

挑战经典理论,让他成为“高贡献作者”

■本报实习生 赵婉婷 记者 胡琅琦

最近,中国科学院版纳热带植物园(以下简称版纳植物园)研究员王刚收到一封邮件,恭喜他作为通讯作者于2024年8月发表在《整合动物学》的研究,获评2024年第三季度“Wiley 威立中国高贡献作者”论文。这一奖项主要依据论文下载量评选。

王刚团队这项研究发现,过去被认为是“专情”的动植物传粉组合也会“分分合合”。当时论文发表后,正好赶上9月底榕树与榕小蜂创新研究国际研讨会召开。会上,同行针对他的研究进行了激烈讨论,有不少学者对其论文观点进行了驳斥。因为他的这项“小工作”挑战了一个被推崇几十年的生物学经典理论——协同进化成种机制。

王刚与法国同行甚至从白天激辩到深夜,后者下了“帖子”邀他去法国实验室断续“论剑”。

挑战一个经典理论会经历什么？

质疑、争论,已经是王刚近年来的科研日常。这得从他更早的一项研究谈起。

达尔文慧星兰有着狭长的花矩,长喙天蛾用长长的喙伸进花矩授粉,这是协同进化的奇妙手笔,二者是一对进化上的完美“搭子”。

传统观点认为,这类专性传粉组合互利互惠,“搭子”彼此高度绑定,授粉者不会给其他植物传粉,也没有其他授粉者给植物传粉,这种“一对一”的专性关系驱动了二者的特化与协同演化。

类似的专性授粉组合还有无花果树,也就是榕树,以及专门为其授粉的蜂。王刚从硕士期间就开始做榕树-榕小蜂系统的研究,当时,他把传粉系统一对一协同分化的机制奉为真理。

但随着研究的深入,他开始思考:“植物与传粉者如果只能通过严格的专性关系协同成种,且两者一直匹配得很好,最终攀到了适合度最高的‘进化山顶’,还有什么动力继续改变并促进物种分化?”与此同时,榕树-榕小蜂这个最古老的专性授粉系统,已经被观测到违背一对一传粉、转移宿主的现象。

2018年,在上海召开的一场学术会议上,还是助理研究员的王刚汇报了自己计划提出的榕树-榕小蜂协同物种多样化机制的新假说和主要证据。这项研究揭示了部分榕树-榕小蜂通过传粉关系的分分合合实现协同物种多样化的基因组和行为证据,指出这两个被认为一对一绑定物种的进化的模式应该是发散式的。王刚这一发现也印证了美国学者1980年提出的观点,即协同进化“搭子”并不是必须相伴一生不分离的。

这场报告从上午9:30开始,本应控



左为高山榕,右为钻入无花果的榕小蜂。



王刚 / 摄

制在半小时以内,结果却迟迟无法结束。一位业内权威的法国同行不断向王刚抛出问题——“你分析的榕树在全球是否有足够的代表性”“你使用的基因组数据质量是如何保证的”。台上台下,你来我往,这场“争辩”一直持续到中午,不得不暂时中断。

会后,他与这位法国同行同乘一辆出租车,继续未完的“交锋”。直到深夜,法国同行索性向他发出邀请:“来我实验室,咱们一起从头做分析。”

但王刚选择留在国内,继续为自己的想法完善证据链。

2021年,王刚的研究取得了重要进展。他与团队用可靠的基因组证据揭示,从进化时间尺度上来看,榕小蜂从来就不是“专情”的,而会广泛地“移情别恋”,给其他榕树物种传粉,使得不同榕树物种的杂交贯穿了协同进化历史。这一发现进一步表明,榕树-榕小蜂并非完全遵循专性关系主导的协同进化成种理论。

这项成果最终发表于《自然-通讯》,但审稿过程一波三折。审稿人不断质疑分析方法与结论解读,后来王刚整理审稿意见时才发现,说服审稿人的四轮论证竟用了101页纸。

文章发表后,越来越多的同行开始重视专性传粉关系体系中的植物杂交现象。

“生死绑定”还是“分分合合”？

然而,要进一步捍卫发散式的协同成种理论,还需要更具普适性的证据。

2024年8月,王刚团队发表于《整合动物学》的最新论文又拓宽了研究广度。结果显示,除了榕树-榕小蜂,其他“专一”传粉组合在进化过程中都有过高频率的“分手”,分手事件同样促进了物种的分化与多样性,表明发散式协同进化具有普适性。

