

# 昆虫:理想的动物饲料?

昆虫蛋白行业在利益和风险中行进

Mick Grant 是英国鲁斯的一名农民。他身体结实,手臂粗壮有力,脸上总是洋溢着笑容。他的曾祖父从一家商店和两头牛起家,此外还有一片450公顷的榆树农场。农场里养着猪,还种植小麦、大豆和油菜。最近,Grant 在农场里养了一群新物种:家蝇幼虫,或称蛆虫。

在距离农场屋舍不太远的两个蓝色货船集装箱中,Grant 养了无数的蛆虫。它们主要依赖附近农场的鸡粪生长——粪便越新鲜越好。Grant 说:“如果时间久了,它们就会结出硬皮,寄生真菌。”

作为欧盟赞助的研究项目——蛋白昆虫(ProteinSECT)的一部分,过去几个月来 Grant 已经养殖了数千公斤的干蛆虫。现在,它们被喂给了鱼、猪、鸡等动物,目的是回答一个日益紧迫的问题:昆虫是未来的动物饲料吗?

一些科学家认为答案是肯定的,当前,全球对肉类的需求量正在增长,种植动物饲料已经对耕地和水资源造成越来越重的负担。昆虫可提供动物需要的蛋白质,而且其环境成本极低。像 Grant 养殖的蛆虫一样,很多昆虫物种可以通过粪肥来生活,或者通过其他有机废料生活,如食物残羹、碎渣或是酿酒行业废弃的谷物。

## 潜力巨大

一些机构已经开始衡量昆虫饲料带来的利润及其潜在的安全风险,包括昆虫可能会积累环境毒素,甚至向食用它们的农场动物传递疾病。10月8日,位于意大利帕尔马省的欧洲食品安全局(EFSA)公布了把昆虫作为人类食物和动物饲料的风险因素。报告总结称,相关风险与所使用的昆虫物种有关,因此在给牲畜或鱼类喂食昆虫饲料前,需要进行更多类似蛋白昆虫项目的研究。但是在勇敢新世界的其他国家,大规模养殖昆虫已经崭露头角。

把昆虫变成食物的最好方法是吃掉它们,在很多国家人们已经在这样做。全球有20多亿人不时会把炸毛毛虫、煮甲虫或腌蛆虫作为传统食物的一部分。在南非,每年会捕获95亿只可乐豆毛毛虫(以它们喜欢的树种命名的一种昆虫)供当地人食用;在乌干达,1公斤蚂蚱比1公斤牛肉贵得多。

从环境角度来说,这是非常好的选择,荷兰瓦赫宁大学昆虫学家 Arnold van Huis 说,他是一本昆虫烹饪书的共同作者之一。昆虫体重增加快得惊人,部分原因在于这些动物是冷血动物,不需要耗能调节体温。蟋蟀只需要1.7公斤食物,就能长到1公斤重。而增加同样的体重,1只美国火鸡需要消耗2.5公斤饲料,猪需要消耗5公斤饲料,牛需要消耗10公斤饲料。此外,昆虫还有另一个优势,大多数昆虫都可以被整只吃掉。相比而言,一只鸡或一头猪仅能被吃掉一半,一头牛可食用的部分就更少。因此,“饲养1公斤昆虫比养猪或养牛产生的二氧化碳少得多。”Van Huis 说,而且它们所占用的土地只有后者的1/10。

若干研究发现,可食用的昆虫种类达到2000种左右。它们富含蛋白质和铁、维生素等微量元素。



如果可以利用那些废弃物做东西,而且它可以产生较高的回报率,那么何乐而不为呢?

