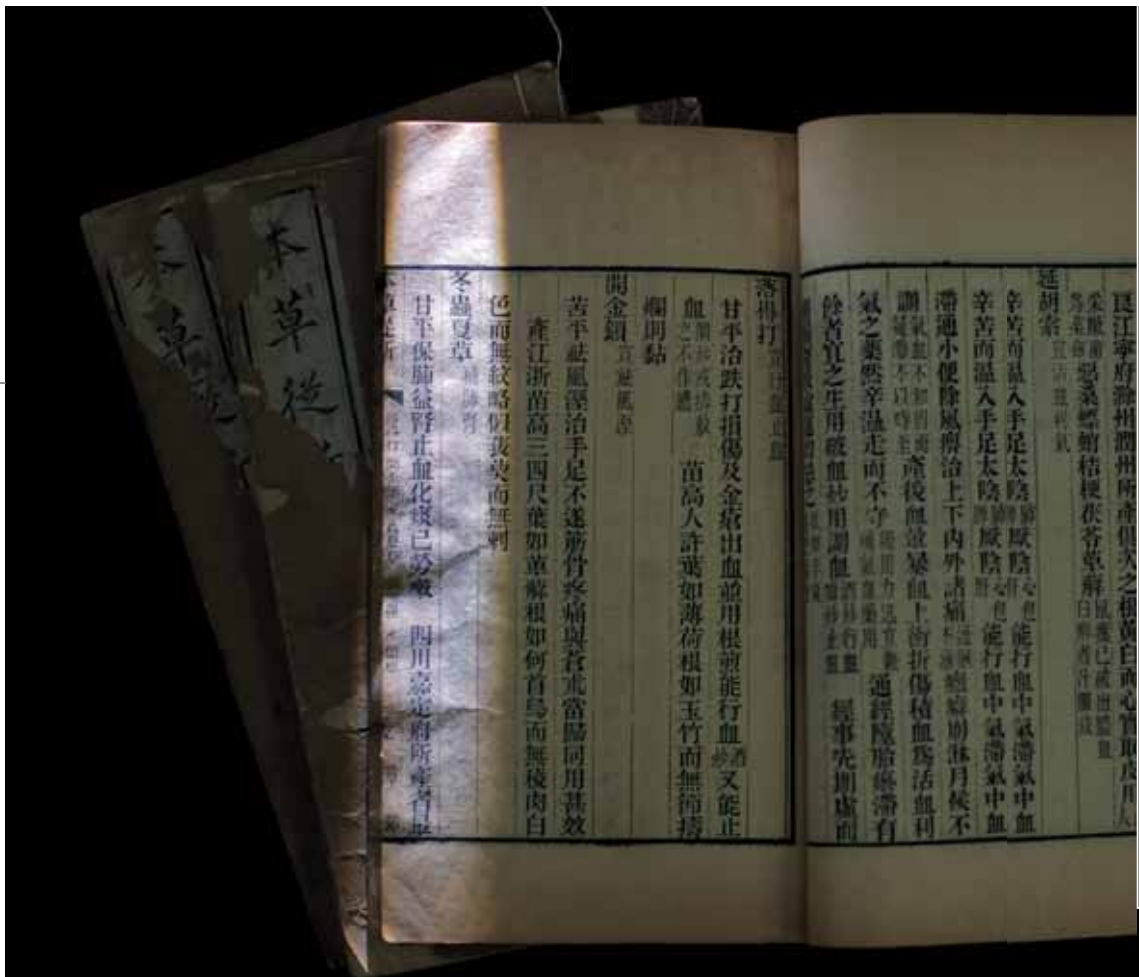
到落叶和枯枝间露出白色、红色或黄色的形似棒状的东西，仔细留意之下，那有可能就是一株虫草菌。

### 生而神奇，独特生境给冬虫夏草披上神秘面纱

既然虫草菌有这么多种，为什么我们大多数人就只知道冬虫夏草呢？

在2016年纳板河大型真菌科考采访结束之后，我对虫草菌产生了浓厚的兴趣。今年3月，我前往位于浙江嘉兴平湖市经济技术开发区的中国虫草博物馆采访，在那里我见到了国际著名真菌学家、原安徽农业大学校长李增智教授。

中国虫草博物馆是目前世界唯一、品种最齐、规模最大的虫草博物馆，这里集中展示了全球已发现的数百种虫草，通过标本、图片、文字、地图和视频等，详细介绍了虫草菌形成的过程和机制以及中国人对虫草菌的应用历史。李增智教授是这个博物馆的馆长，他研究虫草菌已有46年的时间。他曾经留学美国和英国，长期从事教学科研工作，在离开热爱的岗位后，他又开始专注于设立中国虫草博物馆和虫草