然而,要彻底撼动经典理论依然很困

难。不过,进化留下的痕迹有迹可循。

在这一研究中,王刚系统性调查了6个经典的专性传粉系统,分析了动植物组合所经历的分化事件。在协同系统发育分析中,由基因信息可以得到植物与授粉者各自的系统发育树,进一步比对两棵进化树的分支和当前传粉关系,就能看到物种分化事件的发生。

“如果植物与授粉昆虫同步发生分化,你变成两个物种,我也变成两个物种,分化后还是一对一,就是协同物种形成事件。”但王刚进一步解释,两者的分化也会发生错位,例如一方分化出新种而另一方没有变化,就说明有非协同事件引起了分化差异。而这类非协同成种事件包括宿主转移、独立成种、关系破裂,例如昆虫找到新欢植物,或植物开始采用新的传粉方法……

有意思的是,王刚在这项专性传粉系统的研究中发现,协同成种事件仅占14%~44%,即不到一半,非协同成种事件在进化中反而占主导。这与经典理论中协同分化主导成种的进化格局不符。

这一结果证明,植物与授粉昆虫的传粉组合并非相守一生,而是通过更复杂的“分分合合”的动态过程实现共同多样化。王刚认为,这种灵活的协同进化模式,也是生态系统整体性和动态性的体现。

“传统观点认为,由于专性传粉系统的二者是绑定的,所以关系一旦破裂,如植物或传粉者一方灭绝,另一方也将面临灭顶之灾。”王刚告诉《中国科学报》,然而物种可以通过“调整伙伴关系”来应对新挑战,所以面对气候危机时既要警惕风险,也要意识到物种在危机中也有机遇。“这样提示我们,不能完全从静止视角出发,要从动态的生态网络视角制定保护策略。”

“协同进化理论像一根铁丝,大家过去已经掰到了一个方向。我却强调往另一

哪吒“收”的土拨鼠,普通人能“收”吗？

■本报记者 王昊昊

“还吃?收你们来了!”

呆萌可爱的旱獭(俗称土拨鼠),曾凭借“啊啊啊”尖叫的视频成为“网红”。不久前,随着电影《哪吒2》的爆火,土拨鼠再度“圈粉”,甚至一些观众也想像哪吒一样“收”土拨鼠。

据报道,上海一名女子看完《哪吒2》后就网购了一只土拨鼠当宠物,可到手后发现与预期差距较大——鼠爪、鼠身都有伤口,甚至还有蜱虫,遂将其发至网络控诉商家。

网上售卖和饲养土拨鼠的话题由此引发热议。

2月25日,国家卫生健康委员会和国家疾病预防控制中心发布提示称,土拨鼠也传播鼠疫,一旦感染会出现高热、淋巴结肿大的症状,病情常常迅速恶化,死亡的可能性极高,因此土拨鼠再萌也不要亲密接触。

土拨鼠的习性、饮食习惯、社会结构如何?究竟适不适合当宠物?普通兽医能否应对相关健康问题?对此,《中国科学报》记者采访了相关专家。

一场违背天性的“迁徙”

在中南林业科技大学教授向左甫看来,把土拨鼠当宠物家养是一场违背天性的“迁徙”。“它们是高度社会化的野生动物,通常以家族群居,如果被单独关在小笼子里,就像让一个喜欢跑马拉松的人天天关禁,生理和心理都会出问题。”

9年前,向左甫在西藏旅游时,首次在野外遇到一只又大又萌的土拨鼠,便迅速被“圈粉”。但身为动物行为生态学家的他,当时对土拨鼠一无所知。

在查阅研究成果和咨询同行后,向左甫得知,看似人畜无害的土拨鼠其实是鼠疫等病原体的自然宿主,其体外寄生虫是鼠疫的传播者。由于解剖和研究土拨鼠有感染鼠疫的风险,很多研究人员都对它敬而远之。

“要不要研究土拨鼠?”就像一段时间后,向左甫考虑到现在的医疗和防护水平不断提高,鼠疫的检测和治疗不再是难题,便决定开启对土拨鼠的研究。



两只幼年土拨鼠在觅食。

受访者供图

“旱獭是大型啮齿类动物,擅长挖掘复杂的地洞系统。我国分布有灰旱獭、长尾旱獭、西伯利亚旱獭和喜马拉雅旱獭4种,其中喜马拉雅旱獭分布最广、数量最多且在热门旅游景区常见。”向左甫在西藏见到的土拨鼠,就是喜马拉雅旱獭。