很多人认为食用昆虫会让人反胃,但是把它们用作动物饲料就可以避免这一问题。

图片来源:Kai Kupferschmidt

素。在2012年联合国粮农组织(FAO)的一篇报告中,作者 Van Huis 强调:“昆虫在增加粮食安全问题上具有巨大潜力。”

不过,未知的安全原因也使昆虫走上菜单面临巨大阻碍。Van Huis 说:“很多人想到吃昆虫就觉得反胃。”或者可以把昆虫作为动物饲料,这样不仅能降低环境风险,而且更容易把产品卖给公众,使相关的安全问题变得不那么敏感。

研究表明,很多动物都可以很好地用昆虫饲料养殖,后者可作为从鸡到鲑鱼等各种动物的饲料。2014年,FAO 通过罗非鱼、鲶鱼、虹鳟鱼和甲壳类动物、鸡、猪等动物进行的一项饲料实验表明,昆虫饲料可以取代这些动物饮食中 25%~100% 的豆粕、鱼粉等,而不产生任何负面影响。

## 节省资源

欧洲农民在饲养昆虫方面经验有限,但 Grant 并不是从零开始。榆树农场在青蝇幼虫养殖方面已经有数十年的历史,此前这些幼虫主要是为休闲垂钓者做鱼饵。它们主要依靠屠宰场的废弃物——在阳光下发出令人作呕的红色、绿色和棕色的动物肾脏、肝脏、心脏等生存。这些器官要不了几天就会长出成千上万的蛆虫。

在夏季,这些幼虫是 Grant 重要的经济来源。但他希望通过现在养殖的家蝇打开更大的市场。在其中一个货运集装箱中,无数家蝇在一个巨大的木箱中嗡嗡做响。一大清早,会有一名农场帮手把数盘新鲜鸡粪放在集装箱的地板上,然后这些家蝇在两小时内会在上面产满卵。然后这些托盘被放到另一个集装箱中孵化。

这些幼虫数小时内就会从卵中孵化,它们会以仍然潮湿的鸡粪为食,并在其中缓缓地挖出通道,这意味着它们已经可以被收获了。其中一些蛆虫会得到一些能量补充:鱼粪。Grant 用这些蛆虫给旁边的蝇箱作补充。“这些鱼粪会让家蝇变得更



健康,产更多卵。”Grant 说。但是绝大多数蛆虫都注定要成为饲料。它们被从鸡粪中过滤出来,然后倒到一块水泥地板上晾干,变成一种精良的昆虫粉末饲料。

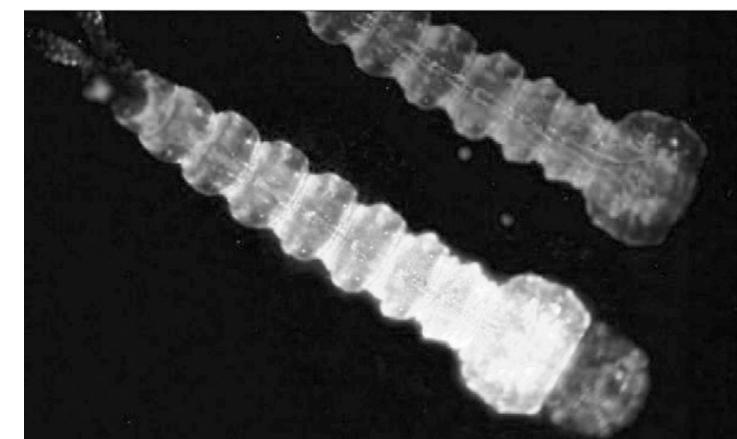
现在,这一切都还在试验阶段。但是 Grant 已经开始想象能够建造一座大楼,使上述过程实现自动化养殖,这样它就能获得成吨的动物饲料。“这里藏着巨大的利润。”Van Huis 说。2014年,全球饲料产量约为 9.8 亿吨,价值 4600 亿美元。随着食肉量的上升,这一数字还会持续攀升。现在,全球 80% 以上的大豆已被用作动物饲料,而它们占据了大量土地资源,并且消耗大量水资源。蛋白昆虫项目协调员、英国食品与环境研究局(FERA),这是位于约克郡的一家部分私有化的政府机构)研究员 Elaine Fitches 表示,昆虫饲料永远不可能完全替代大豆饲料,但是它可以大大减轻压力。她估算说,每年大约要用 1 公顷耕地产出 1 吨大豆,而同样的土地面积可产出 150 吨昆虫蛋白。