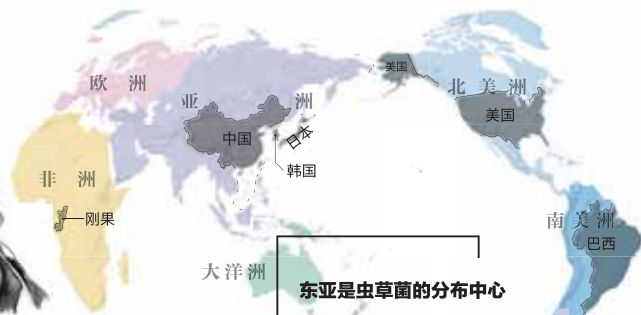
唐丽萍

昆明医科大学药学院  
暨云南省天然药物药理重点实验室  
副教授



何俊

云南大学  
民族学与社会学  
研究员



东亚是虫草菌的分布中心

冬虫夏草是一种十分神秘的名贵中药材，其神秘性从其名称可见一斑。很多人可能十分好奇：冬天的“虫”如何变成夏天的“草”呢？其实，冬虫夏草既不是“虫”也不是“草”。它是中华线虫草菌（无性世代称之为中华被毛孢）感染蝙蝠蛾科昆虫的幼虫后，真菌在其体内进行营养繁殖，产生大量菌丝，导致幼虫死亡；来年夏天，真菌从虫体的头部产生有性生殖的结构（子座）。因此，冬虫夏草是蝙蝠蛾幼虫感染真菌死亡后的虫体与真菌子座的复合体。

冬虫夏草是青藏高原的特有物种，分布区比较局限，生长环境较为特殊。全球仅四个国家能找到冬虫夏草的踪迹，即中国、不丹、印度、尼泊尔。我国的冬虫夏草资源分布于四川、云南、西藏、青海、甘肃五省区。冬虫夏草生长在海拔3000米—5000米之间的高山灌丛和高山草甸。目前采挖全靠人工采收，采收期仅在5月至6月之间，产量十分有限。尽管数十年来，国内多家科研单位投入大量资金开展冬虫夏草人工培育的研究，但至今未实现商业化栽培。

## 作为药品，冬虫夏草对某些病具有良好的药效，但不应将其神化

在我国，冬虫夏草有文字记载的应用历史至少有两百年。清代的《本草从新》是最早记载其药用价值的药学典籍。根据中医理论，冬虫夏草属于补阳药，药性甘、温，归肺肾两经，具有补肺益肾、止血化痰的功效，可用于肺虚或肺肾两虚的长期咳嗽或哮喘，病后体虚怕冷，肾虚阳痿等阳虚症或病情稳定的慢性虚弱性疾病或病后调补。冬虫夏草含虫草酸（D-甘露醇）及17种氨基酸等多种活性成分。现代药理研究表明冬虫夏草对免疫和血液系统调节，肾脏、肝脏、心脏损伤的保护和防治，以及抗衰老、抗疲劳等方面具有良好的药理活性。对于治疗心血管疾病、呼吸系统疾病、性功能障碍、肾功能衰竭、肝脏疾病、肿瘤以及内分泌等疾病均取得了较好的疗效。但是，冬虫夏草因其药力缓和，需要常服久服，才能见效。这也是传统中医药把它列为上品的原因之一。

我国历来具有药食同源的独特饮食传统。除了作为补阳药应用，冬虫夏草也是我国传统的名贵食疗滋补品，为历代医家所推崇。可与鸡、鸭、羊肉等炖煮或泡酒服用。从以上的简要介绍不难看出，冬虫夏草三品合一（药品、补品、礼品）的特点、资源的稀缺性（分布区局限性、生长环境的特殊性、产量低、采收困难、人工培育至今未取得突破性的进展）；加之，近年来，随着国民收入的提高，人们对健康的重视，对保健品的需要旺盛、购买能力的提高，以及商业资本介入的炒作等多种因素造成了冬虫夏草供不应求、价格居高不下的现状。不过，作为普通消费者应清醒地认识到冬虫夏草作为药品的确具有良好的药效，但不应将其神化。

本页专家绘图 / 李亚龙

## 随着生活水平的提高，社会赋予了冬虫夏草新的文化内涵和“药用功效”

对于“冬虫夏草”大家并不陌生，据吴仪洛《本草从新》记载，我国早在清代就开始把其作为传统中药进行服用，以补肺益肾，化痰止咳。如今伴随着经济的发展和中医再度兴起，人们对于购买和消费冬虫夏草的热情也日渐高涨，尤其冬虫夏草生长在雪域高原且无法人工培育，更让它贴上了“纯天然”、“原生态”、“药效奇特”等标签，从而受到了城市追求“生态”生活品质的中产阶级的追捧，消费冬虫夏草已不再是为了治病求医，更成为为酒席宴请中身份和地位的象征，此外也是赠送挚友的上品。

伴随着对冬虫夏草消费文化的变化，认识和了解这种消费文化的变迁有助于促进虫草的持续利用和管理。我们在调查研究中发现，大多数消费者对于冬虫夏草的药用功效并非完全了解。不少消费者认为虫草有利于提升精力，有的消费者认为虫草能增强抵抗力、预防疾病，还有相当一部分消费者认为虫草能对癌症治疗起到重要的辅助作用，甚至不少消费者觉得虫草有提

高性功能的作用。与此同时，几乎没有消费者购买冬虫夏草是因为得到了医生的处方或建议，超过99%的消费者购买和消费冬虫夏草都是自我行为。这也混淆了冬虫夏草到底是保健品还是药的问题。不难看出，消费者对于冬虫夏草的消费行为和消费文化并非是与生俱来或像中医那样世代相传的，伴随着生活水平的提高和对自然生态的追求，社会不断赋予冬虫夏草新的内涵和“药用功效”，这也带来了消费文化和消费行为的变化，冬虫夏草从传统药材变成了奢侈品，从保健品变成了万能药，从传统服用方式变成了多种多样的服用方式。然而，很少有人能以一种科学客观的角度来认识这个已经利用了上百年的传统中药。由于缺乏这种认识，带来了虫草消费与需求的爆发式增长，以及价格的无止境攀升，由于经济利益的驱使也为冬虫夏草资源的可持续利用带来了巨大的挑战，同时这样高端的市场的稳定性也值得质疑。