向左甫介绍说,土拨鼠是草食性动物,主要分布在平原草原、山地草原、高原和高寒草甸等地区。土拨鼠的冬眠时间因地区而异,通常持续5至7个月,一些土拨鼠会在冬眠期因食物不足而饿死。它们生长得很快,从幼崽到成年只需半年时间。在自然环境下,土拨鼠一年可繁殖一窝幼崽,人工繁育条件下一年则可繁育两窝。

“在藏区,绝大部分鼠疫病例由土拨鼠传播。”向左甫介绍,土拨鼠自身携带鼠疫,但它们对鼠疫也不是绝对免疫的,一旦发病也会死亡。一些地方的民众有吃土拨鼠的习惯,此前每年都有因吃土拨鼠感染鼠疫致死的事例。“野生土拨鼠携带病原体,家养时人被咬伤还可能导致狂犬病等。”

会卖萌不意味着适合家养

向左甫的博士生鲍自强现为中南林业科技大学教师。他于2020年首次来到位于四川阿坝州的若尔盖草原研究土拨鼠。

“它们很怕人,一般较难接近。”据鲍

自强观察,土拨鼠就是一个“长毛的挖掘机+定时尖叫声+潜在生化武器”的结合体,即便人工养殖的土拨鼠,仍可能携带蜱虫等寄生虫和多种人畜共患病,普通家庭难以防控。它的牙齿会不断生长,要通过不断磨牙防止牙齿过长,家养时各种家具可能都会遭殃。“真正的爱,是让它们在草原上自由挖洞,而不是在客厅里抑郁啃墙。”

鲍自强表示,野生动物往往往本性难移,没有证据表明土拨鼠能被完全驯化,它们可能因恐惧或护食攻击人类,尤其是繁殖期和冬眠前后激素变化时。

湖南农业大学副教授杨凌宸长期从事小动物疾病学、外科学等相关研究。据他介绍,近几年,除了猫、狗等常见宠物外,越来越多的人开始热衷饲养“异宠”。异宠通常指非传统宠物,也称另类宠物,除了土拨鼠,还包括浣熊、狐狸、羊驼等。

“目前,异宠的购买门槛逐步放开,但仍有待进一步规范。”杨凌宸表示,土拨鼠虽然可通过合法途径购买,但其易攻击人等性格并不适合作为宠物饲养。

记者在多个电商平台输入“土拨鼠”等关键词发现,一些商家以“土拨鼠”为关键词售卖动物,价格在几百元至几千元不等,但未明确标注具体品种,也没有展示售卖土拨鼠的相关资质。一些购买者在评论中反馈“很凶”“警惕性强”“被咬了几次”。

如果家养土拨鼠出现健康问题,普通兽医能否应对?“异宠有很多学科,包括爬行类、哺乳类、鸟类等,某个领域都有相关的动物医生,但很少有专门治疗某一种异宠相关疾病的医生。”杨凌宸表示,一些宠物医院开设有异宠专科,但大多是以爬行类动物和鸟类为主。土拨鼠的一些常见问题可以参考鼠类动物进行治疗。

杨凌宸建议,如果尝试养一只异宠,不妨试试龙猫、蜜袋鼯、豚鼠等动物,这些

方向掰的重要性,自然就像跟大家唱反调。”王刚笑着说。

然而,重要的是永远要用证据说话。“版纳植物园有着得天独厚的自然资源,在雨林中工作,可以对生态有更细致、动态的观察。”这也给了王刚坚持下去的信心。

科学家可以好好“吵架”

挑战经典,直面争议,王刚对此很坦然。在他看来,科学家好好“吵架”没什么问题。

那位曾和王刚激烈辩论的法国同行名叫Jean-Yves Rasplus,是法国国家农业研究所资深科研人员,也是研究榕树-榕小蜂协同进化40年的前辈。早在王刚读博期间,二人就已相识。

正是2018年的那场会议辩论促使二人各自潜心寻找证据。2021年王刚的文章发表后,Rasplus团队也于2023年发表了相关成果,他的研究吸收了王刚的证据与见解,但坚持专性关系主导协同进化的理论。

有趣的是,这场看似无休止的科学争论反而加深了两人的情谊。“每次Rasplus来版纳植物园,或者我们在会议上碰面,他都会主动找我讨论最新进展。”王刚说。

头发灰白的Rasplus告诉《中国科学报》,学术辩论是科学发展必要的探索过程,但其意义往往被低估。他强调,辩论必须建立在尊重对方和对方工作的大前提下,如果只是为了突出新发现而诋毁以前的工作,就是不正确的做法了。