而在水产行业,昆虫蛋白可以产生更大的影响,现在它占到全球渔业养殖所用饲料的 10%。近年来,由于鱼类的可获得性并不稳定,其价格飞速增长。英国企业家 Jason Drew 介绍说,每吨鱼肉已从上世纪 90 年代的 500 美元上升到近几年的 1500~2000 美元。“公司正在寻找已经逼近的蛋白质危机的出路。”Drew 说,“我认为昆虫蛋白将会代替鱼肉。因此,我们可以把这些食物原放在食物链的最底层。”

## 安全隐患

然而,欧洲和美国的法律制定者仍存疑虑。在美国,一些联邦州允许用昆虫作为饲料,但一些州不允许。俄亥俄州黄温泉市一家叫作 Enviro Flight 的公司正在饲养黑士兵蝇蛆,并将其销售到宠物商店和动物园当作饲料。

# 合成生物学发明谁来管 ——解析令美国政府机构困惑的4项成果



Oxitec 公司研发的转基因蚊子幼虫,能发出不同颜色的光。这取决于它们携带哪种基因。

图片来源:Derrick Nimmo

假设你通过基因改造一个生物体制造出新产品,并且迫切希望在美国销售,那么在产品进入市场前,你将需要回答一个关键问题:美国哪个部门必须签字保证其安全性?美国食品药品监督管理局(FDA)、农业部(USDA)和环境保护署(EPA)可能都要对通过合成生物学生产的产品进行审批,而这取决于生产方式和预期用途。不过,一项目前发布的报告显示,很多新技术并未完全契合某个机构的权限。

这份报告由总部位于华盛顿的智库——伍德罗·威尔逊国际学者中心合成生物学项目执笔。一个专家小组描述了新的生物科技产品进入市场的路途是多么的曲折。合成生物学项目负责人 Todd Kuiken 表示,报告对于初创公司来说是一个警告,即它们可能将需要在研发过程早期阶段寻访多个部门。

今年夏天,白宫承认,最近一次更新发生在1992年的评估生物科技产品的法律框架已经过时。它还宣布了使条例现代化的计划,并且将在10月晚些时候举行的一次公开会议上开始讨论。同时,白宫正在征集公众意见直到11月13日。新的报告提出了一系列案例——一些是理论上的,其他的已摆在监管者的桌上。在这些案例中,现有框架会导致复杂且无法预测的结果。

下面是可能造成监管混乱的4个例子。

## Oxitec 公司的转基因蚊子

由生物科技公司 Oxitec 研发的转基因埃及伊蚊,携带一种阻止其雌性后代发育成熟的致死基因。公司希望通过释放将产生无法生育的后代,并使其数量缩减的转基因蚊子,限制诸如基孔肯亚病毒和登革热等蚊媒传染病的扩散。Oxitec 已在马来西亚和大开曼岛的加勒比岛开展了田间试验。目前,它正计划在佛罗里达群岛开展试验。

通过转基因改造的昆虫通常受到 USDA 动

植物卫生检验局(APHIS)的管控,因为它们旨在控制植物害虫。然而,这些蚊子并不是植物害虫,而是一种预防人类疾病的新策略。为此,一些人认为,它们应像其他抗感染药物一样对待,并且作为一种新药,受 FDA 药品评价与研究中心(CDER)的监管。

相反,Oxitec 研发的蚊子被视为一种“新的动物药”,并且正在接受 FDA 另一办公室——兽药中心的评估。这是评估为控制数量而让动物绝育的其他技术的同一个办公室。这一决定引发了担忧,即在开展对这种蚊子的环境影响评估方面,FDA 办公室的装备没有 USDA 齐全。与此同时,该公司新的转基因小菜蛾接受了 USDA 的评估,并且被批准开展田地试验。转基因小菜蛾利用了相同的基因策略,但针对的是对蔬菜作物造成的破坏。

## 合成角鲨烯

角鲨烯是一种被用作涂料中软化剂的有机化合物。它在鲨鱼肝油和其他鱼油中含量丰富,

并且在一些植物油中被发现。生物科技公司 Amyris 改造了能从糖中产生这种分子的专用酵母菌株。

诸如化妆品中的角鲨烯等成分引发了一个 FDA 尚未解决的问题:通过合成生物学制成的产品是否应被贴上和天然产生物质不同的标签,以及它们的生产商是否冒着违反准确标记产品成分法规(由联邦食品、药物和化妆品法案设定)的风险?