虫草菌是昆虫真菌中种类最丰富的类群，是一类主要寄生于昆虫的真菌的统称，也有少数寄生于植物和其他真菌。按照最新的分类系统，真菌界子囊菌门核菌纲肉座菌目的麦角菌科、线虫草科和虫草科的所有成员都是虫草菌。国际权威的《真菌名录》正式刊载承认的以上三个科的虫草菌有1539种，这个数字包括了虫草菌的无性型。大多数虫草菌都生长在亚热带、热带和温带的阔叶林里。目前，从全世界范围来看，虫草菌的分布中心在东亚，尤其日本和中国是虫草菌分布数量最多的两个国家。

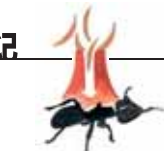
韩国 ▶ 20种

中国 ▶ 171种

日本 ▶ 300种

## “僵尸”诞生记

绘图 / 刘东



虫草菌的孢子落到土壤里，碰到适宜的昆虫，会在虫子的表皮上发芽，形成一个尖尖长长的芽管。

这个芽管可以穿透昆虫的表皮进入体腔。昆虫感染真菌不会马上死亡，而是菌管过冬，到第二年春夏之交才死亡。



虫草菌在体腔内大量繁殖菌丝，利用虫体的组织和血液作为营养。菌丝从虫体体内长出来，形成子座，破土而出，就形成了我们所说的虫草。



美国 44种

巴西 33种

刚果 13种

大洋洲 23种

非洲 24种

北美洲 60种

南美洲 62种

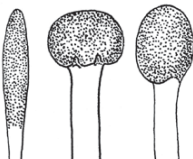
亚洲 526种



棍棒型  
呈细长披针状，顶端有圆  
头、钝头、尖头等多种形态

柢包型  
以球形为主，柄和产孢组  
织的界限很明显  
绘图 / 刘东

造型百变的产孢组织



“中国是世界上最早记载虫草菌的国家，秦汉时期的《神农本草经》中就有对白僵蚕的记载：‘味咸。主治小儿惊痫、夜啼，去三虫，灭黑疔，令人面色好，治男子阴疮病。生平泽。’”

生长在高原草甸的冬虫夏草是“虫草界”的奇葩，其实虫草家族大多生活在阔叶林里

菌的应用研究。到了这里，我才知道这个博物馆的科研团队聚集了这一行业的国内外顶级专家，他们堪称国际虫草菌领域的科学家“梦之队”。

“冬虫夏草是一种非常非常特别的虫草菌，大多数虫草菌都生长在亚热带、热带和温带的阔叶林里，像你去过的西双版纳的纳板河，那是虫草菌的典型生境。而冬虫夏草生长在海拔 3000 至 5000 米的高山灌丛和高山草甸，这是虫草菌罕见的生境，它的寄主是蝙蝠蛾属的幼虫。目前全球仅有中国的西藏东部和南部、青海的东部、四川的西部、云南的西北部与甘肃的南部，以及不丹、尼泊尔和印度北部才有分布。尽管数十年来，国内多家科研单位投入大量资金研究冬虫夏草人工培育，但至今仍未实现商业化栽培。而国内的虫草菌研究起步较晚，基础研究存在不足，尤其是虫草菌的分类、命名和鉴定很混乱，而冬虫夏草就是个典型的例子，这些都给大众认识虫草菌造成了障碍。”李增智教授解释。

我国是世界上最早记载虫草菌的国家，秦汉时期的《神农本草经》中就有对白僵蚕的记载：“味咸。主治小儿惊痫、夜啼，去三虫，灭黑疔，令人面色好，治男子阴疮



细脚棒束孢  
*Isaria tenuipes*  
寄主：多种鳞翅目昆虫

除了冬虫夏草生长在青藏高原的高山草甸和灌丛里，大多数虫草菌都生长在亚热带、热带和温带的阔叶林里。对于科研人员来说，在野外寻找和记录虫草菌是研究的第一步，也是最有趣的部分。图为李增智教授在浙江天目山的丛林里发现了细脚棒束孢。细脚棒束孢又称大孢虫花和日本虫花，由于细脚棒束孢头部多由珊瑚状白色的分枝和大量孢子组成，很像白色的雪花堆积，故在韩国人们也称它为“雪花冬虫夏草”。

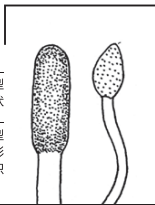
摄影 / 彭辉





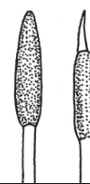
### 造型百变的产孢组织

圆柱型  
拓包状纵向拉长的形状  
耳挖勺型  
在细柄的顶端长着椭圆形  
的产孢组织



瓶尔小草型  
呈细长圆柱状，柄和产孢  
组织的分解明显，或相对  
明显

贯穿型  
柄的顶端从圆柱状的产孢  
组织中贯穿而出，柄和产  
孢组织的分解明显



病。生平泽。”人们发现家养的蚕会得一种病，起初体表会长出块状色斑，然后就拉稀、呕吐和不吃桑叶，而死后的蚕尸并不腐烂反而僵硬，这就是被白僵菌感染引发的蚕僵病。公元5世纪南北朝时期，《雷公炮炙论》中记载了蝉花的加工方法。