虽然二人的学术观点不完全相同,但对于好好“吵架”的看法不谋而合。

Rasplus认为,学者之间的争论不只是单纯的辩论,还是互相学习、表达客观建设性意见的好途径,甚至是未来合作的第一步。“这是单凭发论文无法达到的效果,也是科学的魅力所在。”

“我们更多是相互靠近,论点得到了某种意义上的中和。”王刚说,两种不同的学术理论,有时不一定是对彼此的驳斥与否定,而是相互补充,是对科学问题与现象更全面的理解。

毕竟,科学的意义在于发现未知。两人的经历就像发散式协同进化,如果人人都有契合的观点,互相附和,没有一点质疑和渐见解的声音出现,还怎么促进科学的“进化”?

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1111/1749-4877.12886>
<https://doiorg/10.1038/s41467-021-20957-3>
<https://doi.org/10.1098/rspb.2015.2963>

异宠大都性格较好也容易打理。

异宠热更需冷思考

蜥蜴、鳄鱼、刺猬以及各种蛇类……在B站、小红书等平台搜索关键词“异宠”,会出现很多异宠养殖品种推荐、异宠店探店以及异宠养殖博主分享日常的内容,评论区则集结了一拨“云养宠”的网友,或求更新、或咨询养殖建议等。有数据统计,我国约有1707万人在饲养异宠,市场规模逼近百亿元人民币。

杨凌宸表示,我国宠物犬、猫的数量已超1亿只,然而大家较少知道的是,异宠的数量早就超过了1亿只。“一个家庭养两三只猫或狗已经算多的了,但是异宠不一样,有的家庭会养十几只(条)蜥蜴、蛇等。”

由中国畜牧业协会宠物产业分会、中国兽医协会等指导发布的《2023—2024年中国宠物行业白皮书(消费报告)》显示,2023年,犬、猫仍是宠主首选的宠物类型,养异宠人群有不同程度上升,饲养鸟类、水族类的上升幅度较大;“90后”宠主占绝对主导地位,达46.6%;新增养宠人群中,近80%为“90后”和“00后”。

“越来越多的年轻人喜欢挑战新的养宠赛道。”杨凌宸介绍,他们趋向于养一些低互动、不那么活泼的异宠,这些异宠不需要太多陪伴,也更容易打理,这和年轻人“懒宅”的生活节奏相契合。

“商业宣传会美化野生动物的饲养,误导公众。大家看到的往往是异宠美好的一面,冲动购买后才发现和想象的不一样。比如养鸟,别人看到的是漂亮的鸟,看不到的可能是一地鸟屎。”杨凌宸表示,如果决心养异宠,建议先向养过的人取经,全面了解其利弊,如卫生、互动性等。杨凌宸表示,不少人的异宠饲养动机是猎奇、社交圈层认同,但缺乏对动物习性和责任的认知,要警惕异宠被弃养的现象,避免冲动购买后遗弃,否则会造成破坏生态环境、外来物种入侵、传染性疾病蔓延等一系列问题。

发现·进展

中国科学院金属研究所

纳米纯铂晶粒展现出超凡稳定性

本报讯(记者张楠)中国科学院金属研究所研究员李秀艳团队在研究纯铂晶粒时,首次发现了纳米尺度下Kelvin晶体的存在,并证实Schwarz晶体是一种比Kelvin晶体更稳定、更普遍的亚稳态结构。该研究揭示了极小尺寸纯铂晶粒的几何形状与稳定性之间的密切关系,为纳米多晶金属材料稳定性和设计提供了新见解。近日,相关成果发表于《物理评论快报》。

Kelvin晶体一直被视为金属中唯一可能的稳定形状。然而,新研究挑战了这一传统认知。李秀艳团队通过冷轧和低温高压扭转两种特别的方法,将纯铂的平均晶粒尺寸细化至4纳米和2~3纳米的极小尺度。透射电子显微镜表征结果显示,4纳米样品中的晶粒仍保持了锐利的边界和棱角,呈现出典型的Kelvin晶体构型。但引人注目的是,当晶粒尺寸进一步细化至2~3纳米时,样品的晶界呈现出显著的随机流形结构特征,其晶粒堆垛方