化妆品成分在被销售前不需要获得 FDA 的审批,合成角鲨烯则已出现在市场上。新的报告警告说,FDA 和联邦贸易委员会或许不得不更加仔细地审视合成成分应如何在标签上描述。

## 性信息素合成激活肽(PBAN)飞蛾诱捕剂

PBAN 是昆虫信息素的一种替代,通常被用作捕捉农业害虫的诱饵。不过,它生产起来很困难,而且价格昂贵。参加了由国际基因机器工程(GEM)基金会举办的 2014 年本科生合成生物学竞赛的学生,设计出一种混有 PBAN 的诱

饵。当被陷阱中的雌蛾吃掉时,PBAN 会诱导它们产生自身的信息素,并且引诱雄蛾。来自中国台湾“国立交通大学”的学生创造了一种转基因细菌以产生 PBAN,并将 PBAN 和一种引诱飞蛾的糖溶液混合。

新的报告解释说,根据联邦杀虫剂、杀真菌剂和灭鼠药法案(FIFRA),放置在陷阱中且涉及害虫生长或交配的产品,通常受到 EPA 的监管。不过,FIFRA 将信息素排除,因为和传统杀虫剂相比,它被认为造成较小的环境风险。不过,如果一家公司试图推广 PBAN 诱捕剂,目前尚不确定它们是否享有同样的豁免权:在技术上,PBAN 并不是信息素,而是一种促使飞蛾自己产生信息素的激素。

如果此类产品因信息素豁免权躲过了 EPA,那么报告的分析者建议,取决于其应用,PBAN 仍受制于 EPA 的有毒物质控制法案。

## 发光植物

由 Glowing Plant 公司研发的观赏性水芹植物含有使其在黑暗中发出绿光的萤火虫和水母基因。

转基因植物通常落在 USDA 的管辖范围内,因为它们依靠一种利用植物害虫——农杆菌的基因转移技术。不过,Glowing Plant 的样品利用了一种被称为基因枪的更新技术,以将携带基因的粒子发射进植物细胞。

2014 年 12 月,APHIS 通知 Glowing Plant 公司,其产品并不属于它的监管范围。没有一个部门正式评估过该产品的潜在环境风险。接受植物和种子预定的网页显示,公司正“处于准备发送该植物的最后阶段”。不过,它已向那些想基因改造种子的人们推广一种自助型工具包。报告认为,由于这个工具包依赖于农杆菌,单个消费者承担了向 APHIS 寻求批准的法律义务。(宗华)

## 科学线人

全球科技政策新闻与解析

## 慢性疲劳研究争议再起

Comparison of adaptive pacing therapy, cognitive behavioral therapy, graded exercise therapy, and specialist medical care for chronic fatigue syndrome (PACE): a randomised trial  
P D White, K A Goldsmith, A J Johnson, R Emslie, R W Wessely, T C Delaney, H I Butler, M Murphy, L V Clark, D J Cox, J Blumenthal, B Angus, G Murphy  
Summary Trial findings show cognitive behaviour therapy (CBT) and graded exercise therapy are effective treatments for chronic fatigue syndrome, but patients' symptoms improve more slowly than exercise and safety of exercise is unclear.

Methods In our parallel-group randomised trial, patients meeting defined criteria for chronic fatigue syndrome were recruited from six secondary-care clinics in the UK and randomly assigned to receive specialist medical care (PACE) alone or with adaptive pacing therapy (APT). Primary outcome was fatigue measured on a visual analog scale (VAS) at baseline and after 12 weeks. Secondary outcomes were rates of adverse events, rates of new reactions to trial treatment, patients' views on whether they wanted to continue treatment, and whether the intervention was graded for treatment assignment for the analysis of patient unblinded to treatment assignment.