对于冬虫夏草最早的记录，能够查到的藏文文献可追溯到15世纪，藏医南方学派创始人索卡·年姆尼多吉所著的《医学千万舍利》。书中记载：“冬虫夏草，味甘、微涩，消化后苦，性温，效润而柔……能清‘龙’及‘赤巴’病，补精液。”而且对其形态也有记录，冬虫夏草生长在被草的山坡上，在夏天是一种长在蠕虫身上的草，形似野山蒜的叶子，花像莎草，至秋末则根的形状犹如小茴香的种子。可见，当时藏医对于冬虫夏草的特性已经有了较为准确的认知。

到了清代，汉文典籍才有冬虫夏草的记载，出自于清吴仪洛1757年成书的《本草从新》，书中记载：“补肺肾。甘平保肺。益肾止血。化痰已劳嗽……冬在土中，身活如老蚕，有毛能动，至夏则毛出土上，连身俱化为草。若不取。至冬则复化为虫。”其后赵学敏于1765年撰写的《本草纲目拾遗》也记载了冬虫夏草的特性、产地和功效。

可以看出，如果从虫草菌的应用历史来看，冬虫夏草还没有白僵菌和蝉花的历

史悠久，但它的光芒实在太过耀眼，而且名声在外，西方对于虫草菌的学术研究便始于冬虫夏草。1723年，法国传教士巴多明进入到四川省康定附近，将300多种药材带回了巴黎，这其中就有冬虫夏草。1725年，学者Reaumur在法国科

### 虫草菌头顶的“草”竟然有23种形态

澳大利亚线虫草  
*Ophiocordyceps  
australis*  
寄主：蚂蚁

从外形上看，虫草菌由虫和“草”两部分组成。草也被称为子座，子座上端的膨大部那是虫草菌用来孕育孢子的地方。虫草的拉丁学名叫*Cordyceps*，在希腊语中的原意是棒球头的头，很形象地比喻虫草菌子座头部的形状。虫草菌产孢组织的形态居然多达23种。  
摄影 / Stephen Axford

学院展示了冬虫夏草，并介绍这是中国御医才使用的药用珍品。1728年，中国宁波船主尹心宜将冬虫夏草带到日本，献给东都幕府，以后陆续有标本输往意大利以及欧洲其他国家和地区，引起学者极大兴趣，西方称其为“Summer plant Winter worm”（夏天是植物，冬天是虫），而把虫草类真菌统称为“Vegetable wasp”或“Plant worm”，意即僵虫。1878年意大利真菌学者P.A.Saccardar为冬虫夏草确定分类名称*Cordyceps sinensis*，意为中国虫草，从此冬虫夏草的研究在国外引起重视，中国虫草也开始驰名于世。在新的虫草分类系统中，冬虫夏草的学名变更为*Ophiocordyceps sinensis*。

### 价比黄金，冬虫夏草的疗效真的那么神奇吗？

在绝大多数中国人的认知里，冬虫夏草是我国的名贵中药之一。它与人参、鹿茸并称为中国中药三宝，具有防衰老、增加免疫力等功效。其价格也由20年前的一公斤三万到五万元，飙升到如今的一公斤





类似蜂头线虫草  
*Ophiocordyceps cfsphecocephala*  
寄主：胡蜂  
摄影 / Stephen Axford



尖头线虫草  
*Ophiocordyceps oxycephala*  
寄主：胡蜂  
摄影 / Stephen Axford



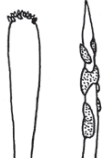


### 造型百变的产孢组织

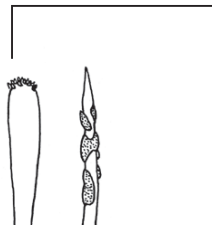
莲花（花托）型  
产孢组织在莲花托状的  
顶部向上铺展开来，其上  
有子囊壳



粗头型  
产孢组织的形状像棒球棍  
越靠近顶端的部分越粗



附着型  
在柄上有不规则的、块状  
产孢组织



发簪型  
从柄的上部开始分出细  
枝，细枝的顶端或者中间  
部分形成产孢组织

剪枝型  
柄的上部有不规则的分  
枝，在分枝的顶端形成念  
珠状的产孢组织

折首型  
柄背上附生产孢组织，  
且柄的顶端向没有产孢  
组织的一侧弯曲



### 虫草菌子座的颜色 是找到它们的关键

象甲线虫草  
*Ophiocordyceps  
curculionum*  
寄主：象鼻虫

在野外拍摄虫草菌的过程中，寻找它是最困难也最有趣的部分。由于虫草菌的子座——也就是一般露出地面、能够发现的部位——很细小，有些线虫草的子座细如发丝，高度大约只有2—3厘米，在厚厚的腐殖土上很难发现。唯一可以让它们突出于环境的特征，就是子座的颜色，一般是白色、红色、黄色或者蓝色，比如图片中颜色艳丽的象甲线虫草。如果你在阔叶林中的地面，看到落叶和枯枝间露出白色、红色或黄色的形似棒状的东西，仔细留意之下，那有可能就是一株虫草菌。挖开地面的土壤，看看地下是否有“僵尸虫”就能揭晓答案。惊喜往往是在苦苦地寻找后出现。