式及高密度李晶网络与先前报道的纯铜中Schwarz晶体一致。这一发现表明,Schwarz晶体是一种在纳米尺度下比Kelvin晶体更稳定、更普遍的亚稳态结构。

团队进一步研究揭示了两种晶体结构在热稳定性方面的显著差异。Schwarz晶体由于其极小面的晶界与紧密排列的李晶网络相结合,能够有效平衡晶格的各向异性,并热涨落带来的驱动力,从而显著提升了结构稳定性。相比之下,Kelvin晶体在高温或热涨落被放大的情况下,由于其晶界能的各向异性,容易发生失稳。

该研究不仅证实了纳米尺度下Kelvin晶体的存在,更揭示了Schwarz晶体作为一种更稳定、更普遍的亚稳态结构在纳米多晶金属材料中的重要性。该发现为纳米金属材料的设计和性能优化提供了新思路。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.056101>

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所

首次发现 3.9 亿年前“珠江源头第一鱼”



拟石古生物可视化实验室/绘

本报讯(见习记者蒲雅杰)近日,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所朱敏杰团队发现了云南曲靖中泥盆世艾菲尔期(约3.9亿年前)上双河组的真刺甲鱼类新种——珠江源沟鳞鱼。它不仅是首次在珠江源头发现并正式报道的鱼化石,也是中国近50年来再次报道的沟鳞鱼新种,被誉为“珠江源头第一鱼”,相关研究作为封面文章发表于《地质学报》(英文版)。

沟鳞鱼类是一种高度特化的古生代鱼类,其特征包括背位眶孔、长箱型膜质骨躯甲和分节的胸鳍。科学家推测该鱼类主要为底栖生活。

研究团队通过观察7件保存良好的珠江源沟鳞鱼标本,从新种中提取了丰富的形态学资料,以探究沟鳞鱼属内的相互关系。通过有效属种鉴定和对前人研究

的继承,研究构建了一个包含64个种和72个特征的沟鳞鱼属特征矩阵。进一步分析发现,除珠江源沟鳞鱼外,所有中国产的沟鳞鱼属物种因两个共同衍征聚类在同一支系上。而珠江源沟鳞鱼因“附肢近节细长”的特征,与哈萨克斯坦的*B. babichevi*构成姐妹群,从而进一步印证了中泥盆世期间华南板块和哈萨克斯坦板块之间的生物群交流。

科研人员表示,该研究不仅进一步厘清了沟鳞鱼各个种之间的系统发育关系、丰富了我们对沟鳞鱼属早期演化的认识,还揭示了在3.9亿年前华南板块与哈萨克斯坦板块间可能存在生物地理亲缘关系。

相关论文信息:
<https://doiorg/10.1111/1755-6724.15269>

华东理工大学等

用大数据分析技术解答农药是否安全

本报讯(见习记者江庆龄)华东理工大学药学院教授万年峰课题组联合多国科研人员,筛查了全球88.75万个农药使用事例,构建了杀虫剂、杀菌剂和除草剂影响非靶标动物、植物与微生物的生长、繁殖、行为和生化指标数据库,进而解答了“农药是否安全”这一问题,并提出针对性建议。近日,相关研究发表于《自然-通讯》。

研究团队构建的数据库包括243种杀虫剂、104种杀菌剂、124种除草剂共471种农药,涵盖560种动物、192种植物、78种微生物和129类非物种水平的非靶标生物类别。

结果显示,杀虫剂、杀菌剂和除草剂显著抑制非靶标动物、植物和微生物的生长、繁殖与行为,并破坏了不同生物的多种生化指标。将农药类型进行细分后,杀虫剂、杀菌剂、除草剂的负面效应同样存在。将农药划分为化学农药、矿物源农药、生物农药,以及按照欧盟标准将农药分为“老药”和“新药”,这些负面效应仍清晰可见。

研究人员进一步分析了不同场景下农药对非靶标生物的影响。室内条件下农药对非靶标动物、植物、微生物的负效应与上述类似,田间条件下总体低于室内结果的负效应。在不同气候带中,温带地区农药对非靶标生物负面效应强于热带地区。将非靶标生物分别暴露于陆地和水域环境条件,农药的负效应仍然存在。值得一提的是,即便是推荐用量,杀虫剂、杀菌剂、除草剂仍对非靶标动物、植物、微生物存在负面效应,且随着农药剂量加大,负面效应逐渐加剧。

为降低农药生态风险,研究团队呼吁管理部门制定相关政策,加快高效低毒低残留的绿色农药研发与应用,巧用生物各类群之间的相生相克原理,大力推广基于生物多样性的植物病虫害绿色防控体系,以便更好地保护生物多样性。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-56732-x>