一篇 2011 年发表于《柳叶刀》杂志的文章分析了针对慢性疲劳综合征的治疗方法。不过,它至今仍引发争议。 图片来源:《柳叶刀》杂志

10月27日,一项于2011年开展的争议性试验的作者发表了支持其最初成果的追踪研究。当时,他们提出运动和行为理论能帮助治疗慢性疲劳综合征(CFS)。不过,新的报告紧随一名记者对最初试验进行的冗长且高度批判性的分析而来。

引发争论的是在英国开展的一项耗资 800 万美元的试验。它被称为 PACE,研究了针对 CFS 的多种治疗方法。CFS 是一种又被称为肌痛性脑脊髓炎(ME)的疾病,发病原因一直不明。在《柳叶刀》杂志上,PACE 研究人员报告说,如果患有 CFS/ME 的病人参加一个分级运动或认知行为治疗项目,便会经历症状上的“适度改善”。接受测试的两种其他干预疗法,即所谓的专业医疗护理和适应性起搏治疗并未有帮助。

这项发表于《柳叶刀》杂志的研究立即引发了来自患者群体的批评。一些人抱怨说,它似乎在暗示,CFS/ME 是一种心理上而非身体上的疾病。与此同时,很多研究人员认为,研究使用的一些方法存在严重缺陷。正如《柳叶刀》杂志在 2011 年发表这项研究的数月后在一篇社论中所提出的:“对发表此项试验的反应非常迅速,并且是毁灭性的。”

今年 10 月 21 日,在美国加州大学伯克利分校帮忙监管一个新闻报道项目的记者 David Tuller,发表了由 4 部分组成的对该试验一系列重新审视的第一部分。这一系列被称为“试错”,出现在由哥伦比亚大学微生物学家 Vincent Racaniello 管理的病毒学博客上。

Tuller 写道,在 PACE 结果被发表后,患有 CFS/ME 的病人“就只有改变对自身疾病的认知才能变得更好的提议展开了攻击”。而且,“他们认为,强迫自己更加积极,不仅对病情没有帮助,还会导致严重的、持续时间更长的复发”。

Tuller 援引自对从方法论、成果测量到涉及作者的所谓利益冲突等一切事情抨击 PACE 研究的科学家。他说,论文作者并未回答他的询问。关于 Tuller 所撰写系列的评论如潮水般涌向由 CFS/ME 群体管理的网站。

10月27日,PACE研究的作者为这场争论又添了一把火。他们在《柳叶刀—精神病学》杂志网络版上发表了一篇论文,报告了试验参与者的长期追踪研究。论文称,干预措施的好处被维持下来。

在追踪研究中,由牛津大学精神病学家 Michael Sharpe 领导的团队向 604 位试验参与者发送了问卷,并要求他们就健康状况进行自我评价。481 位参与者作出了回应。

在分析了回应后,研究人员推断,初始研究中报告的好处至少又维持了 1.5 年。不过,被随机分配接受起始未做任何事情的另外两种干预措施参与者也有所改善。当和其他治疗群体的人进行比较时,证明结果上存在差异的证据极为有限。作者认为,这是因为无效治疗群体中的人随后决定寻求分级运动和认知行为治疗。

(徐徐)

## 澳大利亚敲定首席科学家



Alan Finkel

图片来源:EPA/Lukas Coch

当地时间 10 月 27 日,澳大利亚总理 Malcolm Turnbull 在于堪培拉举行的一场新闻发布会上宣布,神经学家 Alan Finkel 将成为该国下一任首席科学家。

Finkel 是澳大利亚技术科学与工程院院长、墨尔本莫纳什大学前任校长。作为政府首席科学家,他将提供独立建议,并且致力于提升该国科学的影响力。

Finkel 表示,两大优先任务是改善澳大利亚不佳的创新记录,并且推动该国走上不依赖化石燃料的未来之路。“构思一个无须使用煤炭的世界非常重要。”

“这真的是极好的消息。”墨尔本大学免疫学家 Gustav Nossal 表示,很难想象还有谁能承担这一重要工作,并且取得更大的成绩。

这一任命是在前总理 Tony Abbott 导致澳大利亚科学界经历了一个动荡时期后到来的。当时,Abbott 要求大幅削减研究资助,关闭了独立的气候委员会,并且在 1 年多的时间里没有任命新的科学部长。Finkel 将在明年 1 月就职。他说,将在前任首席科学家 Ian Chubb 所作努力的基础上,促进科学、技术、工程和数学教育的发展,并且推动制定一个全国性的科学和教育策略。

(徐徐)