### 摄影大师手记

#### 拍摄虫草菌最困难的部分莫过于找到它们

不管是在西藏高原还是在热带雨林中搜寻虫草都是令人生长的追求。许多虫草的子实体非常微小，以至于你需要放慢节奏，极其专注且仔细地在一个小范围内搜索。在西藏高原亚高山草原和灌木丛栖息地，蝙蝠蛾的幼虫会出现在土地肥沃、深厚的地方，这些土地能蓄水却不会出现水涝。我经常会在细心找出草深棕色的子实体，它看起来像一根直伸出土地的小棍。如此细致地在地面搜索，能让你观察到所有细小生物体的行踪，比如爬行中的微型亮红色蚜虫、小型棕色蜘蛛或甲壳虫。

在热带雨林中寻找虫草同样充满挑战，但却是另一种形式的挑战。就个人而言，不同于面对西藏高地这种高海拔环境带来的寒冷与缺氧，你在此必须忍受闷热、潮湿，以及成群结队想要品尝你汗液中的糖分，或是迫不及待想要咬你血的昆虫的攻击。当你需要在一个地方固定5—5分钟拍摄时，所有的昆虫都对着你垂涎三尺。在热带雨林中，一株腐烂倒下的树是最容易发现虫草的地方，所有感染昆虫幼虫的虫草菌都热爱这类处境。



但一些甲壳虫感染的虫草也喜爱这里，这些虫草的寄主在一个黑穴或蛀孔中被真菌杀死，而子实体会向有阳光的地方生长。当木头很坚硬时，这些虫草很难挖掘。

另一个发现虫草的好地方则是小溪边。吸引虫草的似乎是一片栖息地中额外的水分，虫草菌会将昆虫寄主附着在一片树叶上，为防止雨水通常是在树叶下方，像河岸、悬崖和大树根等能避雨的地方也能提供理想的寄主处。了解这些很有用：虫草菌会年复一年地生长在同一地点，或在能为寄主和寄主虫提供理想生存环境的最大范围栖息地内。

蚂蚁虫草非常微小，包括子实体也就一厘米长，而蚂蚁的长度很难超过一毫米。其他虫草则比蚂蚁虫草更难发现，比如感染蜘蛛或昆虫的虫草菌都热爱这类处境。它们经常出现在地

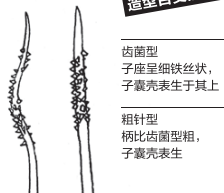
面上的落叶中。想要找到这些虫草，最重要的是身处它们的昆虫寄主的栖息地，通常位于森林中的空地。

一旦发现一株虫草菌，处理和移动它有很大风险。通常虫草的昆虫部分，尤其对完全成熟的虫草而言，比子座部分要脆弱得多。但在很多情况下虫草上的昆虫根本难以看见，因为都藏在朽木、泥土和树叶中。所以呈现蜘蛛等昆虫受害者和真菌的虫草照片是最理想的。每次挖掘出虫草时，我都尝试拍摄其处于土壤之中完整的昆虫和真菌复合体的照片，但背景常常过于杂乱，这时将虫草置于一片叶子或一块石头上能极大减轻背景带来的干扰。我还会把镜头放大聚焦于子实体与菌组织的表面，子囊壳是辨别虫草的重要特征，其形状和构造也非常引人入胜。



“中国是最早研究虫草菌药用价值的国家，除了冬虫夏草以外，其实虫草菌家族其实还有众多具有药用价值的成员，比如蛹虫草和蝉花被当作冬虫夏草的替代品。”

造型百变的产孢组织



齿菌型  
子座呈细铁丝状，  
子囊壳表生于其上

粗针型  
柄比齿菌型粗，  
子囊壳表生



格勒线虫草  
*Isaria tenuipes*  
寄主：蜘蛛

难得一见的画面，被虫草真菌感染的蜘蛛

几十万元。因此，人们称其为“软黄金”。2009年时，我曾经在西藏林芝陪朋友一起买过冬虫夏草。当时的价格虽然不菲，但是还没有当下堪比黄金的高价。他为了得癌症的妈妈购买了很多虫草，时隔近10年，他妈妈的癌症得到了良好的控制。但是他自己也明言，这些年来，他几乎试遍了各种各样的据说有神奇疗效的药材、药物，所以根本无法搞清楚真的是冬虫夏草有疗效，还是仅仅充当了心理安慰剂。

冬虫夏草的疗效是否真的那么神奇，成了一个绕不过去的话题。对此，李增智教授说：“什么是虫草？实际上这些虫草就跟蘑菇一样，你可以理解为长在虫子身上

的蘑菇，或者是长在其他真菌上的蘑菇。其实冬虫夏草发现得很晚，还没有白僵蚕、蝉花的应用历史长。虽然冬虫夏草的生物活性在实际应用方面有很多研究，甚至开发出了好几种药品，但是它们的疗效并没有商家炒作的那么神奇，而且价格炒得比黄金还贵，这是不正常的。”

何俊 是云南大学民族学与社会学学院的 研究员，他刚刚完成一项针对冬虫夏草消费者的调查。在他看来，冬虫夏草已经远远超出其生物学价值，成为一个文化产

蜘蛛紫孢菌  
*Purpureocillium atypicola*  
寄主：蜘蛛

大部分虫草菌都很“专情”，只感染某种昆虫，有些无性型虫草宿主广泛，比如白僵菌、绿僵菌可以感染多种昆虫，但也仅限昆虫纲成员，因为难得一见的感染蜘蛛的格勒线虫草和蜘蛛紫孢菌。

右页摄影 / 行摄自然







## 有性型



双翅线虫草  
*Ophiocordyceps*  
*cf. dipterigena*  
寄主：苍蝇  
摄影 / 行摄自然

## 无性型



刺束梗孢  
*Akanthomyces* sp.  
寄主：蜘蛛  
摄影 / 行摄自然

### 复杂而特别的生活史，造成了人们对虫草认知的困难

人们对虫草菌知之甚少，也源于这种生物生活史的复杂。虫草菌的生活史中有两个阶段，一种是无性繁殖阶段，以形成无性孢子为特征，这种虫草菌被称为无性型；另一种是有性繁殖阶段，以形成子座并产生有性孢子为特征，这种虫草菌被称为有性型。两者大体上可以从形态上区分，长出子座，即所谓“草”的虫草菌就是有性型，比如冬虫夏草和蝇虫草，而白僵菌通常只是无性型。感染白僵菌的家蚕周身像是裹满了白粉，这种白粉就是无性的分生孢子。然而，有些无性型也能形成子座，例如蝉花，但它的无性子座上形成的只是无性的分生孢子。



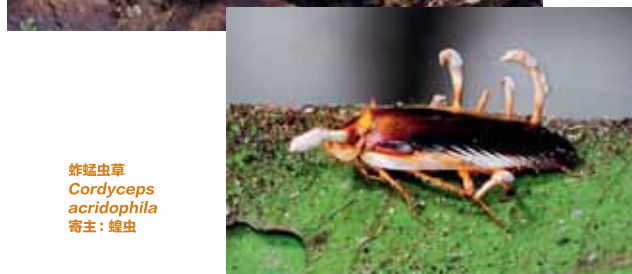
金龟子虫草  
*Cordyceps*  
*scarabaeicola*  
寄主：金龟子



球孢虫草  
*Cordyceps bassiana*  
寄主：椿科



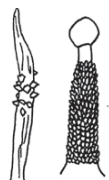
绿僵菌  
*Metarhizium*  
*viridulum*  
寄主：蝉  
摄影 / Stephen Axford



蚱蜢虫草  
*Cordyceps*  
*acridophila*  
寄主：蝗虫

类似蟑螂线虫草  
*Ophiocordyceps*  
*cf. blattae*  
寄主：蟑螂

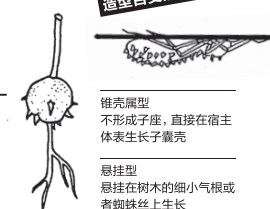
### 造型百变的产孢组织



座茎壳型  
柄呈不规则的扭曲的树枝状，柄上子囊壳表生，或者为半表生

小芥子人偶型  
背气生型的冬虫夏草二次寄生后形成的形状

### 造型百变的产孢组织



锥壳属型  
不形成子座，直接在宿主体表生长子囊壳

悬挂型  
悬挂在树木的细小气根或者蜘蛛丝上生长



棒状刺束梗孢  
*Akanthomyces pistillaniformis*  
寄主：蝉子





### 造型百变的产孢组织

圆盘型  
在细铁丝的柄上长着圆盘状的产孢组织

寄生座壳型  
被 *Ophiocordyceps agriotis*  
重复寄生后形成的形状



蜡线虫草  
*Ophiocordyceps pentatomae*  
寄主：蜡线

虫草菌被誉为“天然制药厂”

物。从历史来看，冬虫夏草是一种名贵的藏药和中药，但大多数医生并不将其作为药品，而是作为保健品。随着经济的发展，人们觉得冬虫夏草生长在海拔 3000 米以上高原，那里是纯洁的象征，再加上社会文化越来越强调养生、原生态和有机，不断赋予其越来越多的多元价值，导致其变得越来越神奇，致使价格逐年飙升。其实城市人消费冬虫夏草的比例并不高，大多数人用它来送礼。随着人们经济收入升高，冬虫夏草的市场变得越来越庞大。中国的产量已经不能供给庞大的市场，商家开始从不丹、尼泊尔进口，用飞机空运到广州。冬虫夏草的问题变得越来越复杂，一根小小的虫草融合了社会文化、经济价值甚至国家政策等多方面因素。

如果你在网上搜索冬虫夏草的功效，会发现网友对于其是否有疗效的争论演变成了对中医药理论是否有用的争论。对此，昆明医科大学药学院唐丽萍博士解释说：“冬虫夏草主要用来治疗气虚、气喘、虚弱的状况，现代药理研究表明，冬虫夏草有调节免疫和血液系统的功能，对肾脏、肝脏、心脏损伤能起到保护作用。很多中药，包括冬虫夏草的作用都是比较温和的，需要长期服用。由于它价格太过昂贵，普通病人难以承受，我在给学生上课时，会推荐其他有类似作用的中药配合使用。我们到目前为止，还没有找到能够替代冬虫夏草的虫草菌，但有一些菌丝的发酵产品有类似作用，但它只是发酵产物，在化学成分上和冬虫夏草会有一定差异。而且虽然我们已经证明冬虫夏草含腺苷、多糖以及虫草酸（D-甘露醇）等多种活性成分，



鲜红虫草  
*Cordyceps cardinalis*  
寄主：灯蛾幼虫

虫草菌是极其宝贵的生物资源，它们多含有丰富的营养物质和独特的生物活性物质，有些在中、西医药中具有重要价值，比如头孢霉素、环孢霉素和全球壳菌素，因此被誉为优良的“天然制药厂”。





不用担心你的身体里会长出“草”，它们下手的对象主要是昆虫纲成员

类似象甲线虫草  
*Ophiocordyceps cf. curculionum*

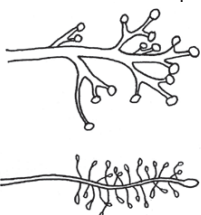
未知的线虫草  
*Ophiocordyceps sp.*  
寄主：蚂蚁

虫草菌这类真菌，和昆虫是一对相爱相杀的冤家，而且多数真菌下手的对象都是昆虫的幼虫。大部分你看到的长出子座的成虫，在幼虫时期已经被感染，长到成虫才死亡。利用某些虫草菌能感染多种昆虫的特性，科学家用虫草菌开发生物防治剂，用来控制森林中有害昆虫的数量。我国已经利用球孢白僵菌防治甘薯象甲、玉米螟、马尾松毛虫和柞褐天社蛾等农林害虫，建立了世界上生产规模最大而且技术先进的真菌杀虫剂产业。



摄影 / Stephen Axford

造型百变的产孢组织



大头针型  
无性阶段的形状，有不规则的分叉，顶端形成球形或者卵形的分生孢子

子座上膨大的产孢组织里，藏着虫草菌的孢子，这些孢子全部藏在子囊壳里面。如将子座头部剖开在显微镜下观察，就会看到一个不开口的囊状构造的子囊壳，子囊壳内充满了细长的子囊。在显微镜的高倍镜头下，每个子囊里平行排列着8个细长而分隔的子囊孢子。当子囊成熟时，它们会裂开弹射出子囊孢子。左下图为大团囊弯颈霉子座的头部，从图中可以清晰地看到埋生在子座头部的子囊壳。右图为蛹虫草子座的头部，可以清晰地看到半埋生在子座头部的子囊壳。

### 虫草繁衍的秘密 藏在子座的结构里



蛹虫草  
*Cordyceps militaris*  
寄主：银蚕

大团囊弯颈霉  
*Tolyptocladium ophioglossoides*  
寄主：大团囊菌



而具体是哪一种成分在起作用，其实在这个问题上我们是不清楚的。中医更多是强调多味药的配伍使用，如果用现代科学的手段去证明冬虫夏草中的哪个成分有治疗疾病的作用，目前的科学技术还做不到。从某种程度上，这也给了商家炒作的空间。”

江苏省食品药品监督管理局的胡浩彬主任也同意这种观点。中医认为冬虫夏草入肺、肾二经，对肺脏系统也有好处，可以恢复肺、支气管的功能，纠正哮喘患者过敏体质，并且有止血化痰，止咳平喘的功效，临床多用于治疗劳嗽痰血、气虚咳嗽等症。近年来，随着医学界对冬虫夏草认识领域的不断扩大，对冬虫夏草的需求量也不断增加。据中国医药保





### 造型百变的产孢组织

棒束孢型  
无性阶段的形状，  
柄为单独一支或  
有不规则分叉，柄  
的顶端附近整体  
被分生孢子覆盖



### 目前能够人工培育的虫草菌仅有不到十种

我国是世界上最早记载虫草菌的国家，秦汉时期的《神农本草经》中就有对白僵蚕的记载。目前能够人工培养的有药用价值的虫草菌有蝉花、蛹虫草、广东虫草。蛹虫草和蝉花被当作冬虫夏草的替代品，它们生长快，容易人工培养产生子座。蛹虫草菌丝粉和蛹虫草胶囊等药品被用于慢性支气管炎、肺气虚等病症的治疗，而蝉花的人药记载（5世纪的《雷公炮炙论》）比冬虫夏草（索卡·年姆尼多吉的《千万舍利》）早1000年，具有治疗慢性肾脏病、改善睡眠、便秘等功效。左页图为人工培养蝉花的车间，右图是人工培养的蛹虫草。左页图摄影 / 彭辉 右图摄影 / 谢顺



健品进出口商会统计，近5年来我国每年冬虫夏草的出口量为500—700公斤，还不包括散客带出境的量。国内的需求量更加巨大，有的冬虫夏草经销商一年的销量就达一吨以上。从而出现冬虫夏草供不应求、价格昂贵的现象，导致冬虫夏草的伪品、劣品、替代品层出不穷。

### 不断被神化的冬虫夏草，掩盖了其 他虫草菌的光芒

从18世纪开始，世界各国开始了对虫草菌的研究。虫草菌寄生在各种不同的寄主上，从而形成繁多的种类，虽然不能都入药，但其种类之丰富、形态之多样仍引起人们的关注。从全世界范围来看，无论是在热带、亚热带乃至温带都有虫草菌的

分布。亚洲是虫草菌分布数量最多的区域，其中尤以日本和中国数量居多。

中国是最早研究虫草菌药用价值的国家，除了冬虫夏草以外，虫草菌家族其实还有众多具有药用价值的成员，比如蛹虫草和蝉花被当作冬虫夏草的替代品，它们生长快，容易人工培养产生子座。目前，蛹虫草菌丝粉和蛹虫草胶囊等药品被用于慢性支气管炎、肺气虚等病症的治疗。

蝉花是一种寄生于蝉科昆虫若虫（俗称“知了”）的虫草菌，也被称为“金蝉花”、“小蝉花”、“知了花”。蝉花是我国传统的名贵虫草菌，与冬虫夏草和僵蚕一起，被誉为我国三大虫草菌。野生的蝉花非常珍贵，主要分布在我国长江以南地区，高山毛竹园是蝉花生长的最佳环境。每年6月—7月，气温上升到18—24摄氏度，相对湿度高于90%时，竹蝉若虫接





### 造型百变的产孢组织

束球梗孢型  
无性阶段的形状，由制造分生孢子的细胞颗粒所组成的块状物覆盖在柄上

触到土壤中的蝉花孢子就会发生感染。到第二年的6月，如果温度和湿度条件合适，菌丝便开始生长，形成浅黄色或蛋黄色的孢梗束从蝉的头部长出地面。如果你在竹林的枯枝落叶中看到一束3—8厘米高的小白花，那极有可能是蝉花。慢慢挖开土壤，寻找地下的蝉，你会发现蝉体表面被白色或灰白色的茸毛状菌丝体包裹。

早在5世纪的《雷公炮炙论》中就有对蝉花入药的记载，宋代唐慎微的《征类本草》、明朝李时珍的《本草纲目》及之后药典都有记载蝉花的功效，称其能够改善睡眠，治疗慢性肾脏病、便秘等病症。

除了药用和食用价值，很多虫草菌还可以用来控制森林中有害昆虫的数量。作为尝试开发虫草菌用于害虫防治的专家，李增智教授认为，“对虫草药用价值的扭曲夸张，导致了社会对虫草生态价值的忽视。”在他看来，广义的药用虫草不仅包括了冬虫夏草、蛹虫草和蝉花等重要的药用菌，还包括了虫草菌的无性型种类白僵菌、绿僵菌等，这些虫草菌可以用于生物防治。

白僵菌就是《神农本草经》中记载的白僵蚕。人们对虫草菌知之甚少，也源于这种生物生活史的复杂。它的生活史中有两个阶段，一种是无性繁殖阶段，以形成无性孢子为特征，这种虫草菌被称为无性型；另一种是有性繁殖阶段，以形成子座并产生有性孢子为特征，这种虫草菌被称为有性型。两者大体可以从形态上区分，长出子座，即所谓“草”的虫草菌就是有性型，比如冬虫夏草，而白僵菌通常只是无性型。感染白僵菌的家蚕周身像是裹满了白粉，这种白粉就是无性的分生孢子。然而，

有些无性型也能形成子座，例如蝉花，但它的子座上形成的只是无性的分生孢子。

在自然界中，没有哪种生物像虫草菌一样，拥有如此优美的外形和奇特的生活史。一种虫草可以同时有有性型和无性型，也可能只有有性型或只有无性型。也是因为这个原因，直到分子生物技术的出现，科

学家才搞明白，原来全身裹着白粉的白僵蚕也是虫草菌。

除了《神农本草经》中记载的白僵菌，在《旧五代史·志三·五行志》中，也首次记载了蝗虫的虫霉流行病。然而，科学地利虫草菌进行害虫生物防治试验是法国、意大利和俄国学者于18—19世纪开始的。我国生物防治的研究始于20世纪50年代，目前已经成功利用球孢白僵菌防治甘薯象甲、玉米螟、马尾松毛虫和柞褐天社蛾等农林害虫，建立了世界上生产规模最大且技术先进的真菌杀虫剂产业。

人类对于虫草菌的认知和探索，从最早的药用、食用开始，已经扩展到了利用其生态特点，进行生物防治。但是必须承认，我们对于这个类群的探索和认知还远远不够，更多的虫草菌和它们的价值，依然隐藏在这些神奇的生命体内。希望我们能够慢慢揭开它们身上的神奇面纱，去了解和开发其中蕴含的价值。□

### 孢子粉颜色五彩缤纷的江西虫草堪称“虫草界”的颜值担当

江西虫草  
*Ophiocordyceps jiangxiensis*  
寄主：丽叩甲

江西虫草最吸引人的莫过于颜色艳丽的子座，形似扫把头的子座上，蓝色的粉末状物质就是虫草菌的孢子。孢子随风或雨水散播到土壤中，继续上演新一轮的“僵尸诞生记”。  
摄影 / Stephen Axford

责任编辑 / 康静  
版式设计 / 介彬  
图片编辑 / 王彤  
地图编辑 / 陈云







蚁线虫草  
*Ophiocordyceps formicarum*  
寄主: 蚂蚁  
摄影 / 彭辉